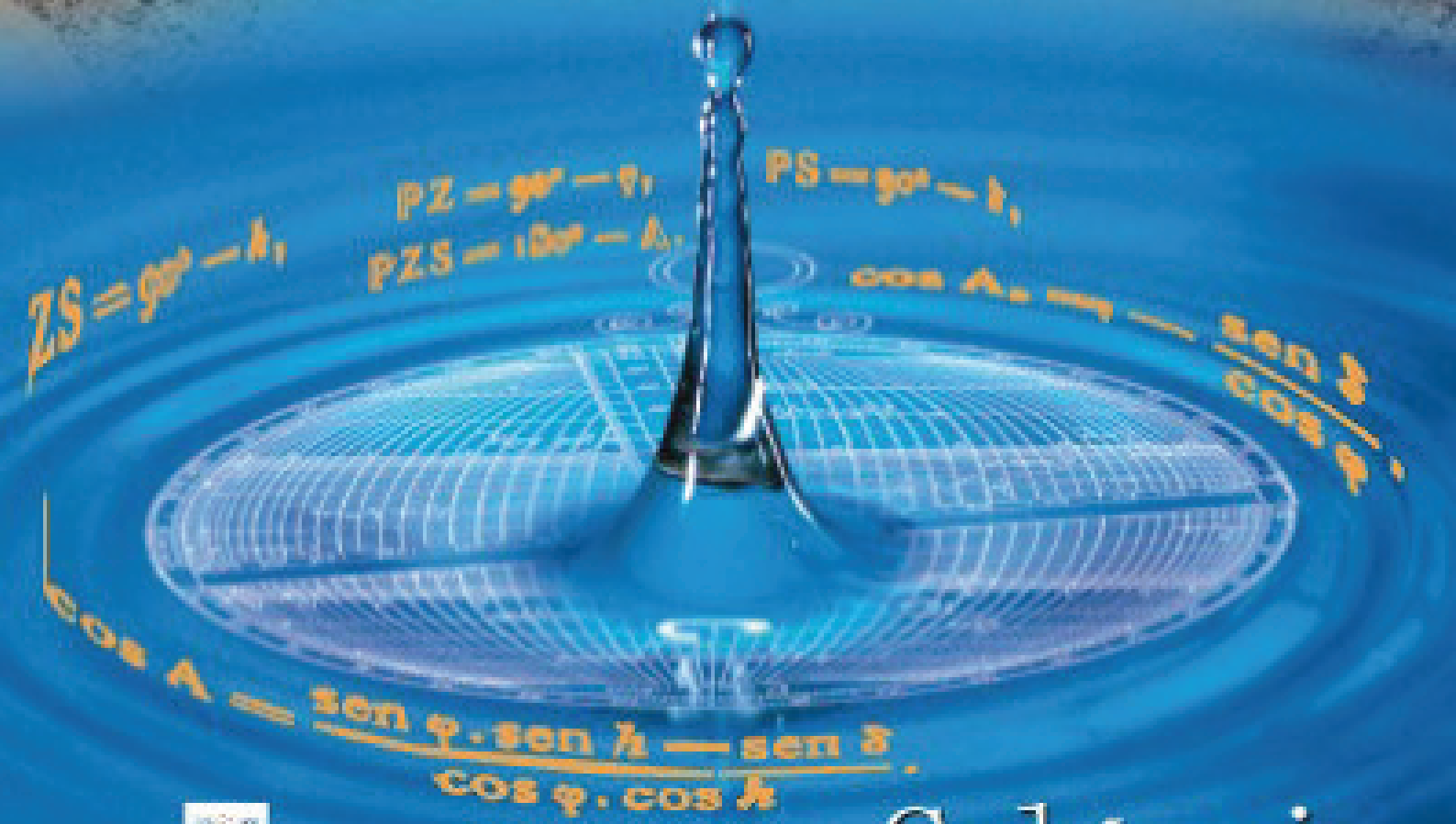
Jornadas do Mar 2002

25 a 29 de Novembro

Pedro Nunes

Novos Saberes na Rota do Futuro



ESCOLA NAVAL

Colóquio

Para estudantes

Comunicações apresentadas na Escola Naval de 25 a 29 de Novembro de 2002

Patrocínio:

Atlântico
Banco Português do Atlântico

Defesa Nacional · Caixa Geral de Depósitos · Fundação Calouste Gulbenkian · FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia · Fundação Luso-Americana · inapa · Banco de Portugal · Almada · CABO

Título:
Pedro Nunes – Novos Saberes na Rota do Futuro

Edição:
Escola Naval

ISBN 972-98098-1-X

Depósito Legal:
Nº 166933/01

Execução Gráfica:
Página Ímpar, Lda - Lisboa

Comissão de Honra

- **Presidente da República**

  Dr. Jorge Fernando Branco de Sampaio

- **Ministro da Defesa Nacional**

  Dr. Paulo Sacadura Cabral Portas

- **Ministro da Ciência e do Ensino Superior**

  Doutor Pedro Augusto Lynce de Faria

- **Chefe do Estado-Maior-General das Forças Armadas**

  Almirante José Manuel Garcia Mendes Cabeçadas

- **Chefe do Estado-Maior da Armada**

  Almirante Francisco António Torres Vidal Abreu

- **Presidente da Fundação das Universidades Portuguesas**

  Prof. Doutor Sérgio Machado dos Santos

- **Presidente do Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas**

  Prof. Doutor Adriano Lopes Gomes Pimpão

- **Presidente da Comissão Nacional de Avaliação do Ensino Superior**

  Prof. Doutor Adriano José Alves Moreira

- **Director-Geral do Instituto Hidrográfico**

  Vice-Almirante Carlos António David da Silva Cardoso

- **Presidente da Academia de Marinha**

  Contra-Almirante Rogério Silva Duarte Geral d'Oliveira

Comissão Científica

- Vice-Almirante António Emílio Azevedo Ferraz Sacchetti
- Comandante António Estácio dos Reis
- Prof. Doutor António Marcos Galopim de Carvalho
- Prof. Doutor Fernando Dias Agudo
- Prof. Doutor Vasco Gil Soares Mantas
- Prof. Doutor Manuel Américo Gonçalves da Silva
- Prof. Doutor João Filipe Queiró
- Prof. Doutor António Manuel Gonçalves Coelho
- Prof. Doutor Luís Adão da Fonseca
- Prof. Doutor João Abreu de Faria Bilhim
- Prof. Doutor João Miguel Dias Joanaz de Melo
- Prof. Doutor Manuel Pinto d'Abreu
- Prof. Doutor Henrique de Sousa Leitão
- Prof.ª Doutora Helena Maria de Oliveira Freitas
- Prof.ª Doutora Ana Paula dos Santos Duarte Arnaut
- Prof.ª Doutora Maria Isabel Pires Pereira
- Prof. Doutor Francisco Contente Domingues
- Prof. Doutor Luís Manuel Ribeiro Saraiva
- Prof. Doutor António José Batel Anjo
- Prof. Doutor Manuel Leite Monteiro
- Prof. Doutor Francisco Manuel Braz Fernandes
- Capitão-de-Mar-e-Guerra Rodrigues Portero
- Capitão-de-Fragata EMQ José Luís Garcia Belo
- Capitão-Tenente António José Duarte Costa Canas

Comissão Executiva

Presidente:

• Contra-Almirante EMQ RES António Maria Pinto de Brito Afonso

Secretário-Geral:

• Capitão-de-Fragata FZ José António Ruivo

Secretária Executiva:

• Dr.ª Maria Sousa Caldeira Costa Maia

Pelouros:

• Capitão-de-Mar-e-Guerra José Luís Rodrigues Portero

• Capitão-de-Mar-e-Guerra AN RES José Ferreira Brito

• Dr.ª Ana Cláudia Correia Batalha Henriques

• Capitão-de-Mar-e-Guerra AN Carlos Manuel Soares Barata

• Capitão-de-Fragata FZ Luís Jorge Rodrigues Semedo de Matos

• Capitão-Tenente António José Duarte Costa Canas

• Primeiro-Tenente Artur Manuel Simas Silva

• Primeiro-Tenente CAP António Rodrigues Borges da Silva

• Segundo-Tenente SEP José Carlos Teixeira Fernandez

• Segundo-Tenente AN Fernando Gabriel Martins Teodósio

• Aspirante Ricardo José Madeira Gonçalves

• Aspirante Luís Miguel Dias Lourenço

Nota Introdutória

Pela terceira vez consecutiva a Escola Naval leva a efeito as suas Jornadas, onde acolhe, durante uma semana, dezenas de jovens estudantes do ensino superior, interessados em conviver e debater vários temas, tendo como pano de fundo o elemento comum que as titulou: *o Mar*.

Nas Jornadas do Mar 2002 e no Colóquio que lhe está associado, subordinado ao tema "Pedro Nunes – Novos Saberes na Rota do Futuro", evocar-se-á a vida e a obra do insigne matemático e a sua decisiva contribuição para os avanços da ciência náutica, sem embargo para as diferenças culturais e vivenciais que o separavam dos navegadores do seu tempo.

É que, sendo Nunes um profundo conhecedor da filosofia fundamental, por conseguinte dotado de especial aptidão para a abstracção e o estudo especulativo, teve o mérito de cuidar, igualmente, do rigor e da utilidade prática das suas deduções e das suas descobertas. Neste sentido foi um percursor da ciência moderna.

Ontem como hoje, o homem avança sempre que a sua inteligência, ultrapassando o campo da especulação pura que a poucos aproveita, logra projectar as suas inovações, de forma útil, para a esfera do mundo real e da viabilidade prática. Ao fim e ao cabo, sempre que cuida de prover a comunidade "*dos estormentos e das regras*" de que falava Pedro Nunes.

Com a realização das Jornadas do Mar 2002 pretende-se, igualmente, proporcionar a algumas dezenas de jovens universitários uma semana de são convívio, propiciadora de uma alargada reflexão sobre matérias de interesse comum, com especial enfoque para as coisas do Mar em geral e para a maritimidade do nosso país em particular.

Sem esquecer o papel do mar na edificação do grandioso empreendimento que protagonizámos no passado, importa reflectir sobre as riquezas de toda a ordem que ainda tem para nos oferecer, sobre a importância estratégica que o mar nos confere como nação independente, sobre os perigos e as ameaças resultantes do seu uso livre e descontrolado e, sobretudo, sobre as medidas preventivas a tomar no sentido de, na protecção dos legítimos interesses de todos, cuidar da sua preservação, através da regulamentação efectiva da sua utilização e da apropriação das suas riquezas.

Estamos em crer que a Escola Naval e a Marinha se sentirão altamente recompensadas se, com a presente iniciativa, tivermos contribuído, de algum modo, para um melhor conhecimento do Mar, para o realce da sua importância na afirmação do nosso país no concerto das nações e para a necessidade de salvaguarda do que se afigura como a "última fronteira" à escala planetária. Assim o esperamos.

O Presidente da Comissão Executiva

António Maria Pinto de Brito Afonso
Contra-Almirante

Cerimónia de Abertura do Colóquio "Pedro Nunes – Novos Saberes na Rota do Futuro"

Ex.mo Senhor Embaixador da República de Cabo Verde,
Senhores Presidentes da Comissão Científica do Colóquio,
Senhor Presidente da Academia de Marinha e Membro da Comissão de Honra do Colóquio,
Senhor Representante de S. Ex.ª a Presidente da Câmara Municipal de Almada,
Senhor Presidente da Comissão Cultural de Marinha,
Senhor Presidente da Comissão Executiva do Colóquio,
Senhores Almirantes anteriores Comandantes da Escola Naval,
Magníficos Reitores da Universidade Técnica de Lisboa, da Universidade Nova de Lisboa e da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias,
Senhores Oficiais Generais,
Senhor Major-General Comandante da Academia da Força Aérea,
Senhor Major-General Subdirector do Instituo de Altos Estudos do Exército em representação do Director,
Senhores Membros da Comissão Científica do Colóquio,
Sapientíssimos Doutores e Corpo Docente da Escola Naval,
Senhores Oficiais,
Estimados Participantes no Colóquio e Alunos da Escola Naval,
Senhoras e Senhores Convidados,
Minhas Senhoras e Meus Senhores:

O Colóquio "PEDRO NUNES – NOVOS SABERES NA ROTA DO FUTURO", que hoje tem o seu início, constitui a terceira edição das Jornadas do Mar que têm vindo a ter lugar na Escola Naval através da realização, em 1998, do Colóquio "Vasco da Gama, os Oceanos e o Futuro" e, em 2000, do Colóquio "Dos Mares de Cabral ao Oceano da Língua Portuguesa". Hoje, tal como então, esta iniciativa da Escola Naval visa, tão-somente, contribuir para dinamizar a comunidade universitária em torno dos saberes relacionados com o Mar, entendido este como uma via privilegiada de sustentação do desenvolvimento deste nosso país que sempre encontrou no mar um importante sustentáculo para a sua economia e suporte para a sua independência.

Também desta feita, foi gratificante o apoio que a iniciativa mereceu, quer de personalidades quer de instituições dos mais diversos sectores da vida nacional. A nossa profunda gratidão e o nosso sincero agradecimento vão portanto para todos aqueles que de alguma forma deram o seu contributo para que esta iniciativa pudesse alcançar a almejada concretização. Gostaria de destacar em particular as personalidades que aceitaram integrar a Comissão de Honra, contribuindo com o seu prestígio para a valorização do evento, facto pelo qual lhes estamos profundamente reconhecidos.

Vamos abrir este Colóquio com a perspectiva de assistir a cerca de 70 comunicações, sobre matérias tão diversas como a História, a Matemática, a Economia, a Engenharia, a Estratégia, o Ambiente e muitas outras relacionadas com o tema central dos Oceanos, nas suas múltiplas dimensões de utilização e aproveitamento. É esta, aliás, a essência das Jornadas do Mar: reunir os múltiplos saberes envolvidos no estudo dos Oceanos e, com a generosidade que é própria dos jovens, procurar desfazer as barreiras que se erguem entre diferentes formas de conhecimento, criando laços que sustentarão a multidisciplinaridade indispensável ao estudo de algo tão complexo como é o mar, quer na dimensão que hoje assume no contexto nacional e internacional, quer no papel que desempenhou ao longo da História.

Parece-nos a nós que o convívio nos cinco dias que se vão seguir, onde o trabalho das apresentações se balanceará com momentos lúdicos, poderá consubstanciar também uma metodologia que conduza ao estreitar dos laços de colaboração entre pessoas envolvidas em diferentes áreas do conhecimento, numa lógica que concorra para uma melhor e mais completa compreensão dos problemas, para mais elevados níveis de saber e para um desempenho mais competente no quadro de uma salutar competitividade.

Este é um caminho que os jovens entendem melhor do que ninguém, porque a sua sensibilidade constitui factor facilitador de uma atitude mais receptiva à colaboração e ao entendimento entre colegas de diferentes cursos e escolas, parecendo-nos que a participação num evento deste tipo constituirá um exemplo de que isso é possível e vantajoso para a ciência, para o conhecimento em geral e para o futuro de todos nós. Pedro Nunes, a figura central deste Colóquio, foi, como sabemos, um matemático português nascido há precisamente quinhentos anos, cujos trabalhos,

não só nas matemáticas puras, mas também na astronomia e na cosmografia, tiveram projecção universal. Como responsável pelo ensino e exame dos pilotos que conduziam os navios numa época em que as viagens portuguesas foram – como ele próprio disse – "as maiores e mais maravilhosas", considerava que os pilotos deveriam aprender e estudar outras matérias que não só a técnica adquirida a bordo no contacto com os seus pares de ofício. Assim, deveriam os pilotos aprender matemática e astronomia, bem como estudar formas de representação da terra e entender os segredos da geometria, deveriam, em suma, ter uma formação global e multidisciplinar. Uma ideia que não foi compreendida na época e que só se concretizou no final do século XVIII com a criação da Companhia de Guardas-Marinhas, antepassado remoto desta mesma Escola Naval. Apesar de não ter sido bem aceite pelos homens do mar do seu tempo, hoje sabemos como, nos aspectos essenciais, Pedro Nunes tinha razão.

A investigação e a exploração do mar, qualquer que seja a perspectiva em que nos coloquemos, exige um conhecimento global que envolve disciplinas muito variadas, aprendidas e usadas de forma equilibrada para que os diversos saberes se complementem numa acção concreta. Hoje em dia – estamos em crer – é assim que terão de conviver os diversos ramos do conhecimento, e os objectivos deste Colóquio serão tanto mais conseguidos quanto for compreendida esta mensagem de interdisciplinaridade, que aqui tem como elemento de convergência o Mar. Ao evocarmos Pedro Nunes, estamos a exortar o seu exemplo de cientista – homem sábio e persistente, estudado e reconhecido por toda a Europa do século XVI, valor de incontestável universalidade que gostaríamos que a nossa juventude em geral e a universitária em particular abraçasse como a via mais sólida para construir um país com futuro que disponha de níveis de desenvolvimento económico e social compatíveis com o mundo contemporâneo.

Esta iniciativa não teria sentido, por um lado, sem os estudantes que aqui vêm apresentar os seus trabalhos e, por outro, sem os mestres, cuja disponibilidade permitiu viabilizar as sessões de trabalho que são a substância deste Colóquio. Para os estudantes vão as boas-vindas desta Escola, desejando que alcancem os objectivos a que se propuseram e que desfrutem deste evento em toda a dimensão que pretendemos que tenha. Efectivamente, gostaríamos que ele fosse bastante mais do uma mera oportunidade para apresentar um conjunto de trabalhos. De facto, a possibilidade de conviverem, trocarem experiências e falarem de um mesmo tema central, apresentando-o sob diversos pontos de vista e com métodos distintos, contribuirá para que este acontecimento possa adquirir uma dimensão científica e cultural significativa, que não devem desperdiçar. Aproveitem os momentos da vivência em comum para conhecer outras formas de pensar questões que têm sempre pontos de convergência. Ao ouvirem outras dimensões de um mesmo tema, enriquecerão o vosso próprio conhecimento e ficarão mais aptos para abordá-lo na vossa própria perspectiva. Outra palavra de agradecimento vai necessariamente para todas as personalidades que se prontificaram a integrar a Comissão Científica deste Colóquio, sacrificando horas do seu precioso tempo para que esta ideia pudesse ter corpo. A credibilidade desta iniciativa depende também do prestígio académico que lhe transmitem, garantindo-lhe o mérito científico e o rigor na avaliação. Também para todos os convidados que se dispuseram a vir presidir às múltiplas mesas de trabalho, orientando as apresentações, vai o nosso "muito obrigado". O esforço levado a cabo pela Escola Naval para que as Jornadas do Mar 2002 possam realizar-se é grande, mas seria inútil se não contássemos com os muitos professores de outros estabelecimentos de ensino superior que compreenderam a importância deste evento e não nos regatearam a sua colaboração incondicional. Uma referência especial para a disponibilidade, que formalmente agradeço, com que o Professor Henrique Leitão respondeu ao repto para proferir a oração de sapiência integrada nesta sessão de abertura. Merecem ainda destaque as delegações estrangeiras, cuja presença e participação concorrem para a valorização do Colóquio. São elas a representação da Escola Naval do Brasil, nossa irmã genética, da Escola Naval de Espanha, da Universidade de Valladolid e da Universidade de Budapeste. Para todos vão as minhas saudações.

Bem hajam pela vossa presença e contribuição para este evento.

Tenho dito.

O Comandante da Escola Naval

Carlos Alberto Viegas Filipe
Contra-Almirante

Palavras de Boas -Vindas

Ex.mo Senhor Almirante Comandante da Escola Naval,
Ex.mos Senhores Membros da Mesa,
Ex.mas Senhoras e Senhores participantes do Colóquio,
Ex.mas Senhoras e Ex.mos Senhores,
Camaradas:

Dá-se hoje início às Jornadas do Mar 2002 subordinadas ao tema " Pedro Nunes – Novos Saberes na Rota do Futuro". Gostaria desde já, e em nome do Corpo de Alunos, de desejar as boas-vindas a esta casa a todos os participantes neste Colóquio.

À semelhança do que tem vindo a acontecer nos últimos anos, a Escola Naval organizou mais uma vez um colóquio para estudantes, e, atendendo à comemoração do 5º centenário do nascimento de Pedro Nunes, quis a Escola Naval evocar a sua importantíssima obra, que marcou profundamente a ciência portuguesa.

Numa perspectiva de partilha de conhecimento, tem esta iniciativa como objectivo, não só evocar a obra de Pedro Nunes, como também tentar seguir o seu exemplo no que toca à investigação, com vista à inovação.

Pretende-se, assim, promover o estudo e reflexão quer sobre os oceanos, nomeadamente o seu papel actual e suas potencialidades, quer noutras áreas do conhecimento, que vão desde a Matemática, Ciências Naturais e Engenharia, Geografia e Ambiente, História e Sociologia, passando pela Economia e Gestão, Relações Internacionais, Direito e Estratégia e pela Literatura e Linguística.

Pretende-se ainda proporcionar a convivência entre alunos de diferentes instituições, que têm objectos de estudo ou abordagens diversas, mas que afinal são todos estudantes do Ensino Superior e que têm pontos de vista semelhantes. Com certeza que será interessante saber o que tem um matemático a dizer a um linguista, ou o que tem um cadete da Escola Naval a dizer a um futuro jurista! Pretende-se então o intercâmbio entre as diversas áreas do conhecimento, com o objectivo de estimular uma discussão sobre variados temas com perspectivas de abordagem diferentes que, por vezes, até se complementam.

Resta-me mais uma vez dar as boas-vindas aos participantes, esperando que, inspirados de alguma forma pelo espírito desta *alma mater* da Armada Portuguesa que vos acolhe durante esta semana, consigam atingir os vossos objectivos e que esta iniciativa corresponda, ou mesmo possa superar, as vossas expectativas.

Boa sorte a todos.
Tenho dito.

Jorge Carlos Lopes Ribeiro
Aspirante AN

Conferência de Abertura: Pedro Nunes e a Marinha Portuguesa

Henrique Leitão/**Universidade de Lisboa**

Ex.mo Senhor Almirante, Comandante da Escola Naval,
Ex.mos Senhores Almirantes,
Ex.mos Senhores Oficiais,
Ex.mos Senhores Professores e Caros Colegas,
Caros Participantes neste Colóquio:

A Armada Portuguesa ocupa um lugar de grande distinção na história da cultura em Portugal. Para além da história estritamente militar – uma história feita de serviço e de sacrifício; uma história que deixou algumas das mais brilhantes páginas nos anais de Portugal –, para lá desta história militar, a Marinha sempre foi, e é ainda hoje, uma instituição indissociavelmente ligada à vida de cultura do nosso país. Também no que se refere à Cultura e à Ciência se pode com toda a justiça dizer que a Marinha se procurou sempre pautar pelo *motto* henriquino «Talant de bien faire» que adorna o escudo da Escola Naval onde agora nos encontramos.

Documentar o relevante papel cultural, científico, educativo, que a Marinha tem desempenhado ao longo dos séculos no nosso país obrigaria a um longo trabalho expositivo, já que as contribuições que a Armada tem dado são inúmeras e em campos muito variados. Não o posso aqui fazer, embora adiante diga mais algumas palavras acerca deste assunto.

Gostaria apenas de salientar que estas Jornadas do Mar 2002 são bem a prova deste empenhamento com a vida da cultura e da ciência nacional. Estas Jornadas inscrevem-se na tradição secular de participação na vida cultural portuguesa que a Marinha sempre cultivou e, simultaneamente, são a demonstração da vitalidade e do empenho com que, no presente, a Armada continua essa tradição. A participação íntima e fecunda da Armada Portuguesa em muitas questões culturais e científicas é uma riqueza que não se deve nem pode perder, pois perdê-la significaria não apenas um empobrecimento da Marinha de Guerra, mas sobretudo um empobrecimento da vida cultural portuguesa.

Estas considerações breves adquirem este ano uma redobrada importância e uma redobrada relevância dado que estas Jornadas do Mar 2002 se realizam sob a égide de Pedro Nunes (1502-1578), estando assim associadas às comemorações do 5º centenário do nascimento daquele que foi, sem dúvida, o mais importante matemático e cosmógrafo da história portuguesa.

Na evocação da figura de Pedro Nunes a Escola Naval sempre desempenhou um papel de relevo. Como disse, não cabe aqui o relato histórico destes contributos. Para me resumir apenas ao presente, julgo que é importante notar que foi aqui que as celebrações deste 5º centenário de Pedro Nunes em certo sentido começaram, pois, logo em Janeiro deste ano, foi aqui que se realizou o I Seminário de História Náutica, realização que, tanto quanto tenho conhecimento, foi a primeira, em 2002, a evocar Pedro Nunes. E agora, ao aproximarmo-nos do final do ano, com a organização deste Colóquio subordinado à figura de Pedro Nunes, em certo sentido é aqui que se começam a encerrar as várias comemorações. Ou seja, quer no âmbito restrito de um encontro científico destinado a especialistas, quer no âmbito mais alargado da divulgação junto de estudantes, a Escola Naval contribuiu de maneira assinalável para um maior conhecimento da figura de Pedro Nunes.

Estas minhas palavras iniciais vão sobretudo dirigidas aos participantes deste Colóquio, para que saibam bem a riqueza cultural e a importância histórica da instituição onde agora se encontram. Quero, por isso, saudar os participantes destas Jornadas. Em primeiro lugar manifestando a admiração pelo empenho que puseram na execução dos seus trabalhos, mas também para lhes desejar uns dias proveitosos de estudo e de confraternização.

⚜

Gostaria de dizer umas palavras muito breves sobre Pedro Nunes, o eminente matemático e cosmógrafo português do século XVI que evocamos ao longo destas Jornadas.

É meu objectivo olhar muito rapidamente para a relação entre Pedro Nunes e a Marinha Portuguesa, ou melhor – como procurarei mostrar –, para a *dívida* que Pedro Nunes contraiu para com a Marinha Portuguesa. Em rigor, o título desta minha breve alocução deveria ser: "A *dívida* de Pedro Nunes para com a Marinha Portuguesa". Retomarei aqui, em parte, assuntos que muito recentemente tive ocasião de tratar num artigo para a *Revista da Armada* [1].

Um dos assuntos mais "problemáticos" com que todo o estudioso de Pedro Nunes se tem de debater é o de tentar avaliar

a repercussão dos trabalhos do famoso cosmógrafo na marinharia do seu tempo. O tema é complexo porque, numa primeira inspecção, o que salta de imediato à vista é a distância conceptual que separa os escritos de Nunes das preocupações dos "homens do mar", bem como a tensão, amplamente documentada, que se sentiu entre o primeiro e os segundos. Como todos sabemos, Pedro Nunes manteve algumas polémicas com pilotos e navegantes; nos seus escritos propôs estimativas e procedimentos que são impraticáveis no mar, ou desajustados relativamente àquilo que todos os pilotos sabiam ser o mais conveniente; os instrumentos e processos de medida que concebeu – o nónio, o instrumento de sombras e o anel náutico –, se bem, que correspondendo à materialização de ideias sempre criativas e interessantes, enfermam todos eles de dificuldades de construção ou uso que os tornaram inúteis para a prática marítima.

Tudo isto é bem sabido, mas em nada diminui a estatura intelectual de Pedro Nunes. De facto, quem inspeccione com alguma atenção as suas obras reconhece nelas os sinais indesmentíveis de um matemático criativo de alto nível, um julgamento que os seus contemporâneos, dentro e fora de Portugal, nunca questionaram. A fama de Nunes foi muito grande durante a sua vida e manteve-se várias décadas após a sua morte. A influência dos seus trabalhos nos círculos de matemáticos europeus está hoje em dia bem atestada [2].

Esta desadequação entre os textos que Nunes deixou escritos e a prática quotidiana da vida no mar levou a que muitas vezes ele fosse designado de forma sucinta como um "sábio de gabinete", um teórico, e que a sua influência directa sobre a náutica portuguesa quinhentista tivesse sido questionada. Esta foi a opinião de alguns ilustres oficiais da Armada, como por exemplo o almirante Morais e Sousa, quando escreveu que "Pedro Nunes não teve influência alguma na sciência náutica do seu tempo" [3], ou o almirante Teixeira da Mota, que não hesitou em classificar como *prejudicial* a acção de Pedro Nunes na marinharia do seu tempo – um julgamento que Luís de Albuquerque transmitiu, sentindo-se, todavia, na obrigação de o atenuar [4].

Convém começar por explicar que a crítica à deficiente preparação dos "homens de mar" não é, contrariamente ao que muita gente parece pensar, uma particularidade exclusiva de Pedro Nunes. Em Portugal, várias outras personalidades de renome, e para mais com experiência de vida a bordo, emitiram fortes reparos à preparação de pilotos e marinheiros, sendo que o caso mais emblemático foi o de D. João de Castro. Mas mais importante do que isso, uma constante tensão entre cosmógrafos (teóricos) e navegantes (práticos) parece ter marcado as relações entre os membros destes grupos profissionais em vários países da Europa, e não apenas em Portugal [5].

Além do mais, as opiniões que dão Nunes exclusivamente como um "sábio de gabinete" parecem-me estar fundamentadas no exame da produção escrita de Nunes, mas esta foi essencialmente a produção de um matemático. Nos seus textos, Nunes procede como um matemático e dirige-se à selecta audiência dos maiores matemáticos do seu tempo. As suas obras são complexas e sofisticadas; o seu intuito é abstracto e teórico. Se houvesse quaisquer dúvidas, o próprio latim que usou na maioria dos seus trabalhos [no *De crepusculis* (1542), no *De erratis Orontii Finaei* (1546), nas *Opera* (1566) e, naturalmente, nas reedições destes textos] denuncia a audiência erudita a que se dirigia. A obra publicada de Pedro Nunes é essencialmente a de um matemático, e não a de um cosmógrafo.

Não causa surpresa que, neste contexto, a apreciação que Nunes emite sobre os conhecimentos de pilotos e marinheiros seja muitas vezes negativa. Não supreende também que, neste âmbito, o que é sempre valorizado seja a inovação teórica e o desenvolvimento abstracto, em prejuízo da relevância prática. De facto, pode dizer-se que tudo isto faz parte do "programa noniano" em matemática, um programa que insiste declaradamente no estabelecimento de uma dicotomia entre a *arte* e a *ratio* – como deixou assinalado no título do seu *De arte atque ratione navigandi* (1573). Dificilmente as inovações de Pedro Nunes em navegação teórica – algumas delas verdadeiramente notáveis – seriam integradas na marinharia *do seu tempo*.

Por isso, procurar a influência de Pedro Nunes na marinharia portuguesa do século XVI inspeccionando textos que não tinham por objectivo sequer comunicar com esses marinheiros – apesar do que as palavras de Nunes por vezes deixam entender – parece-me ser um erro de julgamento.

⚜

A pergunta que se impõe aos estudiosos é, portanto, uma outra: que sabemos acerca das actividades de Pedro Nunes como cosmógrafo e cosmógrafo-mor? Isto é, que sabemos acerca daquelas suas actividades que, pela sua natureza, obrigavam a um contacto próximo com os práticos do mar?

Sabemos que, em 1529, Pedro Nunes foi nomeado cosmógrafo, o que é um facto interessante pois nos revela que nessa data – muito antes do aparecimento do seu primeiro trabalho impresso, o *Tratado da Sphera* (1537) – já tinha alguma competência reconhecida em assuntos técnico-científicos. Sabemos também que, em 1547, foi nomeado cosmógrafo-mor do reino. Por documentação diversa sabemos também que deu aulas a pilotos e fabricantes de instrumentos e que examinou alguns candidatos a mestres de cartas de marear e fabricantes de instrumentos náuticos [6]. Por exemplo, em 1563, juntamente com Jorge Reinel, Pedro Nunes examinou António Martins, o qual foi "achado auto e suficiente para fazer cartas de marear e estrellabios e agulhas", e em 1564, também juntamente com Jorge Reinel, examinou Bartolomeu Lasso, a 17 de Maio, e Luís Teixeira, a 18 de Outubro [7].

Estes factos, contudo, parecem muito pouco, quando se constata que, do ponto de vista científico – isto é, como matemático – há um hiato na produção noniana. Entre 1547, ano em que foi nomeado cosmógrafo-mor, e 1566, não publicou qualquer obra científica. Acresce ainda que as suas actividades docentes em Coimbra – entre 1544 e 1562 – não são seguramente a explicação para esse hiato pois o que parece ter sido notado foram as suas muitas ausências da Universidade [8]. Exactamente o que fez Pedro Nunes durante estas duas décadas – aquelas, precisamente, em que as suas capacidades intelectuais e maturidade científica estariam no seu auge – é uma pergunta que reclama uma explicação. Dificilmente se pode acreditar que Nunes apenas viesse para Lisboa com o objectivo de polemicar com pilotos e marinheiros, ou para presidir aos poucos exames que os documentos registam, ou – ainda menos credível – simplesmente para gozar as delícias da vida na Corte. Não me parece crível que aquele que declarou ter "perdido irremediavelmente a saúde com os seus estudos de matemática" e que, nos anos cinquenta, se correspondia com autoridades como John Dee e Jacques Peletier interrompesse abruptamente a sua produção científica para tratar o seu cargo de cosmógrafo-mor como uma sinecura.

Pelo contrário, a interrupção de publicações, o sofrível desempenho docente na Universidade, as frequentes deslocações de Coimbra para Lisboa, tudo isto leva a concluir que, de meados dos anos quarenta a meados dos anos sessenta, Pedro Nunes optou deliberadamente por se concentrar no seu encargo de cosmógrafo-mor, em detrimento dos seus outros compromissos. Esta escolha pela sua acção enquanto cosmógrafo-mor em prejuízo das suas obrigações docentes e da sua carreira científica denotam, quanto a mim, um claro reconhecimento da importância da sua acção junto de pilotos, cartógrafos e fabricantes de instrumentos.

Sucede, porém, que, pela sua natureza, estas actividades junto dos práticos da marinharia nos deixaram um registo histórico muito escasso. Dado que Nunes não escreveu nenhuma obra com o objectivo de servir aos práticos do mar – excepção, talvez, e mesmo esta questionável, para o *Tratado da Sphera* – a sua acção enquanto cosmógrafo-mor decorreu essencialmente em contactos pessoais, conversas, propostas e discussões, exames, aulas, certificação de cartas e instrumentos. Tudo isto são modos que deixam pouco registo histórico. Só dispomos, por isso, de algumas indicações fragmentárias, mas elas revelam-nos um homem em contacto próximo e colaboração – não apenas em polémica – com pilotos e cartógrafos.

Em primeiro lugar, devem considerar-se as relações de Pedro Nunes com Martim Afonso de Sousa e D. João de Castro. É certo que Afonso de Sousa e Castro eram nobres, não eram pilotos típicos, e que as suas relações com Nunes não são representativas dos contactos do cosmógrafo com os navegadores. Mas também não podem ser descartadas. Nelas encontramos Nunes agindo como consultor científico, esclarecendo dúvidas e propondo que algumas das suas inovações fossem testadas no mar [9]. A estas indicações podemos adicionar outras.

Alonso de Santa Cruz, o famoso cosmógrafo espanhol, informa que "estando yo en Portugal en el año dicho [1545] el Dr. Pero Núñez, cosmografo de aquel reino, mandó a todos los maestros de hacer cartas de marear que encogieram en las cartas que hiciesen algunos golfos" [10]. Eis aqui uma sugestão que, embora se adivinhe a sua origem teórica, é eminentemente prática e revela Nunes directamente envolvido com a actividade de cartógrafos. Uma outra indicação do mesmo tipo é veiculada por Lopo Homem, o qual, nuns conhecidos "apontamentos", afirma que "o doutor Pero Nunez mandou fazer um padrão de navegar sobre y per rezão do effecto e aparencias dos euclipses do sol e da lua" [11]. Este informe revela, uma vez mais, a proximidade com a actividade de cartógrafos e a intenção de introduzir melhoramentos na cartografia usando técnicas astronómico-matemáticas avançadas. Lopo Homem é muito crítico acerca do resultado desta sugestão de Pedro Nunes, mas porque as cartas em questão não sobreviveram é difícil avaliar quem tem razão.

Recentemente pudemos apurar mais um fragmento de informação que merece ser considerado. Num livro que pertenceu a Pedro Nunes encontra-se um conjunto de anotações manuscritas marginais, quase de certeza pelo punho do próprio Nunes. Numa anotação para o dia 23 de Setembro de 1568, pode ler-se: "comecej a fazer cartas de marear em Lx^{a} cõ bertolomeu Lasso" [12]. Este brevíssimo fragmento tem, quanto a mim, grande interesse. Antes de mais nada, reclama uma redobrada atenção no exame das cartas feitas por Lasso. Para além disso, mostra-nos Nunes envolvido num trabalho de colaboração com um cartógrafo de renome. Dado que Nunes conhecia Lasso pelo menos desde 1564, ano em que o examinou, somos levados a admitir como plausível que tivesse trabalhado com ele desde essa data.

O próprio cargo de cosmógrafo-mor parece ter sido criado por causa de Pedro Nunes, o que não é dizer nada pouco sobre a sua importância para a história da marinharia nacional. Pouco sabemos acerca das origens desse cargo, é certo, mas tudo aponta para que a sua criação tenha estado associada ao surgimento em Portugal de um homem de reputação e calibre intelectual pouco comuns. Acresce ainda que Nunes esteve seguramente envolvido na redacção do (perdido) regimento do cosmógrafo-mor de 1559 [13].

Todos estes factos parecem apontar inequivocamente numa direcção: os anos de maturidade intelectual de Pedro Nunes foram usados no seu contacto próximo com "homens do mar". Compreender o impacto de Nunes na marinharia do seu tempo obriga por isso a um aturado trabalho de investigação desse período, usando fontes que não são as suas obras impressas de matemática. Este trabalho, porém, parece-me longe de estar feito.

Mas se a pergunta acerca da influência de Pedro Nunes na marinharia portuguesa é uma pergunta interessante e que tem preocupado os historiadores, há uma outra, não menos importante, e que, contudo, tem escapado ao inquérito desses mesmos historiadores: qual foi a importância da Marinha Portuguesa no desenvolvimento intelectual de Pedro Nunes?

Colocada a pergunta deste modo, a resposta é imediata: foi enorme a dívida que Nunes contraiu para com a Marinha Portuguesa. Tal como os artistas, todos os cientistas criativos – certamente todos os matemáticos – recolhem a sua inspiração de contextos bem definidos. No caso da matemática, alguns desses contextos podem ser os problemas clássicos e as questões em aberto, ou as aulas que leccionam, ou ainda a tradição textual, isto é, o estudo dos trabalhos de matemáticos de épocas passadas. Nunes recolheu inspiração para os seus trabalhos destes três âmbitos: alguns dos seus trabalhos são tentativas de resolver problemas antigos; outros nasceram no contacto com alunos; e outros ainda têm a sua origem no estudo dos grandes textos de matemática do passado. Mas para Pedro Nunes muitíssimo mais importante que qualquer uma destas origens – na verdade, absolutamente central – foi a inspiração que recolheu para a realização dos seus trabalhos, a partir do âmbito e do ambiente náutico.

A maior parte das questões tratadas por Nunes – mesmo quando estudadas de modo completamente teórico e abstracto – teve uma origem bem definida, ligada aos problemas de náutica, de navegação e de marinharia. Não é supérfluo observar que, descontando as menções a membros da Casa Real, que devem entender-se numa lógica do mecenato de que Nunes usufruiu, o único português a quem ele se refere directamente é Martim Afonso de Sousa, precisamente ao creditar-lhe umas célebres dúvidas que estão na origem das notáveis reflexões nonianas sobre navegação teórica. Um outro exemplo interessante desta centralidade das questões náuticas nas reflexões nonianas está na sua relação com o importante texto (pseudo) aristotélico de Mecânica. Embora nesse famoso texto da Antiguidade se tratem muitos assuntos, Nunes só se concentrou, ou, pelo menos, só levou aos prelos, as suas reflexões acerca das questões de náutica que lá se encontram, relacionadas com a análise do movimento de um barco a remos. Também todos os instrumentos e processos gráficos que Nunes propôs nasceram do desejo de melhorar instrumentos e técnicas usados no mar.

Os problemas que se colocavam a pilotos, cartógrafos e fabricantes de instrumentos, isto é, os problemas que se colocavam à Marinha Portuguesa do século XVI, foram centrais na definição dos interesses intelectuais de Nunes e constituíram o cerne do seu perfil científico. Para dizer de maneira breve, Pedro Nunes não se concebe sem o contacto com marinheiros e pilotos. Neste sentido, a dívida para com a Marinha nacional do seu tempo foi enorme.

⚜

Se, no seu tempo, Nunes contraiu uma importantíssima dívida intelectual para com a Marinha portuguesa, também de uma outra maneira a sua figura é devedora dos trabalhos de oficais da Armada. Refiro-me agora à historiografia noniana e aos estudos sobre história da náutica e navegação.

Uma vez mais, não tenho tempo para historiar a notável contribuição que os oficiais da Armada deram, em épocas passadas, a estes estudos históricos. Basta referir que a história da náutica portuguesa – condição indispensável para a compreensão e o enquadramento histórico da produção científica de Pedro Nunes – quase não existiria sem os trabalhos de oficiais como Fontoura da Costa, Morais e Sousa, Gago Coutinho ou Teixeira da Mota. Mas mais importante do que referir factos do passado, penso que é importante dar a conhecer factos do presente, para mostrar que ainda hoje os estudos nonianos beneficiam grandemente das contribuições de membros da Armada Portuguesa.

Na Comissão Científica associada à publicação das *Obras* de Pedro Nunes – iniciativa da Academia das Ciências de Lisboa, com o apoio da Fundação Calouste Gulbenkian, superiormente coordenada pelo académico Prof. Fernando Dias Agudo – encontram-se três oficiais da Armada. Dois deles, os comandantes Semedo de Matos e Costa Canas, são docentes desta Escola; o outro, o comandante Estácio dos Reis, é autor de trabalhos de tal mérito para a ciência portuguesa do século XVI que dispensa quaisquer apresentações.

Que a três oficiais da Armada tenha sido solicitado pela Academia das Ciências de Lisboa (quiçá a mais distinta de todas as instituições de cultura do nosso país) que integrassem a Comissão Científica associada à publicação das *Obras* de Pedro Nunes é um facto que, estou absolutamente certo, encherá do maior e mais justo orgulho toda a Marinha. É simultaneamente um tributo que a Academia das Ciências de Lisboa presta à rica tradição de estudos históricos que a Marinha sempre acarinhou e uma confirmação mais – se fosse preciso – do valor dos trabalhos e saber desses oficiais.

Além da Escola Naval, cujo contributo tive já ocasião de referir, outras instituições da Armada envolveram-se de maneira notável nestas comemorações, não apenas celebrando a ocasião, mas sobretudo produzindo avanços intelectuais e de conhecimento histórico – que é precisamente o que se pede a todas as instituições e o que define aquelas que são culturalmente relevantes.

No Museu de Marinha exibe-se agora uma cuidadosa réplica do único instrumento equipado com o nónio concebido por Pedro Nunes que sobreviveu até aos nossos dias. É uma aquisição patrimonial do maior valor e do maior interesse, quer para o público, quer para os estudiosos; o seu aparecimento foi um dos factos mais assinaláveis destas comemorações. Estão de parabéns o Museu de Marinha e também o comandante Estácio dos Reis que foi o alma por detrás do empreendimento.

Hoje mesmo, depois desta Sessão Solene de Abertura deste Colóquio será apresentado ao público um livro que tive oportunidade de escrever sobre Pedro Nunes [14]. Não importa agora falar do conteúdo e objectivos dessa obra, nem muito menos dos seus méritos e deficiências, julgamento, aliás, que caberá a outros, que não ao autor. Mas o que queria deixar bem claro é que esta obra nunca teria visto a luz do dia se não fosse o saber e o empenho com que a Comissão Cultural de Marinha (entidade editora), presidida pelo Senhor Almirante Leiria Pinto, acompanhou a preparação deste trabalho, interessando-se, resolvendo todas as dificuldades e procurando que o resultado final estivesse, tanto quanto possível, à altura da figura eminente que foi Pedro Nunes.

Assim, ou envolvendo isoladamente alguns oficiais da Armada, como é o caso daqueles que participam na edição crítica das *Obras* de Pedro Nunes, ou envolvendo instituições da Armada, como a Escola Naval (com a conferência no início do ano e agora estas Jornadas), o Museu de Marinha (com a apresentação do nónio) ou a Comissão Cultural de Marinha (com a publicação de um livro original), a Armada portuguesa desempenhou, uma vez mais, um papel relevantíssmo na celebração do matemático e cosmógrafo português. Um papel que, estou certo, as gerações vindouras saberão apreciar.

⚜

Termino como comecei. No século XVI, a importância dos assuntos náuticos e de marinharia foi crucial para o desenvolvimento intelectual de Pedro Nunes. Foi deste âmbito que nasceram as mais importantes contribuições científicas do famoso matemático português. Nos estudos nonianos, a influência dos trabalhos de oficiais e de instituições da Armada tem sido, e ainda é, do maior relevo. Todo o interessado por Pedro Nunes não pode senão sentir a mais viva admiração pelas contribuições que os oficiais da Armada têm dado nestes difíceis estudos históricos. A obra de Nunes está, por todas estas razões, indissociavelmente ligada à Marinha Portuguesa.

Muito obrigado.

[1] Henrique Leitão, "Sobre a actividade do cosmógrafo Pedro Nunes", *Revista da Armada*, nº 359 (Dezembro 2002), pp. 21-23.

[2] Para um resumo do impacto da sua obra, ver: Henrique Leitão, "Sobre a difusão europeia da obra de Pedro Nunes", *Oceanos*, nº 49 (2002) pp. 110-128.

[3] "Pedro Nunes não teve influência alguma na sciência náutica do seu tempo. A sua existência passou despercebida dos pilotos que viviam num meio muito afastado, a todos os respeitos, daquele em que vivia o afamado matemático e que continuaram a praticar os mesmo processos antigos, a que os desconhecedores do assunto chamavam rotineiros, mas que representavam toda a sciência náutica então conhecida." L. de Morais e Sousa, *A Sciencia Náutica dos Pilotos Portugueses nos Séculos XV e XVI*, Parte I (Lisboa, Imprensa Nacional, 1924), p. 32.

[4] "Talvez tenhamos que rever ideias feitas sobre a presumível benéfica assistência que Nunes prestou à marinharia do seu tempo; no final da sua vida, o almirante Teixeira da Mota, que fizera em trabalhos de juventude grandes elogios à actividade cosmográfica de Nunes, disse-nos estar persuadido de que ela fora prejudicial para o desenvolvimento da marinharia portuguesa; não nos atrevemos a ir tão longe, mas estamos em crer que o grande matemático, com as suas observações teóricas, em nada contribuiu para que ela se aperfeiçoasse." Luís de Albuquerque, "Pedro Nunes e os homens do mar do seu tempo", *A Náutica e a Ciência em Portugal. Notas sobre as Navegações* (Lisboa, Gradiva, 1989), p. 156.

[5] Tenha-se presente, por exemplo, o caso de Espanha, onde os cosmógrafos também com muita frequência criticaram a pouca preparação de pilotos. Ver José Pulido Rubio, *El Piloto Mayor de la Casa de la Contratación de Sevilla. Pilotos Mayores, Catedráticos de cosmografia y Cosmografos* (Sevilha, Escuela de Estudios Hispano-Americanos de Sevilla, 1950) e, para análises mais recentes, os trabalhos bem conhecidos de Mariano Esteban Piñeiro e Maria Isabel Vicente Maroto.

[6] Veja-se A. Teixeira da Mota, "Os Regimentos do Cosmógrafo-Mor de 1559 e 1592 e as origens do ensino náutico em Portugal", *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa (Classe de Ciências)*, 13 (1969), pp. 227-291.

[7] Sousa Viterbo, *Trabalhos Náuticos dos Portugueses. Séculos XV e XVI*, reprodução fac-similada (Lisboa, Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 1988), pp. 205, 243-244 e 331-332.

[8] Bem documentadas no capítulo consagrado a Pedro Nunes na obra de Joaquim Martins Teixeira de Carvalho, *Homens de Outros Tempos* (Coimbra, Imprensa da Universidade, 1924).

[9] Veja-se também o recente trabalho de Onésimo Teotónio de Almeida, "«... fique a dúvida para Pedro Nunes»: sobre a cooperação entre «cientistas» e navegadores", *Oceanos*, nº 49 (2002), pp. 9-17.

[10] Cf. Joaquim de Carvalho, "Introdução", in *Pedro Nunes. Defensão do Tratado da Rumação do Globo para a Arte de Navegar*, Inedita ac rediviva (Coimbra, Universidade de Coimbra, 1952), p. xxiv.

[11] Veja-se Luís de Matos, *Les Portugais en France au XVIe siècle* (Coimbra, Acta Universitatis Conimbrigensis, 1952), pp. 318-322.

[12] *Ephemerides Io. Baptistae Carelli Placentini, Ad Annos XIX. Incipientes ab Anno Christi MDLVII. Usque ad Annum MDLXXV (...)* Venetiis: Ex Officina Erasmiana, Vicentii Valgrisii, 1557. Encontra-se na Biblioteca do Museu de Marinha, 5300 Arm. 33. É impossível ter a certeza *absoluta* de que as anotações marginais são devidas a Nunes. Mas dado que exemplar em questão apresenta marca de posse de Pedro Nunes e as anotações marginais denotam competência em assuntos matemático-astronómicos, e referem factos que se correlacionam directamente com o que se sabe da vida de Nunes, parece-me difícil duvidar desta atribuição. Um estudo detalhado destas anotações e da sua importância será publicado em breve.

[13] Para este assunto, A. Teixeira da Mota, "Os Regimentos do Cosmógrafo-Mor...", *op. cit.*

[14] Henrique Leitão, *O Comentário de Pedro Nunes à Navegação a Remos* (Lisboa, Comissão Cultural da Marinha, 2002).

Conclusões do Colóquio

Ex.mo Senhor Ministro da Ciência e do Ensino Superior,
Excelências,
Excelentíssimos Convidados,
Estimados Participantes no Colóquio,
Minhas Senhoras e Meus Senhores:

Na qualidade de Presidente da Comissão Executiva das Jornadas do Mar 2002, cumpre-me apresentar aqui uma sinopse do que foi este acontecimento vivido na Escola Naval em toda a semana que agora termina, desta feita subordinado ao tema "Pedro Nunes – Novos Saberes na Rota do Futuro".

Trata-se, com efeito, da terceira edição de uma iniciativa em boa hora tornada realidade nesta Escola da Marinha, com o fim de proporcionar um convívio a jovens estudantes do ensino superior dispostos a reflectir em conjunto sobre diversas áreas do conhecimento, com predominante realce para os temas relacionados com o Mar.

Contámos com a colaboração de cerca de 120 autores, que individualmente ou em grupo apresentaram 67 comunicações, repartidas por seis áreas temáticas: as Ciências Naturais, a Matemática e as Engenharias; a História e a Sociologia; a Economia e a Gestão; a Geografia e o Ambiente; a Literatura e a Linguística; as Relações Internacionais, o Direito e a Estratégia.

Registámos, com agrado, a presença de estudantes de estabelecimentos do ensino superior dos Açores, do Algarve, de Aveiro, de Coimbra, de Évora, de Lisboa, do Porto e de Viseu; anotámos com muito apreço a participação da Universidade de Valladolid, a apresentação de trabalhos de estudantes de Universidades de Budapeste e Londres e, também, a colaboração efectiva de aspirantes das Escolas Navais de Espanha e do Brasil.

De muito interesse e indiscutível valor científico, foi a realização de duas mesas-redondas moderadas por personalidades de reconhecido mérito, uma subordinada à temática noniana, outra a questões relacionadas com o mar e o ambiente.

Com o propósito de dar a conhecer a Marinha aos participantes, foi promovida a realização de uma palestra subordinada ao tema "A Marinha e o Serviço Público" e realizadas visitas a Unidades Navais, ao Museu de Marinha e ao Instituto Hidrográfico.

Ainda à margem dos trabalhos do Colóquio, foi proporcionado um programa social aos participantes, que incluiu um concerto pela Banda da Armada, a exibição de duas tunas académicas e a audição de um grupo de música *jazz*. Um jantar-convívio na messe da Marinha no Farol da Guia e um baile, organizado pelos alunos da Escola Naval, completaram a componente lúdica destas Jornadas.

Se me for permitido, ao jeito de conclusão, fazer uma avaliação de tudo o que nesta semana de convívio se passou, direi que todos os objectivos postos neste evento foram amplamente alcançados.

Desde logo, por termos dado azo a que perto de centena e meia de jovens de formações diversas, com boa probabilidade de se tornarem membros das classes dirigentes de amanhã, se conhecessem melhor e melhor se compreendessem.

Também, porque proporcionámos a um conjunto alargado de visitantes, um mais completo conhecimento da nossa Marinha, que é a sua Marinha.

E, finalmente, pela contribuição que, em conjunto, demos para um mais completo conhecimento do Mar, das suas riquezas, dos perigos que enfrenta, das medidas que reclama, bem como da sua importância como elemento estruturante do processo de afirmação de Portugal como nação no passado, no presente e, certamente, no futuro.

Muito obrigado.

O Presidente da Comissão Executiva

António Maria Pinto de Brito Afonso
Contra-Almirante

Sessão Solene de Abertura do Ano Lectivo e Cerimónia de Encerramento do Colóquio

Senhor Ministro da Ciência e do Ensino Superior,
Senhor Almirante Chefe do Estado-Maior da Armada,
Excelências:

Em sessão solene realizada há cerca de 40 anos, em tudo semelhante à que hoje tem lugar, um ilustre cidadão e oficial da Armada, então comandante desta Escola, afirmou que "**as tradições formam-se nos usos e costumes e são delas o mais nobre aspecto que se pretende fazer perdurar**".

Esta tradição de celebrar, em sessão solene, a abertura do ano académico tem, em nosso entender, pelo menos uma razão que a justifique: mostrar a importância que se atribui ao trabalho académico pelo que ele representa para a valorização da nossa juventude, condição *sine qua non* para o desenvolvimento do País. A Escola Naval não pode fugir à regra, antes pelo contrário, tem como obrigação contribuir para o reforço dessa tradição, o que permite, aliás, também, evocar a missão que lhe está atribuída e, assim, fortalecer a relação da Escola com os valores que se constituem referência para a formação aqui ministrada e que subjazem à própria condição de oficial da Armada.

Aqui se procura, efectivamente, preparar oficiais para o desempenho de funções que ao serviço do Estado e da Nação se colocam entre as mais exigentes, não só pela incidência directa que têm no contexto da segurança e defesa nacional, e que levam, como tal, a um cometimento funcional que está para além de uma mera relação contratual de trabalho ao pressupor um compromisso de honra que envolve o sagrado bem da própria vida, mas também porque o seu exercício ocorre no mar, meio de acção operacional que pela sua especificidade exige dos homens qualidades de carácter que necessariamente têm que ser moldadas por uma sólida formação nos planos humano, científico, técnico-naval e militar, ou simplesmente como homens, marinheiros e militares.

A breve referência que fiz ao plano dos valores que são parte integrante da formação ministrada na Escola Naval serve-me apenas para, de alguma maneira, envolver na opulenta razão dos factos estas minhas singelas palavras incapazes de por si traduzirem o reconhecimento que sentimos pela honra que VV. Ex.as nos concedem, animando com a vossa presença o início de mais um ano académico nesta Instituição que se constitui como responsável principal pela formação superior que, nos planos deontológico e do conhecimento, dá suporte à carreira do oficial da Armada.

Uma palavra também para desejar a V. Ex.ª Senhor Almirante Chefe do Estado-Maior da Armada, em nome da Escola Naval e, também, em meu nome pessoal, votos sinceros de que sob a liderança de V. Ex.ª a Marinha seja conduzida pelos caminhos da modernidade por que tanto temos vindo a pugnar.

Senhor Embaixador de Cabo Verde,
Senhor Vice-Presidente da Comissão Permanente de Defesa Nacional em representação do Presidente,
Senhor Tenente-General Vice-Chefe do Estado-Maior do Exército em representação de S. Ex.ª o General Chefe do Estado-Maior do Exército,
Senhor Tenente-General Director do Instituto de Altos Estudos da Força Aérea em representação de S. Ex.ª o General Chefe do Estado-Maior da Força Aérea,
Excelência Reverendíssima Senhor Bispo das Forças Armadas e das Forças de Segurança,
Senhores Almirantes,
Senhores Almirantes anteriores Comandantes da Escola Naval,
Senhor Presidente da Comissão Nacional de Avaliação do Ensino Superior,
Magníficos Reitores, Vice-Reitores, Pró-Reitores,
Senhor Representante de S. Ex.ª a Presidente da Câmara Municipal de Almada,
Senhor Presidente da Comissão Científica do Colóquio Pedro Nunes,
Senhor Presidente da Comissão Executiva do Colóquio Pedro Nunes,
Senhor Comandante da Academia Militar,
Senhor Comandante da Academia da Força Aérea,
Senhores Oficiais Generais,
Senhores Professores da Escola Naval,
Senhores Professores e Estudantes participantes no Colóquio,
Senhores Oficiais,
Alunos da Escola Naval,

Senhoras e Senhores Convidados,
Minhas Senhoras e Meus Senhores:

Agradeço, reconhecido, a presença de Vossas Excelências, que tanto brilho e solenidade emprestam a esta cerimónia que, para além de marcar a abertura do ano académico 2002-2003, visa também assinalar o encerramento do Colóquio subordinado ao tema "Pedro Nunes – Novos Saberes na Rota do Futuro" e que se inscreve no ciclo das Jornadas do Mar iniciadas na Escola Naval no ano de 1998 e, ainda, de despedida aos oficiais diplomados por esta Escola no passado ano lectivo.

Cumprindo a tradição académica, pronunciar-me-ei em primeiro lugar, embora de forma breve, sobre os aspectos que mais se fizeram sobressair no ano lectivo de 2001-2002.

Durante o período em apreciação foram prosseguidos passos no sentido da consolidação da relação institucional da Escola Naval, enquanto instituição militar de ensino superior, com o sistema nacional universitário e científico. Foi neste contexto que teve lugar, durante o ano lectivo transacto, a avaliação do curso de Administração Naval realizada no quadro do 2º ciclo de avaliação do Ensino Superior Universitário levado a cabo pela Comissão Nacional de Avaliação do Ensino Superior (CNAVES).

A avaliação efectuada àquele curso, embora não se tendo mostrado desfavorável ao ensino ministrado na Escola Naval, deixou porém indicação clara de algumas fragilidades que urge resolver não só no campo das infra-estruturas – área onde se encontram já planeadas e projectadas importantes melhorias que aguardam oportunidade orçamental –, mas também do próprio sistema ensino-aprendizagem, nomeadamente no que se refere à estabilidade do corpo docente, à dinamização das actividades de investigação e desenvolvimento e à formação pós-graduada.

A avaliação dos cursos de Marinha e de Fuzileiros, a ter lugar já no próximo ano, será mais um passo no sentido da consolidação desse caminho que a Escola Naval vem percorrendo.

Gostaria de destacar agora, pela sua relevância para a comunidade naval, a entrada em vigor, no corrente ano lectivo, da nova reforma dos cursos da Escola Naval, conforme estruturas curriculares aprovadas, e que, em linhas gerais, impõem aos cursos da Escola Naval, em especial às engenharias, uma maior extensão com o objectivo de lhes garantir o pleno reconhecimento pelas ordens. A implementação da nova reforma terá, no entanto, que ser concretizada sem perder de vista a matriz dos diferentes interesses em jogo, relativamente aos quais se devem colocar, prioritariamente, os interesses próprios da Marinha, em particular, no que se refere à extensão do modelo adoptado. Também a influência do projecto de desenvolvimento de um espaço europeu de ensino superior, na sequência das declarações de Bolonha e de Praga, poderá, direi mesmo, deverá ser aproveitada no sentido de permitir alcançar um melhor alinhamento da modelação curricular dos cursos da Escola Naval com as soluções que vierem a ser adoptadas a nível nacional para o sistema de ensino superior.

É meu dever destacar ainda nesta sessão de abertura as crescentes dificuldades que vêm sendo sentidas no preenchimento das vagas anualmente previstas pela Marinha para os cursos da Escola Naval. Efectivamente, pelo 2º ano consecutivo, e desta vez de forma mais gravosa, não foi possível preencher as cerca de 80 vagas previstas para a totalidade dos cursos da Escola Naval. De notar que em 2001, das 40 vagas previstas para o curso de Marinha foram preenchidas 32 e que, em 2002, das 44 vagas previstas para o mesmo curso foram preenchidas, desta vez, somente 22.

Esta questão, pelos reflexos que terá no futuro da própria Marinha, merece uma séria reflexão quanto às causas que lhe estão na origem e que em meu entender se configuram exógenas à Escola e à própria Marinha.

De facto, orientando-se a sociedade em geral, nos dias de hoje, por valores essencialmente materialistas, cuja influência sobre os jovens se verifica desde a mais tenra idade, encontrar incentivos suficientemente atractivos nas Forças Armadas, sector do serviço público em que os comportamentos de natureza ética ou moral têm substancial incidência, não se afigura tarefa fácil.

Também o défice de modernidade existente nas Forças Armadas, com destaque para o envelhecimento dos meios e para o desequilíbrio das condições subjacentes à prestação deste serviço público relativamente a outras profissões que tradicionalmente lhe têm servido de referência, vem criar junto da juventude uma imagem das FA que não fomenta uma maior procura destas como opção de carreira de longo prazo.

Por outro lado, a deficiente preparação ao nível do secundário e a falta de hábitos de trabalho e de disciplina mental que caracteriza a generalidade dos jovens à entrada do ensino superior levam a uma elevada taxa de atrição nos nossos cursos, em particular no 1º ano, o que contribui para agravar a já débil situação das admissões resultante da falta de vocações. Apesar de no âmbito da Escola Naval se continuar a efectuar todos os esforços no sentido de optimizar o funcionamento do sistema de ensino-aprendizagem, tendo em vista melhorar o aproveitamento dos alunos mantendo os padrões de exigência e nível de qualidade, não será certamente suficiente o esforço realizado para compensar o défice de recrutamento existente face às necessidades.

Esta questão, pelas consequências que poderá ter em matéria de segurança e defesa, deve merecer toda a atenção, sob pena de a médio/longo prazo a carência de recursos humanos poder assumir contornos insustentáveis, com especial incidência nas áreas tecnológicas.

Passando agora à formação politécnica a cargo da Escola Superior de Tecnologias Navais, instituição residente na Escola Naval por razões de racionalidade económico-financeira, julgo oportuno referir que entrámos numa fase de estabilidade curricular deste nível de formação superior na Marinha, com resultados muito animadores face à boa receptividade com que os dois primeiros cursos foram acolhido pelas unidades.

Porém, é minha convicção que também neste caso os princípios subjacentes às Declarações de Bolonha e de Praga poderão vir a influenciar novos desenvolvimentos a nível nacional, no âmbito do ensino politécnico, o que, consequentemente, terá também reflexos nas Forças Armadas e, obviamente, também, na Marinha, o que obriga a acautelar, em antecipação, eventuais evoluções nesta matéria por forma a que não venham a traduzir-se em mais um factor de perturbação na alimentação dos quadros de oficiais.

Neste último ano concluíram a sua licenciatura na Escola Naval 24 guardas-marinhas do curso que teve como patrono o "Almirante Magalhães Corrêa", e que irão receber hoje os seus merecidos diplomas. Entre estes oficiais contam-se 2 oficiais da República de Cabo Verde que aqui frequentaram os seus cursos no âmbito do programa de cooperação técnico-militar tutelado pelo Ministério da Defesa Nacional, envolvendo todos os Países de Língua Oficial Portuguesa, e que reputamos de elevado interesse para o estreitamento e consolidação das relações com as Marinhas amigas daqueles países.

Temos consciência de que face, às necessidades que se perspectivam no quadro da renovação tecnológica da Marinha, o número de oficiais agora licenciados é bem modesto. Porém, na actual conjuntura, em que as vocações são escassas, fica-nos a certeza de que a sua formação como homens, marinheiros e militares lhes permitirá assumir, com tranquilidade, as funções que por estatuto lhes estão destinadas. É minha firme convicção que todos os que aqui prestam serviço, com ênfase para o corpo docente, serviços de apoio e, certamente, também, para o próprio corpo de alunos, estão totalmente empenhados em que a missão atribuída à Escola Naval possa continuar a ser cumprida de acordo com o lema que lhe serve de legenda, contribuindo assim para a consolidação de uma Marinha capaz de defender os interesses nacionais onde quer que possam ser postos em causa.

Gostaria agora de me dirigir à comunidade universitária, na pessoa dos seus dirigentes, saudando em particular as Universidades e Institutos cuja colaboração tem constituído uma prestimosa mais-valia ao permitir assegurar a docência em áreas curriculares não cobertas pelo corpo docente próprio, nomeadamente a Universidade de Lisboa, a Universidade Nova de Lisboa, a Universidade Católica, a Universidade Lusófona, bem como o Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica e o Instituto Britânico. Uma palavra de saudação e agradecimento também para a Câmara Municipal de Almada, de quem sempre recebemos um apoio inestimável e desinteressado.

Excelências,

Minhas Senhoras e Meus Senhores:

Considero agora chegado o momento de me referir ao Colóquio que hoje encerra e que, como sabemos, pretendeu, por um lado, evocar a figura e a obra de Pedro Nunes como pedagogo e investigador e, por outro, promover o estudo e a reflexão sobre o Mar, o papel que desempenha na vida nacional e as suas potencialidades no contexto nacional e europeu, no espaço lusófono e no Mundo enquanto "Aldeia Global".

Esta iniciativa, ao evocar um espírito e uma obra dedicados ao Mar e às ciências, nomeadamente à matemática, à astronomia e à cartografia, constitui, em nossa opinião, mais um impulso para o trabalho científico da comunidade universitária, tanto que o repto lançado pela Escola Naval em mais esta edição das Jornadas do Mar mereceu uma excelente resposta daquela comunidade.

Cerca de 70 comunicações foram apresentadas sobre matérias tão diversas como a História, a Matemática, a Economia, a Engenharia, a Estratégia e o Ambiente, entre outras, na generalidade relacionadas com o tema central dos Oceanos nas múltiplas dimensões da sua conservação e exploração. A nossa alegria por esta missão que consideramos de interesse colectivo resulta também do facto de mais uma vez ter sido destacada a importância do Mar para Portugal, não meramente numa perspectiva histórica, mas sim numa visão integradora de um futuro que se pretende de desenvolvimento e prosperidade para o nosso país. O Mar e as actividades com ele relacionadas devem, em nosso entender, constituir uma importante âncora para o desenvolvimento nacional, assim a sociedade civil seja capaz de polarizar a sua juventude para uma atitude intelectual mais consentânea com o estudo e a investigação das ciências que de alguma forma com ele tenham ligação. Esta via seguramente conduzirá ao desenvolvimento deste importante sector da economia nacional, projectando Portugal para uma condição de efectivo desenvolvimento na investigação das tecnologias ligadas à exploração e protecção dos recursos do mar.

Foram muitos os jovens que, para além da sua contribuição intelectual, nos trouxeram também o seu entusiasmo e uma vivência que, com alegria, nos permitiu preencher um programa académico e cultural que a todos beneficiou.

Permitam-me que destaque também as delegações da Escola Naval do Brasil e da Escola Naval de Espanha, bem como da Universidade de Valladolid e da Universidade de Budapeste, que se associaram ao nosso Colóquio, enriquecendo-o com a qualidade dos seus trabalhos e, fundamentalmente, com uma amizade que a todos nos sensibiliza.

Renovo assim os agradecimentos da Escola Naval às diversas personalidades e instituições que desde a primeira hora apoiaram esta iniciativa, não só disponibilizando os recursos financeiros necessários, mas também participando nas inúmeras actividades que estiveram presentes na concretização deste Colóquio e de cujo prestígio muito beneficiámos. A todos vós se deve, assim, também, a forma agradavelmente feliz como a iniciativa decorreu.

Cumpre-me, finalmente, aliás com muito prazer, desejar as maiores felicidades aos Guardas-Marinhas do curso Magalhães Corrêa que hoje nos deixam para iniciar uma carreira profissional que, sem qualquer hesitação, todos nós oficiais da Armada voltávamos a subscrever, assim o inexorável ciclo do tempo o permitisse. Como vós muitas gerações de oficiais tiveram na Escola Naval a oportunidade de consolidar os seus dotes de carácter e de adquirir os saberes que, como marinheiros e militares, lhes permitiram servir o País com dignidade e honra em missões que, embora na generalidade das ocasiões passem despercebidas aos olhos da própria população, constituem importante contributo para o prestígio do País.

Estamos seguros de que vós, tal como tantos outros que vos antecederam, sabereis fazer uso da autoridade que vos é conferida com justiça, sentido do humano e sem vaidade, fazendo jus a uma herança que a Escola Naval se honra de ser fiel depositária.

Em nome da Escola Naval desejo-vos muitas felicidades e boa sorte.

Para terminar, uma palavra para os cadetes que agora iniciam formalmente o ano lectivo, e a quem formulo votos dos maiores sucessos escolares, em particular aos cadetes do curso Almirante Botelho de Sousa que ingressaram na Armada há cerca de dois meses e para quem os meus sentimentos não poderiam ser melhor expressos que pelas palavras que o Almirante Sarmento Rodrigues endereçou ao corpo de alunos em sessão solene nesta mesma Escola Naval, e de que me atrevo a citar o seguinte excerto:

Passo a citar:

"Nem tudo são rosas nesta vida militar. Sobretudo para os que entraram subitamente num regime de disciplina a que não vinham habituados, subordinados a normas de vida iguais para todos, sujeitos à obediência rigorosa das normas regulamentares e das ordens dos seus superiores, a métodos de trabalho, a horários, a formaturas, a exercícios físicos, a compostura e a modos de vida em tudo regrados e uniformes, é natural sentir algum constrangimento inicial, nem sempre agradável.

Todavia, os imediatos benefícios resultantes, no aproveitamento do tempo e no aperfeiçoamento físico e intelectual, compensam largamente as primeiras incomodidades. Cedo hão-de sentir que uma segunda natureza os empolga; uma vida nova os absorve. E, quando, mais tarde, pisarem o convés dos navios, terão confirmado que na verdade são outros homens, indissoluvelmente ligados a essa sedução do botão de âncora, que nunca mais se desprende de nós, mesmo daqueles a quem as voltas da vida afastaram do serviço. Esse botão de âncora que os marcou para sempre, que lhes deu novos horizontes na vida e novas responsabilidades para com o seu País."

Bem hajam pela vossa presença.

Muito obrigado.

O Comandante da Escola Naval

Carlos Alberto Viegas Filipe
Contra-Almirante

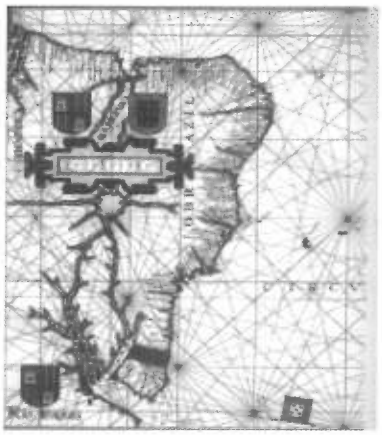
Oração de Sapiência: Sobre a Matemática na Obra de Pedro Nunes

Jorge Serra Lopes
Departamento Científico de Base, Escola Naval

Sabe-se muito pouco sobre a vida de Pedro Nunes nos primeiros 27 anos da sua juventude. Até a data exacta do seu nascimento é uma incógnita, conhecendo-se apenas o ano de 1502 graças a uma frase, "anno Domini 1502 quo ego natus sum", inserida pelo próprio numa colectânea de algumas das suas obras intitulada *Petri Nonii Salaciensis Opera,* publicada em Basileia no ano de 1566 [1]. É muito provável que tenha iniciado os estudos na Universidade de Salamanca (não existem registos deste facto), onde se supõe que tenha obtido uma licenciatura em Artes, correspondente a um curso actual de Filosofia, dado os cargos que mais tarde veio a ocupar na Universidade de Lisboa. Alguns biógrafos de Pedro Nunes admitem que este tenha ainda estudado Medicina na universidade espanhola, pelo menos até ao grau de bacharel. Em 1523, com 21 anos, casa em Salamanca com D. Guiomar Aires, castelhana, católica, com a qual veio a ter 6 filhos, 2 deles rapazes. Presume-se que os primeiros contactos com a matemática (aritmética, geometria euclidiana, trigonometria) tenham sido em Salamanca dado que as cadeiras de Astrologia (teoria da esfera) e Astronomia faziam parte dos *curricula* dos últimos anos dos cursos que frequentou (os médicos necessitavam de saber a posição dos astros no Zodíaco, razão pela qual muitos dos astrónomos desse tempo eram médicos). Deve ter regressado a Portugal por volta de 1527 (com 25 anos), onde, devido às suas habilitações, começa por dar aulas ao infante D. Luís, irmão do rei D. João III, às quais assistiam outros nobres da Corte, como Martim Afonso de Sousa e D. João de Castro. O rei, que tinha a mesma idade de Pedro Nunes, deve ter-se apercebido do valor e dos conhecimentos de Nunes a tal ponto que o nomeou cosmógrafo do Reino em Novembro de 1529 (com 27 anos; esta é a primeira notícia oficial que se tem sobre Pedro Nunes). Em Dezembro desse mesmo ano ganha o concurso para lente substituto da cadeira de Filosofia Moral na Universidade de Lisboa, onde entre outros opositores se encontrava Garcia de Orta (médico do rei de 1531 a 1534, após o que embarcou para a Índia, onde escreveu os *Colóquios*...). Em Janeiro de 1531 é nomeado pelo conselho da Universidade para a regência das cadeiras de Lógica e Metafísica. Nesse mesmo ano inicia as aulas privadas ao infante D. Henrique, futuro cardeal, inquisidor-mor e regente do Reino, ao mesmo tempo que aprofunda os seus conhecimentos em medicina e matemática. Tal era a sobrecarga de trabalho que teve de desistir de uma das muitas actividades que lhe ocupavam tanto tempo, optando por, em Janeiro de 1532, renunciar ao cargo de professor na Universidade de Lisboa, abandonando assim as suas actividades como humanista. Nesse mesmo ano termina a licenciatura em Medicina e seis dias depois, em 17 de Fevereiro, obtém o grau de doutor em Medicina pela Universidade de Lisboa. Desconhece-se qualquer obra sua relacionada com medicina.

Sabe-se hoje que a primeira obra que escreveu foi sobre álgebra e por volta de 1534. Este manuscrito, hoje designado por *Álgebra Perdida* [2] [3] por nunca ter sido encontrado, existiu, pois, para além de este facto ter sido admitido pelo próprio autor, ele foi mencionado por outros algebristas da época, nomeadamente por Peletier [1] na sua *L'algèbre departie en deus livres*, publicada em 1544. Mas acerca da *Álgebra* de Pedro Nunes voltaremos a falar mais adiante.

A primeira obra impressa, e a única escrita em português, é o *Tratado da Sphera com a Theorica do Sol e da Lua. E ho primeiro líuro da Geographia de Claudio Ptolomeu Alexandrino. Tirados nouamente de Latim em lingoagem pello Doutor Pero Nunes Cosmographo del Rey dõ João ho terceiro, etc.* [4], publicado em Lisboa no ano de 1537. Em conjunto com as traduções anotadas do *Tratado da Esfera* de Sacrobosco [2], da *Teórica do Sol e da Lua* de Purbáquio [3] e do *Primeiro Livro de Geografia* de Ptolemeu [4], publicou dois tratados originais: *Tratado que o doutor Pero Nunez cosmgrapho del rey nosso senhor fez em defensam da carta de marear* e o *Tratado que o doutor Pero Nunez fez sobre certas duuidas da nauegação.*



Os navegadores daquela época seguiam por rotas coincidentes com as direcções indicadas pela agulha da bússola, rotas estas por sua vez coincidentes com linhas rectas traçadas nas cartas de marear. Estas rectas, normalmente 32, emergiam de rosas-dos-ventos ou outros pontos estrategicamente colocados na carta. Era evidente a vantagem em navegar no alto mar por estas linhas de rumo constante que faziam sempre o mesmo ângulo com os meridianos. As cartas de marear eram quadradas, o que correspondia à projecção de um cilindro num plano, originando graves distorções no contorno da linha de costa em latitudes mais elevadas e conduzindo a erros nas distâncias e portanto a erro na navegação; este facto não impediu que a viagem de circum-navegação iniciada por Fernão de Magalhães em finais de 1519, bem como as descobertas realizadas pelos navegadores portugueses, fossem efectuadas com mapas deste tipo. Pedro Nunes resolveu parcialmente o problema da projecção da esfera mas apenas para cartas pequenas, sendo no entanto o cartógrafo flamengo

Gerardo Mercator em 1569 o primeiro a resolver globalmente o problema através de cartas rectangulares de latitudes reduzidas (projecção de Mercator) sem contudo as justificar matematicamente.

A justificação matemática para a projecção de Mercator foi apresentada pelo cosmógrafo inglês Edward Wright na sua obra *Certaine Errors in Navigation,* publicada pela primeira vez em 1599 e onde cita muitas partes dos trabalhos de Pedro Nunes, transcrevendo-as integralmente.

No segundo dos tratados originais atrás mencionados e na versão latina do mesmo publicada em Basileia em 1566 *(De arte atque ratione navigandi)* [1], Pedro Nunes resolve pela primeira vez alguns problemas, na sequência de dúvidas levantadas pelo seu discípulo Martim Afonso de Sousa, demonstrando que a distância mais curta entre dois pontos da esfera é aquela correspondente ao arco de círculo máximo que une esses dois pontos, fronteira do plano que passa pelo centro da esfera, e não a linha de rumo constante (traçada a verde no globo). Mostrou ainda que as linhas de rumo (as tais linhas imaginárias que fazem um ângulo constante com os meridianos) são espirais sobre a esfera que dão um número infinito de voltas à roda dos pólos sem nunca os alcançar, contrariando a crença de então que afirmava que um navio navegando segundo um rumo constante da bússola daria, teoricamente, uma volta completa à Terra, voltando assim ao ponto de partida.

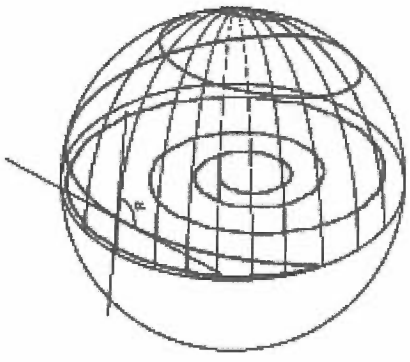


As linhas de rumo constante são hoje designadas por linhas loxodrómicas [do grego *loxos* (oblíquo) e *dromos* (curso)], nome utilizado pela primeira vez por Stevin [5] em 1605 na obra *Hypomnemata mathematica.*

O astrónomo Halley [6] identificou em 1695 (ou seja, 158 anos depois da publicação do *Tratado da Esfera*) a loxodromia como sendo a projecção estereográfica (projecção no plano do equador a partir de um dos pólos) da espiral logarítmica de Bernoulli [7] obtendo a equação da loxodromia $r = e^{\lambda \cot \alpha}$ onde λ é a latitude, α o rumo indicado pela bússola e r o raio polar.

Mas já o matemático alemão Leibniz [8], cerca de 1625, referindo-se à determinação da equação da loxodromia "como o mais importante problema da geometria da navegação", obteve, com a ajuda do cálculo diferencial e integral, a equação da loxodromia $\lambda = \tan\alpha \cdot \log\tan(\frac{\theta}{2}+\frac{\pi}{4})$, onde λ é a latitude, α é o rumo constante e θ a longitude.

Ainda não existiam no tempo de Pedro Nunes os instrumentos da Análise Matemática, nomeadamente as funções e os logaritmos, que lhe permitissem determinar a equação de uma loxodromia, mas na obra anteriormente citada *(De arte atque ratione navigandi)* apresenta uma tabela (era a maneira de representar uma função) para vários rumos (sete ao todo), tabela essa que está em branco pois diz que os diferentes valores podem ser calculados por "adolescentes estudiosos".



Raymond d'Hollander [5], em 1990, depois de preencher a tabela deixada vazia por Nunes, resolvendo para tal centenas de triângulos esféricos, efectuou novamente os cálculos com a equação da loxodromia obtida por Leibniz, tendo chegado à conclusão que o erro cometido por este era muito pequeno (±1°).

Em 1542 Pedro Nunes publica em Lisboa aquela que é considerada por muitos a sua obra-prima. Trata-se do livro sobre os crepúsculos intitulado *Petri Nonii Salaciensis, de Crepusculis liber unus, etc.* [6], escrito em latim, ou seja, dirigido para a comunidade científica da Europa, ao contrário do *Tratado da Esfera,* que era dirigido aos pilotos, e portanto escrito em português.

E foi esta comunidade científica que ficou verdadeiramente admirada com a maneira como o assunto foi tratado. Nada foi deixado ao acaso como até então, todas as afirmações são demonstradas matematicamente e, na maioria das vezes, o autor apresenta uma segunda demonstração a tal ponto que uma das poucas críticas que o célebre astrónomo francês Delambre (1749-1822), discípulo de Lalande, lhe tece três séculos mais tarde na sua *Histoire de l'Astronomie du Moyen Age,* de 1817, é referente à prolixidade do texto, sem contudo deixar de o elogiar ao transcrever grande parte desta obra de Pedro Nunes adaptando-a à escrita da geometria moderna, e, ao utilizar a função tangente, ignorada ainda no tempo de Nunes, transforma o *De Crepusculis* num verdadeiro tratado de astronomia.

Novamente a motivação para escrever este livro foi dada por um dos seus discípulos, neste caso o infante D. Henrique, irmão de D. João III, escrevendo, a propósito, no prefácio:

"Nos últimos dias teve [D. Henrique] a curiosidade de saber a extensão dos crepúsculos nos diferentes climas. Houve logo quem tentasse resolver o caso, e [...] asseverasse até ter encontrado a cabal solução. Vendo eu entretanto que apenas se respondia com coisas muito sabidas e gastas, e por ninguém, que eu saiba, até agora demonstradas, seduziu-me o intento de explicar claramente este assunto mediante os princípios certíssimos e evidentíssimos da matemática. Nesta ordem de ideias, meditando e investigando, descobri coisas que em parte alguma li e não mereceriam crédito, se não fossem demonstradas [...]"

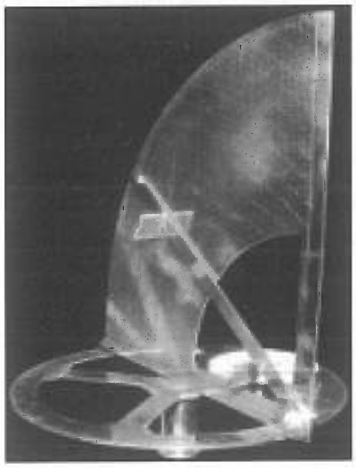
O livro é composto por duas partes, tendo a segunda dezanove proposições onde resolve numerosos problemas relativos à determinação e transformação de coordenadas celestes. Só na XVII (e antepenúltima) proposição é que Pedro Nunes calcula pela primeira vez na história da Astronomia a duração dos crepúsculos (matutino e vespertino) e o dia do ano em que o crepúsculo é mínimo ("no nosso tempo [9], os crepúsculos mais curtos dão-se nos dias 26 de Setembro e 25 de Fevereiro, no dito horizonte de Lisboa") com a duração de 1 h 22 m 18 s.

A dificuldade deste cálculo está bem patente se atendermos ao que ocorreu aos famosos geómetras Jacob e Johann Bernoulli [10] no final do século XVII, que não conheciam a resolução de Pedro Nunes, ao tentarem resolver o problema através do cálculo diferencial, limitando-se contudo a calcular o dia de menor crepúsculo sem calcular a duração do mesmo, enquanto o nosso matemático recorreu à resolução muito mais simples de um triângulo esférico onde os vértices são o Sol, o observador e uma estrela (a Antares no exemplo calculado na proposição XV):

"Extrait d'une lettre de M. Bernouilli

Medecin

J'ai resolu le Problème, de trouver geométriquement le jour du plus petit crépuscule; ce qui a occupé mon Frère, Professeur de Mathématique à Bâle, & moi depuis plus de cinq ans, sans en pouvoir venir à bout [...]» [11]



Não podemos terminar estas breves referências ao *De Crepusculis* sem mencionar a proposição III na qual Pedro Nunes se propõe "construir um instrumento que seja muito apropriado às observações dos astros, e com o qual se possam determinar rigorosamente as respectivas alturas". Trata-se do instrumento adaptado a um astrolábio e que mais tarde foi designado por nónio, em homenagem ao seu criador, e que se destinava a aumentar em cerca de 30 vezes o rigor do astrolábio. A figura reproduz uma cópia do original existente no Museu de História da Ciência de Florença, cópia essa obtida graças aos esforços do Comandante Estácio dos Reis [7].

Esta obra teve ainda mais três edições no século XVI e foi sem dúvida a preferida de Pedro Nunes, mas também a que mais o desgastou fisicamente a ponto de pretender abandonar o estudo das matemáticas em benefício da filosofia, como escreveu na introdução da sua obra *Defensão do tratado da rumação do globo para a arte de navegar* [8], escrita antes de 1544:

"Tendo determinado, [...] acabado de alimpar algumas obras que escrevi, passar meus estudos à Filosofia, e largar-lhes as matemáticas, no estudo das quais perdi a saúde irremediavelmente."

Mas, felizmente para nós, Pedro Nunes não largou as matemáticas, antes pelo contrário, aceitou a nomeação para catedrático de Matemática e Astronomia na Universidade de Coimbra, nomeação esta feita por D. João III em 16 de Outubro de 1544, comprometendo-se a dar uma aula diária de uma hora e, terminada a lição, proceder "à reparação que for necessária", tornando-se no primeiro docente de Matemática em Portugal e dando assim início ao ensino da Matemática a nível universitário.

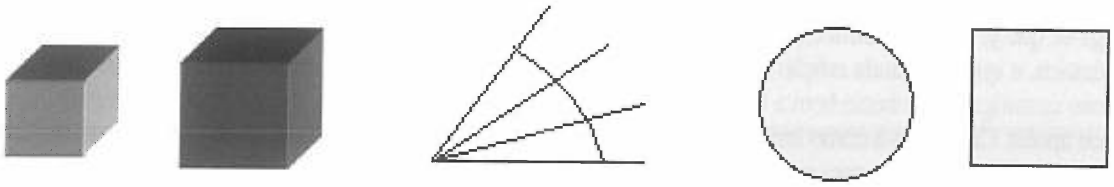
Em 1546 publica em Coimbra o *De Erratis Orontii Finaei* (sobre os erros de Orance Finé) [9], onde se pode ler no prefácio: "Há treze anos estive decidido a advertir epistolarmente Orôncio para que fundamentasse as suas invenções com mais prudência e madureza antes de as lançar a público [...] Vendo, entretanto, que se não retratava, por advertência alheia ou resolução pessoal, dos erros que cometera e até lhes acrescentava novos disparates, pensei que não devia deixá-los correr por mais tempo."

Quem era esta personagem e que "disparates" escreveu que tanta indignação causaram ao autor destas palavras? Orance Finé, médico de formação como Pedro Nunes, era o mais conceituado professor de Matemática de França, nomeado em 1531 para o cargo de primeiro catedrático do Collège de France (Colégio Real) da Universidade de Paris pelo próprio fundador, o rei Francisco I, ou seja, para cargo idêntico ao exercido por Pedro Nunes na Universidade de Coimbra. Para além de editor, publicou obra muito extensa e variada, sendo até considerado um dos autores mais produtivos do seu tempo, obra essa que versava sobre temas tão variados que iam da cosmografia à astronomia, da aritmética à geometria (tendo inclusivamente construído alguns instrumentos astronómicos e, entre eles, um relógio magnífico para o cardeal de Lorraine).

Uma das primeiras obras publicadas por Finé em 1532 (no ano do doutoramento em Medicina de Pedro Nunes) foi o *Protomathesis,* onde são tratados vários problemas da aritmética, geometria (onde se inclui a quadratura do círculo) e astronomia. É a esta obra que Pedro Nunes, que estava a par de tudo o que se passava na Europa respeitante a estes assuntos, se refere no prefácio acima transcrito ao pretender que Finé se retratasse dos muitos erros nela contidos.

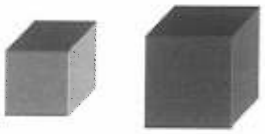
Mas, em 1544, o mesmo Finé publica o *Quadratura circuli tandem inventa,* onde, entre outros assuntos, anuncia a resolução de três problemas da geometria elementar: a duplicação do cubo, a trissecção de um ângulo e a quadratura do círculo. Aquilo a que Pedro Nunes considerou como sendo os "novos disparates".

A resolução destes três problemas arrastava-se já há cerca de dois mil anos, sem ainda ninguém ter alcançado a glória e a fama por os ter solucionado definitivamente.

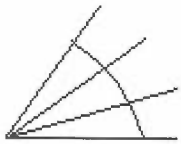


Foi por volta do século V a. C. que na Grécia surgiram pela primeira vez estes problemas, um deles, a duplicação do cubo, relacionado com uma lenda sobre um templo dedicado ao deus Apolo com um altar em forma de cubo. Todos os três problemas tinham de ser resolvidos unicamente através de um compasso e uma régua não graduada, pois eram estes os únicos instrumentos conhecidos pelos geómetras anteriores ainda a Euclides (século III a. C.). O próprio Euclides não abordou nenhum destes problemas na sua obra mais célebre, os *Elementos* (a seguir à Bíblia, o livro mais estudado e reproduzido no Ocidente), o que por si só constituiu um desafio para muitos matemáticos. É possível resolver estes problemas utilizando outros processos; as soluções mais antigas que se conhecem devem-se aos geómetras da Escola de Platão (429-348 a. C.) no caso da duplicação do cubo, recorrendo a outras curvas como a concóide e a ciclóide impossíveis de construir euclidianamente. Os dois outros problemas foram resolvidos por Arquimedes (287-212 a. C.) fazendo uso de uma curva hoje conhecida por espiral de Arquimedes, mas já Hípias (460-? a. C.) resolvera a trissecção do ângulo utilizando uma outra curva denominada quadratriz (de equação $y = x \operatorname{cotan} \frac{\pi x}{2a}$).

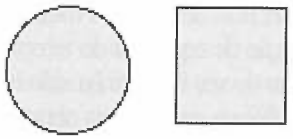
Foi Descartes [12], já no século XVII, quem primeiro estabeleceu a ligação entre as figuras e os números e que possibilitou a tradução das operações da geometria com régua e compasso nas 4 operações fundamentais da aritmética mais a extracção de raiz quadrada, dando assim início ao ramo da Matemática conhecido por Geometria Analítica. Deste modo, foi possível reduzir os dois primeiros problemas à resolução de equações algébricas do terceiro grau e o último a uma equação do segundo grau.



$$x^3 = 2 \Leftrightarrow x^3 - 2 = 0$$



$$x^3 - 3x - 2b = 0 \quad , \quad b \neq 0$$



$$x^2 = \pi$$

Só no século XIX e após os trabalhos de Galois [13] sobre a resolução de equações algébricas de ordem superior é que o matemático francês Pierre Laurent Wantzel, no artigo "Recherches sur les Moyens de Reconnaître si un Problème de Géométrie Peut se Résoudre avec la Règle et le Compas", publicado em 1837 no *Journal de Mathématiques Pures e Appliquées*, nº 2, mais conhecido por *Journal de Liouville*, demonstrou que as soluções das duas primeiras equações algébricas não são construíveis, ou seja, não é possível construir, com régua não graduada e compasso, um segmento de recta de comprimento igual a essas soluções; ($\sqrt{2}$ é construível pois é a diagonal de um quadrado de lado igual à unidade, mas $\sqrt[3]{2}$ já não é construível; mostra-se que só soluções de equações algébricas com potências múltiplas de 2 é que são construíveis).

O problema da quadratura do círculo foi de resolução mais difícil, pois está relacionado com a natureza do número π. Em 1882 o matemático alemão Ferdinand von Lindmann demonstra que π é um número transcendente, isto é, não é raiz de uma equação algébrica de coeficientes inteiros. Este resultado, juntamente com os trabalhos de Wantzel, permitiu finalmente concluir da impossibilidade da quadratura do círculo unicamente através de uma régua não graduada e de um compasso. Foram precisos cerca de 2300 anos para resolver problemas que pareciam simples.

Ao tempo dos nossos protagonistas, Orance Finé e Pedro Nunes, ainda não se sabia que estes problemas eram insolúveis utilizando os métodos da geometria euclidiana. Tanto assim que surgiram muitas mais propostas de resolução e o próprio Finé, ignorando os erros detectados por Nunes e por outros matemáticos, voltou a publicar outra edição da sua obra com outras soluções erradas para os mesmos problemas. Mal ia o ensino das matemáticas em Paris.

No ano seguinte ao da publicação do *De erratis...*, portanto em 1547, mais precisamente em Dezembro de 1547, é nomeado cosmógrafo-mor, cargo que o obrigava a constantes e prolongadas ausências da Universidade. Em 1562, aos 60 anos de idade, aposenta-se da Universidade de Coimbra, tendo em conta os três anos que leccionou na Universidade de Lisboa.

Mas não deixou de publicar. É assim que em 1566 é editado em Basileia o volume *Petri Nonii Salaciensis Opera*, onde, como atrás foi dito, para além das versões latinas dos tratados publicados em 1537, agora aumentadas e desenvolvidas, inclui um pequeno mas muito citado texto sobre uma das questões levantadas por Aristóteles acerca da navegação a remos, e ainda umas anotações às

Novas Teóricas dos Planetas de Purbáquio, onde se estuda o movimento dos planetas no sistema idealizado por Ptolomeu. A propósito, diga-se que já por esta altura Copérnico [14] tinha publicado (em 1543) o famoso *De revolutionibus,* onde expunha a sua teoria heliocêntrica, e que a segunda edição desta obra saiu no mesmo ano e na mesma editora helvética que a *Opera* de Pedro Nunes. O nosso cosmógrafo conhecia bem a teoria de Copérnico tecendo, nesta sua obra, alguns comentários críticos, sem contudo a rejeitar ou apoiar. Considera-a como um modelo, não testado, com os mesmos objectivos do modelo ptolomaico, sugerindo a construção de tábuas de declinação para testar o modelo [10].

Finalmente, no ano seguinte (1567), surge em Anvers o *Livro de Algebra en Arithmetica y Geometria* [11], publicado em castelhano pois esta língua "he mais cõmum em toda Espanha que a nossa" e porque "o primeiro Liuro que de Algebra se imprimio, he o que Frey Lucas de Burgo [15] compos em lingoa Veneciana, mas tam obscuramente & tam sem methodo, que passa de .60. anos que foy impresso, & ajnda oje em Espanha ha mui poucos que tenham noticia de Algebra".

Enquanto nas obras anteriores era o cosmógrafo e cientista que mostrava ao mundo o seu saber, na *Algebra* é o professor que, insatisfeito com o que até aí se publicara sobre este assunto, resolve publicar uma obra didáctica, fruto de um longo processo de maturação de mais de trinta anos. A propósito desta obra, escreve o matemático belga Padre Henri Bosmans [12], o mais meticuloso conhecedor da *Algebra* de Pedro Nunes: "Viète [16] teve percursores; Nunes foi um deles. Nenhum contemporâneo o excedeu em rigor. Só Maurolico [17] o igualou na abstracção e generalidade do raciocínio, na elegância e feliz escolha do algoritmo. Nunes foi um dos algebristas eminentes do século XVI. Entre os grandes matemáticos que separam Stifel [18] e Cardan [19], Viète brilha no primeiro lugar. É uma glória de Portugal."

A *Algebra* de Pedro Nunes situa-se pois numa época de transição, de passagem, entre a álgebra numérica escrita numa linguagem denominada *sincopada* (uma espécie de estenografia com base em abreviaturas e em certas convenções) e a álgebra actual, dita *literal,* iniciada por Viète, nos finais do século XVI, na obra *In artem analyticum isagoge*, de 1591, onde introduziu uma nova notação que permitiu a inclusão de várias variáveis na mesma equação, e foi quem iniciou o uso das letras para representar valores numéricos.

O livro trata essencialmente da resolução das equações algébricas do segundo e terceiro graus com coeficientes positivos. Todos os teoremas e métodos de resolução são demonstrados com o rigor que caracterizava o autor. Contém ainda cento e dez problemas com as respectivas resoluções "porque em todallas artes ho exercicio he a principal parte", sendo alguns deles resolvidos de maneiras diferentes.

Ao contrário de Luca Paccioli, Nunes não admite soluções negativas para os problemas [20]; mas admite a existência, inexplicável para ele, de dois valores de sinais contrários para a raiz quadrada de uma expressão algébrica.

Resolve equações do terceiro grau através de artifícios algébricos, perdendo por vezes soluções quando as divide por monómios que sejam divisor comum de ambos os lados da equação. Estabelece regras para determinar os divisores comuns de polinómios, tema sobre o qual Van Praag [13], da Universidade Belga de Mons-Hainaut, publicou em 2002 o artigo *Pedro Nuñez, Simon Stevin, et le plus grand commun diviseur des polynômes*.

Termina a terceira e última parte do livro com setenta e sete exercícios de aplicação da álgebra à geometria para a resolução de problemas relacionados com a área, os lados e o perímetro de quadrados, rectângulos, triângulos, losangos, trapézios, pentágonos "y otras figuras de muchos lados", mas ainda longe do modo como Descartes, já no século XVII, fez a ligação da Álgebra à Geometria criando a moderna Geometria Analítica. A este propósito, o historiador dinamarquês Jens Hoyrup [14], da Universidade de Roskilde, termina o artigo de Julho de 2002 com a seguinte frase elucidativa do período de transição em que Nunes se situava: "mais comme prophète pour la nouvelle importance de l'algèbre il était, comme Moïse, condamné à rester hors de la Terre Promise".

O livro de Álgebra termina com uma nota do autor aos leitores sobre a regra geral para a resolução de equações do terceiro grau do tipo (forma a que se podem reduzir todas as equações do terceiro grau) que, antes da publicação do seu livro, tinha sido revelada por Cardan na obra *Ars Magna*, de 1545, resolução esta atribuída a Tartaglia [21], mas que só a publicou em 1556 na obra conhecida por *General Trattato*. Pedro Nunes refere-se à obra de Cardan em tom crítico, pois este, além de transcrever erros da obra de Frei Luca, "escreve confusamente, e faz de tudo uma salada mal feita, e depois enviou outro livro de Álgebra que é um caos".

Sobre o livro de Tartaglia, considera-o com mais ordem e clareza que os de Frei Luca e Cardan, mas não lhe admite os muitos erros cometidos, que corrige, qualificando-o a propósito de uma resolução de "muy ignorante, siendo el pero muy exercitado em Arithmetica e Geometria, y no tiene escusa". Considera muito acertada mas igualmente complicada a regra (dada através de versos) para a resolução de equações do terceiro grau e dá vários exemplos de equações com coeficientes inteiros com soluções inteiras (como é o caso da equação $x^3 + 9x = 26$, que tem uma solução inteira $x = 2$) que o próprio Tartaglia não tinha encontrado. Cardan e Tartaglia foram dos primeiros matemáticos a deparar com raízes de números negativos ao resolverem a equação $x^3 = 15x + 4$, que tem como uma das soluções o inteiro 4 escrito na forma $\sqrt[3]{2 + \sqrt{-121}} + \sqrt[3]{2 - \sqrt{-121}}$. Mas foi Bombelli [22], na obra *Algebra,* publicada em 1572, quem primeiro designou estes números por quantidades silvestres. O símbolo $i = \sqrt{-1}$ foi introduzido por Euler [23] já nos finais do século XVIII.

Cardan ainda apresentou uma solução geral para as equações algébricas do quarto grau, solução esta obtida por Ferrari [24], discípulo de Cardan. O matemático norueguês Abel [25] demonstrou que as equações algébricas de grau superior ou igual a 5 não são resolúveis algebricamente.

Pedro Nunes termina o livro suplicando aos leitores que o desculpem por não ter desenvolvido uma regra mais simples "principalmete no me contetando aquella manera de notificar el valor de la cosa. Y si Dios nos diere a entender otro mejor modo, traerloemos en otro livro." Não publicou mais nenhum livro e a regra de Tartaglia ou Cardan ainda hoje é utilizada.

Bibliografia

Referências:

[1] **PEDRO NUNES**, *Petri Nonii Salaciensis Opera,* Basileia, 1566.

[2] **JOHN MARTYN**, *Pedro Nunes (1502-1578): His Lost Algebra and Other Discoveries,* N. York, Peter Lang, 1996.

[3] **HENRIQUE LEITÃO**, "Sobre as «Notas de Álgebra» atribuídas a Pedro Nunes", *Euphrosyne*, 30, 2002, pp. 407-416.

[4] **PEDRO NUNES**, *Obras,* vol. I, *Tratado da Sphera & Astronomici introductorii de spaera epitome,* Academia das Ciências de Lisboa, 1940.

[5] **RAYMOND d'HOLLANDER**, "Historique de la loxodromie", *Mare Liberum. Revista de História dos Mares*, n.º 1, Lisboa, 1990.

[6] **PEDRO NUNES**, *Obras,* vol. II, *De crepusculis,* Academia das Ciências de Lisboa, 1943.

[7] **ESTÁCIO DOS REIS**, *O nónio de Pedro Nunes*, *Gazeta de Matemática*, n.º 143, 2002.

[8] **PEDRO NUNES**, *Defensão do tratado da rumação do globo para a arte de navegar*, manuscrito publicado em Coimbra, 1952, por Joaquim de Carvalho, a quem se deve o título em português.

[9] **PEDRO NUNES**, *De erratis Orontii Finaei ...*, Coimbra, 1546.

[10] **HENRIQUE LEITÃO**, "Uma nota sobre Pedro Nunes e Copérnico", *Gazeta de Matemática*, n.º 143, 2002.

[11] **PEDRO NUNES**, *Obras,* vol. IV, *Libro de Algebra,* Academia das Ciências de Lisboa, 1946.

[12] **HENRI BOSMANS**, "L´Algèbre de Pedro Nunez", *Anais da Academia Politécnica do Porto*, vol. 3, 1908.

[13] **PAUL VAN PRAAG**, *Pedro Nuñez, Simon Stevin, et le plus grand commun diviseur des polynômes*, Institut de Mathématique, Université de Mons-Hainaut, Abril 2001.

[14] **JENS HØYRUP**, "Innovateur bloqué, et dernier témoin d'une tradition millénaire", *Gazeta de Matemática*, n.º 143, 2002.

Outras obras consultadas:

[15] **JOAQUIM DE CARVALHO**, "Pedro Nunes", *Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira.*

[16] **GOMES TEIXEIRA**, *História das Matemáticas em Portugal*, Academia das Ciências, Lisboa, 1934.

[17] **PEREIRA DA SILVA**, "As obras de Pedro Nunes: sua cronologia bibliográfica", *Arquivos de História e Bibliografia*, 1, 1925.

[18] **FONTOURA DA COSTA**, *Pedro Nunes (1502-1578),* Agência-Geral do Ultramar, Lisboa, 1969.

[19] **LUÍS ALBUQUERQUE**, *A Náutica e a Ciência em Portugal,* Gradiva, 1989.

[20] **ANABELA S. RAMOS**, O «De erratis Orontii Finaei» de Pedro Nunes, *Public. de História e Metodologia da Matemática*, 7, Coimbra, 1998.

Notas

[1] Jacques Peletier (1517-1582), sábio e escritor francês.

[2] Johannes de Sacrobosco, ou John Hollywood (ca. 1190-1256), monge inglês que escreveu um tratado da esfera elementar impresso pela 1ª vez em 1472; teve mais de 200 edições.

[3] Georg Peurbach (1423-1461), astrónomo.

[4] Claudio Ptolemeu (ca. 90 - ca. 168), astrónomo, geógrafo e matemático grego, autor da teoria geocêntrica.

[5] Simon Stevin (1548-1620), matemático e físico flamengo.

[6] Edmond Halley (1656-1742), astrónomo inglês.

[7] Jacob Bernoulli (1654-1705), matemático suíço.

[8] Gottfried Leibniz (1646-1716), estadista, filósofo e matemático alemão.

[9] Referia-se ao calendário juliano.

[10] Johann Bernoulli (1667-1748), matemático suíço, irmão de Jacob Bernoulli.

[11] Carta publicada no *Journal des Sçavans pour l'année 1693* e em *Opera omnia...*, Lausanne, 1742, t. 1, p. 64.

[12] René Descartes (1596-1650), filósofo e matemático francês.

[13] Evariste Galois (1811-1832), matemático francês, começou a publicar com 17 anos, morre num duelo à pistola, tendo redigido na noite anterior um resumo da sua teoria sobre as equações algébricas.

[14] Nicolau Copérnico (1473-1543), astrónomo polaco, autor da teoria heliocêntrica.

[15] Lucas de Burgo, ou Luca Paccioli (ca. 1445-1517), frade franciscano, escreveu, entre outras obras, a *Summa de arithmetica...*, em 1494, tão criticada por Pedro Nunes.

[16] François Viète (1540-1603), matemático francês, advogado, transformou completamente a álgebra.

[17] Francisco Maurolico (1494-1575), matemático italiano.

[18] Michael Stiefel (1487-1567), monge alemão, algebrista e professor de Matemática.

[19] Girolamo Cardan (1501-1576), matemático italiano, professor de Medicina em Pavia e Bolonha, publicou em 1545 a obra *Ars Magna*, a que Nunes se refere abundantemente.

[20] Era normal nos séculos XVI e XVII os matemáticos rejeitarem soluções negativas para problemas; só com a interpretação geométrica dos números negativos é que este conceito começou a ser aceite. Estes números surgiram pela primeira vez na China milenária; na Europa, foram introduzidos no século III por Diofanto de Alexandria na obra *Aritmetika*.

[21] Nicolau Fontana (1499-1557), matemático italiano, mais conhecido por Tartaglia, o Gago.

[22] Raffaele Bombelli (1526-1572), matemático italiano.

[23] Leonhard Euler (1707-1783), matemático suíço, provavelmente o mais prolífico matemático de todos os tempos, discípulo de J. Bernoulli.

[24] Ludovico Ferrari (1522-1565), matemático italiano.

[25] Niels Abel (1802-1829), matemático norueguês. Os seus trabalhos mais importantes só foram publicados após a sua morte.

Prémios Atribuídos pela Comissão Científica

ÁREA 1 – MATEMÁTICA, CIÊNCIAS NATURAIS E ENGENHARIA

1º Prémio (2500 €) – Atribuído *ex aequo* aos trabalhos:
1 – "Aferição de Modelos de Transporte Sólido Eólico em Ambiente Praia/Duna" **Autores:** Nuno Mira; Ana Serra; João Garcia (Universidade Independente – Departamento de Ciências da Terra)
57 – "Escórias de Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos: Matéria-Prima para Vidros e Vitrocerâmicos" **Autores:** Carlos Frederico Madaleno Loureiro de Figueiredo; Maria Susana Jesus Gonçalves Alendouro (Universidade Nova de Lisboa – Departamento de Ciências dos Materiais)

2º Prémio (1000 €) – Não atribuído.

Menções Honrosas – Atribuídas aos trabalhos:
25 – "Caracterização do Fenómeno Corrosão em Fendas e por Picadas em Aço e Alumínio de Construção Naval" **Autora:** Mónica de Carvalho da Silva Rocha (Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia)
44 – "Estudo da Corrosão de Ligas Metálicas em Ambiente Marinho e a Sua Protecção" **Autor:** Bruno Luís Carralas Antunes (Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia)

ÁREA 2 – GEOGRAFIA E AMBIENTE

1º Prémio (2500 €) – Atribuído *ex aequo* aos trabalhos:
13 – "Ordenamento e Ambiente dos Espaços Marítimos sob Jurisdição ou Soberania Nacional: Que Futuro?" **Autor:** José António Velho Gouveia (Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologia)
50 – "MECE (Modelo Experimental de Circulação em Estuários)" **Autores:** Sara Cristina Cosme Soares; Miguel José Costa de Almeida Tenreiro; Eurico Tiago Justino Queiroz (Universidade Lusófona – Departamento de Ciências Naturais e Biológicas)

2º Prémio (1000 €) – Atribuído ao trabalho:
12 – "Impacto da Carga Humana e Limites Sustentáveis na Praia de Faro" **Autor:** Gonçalo Dias Aleixo Viegas (Universidade do Algarve – Faculdade de Ciências do Mar e Ambiente)

Menção Honrosa – Atribuída ao trabalho:
60 – "Aproveitamento da Energia das Ondas" **Autora:** Raquel Leitão (Universidade Técnica de Lisboa – Departamento de Engenharia do Ambiente)

ÁREA 3 – HISTÓRIA E SOCIOLOGIA

1º Prémio (2500 €) – Atribuído ao trabalho:
9 – "Matemática Pictórica: a Matemática Pintada por Almada Negreiros" **Autor:** Marco Daniel Duarte (Universidade de Coimbra – Faculdade de Letras)

2º Prémio (1000 €) – Atribuído *ex aequo* aos trabalhos:
46 – "Um Humanista Contemporâneo de Pedro Nunes – Mestre António Guimarães" **Autor:** Carlos Manuel Baptista Valentim (Universidade de Lisboa – Faculdade de Letras)
51 – "O Naufrágio da Nau *Conceição* (1555): Dois Relatos para uma Mesma Tragédia" **Autor:** Bruno Alexandre Gonçalves Neves (Universidade de Lisboa – Faculdade de Letras)

Menções Honrosas – Atribuídas aos trabalhos:
18 – "Infante D. Henrique, Pedro Nunes e a Questão dos Novos Saberes" **Autora:** Ana Celeste Antunes Lopes da Silva (Universidade de Lisboa – Faculdade de Letras)
26 – "Iconografia Noniana" **Autor:** Nuno Tarcísio Gaspar de Oliveira Cardoso (Universidade de Coimbra – Faculdade de Ciências e Tecnologia)
63 – "Pedro Nuñez en la Historiografía Científica Española" **Autores:** Maria Moncada Saracibar; Marcos Orallo Rodriguez; Blanca Maria Salgado Ruiz (Universidade de Valladolid – Faculdade de Ciências)
74 – "The East India Company Encounters Japan: Its Knowledge of Japan" **Autor:** Szommer Gábor (University of Budapest)

ÁREA 4 – ECONOMIA E GESTÃO

1º Prémio (2500 €) – Atribuído ao trabalho:
64 – "Implantação de um Sistema Integrado de Gestão – Análise do Processo e Identificação dos Principais Problemas" **Autor:** Jorge Carlos Lopes Ribeiro (Escola Naval – Departamento de Administração Naval)

2º Prémio (1000 €) – Não atribuído.

Menção Honrosa – Atribuída ao trabalho:
58 – "Breve História da Contabilidade – Generalidades e Curiosidades" **Autor:** Emanuel Teles dos Santos (Escola Naval – Departamento de Administração Naval)

ÁREA 5 – RELAÇÕES INTERNACIONAIS, DIREITO E ESTRATÉGIA

1º Prémio (2500 €) – Atribuído ao trabalho:
2 – "O Mar e o Poder de Escolha" **Autor:** Filipe M. v. K. R. Ortigão Neves (King's College London – War Studies)

2º Prémio (1000 €) – Não atribuído.

ÁREA 6 – LITERATURA E LINGUÍSTICA

1º Prémio (2500 €) – Atribuído ao trabalho:
54 – "Interrogações sobre a 'Verdadeira' História do Naufrágio do Galeão Grande *São João*" **Autor:** Kioko Kojima Koiso (Universidade de Lisboa – Faculdade de Letras)

2º Prémio (1000 €) – Não atribuído.

Menção Honrosa – Atribuída ao trabalho:
35 – "O Mar e os Poetas" **Autor:** Augusto Ndinnu Pinto Haikela (Escola Naval – Departamento de Marinha)

Aferição de Modelos de Transporte Sólido Eólico em Ambiente Praia/Duna

Trabalho realizado por:
- *Nuno Mira*
- *Ana Serra*
- *João Garcia*

Universidade Independente
Departamento de Ciências da Terra

I - INTRODUÇÃO

No presente trabalho são enumeradas as acções desenvolvidas no contexto do processo de monitorização da dinâmica eólica em ambiente de praia/duna, cujo interesse se foca na melhor compreensão dos processos e mecanismos a utilizar na regeneração de zonas degradadas e na forma de evitar a deterioração de áreas de grande sensibilidade ambiental.

Foi elaborado para actualização do estado do conhecimento nesta área temática em Portugal, tendo como base duas vertentes experimentais: montagem e funcionamento de estações meteorológicas *in situ* e realização de levantamentos topográficos de pormenor.

O desenvolvimento de modelos de transporte sólido eólico devidamente calibrados proporciona a obtenção de dados imprescindíveis à quantificação dos processos genéticos e evolutivos das dunas litorais. Estes modelos são peças fundamentais para a previsão das modificações possíveis de ocorrer, se e quando a intervenção antrópica interferir no balanço de um sistema costeiro em equilíbrio dinâmico.

A verificação experimental permite concluir que os fenómenos eólicos com interesse para a morfodinâmica litoral se processam dentro da camada-limite atmosférica, onde se observa a lei de Von Kármán-Prandtl (BAGNOLD, 1954). A aplicação desta lei permite determinar a tensão de atrito exercida pelo vento sobre uma superfície arenosa (U*), desde que sejam conhecidos os perfis verticais de velocidades ou, em alternativa, o coeficiente de rugosidade hidrodinâmica da superfície (Zo) e a velocidade média do vento a uma cota preestabelecida (Vz).

Certos princípios básicos são utilizados para aplicação directa no cálculo do transporte sólido eólico, permitindo simplificar a modelação da densidade de fluxo sólido associado à passagem de uma corrente de ar numa relação directa com a velocidade de atrito exercida sobre a superfície sedimentar arenosa e o respectivo diâmetro médio dos sedimentos. Da comparação de vários modelos propostos nas últimas décadas e da respectiva parametrização das variáveis fundamentais já se encontram publicadas conclusões que permitem agrupá-los em dois conjuntos, com os modelos de Bagnold e Hsü apresentando valores finais de densidade do fluxo sólido superiores aos dos propostos pelas formulações de Zingg, Lettau & Lettau e White, principalmente para areias grosseiras (GOMES *et al.*, 2001a). Com efeito, a parametrização do diâmetro médio e calibragem da areia é um dado determinante na magnitude das predições, principalmente para valores baixos de intensidade do vento. Desta forma, é possível concluir que o transporte sólido eólico diminui com o aumento do diâmetro médio dos sedimentos.

A introdução de factores de correcção relativos a 1) a areia estar molhada por chuva ou em relação directa com a humidade relativa do ar, logo inibindo a iniciação do movimento de saltação, 2) topografia da linha de costa, filtrando as direcções de transporte de areia resultantes de ventos de terra e 3) da existência de vegetação que aumenta a altura do ponto focal, resulta na redução dos valores obtidos em cerca de 70 % a 95 % (GOMES, 1992).

O fenómeno de activação de uma superfície sedimentar pelo vento e a manutenção do transporte por saltação – característico de sedimento da classe dimensional da areia (0,063 mm a 2 mm), fundamental à génese e manutenção dos sistemas dunares costeiros – depende assim de uma série de factores, naturais e, eventualmente, de génese antrópica. Os factores naturais que influenciam o processo actuam no tempo e espaço, de acordo com parâmetros limitadores passíveis de serem quantificados, podendo ser expressos de forma genérica.

$$\int_{t=0}^{\infty}\int_{c=0}^{\infty} f(i,D,d,m,l,h,o,v)$$

(equação 1)

onde:
t=tempo, c=comprimento da linha de costa em questão, i=intensidade do vento, D=direcção do vento, d=parâmetros texturais do sedimento, m=morfologia da superfície, l=largura da praia em secção ortogonal a D, h=humidade (ar e sedimento), o=ondulação, v=vegetação

Alguns destes factores, cuja influência no transporte eólico ainda não é por completo conhecida, implicam que o controle do sucesso de qualquer projecto de recuperação de dunas associadas a praias seja feito *in situ*, continuamente e de forma o mais abrangente possível. A utilização de dados de estações meteorológicas regionais pode induzir em erro, por serem escassos os ponto de amostragem e por normalmente estarem longe dos locais a intervencionar.

De modo a complementar a análise efectuada aos dados retirados das estações meteorológicas, foram realizados levantamentos topográficos das áreas estudadas, sendo este

efectuado de uma forma muito pormenorizada (microtopografia). Tem como objectivo verificar a existência ou não de mudanças na morfologia da superfície de praia/duna, repetindo a cobertura das mesmas áreas após o tempo suficiente para que eventuais mudanças na morfologia da zona sejam superiores ao erro do equipamento (SÁ-PIRES *et al.*, 2002) e/ou do método (GOMES & GARCIA, 2002).

Toda a informação processada servirá para alimentar o modelo de transporte sólido eólico a desenvolver, bem como um Sistema de Informação Geográfica (PINA *et al.*, 1999), incluindo informação fundamental de vegetação e sua dinâmica (PAIVA-FERREIRA *et al.*, 2002), permitindo conhecer quais as condições-fronteira que balizam os eventos de transferência de sedimento da praia para a duna.

Esta análise permitirá:

- Comparar a ocorrência de períodos de transporte eólico em vários pontos da zona em estudo;
- Aferir os registos das estações meteorólogicas sinópticas da rede nacional do Instituto de Meteorologia, por forma a, se possível, poder extrapolar resultados para séries de registo longas;
- Determinar quais as zonas do litoral com potencial de recuperação dunar e, em caso positivo, permitir a selecção dos materiais e metodologias a utilizar.

O conjunto de equipamento, não obstante as sinergias que se verifiquem existir entre planos de monitorização independentes, permite a recolha de dados de intensidade e direcção do vento a, pelo menos, duas alturas, precipitação, temperatura, humidade do ar, radiação incidente e humidade do solo, montadas em conjunto com armadilhas electrónicas e com armadilhas convencionais omnidireccionais para quantificação do sedimento transportado.

A metodologia geral utilizada na modelação do Transporte Sólido Eólico (TSE) pode ser esquematizada pelo esquema da figura 1.

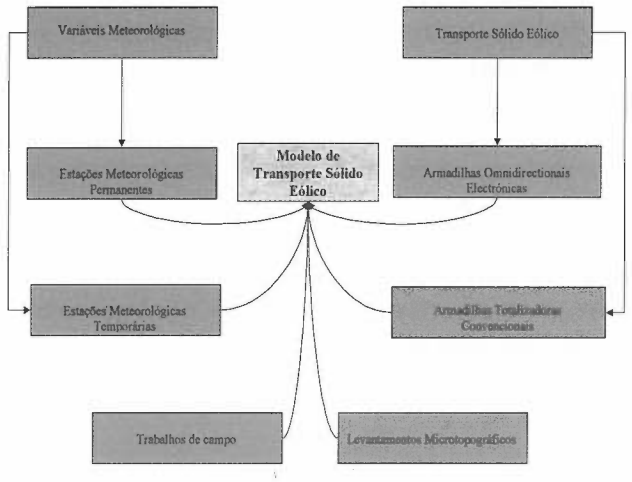


Figura 1 – Organização esquemática do fluxo de dados do modelo de TSE.

II – EQUIPAMENTOS E METODOLOGIA

II.a) Registo de variáveis meteorológicas

Todo o processo de ensaio experimental teve como suporte e objectivo fundamental a medição de um número variado de parâmetros ambientais com interesse na física granular de partículas, principalmente no processo de movimentação eólica superficial, monitorizado através de estações meteorológicas colocadas localmente em cada praia em estudo.

Este processo teve como importantes as seguintes fases: a) escolha do tipo (modelo) das Estações Meteorológicas Permanentes (EMP); b) escolha do material de suporte das EMP; c) escolha do local a monitorizar; d) montagem das EMP; e) aferição do sistema.

Após algumas consultas optou-se (a) pelas estações da Campbell, utilizando o modelo de *datalogger* CR10X. Os sensores escolhidos (2 anemómetros, piranómetro, pluviómetro, temperatura e humidade relativa do ar e conteúdo de água do solo) foram também adquiridos à Campbell. A estação meteorológica escolhida executa leituras ao segundo (1 Hz), podendo os dados ser gravados com integração a outro intervalo de tempo (esta informação encontra-se mais detalhada na secção de equipamentos). Após este passo, realizou-se um estudo do tipo de estrutura a suportar os sensores e *datalogger* (b). A utilização de um poste circular, de 114 mm de diâmetro e de 5,5 m de comprimento, pareceu-nos a escolha mais correcta para fixar de forma segura o *datalogger*, pois este fica a uma altura de 3,5 m do solo, ficando o poste enterrado 1,5 m (REBÊLO *et al.*, 2002). Para suportar os sensores, utilizaram-se tubos de alumínio e braçadeiras de inox, para evitar o mais possível a corrosão e em razão do menor peso. Estas estruturas experimentais, foram optimizadas em CAD (InteliCAD®) – v. figura 2.

O local a escolher para a colocação das EMP (c) foi baseado em critérios de cariz pragmático, devendo localizar-se suficientemente acima da linha máxima de preia-mar de modo a não ser atingido pelo espraiar das ondas, não podendo no entanto ficar demasiado protegido pelas dunas, o que poria em risco o registo de dados falseados pela deflacção gerada pela morfologia local (ver Anexos).

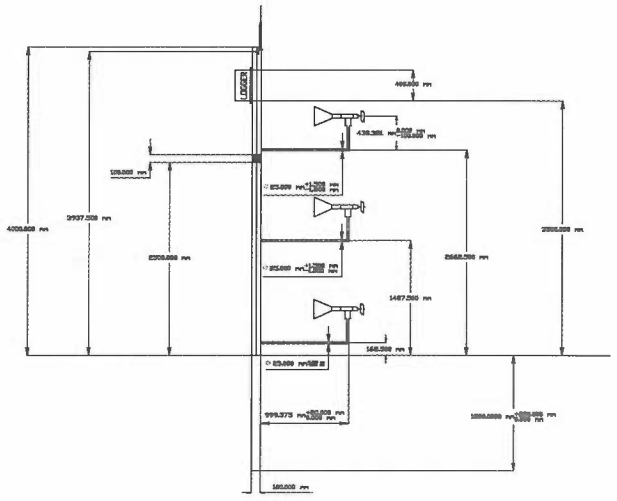


Figura 2 – Optimização das estruturas experimentais de acoplamento dos sensores.

A montagem das 9 estações meteorológicas no local (d) iniciou-se em Março de 2002 na praia de Faro, a que se seguiu um período de observação culminando noutra campanha de montagem em finais de Maio de 2002, após a configuração dos equipamentos em laboratório e a realização de um número de testes suficientes para garantir a sua fiabilidade, terminando em meados de Junho de 2002. O transporte dos equipamentos foi feito em carrinhas da Universidade e/ou em embarcações disponibilizadas para o efeito. Este processo requereu uma grande coordenação de equipa (4 a 6 elementos para a montagem de cada estação), pois a complexidade da ligação dos sensores e a profusão de elementos de ligação e aperto exigiram grande concentração de meios.

Os trabalhos de montagem tiveram início com a colocação do poste de suporte. Foi escavada uma área aproximada de 3 m^2 por cerca de 1,5 m de profundidade de modo a mais facilmente ser enterrado. Após a colocação dos postes e reposta a areia retirada, foi iniciada a montagem dos suportes e dos vários elementos de fixação. Primeiro, foi fixado um tubo de alumínio com cerca de 2,5 metros paralelamente ao poste mediante a fixação de 4 braçadeiras, sendo este tubo a base de outros suportes colocados perpendicularmente ao mesmo através de rótulas/joelhos de ligação. Seguidamente, foram colocados os sensores nos respectivos suportes, efectuando-se depois as ligações dos mesmos ao *datalogger*. Devido à especificidade morfológica de cada local, os sensores instalados nas várias estações não apresentam rigorosamente as mesmas alturas ao solo, mas apresentam basicamente a mesma estrutura (exemplo na figura 3 – praia do Outeiro).

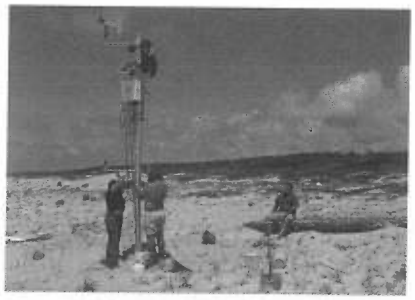


Figura 3 – Montagem da EMP da praia do Outeiro (vista para NE).

Depois de as fases supracitadas terem sido finalizadas, procedeu-se à aferição do sistema. O procedimento teve início na ligação de um *subnotebook* ao *datalogger* com o *software* específico de comunicação (PC208W®). Os dados dos diversos sensores são visualizados em tempo real e ao segundo (1 Hz), podendo deste modo verificar *in loco* qualquer valor não coerente ou qualquer problema entre as ligações com os sensores.

Em cada estação foram posicionados: um painel solar virado para sul para captar o máximo de radiação possível em todas as épocas do ano; uma antena GSM instalada junto ao sensor da temperatura, na posição vertical e longe do poste para melhor captar a rede disponível no local; um piranómetro situado no ponto mais alto do poste de forma a não haver a possibilidade de ficar sombreado por qualquer instrumento; dois anemómetros, a alturas diferentes, numa posição perpendicular à linha de costa, de modo a não existirem interferências do próprio poste às medições da direcção e intensidade do vento; um udómetro colocado de forma que, em caso de precipitação, não sejam afectados os dados de pluviosidade; um sensor da condutividade da água existente no solo que está enterrado horizontalmente no solo de modo a registar o volume de água retido no sedimento junto à superfície e um *datalogger* que, para minorar ao máximo a sua vulnerabilidade, está posicionado a 3,5 m de altura, numa caixa protegida com um cadeado.

Para calibração dos dados, efectuaram-se a aferição da direcção dos anemómetros (a caixa do sensor está orientada a sul) e vários registos controlados de todos os sensores.

O tempo médio da montagem de cada estação foi cerca de 6 horas, incluindo também a calibração e verificação de todos os sensores.

II.a.1) Equipamento

Pode resumir-se nos seguintes pontos o equipamento utilizado em cada um dos 9 locais monitorizados (figura 4):

- *Datalogger* CR10X – Módulo de medição e controle totalmente programável com memória não-volátil (figura 5)
- Bateria de chumbo de 12 V e 7,0 Ah – PE12E-LA
- 2 anemómetros de medição da velocidade e direcção do vento – Young 05103
- Udómetro com sensibilidade de 0,20 mm/tip – ARG 100
- Armário ENC 10/12 – Armário de fibra de vidro de protecção do *datalogger*
- Painel solar Solarex SX10M de 10 W para carregamento da bateria
- Piranómetro sensível à luz visível entre 350 *nm* e os 1100 *nm* – SP1110
- *Modem* GSM de banda dupla 900 e 1800 – Siemens TC35T GSM
- Sensor de temperatura e humidade relativa do ar. Sensibilidade – 40° C a +60° C e 0 % e 100 % Rh, respectivamente – 50Y
- Sensor de volume de água no solo – CS615 8221-07
- Poste circular, com 114 mm de diâmetro e 5,5 m de comprimento, totalmente galvanizado
- Tubo de alumínio anodizado com 25 mm de diâmetro e 2,5 m de comprimento
- 4 joelhos/rótulas de ligação ao tubo de alumínio
- 2 tubos de alumínio, com 25 mm de diâmetro, para apoio e fixação dos anemómetros
- 1 tubo de alumínio com suporte para o piranómetro



Figura 4 – Parte dos equipamentos que serão utilizados em processo de preparação e montagem em laboratório.

Além deste equipamento, foi utilizado um *subnotebook* Toshiba Libretto 50 CT, que através do interface RS232-DCE permite o acesso directo ao *datalogger*, pos-

sibilitando a visualização em tempo real dos dados originados pelos diversos sensores e a aferição do estado de cada sensor. Para efectuar esta comunicação, utilizou-se o *software* PC208W® ver 3.3, que é específico para os *datalogger* da Campbell Scientific.

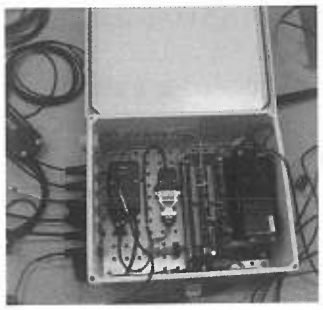


Figura 5 – Módulo de gestão de memória e comunicações após configuração de hardware.

II.a.2) Organização dos dados

Os dados obtidos com as EMP são descarregados com um *modem*-GSM para uma base de dados centralizada no Departamento de Informática da UnI, recorrendo para tal ao *software* específico fornecido com as estações meteorológicas (PC208W). Os dados são recepcionados num ficheiro com uma identificação alfanumérica do tipo E#DDMMAA.dat, em que # representa o ID da estação por nós escolhida (01,02,03,...09), o DD, MM e AA representam, respectivamente, o dia, o mês e o ano em que foi efectuado o descarregamento dos registos, como, por exemplo, E03010802. Deste modo, as estações meteorológicas, de norte para sul, ficam com a seguinte numeração: (Zona Tróia – Sines, figura 6) E02 – Comporta; E01 – Pego; E03 Monte Velho; E04 – Outeiro; (Zona da Ria Formosa, figura 7) E05 – Praia de Faro, E06 – Praia do Barril; E07 – Terra Estreita; E08 – Praia de Cabanas; (Zona de Aveiro) E09 – Praia do Areão.

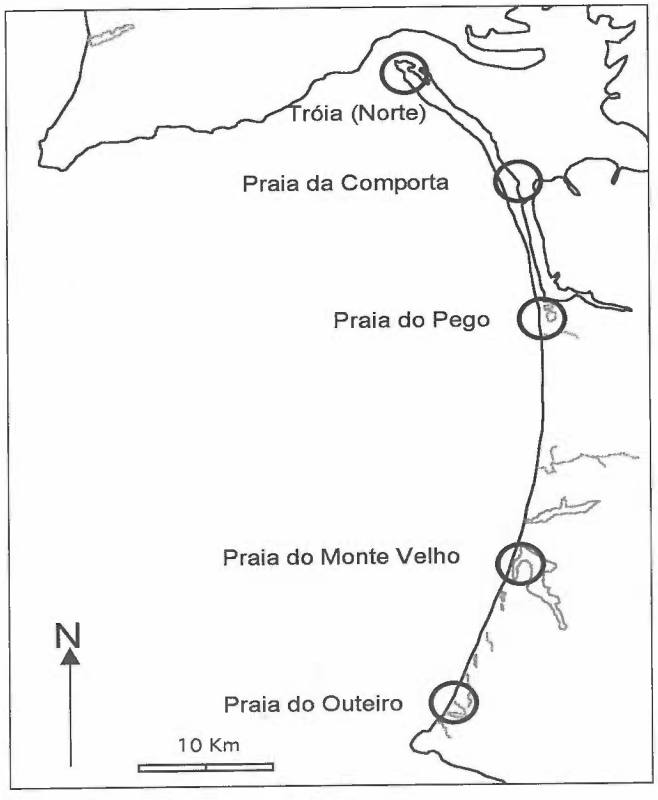


Figura 6 – Enquadramento geral das zonas a monitorizar em Tróia – Sines.

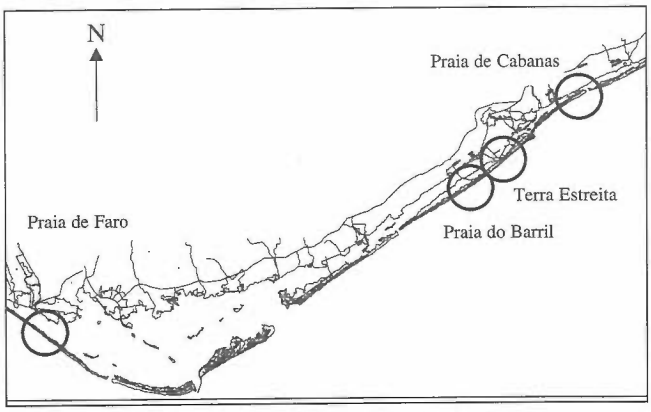


Figura 7 – Enquadramento geral das zonas monitorizadas na Ria Formosa.

Os dados são registados ao segundo e integrados ao minuto, recebidos via GSM todos os dias, de forma automática. Seguidamente são identificados e agrupados em diferentes pastas consoante as estações a que pertencem e a que mês se referem, e é realizado o controle de qualidade dos dados recebidos, que consiste na verificação da coerência dos valores obtidos pela observação e análise do conteúdo dos dados e tentando conjugar todas as informações obtidas anteriormente no campo, de modo a tentar identificar possíveis períodos de transporte intenso de areia pelo vento, interferências de terceiros nas estações ou até problemas de ligações da própria estação.

II.b) Levantamentos topográficos de pormenor

Para o cálculo de volumes existem diversas formas de abordagem, uma delas é a comparação dos volumes totais de dois modelos, um anterior e outro posterior às alterações (MATOS, 2001).

O cálculo desse valor poderia ser realizado através da informação de altitude ou de profundidade disponível nas cartas, se existissem cartas com uma escala suficientemente grande para representar a área de interesse com o necessário pormenor. Tal não se passa na generalidade dos casos, pelo que este tipo de operações se apoia, em regra, em levantamentos topográficos expressamente realizados para esse fim.

Os princípios teóricos em que se sustenta o cálculo de volumes são baseados no conhecimento da cota da superfície do terreno em cada um dos nós de uma malha (rectangular ou triangular), o volume compreendido entre um certo nível de referência e a superfície pode ser estimado como a soma dos volumes elementares correspondentes a cada um dos pequenos prismas, cuja base é a célula da malha e cuja altura é a distância vertical ao nível de referência. Este é, de facto, o método a utilizar quando se dispõe de informação abundante, a partir da qual seja possível construir um MDT – Modelo Digital de Terreno (GASPAR, 2001).

O estudo efectuado teve como objectivo a caracterização volumétrica do sistema e a sua variação. Este procedimento tem como premissas o conhecimento dos erros acumulados associados aos próprios equipamentos nas diversas zonas de praia/duna (duna, berma e face). Com estudos efectuados

sucessivamente, poder-se-á inferir as alterações morfológicas de cada zona de praia.

II.b.1) Equipamento

Para efectuar os levantamentos topográficos (figura 8), foi utilizada uma estação total electrónica SOKKIA, modelo SET500. Esta estação permite um alcance até 2000 m de distância, com uma precisão de ± (5+5 ppm*D) mm em medição rápida (1,4 seg.). Apresenta uma protecção contra o pó e humidade equivalente IP66. Foram utilizados nos levantamentos 3 prismas SOKKIA, modelo AP01, uma fita métrica de 3 m e outra de 20 m. O *software* utilizado para transferir os dados da estação para o computador foi o ProLINKS Comms® Ver 1.14 e para tratar os dados o SCC® – Survey Control Center.

Foi colocado em cada local estudado um conjunto de três marcos de PVC para uma correcta georreferenciação dos levantamentos do próprio local e do posicionamento das estações.



Figura 8 – Exemplo de estação total a utilizar nos levantamentos topográficos.

II.c) Caracterização sedimentológica da camada superficial

A camada sedimentológica superficial foi caracterizada por amostragem, por forma a calcular em laboratório os parâmetros texturais do sedimento, recorrendo a peneiração a seco com séries de 11 peneiros RETSCH, modelo de 8´´ de diâmetro e 2´´ de altura, da série -1 a 4 em intervalos de 0,5, com um agitador mecânico. Serão também processadas de igual forma as amostras recolhidas nas armadilhas sedimentares eólicas convencionais onmidireccionais, colocadas junto das estações meteorológicas em todos os locais monitorizados, dispostas regularmente a distâncias de 2 m entre si, para registar o transporte eólico por saltação. O conhecimento destes parâmetros (volume e granulometria) é de crucial importância para a modelação do transporte sólido eólico.

III – PRIMEIROS RESULTADOS

Foram realizadas 19 campanhas de campo desde o início do projecto. Essas campanhas de campo destinaram-se à preparação e realização de levantamentos microtopográficos de pormenor e instalação das Estações Meteorológicas Permanentes (EMP) nos locais selecionados.

III.a) Registo das variáveis meteorológicas

Os resultados obtidos através do registo das variáveis meteorológicas pelas estações automáticas têm o formato ASCII patente na tabela 1:

Tabela 1 – Exemplo de informação recebida das estações meteorológicas

```
102,2002,67,822,12.65,15.98,63.39,.002,0,0,0,0,0,115,290.4
102,2002,67,823,12.64,15.95,63.42,.002,0,0,0,0,0,115.1,290.4
102,2002,67,824,12.64,15.97,63.62,.002,0,0,0,0,0,115.6,290.4
102,2002,67,825,12.64,15.99,63.12,.002,0,0,0,0,0,115.8,290.4
101,2002,67,825,12.64,15.95,62.66,.002,0,0,0,0,0,115.9,290.4
101,2002,67,826,12.64,16.01,62.76,.002,0,0,0,0,0,116.1,290.4
101,2002,67,827,12.64,16.01,62.43,.002,0,0,0,.003,.098,120.8,291.7
```

Após a primeira filtragem dos dados do ficheiro recebido, os ficheiros são reunidos por mês e obtém-se um novo ficheiro com o resultado mensal de cada estação. Este novo ficheiro é identificado por E#MMAA, em que, como no exemplo anterior, é representada a estação pelo seu número, o mês e o ano a que os dados se referem (exemplo: E030702). Para melhor compreensão do ficheiro de dados, todos os dados são identificados de forma mais clara, de modo a que qualquer técnico lhes possa aceder e utilizá-los. Desta forma, o ficheiro criado apresenta o formato ilustrado na tabela 2.

Tabela 2 – Exemplo de informação proveniente de uma estação meteorológica, após processamento e já organizada. Tabela mensal de registos da estação E03, praia do Porto das Carretas (Monte Velho). Estão representados, a título de exemplo, apenas os 48 primeiros registos num total de 44 093.

Memória	Ano	Dia	Hora	Bateria	Temperatura	Humidade	Radiação	Condutividade	Vento1	MaxVento1	Vento2	MaxVento2	Direcção1	Direcção2	Pluviosidade	Direc1	Direc2	Classes
A	B	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	Vento	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	Direc1	Direc2	Classes
101	2002	213	1	12,99	16,37	79,8	0	0,069	5,036	6,126	5,697	6,86	9,876	0,262	0	N	N	N	5
101	2002	213	2	12,89	16,36	79,9	0	0,069	5,622	6,517	6,153	6,86	360	0,188	0	N	N	N	5
101	2002	213	3	12,9	16,29	79,9	0	0,069	5,648	6,517	6,2	9,88	354,7	3,014	0	N	N	N	5
101	2002	213	4	12,91	16,39	79,7	0	0,069	5,792	6,489	6,195	6,958	6,688	30,63	0	N	NE	N	5
101	2002	213	5	12,93	16,39	79,9	0	0,069	4,657	5,686	5,173	6,174	0	349,5	0	N	N	N	4
101	2002	213	6	12,92	16,39	80,2	0	0,069	4,991	5,68	5,452	6,015	4,71	0	0	N	N	N	4
101	2002	213	7	12,92	16,37	79,8	0	0,069	5,537	6,811	6,148	7,2	2,92	-0,094	0	N	N	N	4
101	2002	213	8	12,91	16,35	80	0	0,069	5,989	6,174	5,715	6,462	354,7	354,7	0	N	N	N	5
101	2002	213	9	12,93	16,35	80	0	0,069	5,498	6,321	5,989	6,713	0,471	354,3	0	N	N	N	5
101	2002	213	10	12,93	16,37	80	0	0,069	5,614	6,517	6,06	7,06	0,094	343,8	0	N	N	N	5
101	2002	213	11	12,92	16,36	80,1	0	0,069	5,495	6,419	6,059	6,994	1,226	-0,094	0	N	N	N	5
101	2002	213	12	12,94	16,36	79,9	0	0,069	5,48	6,174	5,604	6,577	354,3	0,094	0	N	N	N	5
101	2002	213	13	12,94	16,34	80,1	0	0,069	5,857	6,517	6,331	6,909	0,094	354,5	0	N	N	N	5
101	2002	213	14	12,94	16,34	80,2	0	0,069	5,789	6,37	6,291	7,06	353,1	0	0	N	N	N	5
101	2002	213	15	12,94	16,31	79,9	0	0,069	5,894	6,664	6,394	7,1	1,036	0,094	0	N	N	N	5
101	2002	213	16	12,94	16,32	80	0	0,069	6,114	6,713	6,59	7,5	354,7	5,652	0	N	N	N	6
101	2002	213	17	12,94	16,32	79,9	0	0,069	5,473	6,762	6,069	7,3	0,094	0	0	N	N	N	5
101	2002	213	18	12,94	16,32	80,3	0	0,069	6,022	7,4	6,543	7,741	353,1	353,1	0	N	N	N	6
101	2002	213	19	12,94	16,32	80,1	0	0,069	6,16	7,79	6,882	8,06	354,7	1,79	0	N	N	N	6
101	2002	213	20	12,94	16,34	80	0	0,069	6,264	7,2	6,751	7,64	354,7	352,6	0	N	N	N	6
101	2002	213	21	12,94	16,32	80,1	0	0,069	6,094	7,01	6,917	7,64	354,7	354,3	0	N	N	N	6
101	2002	213	22	12,94	16,3	80,2	0	0,069	6,7	7,45	6,279	7,59	354,9	-0,188	0	N	W	N	6
101	2002	213	23	12,94	16,32	80,3	0	0,069	6,042	7,06	6,552	7,41	1,601	0,094	0	N	N	N	6
101	2002	213	24	12,94	16,31	80,1	0	0,069	6,094	7,01	6,917	7,64	354,7	354,3	0	N	N	N	6
101	2002	213	25	12,94	16,29	80,6	0	0,069	5,743	6,909	6,331	6,86	0,094	354,2	0	N	N	N	5
101	2002	213	26	12,94	16,28	80	0	0,069	6,971	7,79	7,48	8,43	0,094	1,696	0	N	N	N	6
101	2002	213	27	12,94	16,28	79,9	0	0,069	6,059	7,64	6,631	8,64	354,4	354,7	0	N	N	N	6
101	2002	213	28	12,94	16,28	80	0	0,069	6,424	7,59	7,11	8,53	353,9	354,4	0	N	N	N	6
101	2002	213	29	12,94	16,28	80	0	0,069	6,405	7,45	6,876	7,79	0,565	343,9	0	N	N	N	6
101	2002	213	30	12,94	16,28	80,1	0	0,069	6,572	7,3	7,02	8,33	2,072	354,5	0	N	N	N	6
101	2002	213	31	12,94	16,29	79,7	0	0,069	6,145	7,3	6,572	7,73	0,754	2,167	0	N	N	N	6
101	2002	213	32	12,94	16,29	79,8	0	0,069	6,378	7,4	7,06	8,31	1,978	0,094	0	N	N	N	6
101	2002	213	33	12,94	16,27	79,9	0	0,069	5,673	7,01	6,268	7,45	2,966	4,427	0	N	N	N	5
101	2002	213	34	12,94	16,27	80,4	0	0,069	6,74	8,589	8,31	7,15	354,7	1,319	0	N	N	N	6
101	2002	213	35	12,94	16,29	79,8	0	0,069	6,81	7,5	6,31	7,64	0,659	0,094	0	N	N	N	6
101	2002	213	36	12,94	16,25	80	0	0,069	5,717	6,713	6,478	7,15	0,283	272	0	N	W	N	5
101	2002	213	37	12,94	16,25	80	0	0,069	6,12	7,5	6,853	7,99	0,094	0,094	0	N	N	N	6
101	2002	213	38	12,94	16,24	80,3	0	0,069	5,496	6,174	6,033	6,762	0	2,92	0	N	N	N	5
101	2002	213	39	12,94	16,25	79,9	0	0,069	5,666	6,86	6,45	7,74	0	354,7	0	N	N	N	5
101	2002	213	40	12,94	16,24	80	0	0,069	5,612	6,762	6,244	7,59	349,9	4,699	0	N	N	N	5
101	2002	213	41	12,94	16,23	80,4	0	0,069	5,651	6,568	6,233	7,25	6,694	354,5	0	N	N	N	5
101	2002	213	42	12,94	16,25	80,5	0	0,069	5,173	6,031	5,735	6,568	4,619	1,036	0	N	N	N	5
101	2002	213	43	12,94	16,24	80,2	0	0,069	5,336	6,409	5,962	7,11	2,355	1,036	0	N	N	N	5
101	2002	213	44	12,94	16,23	80,8	0	0,069	5,424	6,568	6,167	7,01	0	3,486	0	N	N	N	5
101	2002	213	45	12,94	16,23	80,3	0	0,069	5,942	8,19	6,396	8,33	-0,094	0,188	0	N	N	N	6
101	2002	213	46	12,94	16,19	80,1	0	0,069	6,132	7,5	6,715	7,69	3,436	2,732	0	N	N	N	6
101	2002	213	47	12,94	16,21	80,1	0	0,069	5,81	7,23	6,272	7,25	0,376	0,094	0	N	N	N	5
101	2002	213	48	12,94	16,2	80,2	0	0,069	5,899	7,19	6,344	7,49	0,094	3,766	0	N	N	N	5

Cada ficheiro descarregado das estações corresponde a um máximo de quase três dias de registos (cerca de 4320 linhas de registo), representando em média 2,5 dias de registos. Esta limitação de 3 dias corresponde à capacidade de memória do *datalogger*, após o que começa a gravar por cima dos dados mais antigos.

III.a.1) Análise de dados

Como o transporte eólico não está só relacionado com o factor vento, é essencial o cruzamento de todos os dados obtidos pelas estações. Desta forma, importa relacionar os dados de temperatura e humidade relativa do ar, que estão intimamente ligadas, com a intensidade da radiação solar que, por sua vez, está relacionada com a humidade existente

no solo medida pela condutividade. Também é interessante verificar o aumento da humidade do solo devido a precipitação e, por sua vez, a sua diminuição através do aumento da intensidade de radiação durante o dia.

Os diferentes dados obtidos pela estação são posteriormente tratados de uma forma mais pormenorizada. Os dados do vento, por exemplo, embora passíveis de processamento contínuo (figura 9), são classificados em classes consoante a sua intensidade e octante para poderem ser comparadas com o registo das estações oficiais do Instituto de Meteorologia – IM (figura 10), sendo depois calculadas as frequências correspondentes, como exemplificado na tabela 3 para alguns dos dados registados até ao momento.

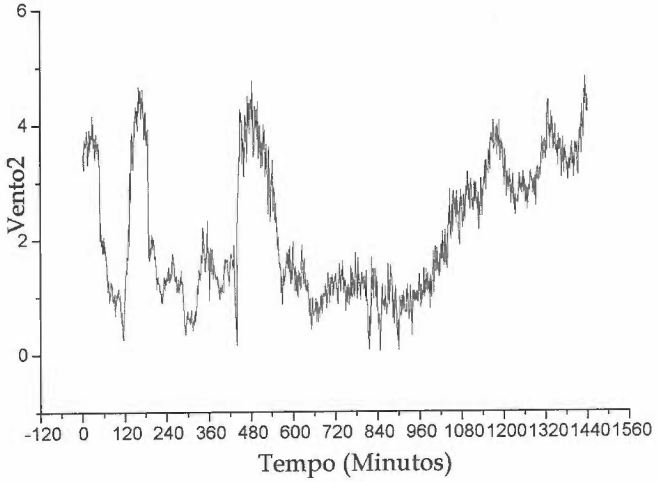


Figura 9 – Exemplo de distribuição da intensidade do vento com registo contínuo a 1 Hz.

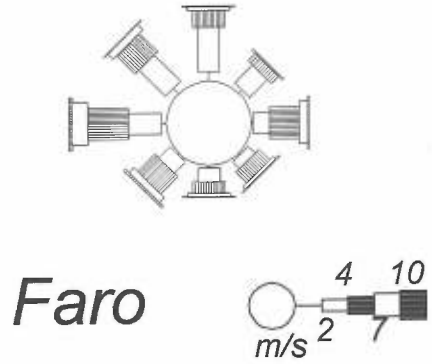


Figura 10 – Distribuição dos registos de vento, por direcção e intensidade, para a estação meteorológica do IM – Instituto de Meteorologia, no aeroporto de Faro.

Seleccionando o subconjunto de eventos em que a intensidade do vento foi superior a 6 m/s a 2 m de altura do solo, já identificada em estudos anteriores como a intensidade mínima necessária à iniciação de transporte sólido eólico por saltação – na presença de sedimentos cujo diâmetro médio seja superior a 0,35mm (GOMES *et al.*, 2001a), é possível apresentar os resultados num gráfico radial. Cruzando informação da intensidade e direcção por octante, obtemos uma primeira ideia da possível distribuição do transporte sólido eólico nas várias estações ao longo do período estudado (cerca de um mês), como mostra a figura 11. Esta divisão de intensidade do vento permite-nos uma maior noção de possibilidade de transporte eólico que só se efectua a partir do momento em que se registem, pelo menos, intensidade de vento de 6 m/s a 2 m de altura ao solo, assumindo todas as restantes condições como favoráveis.

Da análise da figura 11, a título de exemplo, resulta clara uma diferença entre os sectores norte e sul do arco Tróia-Sines analisando todos os registos de vento, com eventos de vento de SW ausentes no sector sul, onde predominam os rumos de NW e N, sendo a intensidade do vento superior nas duas estações mais meridionais. Esta diferença é ainda mais clara quanto se consideram apenas os registos de velocidade superior a 6 m/s no anemómetro colocado a 2 m de distância ao solo. Na Comporta, os sectores de direcção do vento mais importantes na contribuição do transporte de sedimentos da praia para a duna são SW e W, rodando para W e NW na praia do Pego. Na praia do Monte Velho, praticamente a totalidade dos registos passíveis de serem associados a TSE são de NW, para na praia do Outeiro, já no limite sul do arco litoral, predominarem os rumos de NW e N. Apesar de ser ainda uma série curta de registos, é curiosa a relação com a orientação da linha de costa, parecendo privilegiar a direcção que lhe é perpendicular. A intensidade aumenta de norte para sul, com um grande incremento entre o Pego e as Carretas.

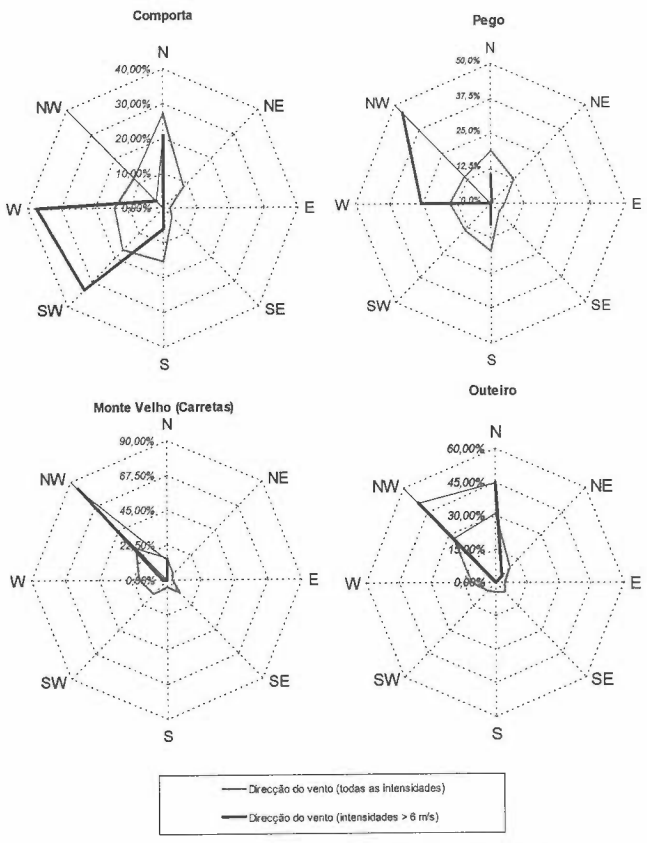


Figura 11 – Relacionamento das percentagens de intensidade e direcção do vento no arco litoral Tróia-Sines, para todos os registos e para registos de velocidade de vento superior a 6 m/s a 2 m de altura.

Tabela 3 – Estatística dos registos de vento disponíveis para a EMP da praia do PEGO

Classes	Direcção de vento (todas as intensidades)								
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total global
0	0,93 %	2,07 %	3,75 %	1,56 %	0,72 %	0,59 %	0,45%	0,79 %	10,85 %
1	3,44 %	6,67 %	1,53 %	2,81 %	3,47 %	2,66 %	1,61%	1,73 %	23,92 %
2	5,06 %	2,31 %	0,02 %	0,10 %	4,93 %	5,20 %	2,69%	2,73 %	23,05 %
3	4,85 %	0,85 %	0,00 %	0,00 %	3,62 %	3,12 %	3,53%	3,38 %	19,34 %
4	3,23 %	0,27 %	0,00 %	0,00 %	2,66 %	1,44 %	3,67%	1,99 %	13,26 %
5	1,23 %	0,05 %	0,00 %	0,00 %	1,49 %	0,31 %	2,26%	1,86 %	7,20 %
6	0,22 %	0,02 %	0,00 %	0,00 %	0,18 %	0,00 %	0,58%	0,82 %	1,81 %
7	0,02 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,26%	0,24 %	0,52 %
8	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01%	0,03 %	0,04 %
Total global	**18,98 %**	**12,23 %**	**5,30 %**	**4,47 %**	**17,07 %**	**13,32 %**	**15,05 %**	**13,57 %**	**100,00 %**

III.b) Levantamentos topográficos

Os levantamentos topográficos foram efectuados na área envolvente das estações meteorológicas, cerca de 100 m para cada lado, com excepção dos levantamentos de Tróia, onde foi realizado numa zona onde não foi colocada estação meteorológica. Foi tomada esta opção por já existirem publicados (ANDRADE *et al.*, 1998; GOMES *et al.*, 2001b) e em arquivo bastantes dados sobre a zona, dando-se prioridade à colocação de equipamento em zonas ainda não monitorizadas.

O processamento dos dados de levantamentos topográficos foi sujeito a várias correcções relacionadas com translações e rotações (CASACA, 2001), principalmente devido à introdução inicial de coordenadas para georreferenciação erradas. Estas coordenadas foram fornecidas por topógrafos externos ao projecto e revelaram-se pouco precisas, exigindo por isso a parte dos levantamentos um esforço suplementar de correcções, tendo sido realizada na Ria Formosa uma campanha de georreferenciação com DPGS RTK para corrigir estes problemas, em colaboração com o CIACOMAR da Universidade do Algarve.

Surgiram ainda outros problemas no decorrer dos trabalhos de campo, como o desaparecimento de estacas de referência, a interrupção dos trabalhos por passagem de viaturas todo-o-terreno e por trabalhos de construção que entretanto se iniciaram.

Os primeiros resultados de levantamentos topográficos a serem utilizados para este trabalho dizem respeito à caracterização da situação de referência quando da instalação das EMP.

São apresentadas nas figuras 12 a 14 algumas imagens do resultado da interpolação por triangulação para obtenção do MDT, bem como a representação dos pontos monitorizados e o seu enquadramento nas zonas em estudo.

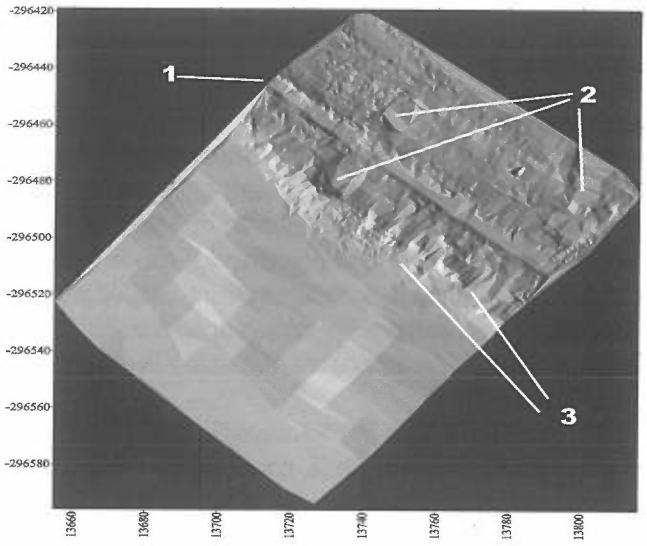


Figura 12 – Perspectiva tridimensional (S=2X) do modelo digital de terreno no protótipo (Praia de Faro), sendo perceptível a erosão originada por pisoteio no acesso dos habitantes e veraneantes à extremidade da península (1), depressões onde estão casas (2) e ainda zonas de deflação existentes na duna frontal (3).

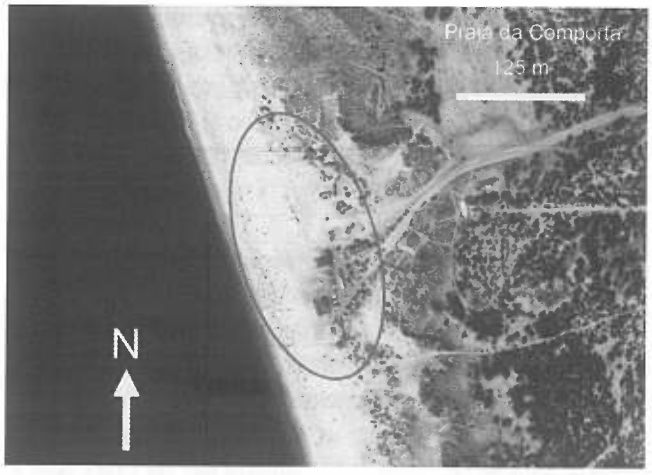


Figura 13 – Área monitorizada na praia da Comporta.

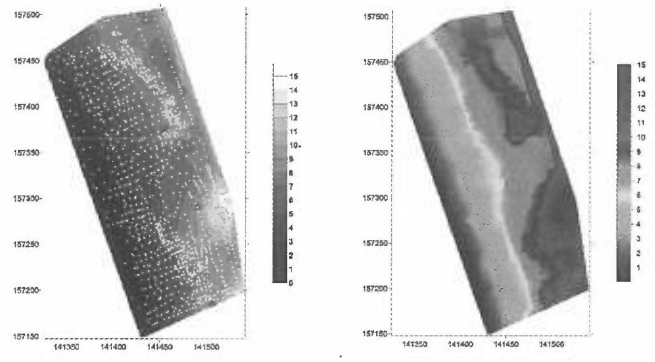


Figura 14 – Pontos levantados por métodos topográficos na praia da Comporta (esq.) e respectivo resultado de interpolação de superfície de referência (dta.).

IV – DISCUSSÃO

Os resultados acima expostos devem ser utilizados em duas abordagens distintas, ambas potenciadoras de uma boa gestão de zonas com forte dinâmica dunar: a) preservação e b) recuperação.

IV.a) Preservação

Numa abordagem preservacionista dever-se-á potenciar a não-ocupação de zonas de grande dinâmica dunar e marinha, quer associada a áreas de alimentação do sistema, quer às zonas de acumulação. Nesta perspectiva, todas as zonas de praia emersa e submersa deverão ser preservadas de qualquer ocupação, particularmente se essa ocupação significar um corte significativo em área ou um obstáculo à livre circulação de sedimentos.

É considerada zona de não-ocupação toda a zona coroada por dunas embrionárias e cordão dunar frontal com evidências de dinâmica associada à última década. Esta zona já está parcialmente ocupada pelas estruturas de alguns apoios de praia. A eventual remoção destas estruturas deverá seguir princípios básicos de acesso perpendicular ao sistema dunar, com mínimo distúrbio da superfície e eventual abandono de estruturas soterradas.

A zona de ocupação condicionada é fundamentalmente definida pela existência de fenómenos de erosão dunar e por uma zona-tampão associada às dunas frontais, ocupando uma zona definida entre o limite máximo de preia-mar e cerca de 500 m para o interior desta. Esta zona está bastante degradada pelas estruturas existentes nas zonas balneares.

IV.b) Recuperação dunar

Numa perspectiva de recuperação do sistema dunar em zonas degradadas ou como exercício de gestão do sistema (re)naturalizado, há que potenciar a retenção de areias em zonas onde se possa estabelecer vegetação colonizadora. Estas poderiam ser complementadas com estruturas ligeiras colocadas na transição entre as duas zonas, que permitiriam evitar a ablação de sedimentos superficiais da praia para o mar durante o período estival.

Chama-se aqui a atenção para a interpretação dos valores obtidos em termos de resultados brutos e resultantes líquidas do transporte sólido eólico, no sentido em que qualquer processo de recuperação iniciado em zonas com evidente transporte começará por aferir os valores de transporte bruto, já que a areia seria retida de todas as direcções, ao que se segue a captura de areia segundo uma direcção preferencial (resultante líquida). A predominância do factor de inibição topográfico far-se-á sentir quando o edifício dunar evoluir como barreira impermeável ao vento. Valores de TSE da ordem dos 6,0 $m^3/m/ano$ permitem formar pequenas dunas, que se tornarão mais volumosas pela captura de sedimento com a ordem de grandeza dos valores da componente transversal da resultante líquida do transporte, a um ritmo de cerca de 1/5 do valor inicial, alongando-se os edifícios dunares como resultante do transporte líquido de sedimento no sentido longilitoral.

No intuito de preservar a paisagem, há que evitar estruturas de recuperação pesadas ou muito densas, privilegiando a plantação de espécies endémicas de modo a aumentar a rugosidade hidrodinâmica da superfície ou a colocação de estruturas temporárias, de baixo perfil, facilmente amovíveis ou de materiais biodegradáveis, passíveis de serem soterradas na areia (pranchas de madeira, cabos grossos de material natural, restos de vegetação, etc.).

A localização, densidade e tipologia de recuperação irão depender muito de um mais demorado estudo do regime de ventos local e restantes variáveis condicionantes do transporte sedimentar eólico, do padrão de distribuição sedimentar e de cuidados levantamentos topográficos de pormenor.

Ainda é necessário mais tempo para se poderem tirar conclusões representativas de todas as situações possíveis. É fundamental que se possa introduzir os parâmetros da vegetação no modelo de TSE, para aferir os parâmetros de rugosidade hidráulica da superfície de zonas vegetadas, particularmente a duna embrionária.

Seria positivo poder recorrer aos registos de cartografia em formato digital existentes nas entidades produtoras de cartografia, em particular o Instituto Hidrográfico (IH), para se poder ter uma ideia da evolução dos sistemas praia/duna nas últimas décadas.

IV.c) Contributos para a gestão do litoral

Os sectores de costa ocupados por praias arenosas constituem ambientes únicos que atraem o investimento e ocupação urbanística, tendo no entanto cada caso um modelo único de desenvolvimento e de riscos associados. Os perigos e eventuais medidas preventivas de situações graves de ocupação de zonas litorais estão esquematizados na tabela IV.

O dano mais sério e irreversível que pode ser provocado em sistemas sedimentares em equilíbrio dinâmico é a estabilização da frente oceânica por estruturas rígidas: paredões, pontões, revestimentos, etc. Tal estabilização destrói a praia e leva ao aprofundamento dos fundos adjacentes e incremento

Tabela 4 - Ocupação de zonas costeiras com sistemas dunares

RISCO	PREVENÇÃO
Erosão costeira	Construir o mais possível afastado da linha de costa Tipos de construção amovíveis ou com curto tempo de vida (madeira, sazonais, etc.) Manutenção das fontes sedimentares a montante Evitar a remoção de sedimentos das zonas integradas na dinâmica costeira (ou tentar compensá-la – "bypass", realimentação, etc.)
Galgamentos oceânicos e inundações	Construir em zonas acima da altura esperada para as ondas de tempestade Construir sobre estacas Preservar e manter a duna frontal Evitar a abertura de passagens nas dunas, particularmente com destruição da vegetação por pisoteamento ou circulação de veículos Evitar ocupar áreas susceptíveis de ocorrência de galgamentos (por exemplo, zonas baixas, sem duna frontal, com praia estreita e de declive acentuado)
Desestabilização do sistema dunar	Preservar a vegetação dunar Preparar estratégias de recuperação do sistema dunar Minimizar a influência das construcções sobre o fluxo natural de sedimentos associado ao vento

da velocidade e intensidade das correntes, gerando o dispêndio de verbas avultadas para a manutenção do empreendimento. A única solução a longo prazo é a abstenção total de qualquer construção nas zonas sujeitas a erosão.

Agradecimentos

Todo o trabalho desenvolvido teve como base vários projectos em que o DCT (Departamento de Ciências da Terra da Universidade Independente) se encontra ou encontrou envolvido, com base em protocolos de colaboração, nomeadamente o Projecto de Recuperação, Monitorização e Fiscalização do Cordão Dunar no Parque Natural da Ria Formosa (ICN), Projecto de Recuperação dos Cordões Dunares no Arco Tróia-Sines (DRAOT – Alentejo) e o CROP – Cross-Shore Processes on Contrasting Environments (FCT – com coordenação da Universidade do Algarve). As estações meteorológicas foram adquiradas pela DRAOT-A (Direcção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território – Alentejo), no âmbito do supracitado projecto Tróia-Sines e pelo IMAR – Instituto do Mar, para os projectos referentes à Ria Formosa.

V – BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, F., R. BAPTISTA, A. FERREIRA, N. GOMES, J. J. MELO, P. LEITÃO, M. J. PINTO, 1998 – "Estudo Ambiental Estratégico para a Península de Tróia". Relatórios 1-2. 38 pp + Anexos.

BAGNOLD, R., 1954. *The Physics of Blown Sand and Desert Dunes*, Eds. Edward Arnold.

CASACA, J., MATOS J., BAIO, M., 2001 – *Topografia Geral*, Lidel – Edições Técnicas.

GASPAR, J., 2001 – *Cartas e Projecções Cartográficas*, Lidel – Edições Técnicas

GOMES, N., 1992 – "Dinâmica dunar no arco Tróia-Sines (Portugal)", Dissertação de mestrado apresentada no Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa.

GOMES, N., ANDRADE, C., ROMARIZ, C.,1990 – "Avaliação do transporte sólido eólico na Península de Tróia", GEOLIS, vol. IV, fasc. 1 e 2.

GOMES, N., ANDRADE, C., ROMARIZ, C., 1991 – "Sand transport rates in the Tróia-Sines arc, SW Portugal", Pred. 3rd EUDC Congress, Galway, Ireland.

GOMES, N., CARAPUÇO, A.M., MORGADO, N., 2001 – "Aplicação e Aferição a 1Hz por período superior a um ano de Modelos Predativos do Fluxo Sólido Eólico em Tróia". Anais Científicos da Universidade Independente, vol. 2, nº 4, pp. 39-60.

GOMES, N., GARCIA, J., 2002 . "Beach/dune morphology survey errors in aeolian sand transport monitoring" (*Revista da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, aguarda publicação).

GOMES, N., DOMINGOS, J., JARDIM, N., SANTOS, R. 2002 – "Wind distribution over beach/dune surface: Improving aeolian sand transport estimation, Jour". *Coastal Research* - ICS2002 special issue (no prelo).

GOMES, N., MACHADO, I., DELGADO, F., 2001 – "Potencial de recuperação dunar em Tróia utilizando algas", *Actas do II Seminário de Recursos Geológicos, Ambiente e Ordenamento do Território*, UTAD, Setembro de 2001.

MATOS, J., 2001 – *Fundamentos de Informação Geográfica*, Lidel – Edições Técnicas.

PAIVA-FERREIRA, R., GOMES, N., PINTO-GOMES, C., MIRA, N., 2002 – "An integrated methodology for management and conservation of dune systems in the Tróia-Sines arch (SW Portugal)". Phytosociology meeting, Porto/V.N. Gaia (Setembro).

PINA, A., TEIXEIRA, J., GOMES, N., 1999 – "Análise da sensibilidade ambiental da extremidade norte da península de Tróia com recurso a metologias SIG", ESIG99.

REBÊLO, L. P., BRITO, P. O., MONTEIRO, J. H., 2002 – "Reading the wind to study the coastal dunes", *Littoral 2002*, Porto, pp. 385-386.

SÁ-PIRES, C., FERREIRA, Ó., MORRIS, B., MATIAS, A., e DIAS, J. A. (2002) – Programa de monitorização para a determinação das variações transversais em praias. (*Revista da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, aguarda publicação).

O Mar e o Poder de Escolha

Trabalho realizado por:
• *Filipe Ortigão Neves*

Universidade de Londres
Department of War Studies, King's College, London

"O poder implica ter capacidade de escolha de soluções para os seus problemas, porque ter capacidade de ser escolhido não é poder mas apenas paciência[1]."

O poder para escolher o que cada um deseja na vida pode ser tido, com segurança, como uma das poucas aspirações, verdadeiramente globais, de todos os homens e sociedades. Quanto mais larga for a opção de escolhas disponíveis, mais eficaz e útil este poder se torna e maior a liberdade de acção de quem o desfruta.

Como adquirir este poder? Desde o fim do império ultramarino de Portugal e da sua inserção, nos meados dos anos 80, no que é hoje a União Europeia existe uma crescente consciência que este estado-nação perdeu, em grau considerável, o seu poder de escolha. Esta preocupação tem sido patenteada por uma vasta literatura que procura e advoga soluções para ultrapassar esta situação.

Uma das correntes desta literatura, provavelmente a mais proeminente, tem discutido incisivamente a importância do mar para o desenvolvimento, autonomia e independência de Portugal, no que pode ser designado como a opção euro-atlântica de Portugal[2]. Contudo, para maior exasperação, expressa pelos seus autores, esta não tem tido o desejado impacto, em termos eficazes, na sociedade portuguesa e nos seus órgãos políticos. Apesar de as ideias defendidas por esta corrente serem acertadas, pensamos que o modo como elas têm sido avançadas e articuladas não o é. Isto, pensamos nós, é o que tem contribuído para a exasperação dos seus autores. O que desejamos proporcionar é uma linha alternativa de argumentação que venha a interessar a sociedade pelo mar e mostrar o seu importante e potencial papel no futuro.

O poder de escolha, como já dissemos, é provavelmente uma das poucas aspirações universais de todos os homens e sociedades. Adquirir este poder de escolha, julgamos, devia ser o principal objectivo deste estado-nação. Pelo valor real que este objectivo tem, mas também como um meio persuasivo para mobilizar a sociedade a participar nele. O correcto uso do mar pode jogar um importante papel na obtenção deste poder de escolha. Dito isto, o mar por si só não nos trará este poder de escolha. Outros factores terão de ser articulados com ele para garantirem o seu sucesso.

Começaremos por uma breve apresentação da situação actual de Portugal. Depois exporemos os argumentos prévios e demonstraremos porque é que eles não têm o desejável impacto na sociedade e nos seus órgãos políticos. A seguir desenvolveremos o enquadramento conceptual que suporta a nossa argumentação, o poder de escolha, e mostraremos como o mar pode ser usado para o adquirir, relacionando-o com a posição geográfica de Portugal, as suas potencialidades, sem esquecer os interesses estratégicos de Portugal, bem como os de outros Estados e como este poder pode ser mantido. A terminar, integraremos, de forma breve, o mar com outros factores que darão o necessário complemento para tornar este poder de escolha de facto.

Portugal: um breve esboço

Numa recente estatística, Portugal apareceu como o 28º país mais desenvolvido do mundo, três lugares atrás da Grécia[3]. A sua produtividade é baixa, sendo, em 2001, 34% abaixo da média da UE[4] e o pouco que produz com significado tecnológico é resultado do investimento e conhecimento estrangeiro, resumindo-se essencialmente na mão-de-obra barata a contribuição de Portugal para o processo. Há casos que desmentem isto, mas, infelizmente, não suficientes para nos impedir de concluir que Portugal não é particularmente produtivo ou inovativo. Isto não pressagia nada de bom num mundo onde "os países que se atrasam na produtividade, inovação e crescimento económico têm menores recursos para se defrontar na arena internacional e menores capacidades para mobilizar na ... defesa"[5] dos seus interesses.

A maior parte do que o País consome, em particular géneros alimentares (incluindo peixe!) e energia, vem de fora. Cerca de 77% das suas importações chegam por mar[6]; contudo, as trocas comerciais com os seus principais parceiros, a UE, têm vindo a desenvolver-se mais por terra do que pelo mar, tendo quadruplicado entre 1986 e 1999, registando um crescimento de 288%[7]. O mesmo se passa com as suas exportações para a UE e outros destinos, seguindo 45% delas por terra, em 1997, em vez dos 14% registados em 1980[8]. Em vez de acompanharem a crescente tendência global do transporte marítimo, elas diminuíram[9]. Isto é bastante curioso uma vez que se estima que o transporte marítimo custa 10% a 20% do terrestre e 1% do aéreo[10]. Isto protegeria significativamente os interesses dos consumidores e, identicamente, tornaria as exportações portuguesas mais competitivas. Enquanto podemos estabelecer uma importante ligação entre o mar e a economia de Portugal, não podemos deixar de concluir que ela se apresenta mais como uma economia dependente do que interdependente ou autónoma, com exportações particularmente pouco competitivas face ao que poderiam, potencialmente, ser.

A posição de Portugal quer na NATO quer na UE é particularmente importante para a segurança e bem-estar delas. Através das águas juridicamente portuguesas, actualmente 1 720 000 km²[11], ou entre elas situa-se o ponto de convergência de todas as rotas marítimas vindas de África e da América do Sul, se não mais longe, para o Mediterrâneo e a Europa do Norte[12].

A importância estratégica desta região é de extrema importância. Para a NATO, é um importante ponto de estrangulamento para as suas rotas de abastecimento de emergência no caso de uma crise europeia[13]. Isto para não mencionar a importância que a base aérea dos Açores tem para o tráfego aéreo militar com destino à Europa e Extremo Oriente[14]. Para a UE, é um dos postos avançados do espaço de Schengen dado ser um importante ponto de passagem do tráfico de drogas e de chegada de imigração ilegal proveniente de África e América do Sul[15].

Tudo questões que afectam também Portugal directamente. Dos 17 navios da Armada Portuguesa, somente 5 podem, com segurança, ser considerados como tendo valor militar, dos quais dois, os submarinos, serão em 2007 as mais velhas unidades do seu tipo em serviço no mundo. A par de outros problemas conhecidos do passado recente, tais como as limitações em combustível para o cumprimento das suas actividades operacionais, parece que para o desempenho das suas actividades regulares (por exemplo, a repressão do tráfico de drogas) e em emergências a resposta da Armada não poderá ser considerada credível. Um assunto que vivamente preocupa o corpo dos Oficiais da Armada, mas que deveria igualmente preocupar o resto da sociedade portuguesa.

Sem meios apropriados, não somente Portugal se verá incapaz de defender os seus interesses, mas também projectará a sua fragilidade sobre os seus aliados e parceiros, que olharão Portugal não como uma solução, mas como um problema.

A situação do País está longe de ser boa. É frágil e nada promissora se quiser ter sucesso futuro. Os muitos que se têm preocupado com isto, vêem o futuro de Portugal passar pelo mar. Contudo, as suas teses têm, na melhor das hipóteses, sido assimiladas, como elementos de sabedoria e eloquência, no discurso político da nação, tendo falhado a transformarem-se em algo de tangível e efectivo.

Frustração: porquê?

As palavras do Director do Instituto de Defesa Nacional em 1995: "Tem-se vindo a adquirir a consciência de que a condição marítima de Portugal não é bem entendida (...) por grande parte da população portuguesa como uma realidade que interessa preservar e desenvolver"[16] adequadamente abarcam a exasperação expressa pela falta de impacto que preocupa os citados autores; "Vou pois apresentar uma visão pessoal deste assunto como mais uma achega que possa contribuir para as desejadas melhorias no sector uma vez que se constata que todo esse esforço de informação e esclarecimento não tem tido os resultados que todos os que nele têm estado envolvidos desejariam"[17]; "Todas as tentativas realizadas nestes últimos vinte e cinco anos para ressuscitar a Marinha Mercante nacional e desenvolver as restantes actividades marítimas fracassaram perante a indiferença, a ignorância e a ausência de ideal colectivo"[18] e "O desprezo que o poder político tem votado ao Mar – englobando neste termo tudo que ao mar diz respeito – desde que o País foi amputado do seu poder ultramarino"[19] reflectem o desespero atingido pelos referidos autores.

Estas preocupações não foram completamente ignoradas. Elas figuram habitualmente no discurso político da nação, especialmente depois de 1998 em virtude da EXPO 98 e da declaração, pelas NU, do Ano Internacional dos Oceanos. Recentemente, por ocasião da Cimeira da Terra de Joanesburgo, o primeiro-ministro português sublinhou que a questão do Oceano era um "tema muito caro ao meu país" e um importante factor do desenvolvimento sustentável[20]. O discurso político tem contudo falhado na sua materialização. Porquê?

Como dissemos, o conteúdo destas teses, as suas preocupações e sugestões são correctas. Então porque é que, com efeito, elas não mobilizam nem a sociedade nem os políticos? A resposta a esta pergunta, acreditamos, tem de ser encontrada no modo como estas teses são justificadas e defendidas. Há três pontos a que frequentemente se recorre e que se articulam com este propósito. Apesar de eles não serem os únicos argumentos exclusivos, tendem a obscurecer acentuadamente a sua retórica. Por razões particulares sentimos que eles ofuscam a importância do mar e a urgência que a questão assume perante a maior parte da sociedade. Eles são a história, a independência e o idealismo.

É comum usar-se o exemplo e os precedentes históricos para ilustrar ideias e sustentar argumentos. Sem dúvida sentimos que isto é correcto e extremamente útil. Quando defendem a importância do mar e a sua utilização para Portugal, muitos dos autores fazem recurso ao exemplo histórico, particularmente com referência à idade de ouro de Portugal.

"Grande parte dos historiadores e analistas políticos sustentam que Portugal deve a sua independência, a sua individualidade (...) ao mar e à sua epopeia marítima[21]." Citando historiadores, e não só, tais como Jaime Cortesão "Portugal nasce como Estado, e afiança a sua independência, desde que, aproveitando (...) as facilidades que lhe oferecia o mar[22]", Elaine Sanceau "Portugal descobriu dois terços da Terra (...) basta olhar para um mapa para ver a maravilha de tal feito e reparar na pequena dimensão deste País localizado na periferia ocidental da Europa (...) cuja população andaria, em 1500, por dois milhões (...) que se estendeu por três continentes e dois oceanos (...) impossível, ter-se-á exclamado ao ouvir isto pela primeira vez (...)

mas aconteceu"[23] e outros sublinharam a importância que o uso do mar teve na construção da riqueza e do poder que Portugal então deteve.

Esta abordagem é compreensível e correcta. Estas opiniões e factos históricos consubstanciam marcadamente a importância que o mar teve na construção de Portugal e a importância que os Descobrimentos tiveram no seu poder e riqueza. Elas também sugerem e abrem um precedente para as teses de hoje. Contudo, sentimos que esta abordagem é nociva. Apresentamos duas razões.

Primeiro, esta argumentação histórica pode, infelizmente, ainda ser vista como mantendo conotações negativas no seio de certos círculos da sociedade portuguesa para quem os Descobrimentos podem ainda conter conotações com o colonialismo e o fascismo[24]. Foi uma característica marcada do discurso político do Estado Novo, particularmente durante os últimos 13 anos de império. O que pretendemos salientar é que existe uma carga emocional que relaciona esta linha de argumentação com o passado recente de Portugal que por vezes desencadeia uma irracional, mas real, rejeição de princípio a este tipo de tese. A segunda razão, que julgamos ser a mais forte, será exposta mais adiante uma vez que é igualmente pertinente para os outros dois pontos.

Outra justificação correntemente utilizada é a de que Portugal deve a sua independência ao mar. Isto é verdade, especialmente em relação à Espanha. Aqui, o exemplo histórico e a argumentação, como acima vimos, continuam a jogar um importante papel.

Em termos nacionais, de acordo com o Alm. Sacchetti, "Portugal não tem razões para definir qualquer tipo de ameaça regional, nem para considerar, no seu planeamento estratégico a curto ou a médio prazo, qualquer conflito militar com os países geograficamente mais próximos"[25] e por mais de um século que o país não experimentou nenhuma espécie de ocupação militar. A ameaça que representa o seu tradicional inimigo, Espanha, não é mais explícita, mas subtil, e é essencialmente económica. Também o "dito" abaixamento de fronteiras políticas e aduaneiras, a suposta defesa colectiva e a solidariedade entre os membros da EU e NATO tornam muito difícil convencer de que há uma independência a defender e que ela tem de ser defendida especificamente por esta sociedade. Especialmente agora que "chegou-se a um ponto em que, para se obterem determinados tipos de decisões, já se tem, forçosamente, que sair do País[26]!"

Vale também a pena mencionar a ideia, segundo o Eng. Gonçalves Viana, de que a sobrevivência, associável à ideia de independência, é assumida como relevante só perante circunstâncias extremas e calamitosas e a partir daí apenas será considerada quando as coisas se tornarem piores e nunca antes disso[27]. Por estas diversas razões, a opinião pública (os contribuintes) e os políticos não vislumbram nenhuma ameaça ou interesses nacionais que justifiquem tais preocupações. Este problema, sentimos, também dilui, especialmente entre a população, o conceito de soberania.

O terceiro ponto que desejamos sublinhar é o tom idealista que ressalta de algumas destas teses. Isto diz respeito, muito concretamente, à especial atenção que estes autores dão à questão do espaço cultural português no mundo, uma ideia semelhante à da britânica Commonwealth, com a intenção de se criar um efectivo bloco cultural, económico e político de falantes do português. Um objectivo que pensamos ser um interesse de longo prazo do País. Institucionalmente, já existe a Comunidade dos Povos de Língua Portuguesa (CPLP), mas ainda está longe de ser efectiva. O mesmo ponto pode ser aplicado a duas outras questões seguintes. Elas são a nostálgica recuperação de um espírito de empresa e a inculca de preocupações sociais e ambientais numa perspectiva global.

A primeira ideia avançada é uma espécie de Quinto Império, um legado dos Descobrimentos. "A Portugal cabe ainda a honra de ter iniciado a edificação daquilo que hoje se vai chamando de 'aldeia global', ao pôr em contacto mais directo, mais livre (...) pelos oceanos – povos, culturas, religiões e economias diversas e distantes[28]." Embora referências deste género não sejam explícitas, transparecendo nas entrelinhas normalmente dos trechos que abordam assuntos históricos, elas não deixam de estar presentes querendo, parece, através do luso-tropicalismo, talvez até de um certo saudosismo, mostrar a importância do mar para a "missão" de Portugal. O segundo está também saturado de abstracção. Falando de tecnocratas, o Eng. Gonçalves Viana avisa-nos de que o espírito deles é o inverso do do Infante D. Henrique quando se refere à falta de expediente daqueles[29] e o Cte. Virgílio de Carvalho incita a sociedade portuguesa à recuperação do espírito de Sagres[30]. Ambos os desejos transmitem a necessidade de uma atitude empreendedora orientada para o mar. Se, por um lado, este ponto, como os outros dois, transmitem a importância do mar e do seu potencial uso por Portugal, porque é que nós defendemos que eles obscurecem simultaneamente a sua importância e a urgência da questão?

Enquanto esperamos que a potencial inadequação destas justificações seja já clara, desejamos não deixar dúvidas no que respeita ao seu potencial contributo para a falta de impacto que estas teses têm tido. Numa sociedade onde "a anulação de qualquer ideal colectivo que não seja o consumismo, o mediatismo (e) o imediatismo"[31] prevalece, onde a principal prioridade dos seus cidadãos é "sustentar a família, educar os filhos, amealhar para a reforma (e) defender-se da predação financeira do Estado"[32] e que é tida como culturalmente desarmada. Opiniões subscritas pela maior parte daqueles autores.

Um tal público não é, provadamente, sensível a esta espécie de argumentação. Para a maior parte, os portugueses dos Descobrimentos são demasiado míticos, tal como

foram recriados pela história popular, para estabelecerem qualquer relação entre eles e as suas dificuldades. A independência do País não está visivelmente, isto é, militarmente, em perigo. Os benefícios que no futuro poderão ser colhidos da CPLP e as preocupações de governação global parecem distantes, estas últimas um problema que respeita aos grandes poderes e aos países desenvolvidos. Também a participação individual dentro da sociedade civil tem decrescido, registando-se habitualmente em eleições recentes uma participação activa de cerca de 50% do eleitorado. O mote, podemos concluir, é "Primeiro viver, depois filosofar"[33] e as justificações demasiado abstractas para serem agarradas.

O caso não está, contudo, perdido! Enquanto vemos as razões que têm falhado a efectiva cativação e mobilização da sociedade, nós vemos nelas os elementos necessários para construir uma argumentação eficaz. A nossa proposta desdobra-se em duas.

A primeira poderá escandalizar, especialmente os meios académicos, mas sentimos que, dadas as circunstâncias, tal é essencial para uma clara compreensão. Propomo-nos despir toda a argumentação dos três conceitos acima discutidos: exemplo histórico, preocupação de independência e idealismos. Havendo, esperamos nós, removido as potenciais fontes de abstracção, propomo-nos argumentar exclusivamente em termos tangíveis e inteligíveis. Esta é a nossa segunda proposta.

A questão reside em definir com precisão o que são estes termos tangíveis e inteligíveis. Procurando na sociedade por aqueles cujas mensagens são passadas de um modo efectivo para a sociedade, descobrimos os *media*, em particular a publicidade. Se olharmos de perto, por exemplo, a publicidade de serviços, verificamos que diferentes companhias competem, oferecendo, dentro do seu ramo, mais e melhores vantagens aos consumidores. Estas vantagens traduzem-se em escolhas. Quanto mais e melhores forem, mais satisfeito ficará o cliente.

Podemos transferir esta analogia para a sociedade como um todo. Quanto mais escolhas esta tiver à sua disposição, mais ela pode fazer, dentro da razão. Escolha, poder de escolha, como ideia é atractiva. Não é cansativa, enfadonha ou abstracta, como seriam o exemplo histórico, as preocupações pela independência ou um eloquente idealismo. É uma ideia inteligível e tangível. Ajusta-se mais ao "viver primeiro" do que ao "filosofar depois". Como definir então este poder de escolha? O que é que ele vincula? Como conservá-lo uma vez adquirido?

O enquadramento conceptual

"O poder implica ter capacidade de escolha de soluções para os seus problemas, porque ter capacidade de ser escolhido não é poder mas apenas paciência[34]."

"Os países que se atrasam na produtividade, na inovação e no crescimento económico terão menos recursos para empregar na arena internacional e menos capacidades para mobilizar na sua defesa[35]."

O poder de escolha implica, tanto para os indivíduos como para as colectividades, um considerável grau de independência. Este grau de independência é o resultado de uma ou mais vantagens de que podemos dispor. No caso de um Estado, o rol de vantagens procurado é diversificado. Primeiro e mais importante, são os seus recursos humanos, como eles são, formal e informalmente organizados, a sua formação académica, os seus conhecimentos, as suas capacidades e iniciativa. A qualidade dos seus recursos humanos influenciará por sua vez, as capacidades e o desenvolvimento científico, tecnológico, económico e financeiro desse Estado e da sua respectiva sociedade.

Ambas as qualidades e capacidades primárias e derivadas concederão ao Estado os meios com os quais as promover. Elas permitirão também que o Estado adquira três importantes meios políticos com os quais interagirá com outros Estados e organizações. O primeiro é a já mencionada economia. O segundo: forças armadas. Estes dois meios são essenciais para proteger e (intensificar) o desenvolvimento do poder de escolha e para executar uma política, mas devem ser guiados por um terceiro meio: a informação.

Quanto maior for a qualidade e a capacidade destes atributos num Estado, maiores as suas vantagens, a sua independência e auto-suficiência. Estas, por sua vez, traduzem-se em poder: poder de escolha sobre decisões que directa ou indirectamente afectam este Estado, a sua população, beneficiando esta com uma mais larga gama de opções e soluções para os seus problemas. Em suma, poder de escolha = liberdade de acção.

Esta liberdade de acção deve, contudo, ser cuidadosamente orientada. Deve-lhe ser dada uma direcção, um propósito e uma coerência através de um projecto, de uma estratégia. Também deve ser suficientemente flexível para se adaptar a novas circunstâncias, mas sem perder de vista os seus objectivos finais.

Deve também ser bem avisada num aspecto em particular que está a tornar-se cada vez mais claro, mesmo que incipientemente, para que se possa reter este poder de escolha. Como o mundo globalizado de hoje está a tornar claro, muitas das decisões dos Estados têm efeitos para lá das suas próprias fronteiras. Efeitos negativos podem directa ou indirectamente repercutir-se nesse Estado, nas suas populações e nos seus interesses – por exemplo, desencadear uma atitude de hostilidade em relação a esse Estado específico ou originar ou piorar situações de pobreza ou risco ambientais que o possam afectar. Ambos os casos trar-lhe-ão inconvenientes que poderão limitar a sua liberdade de acção por lhe criarem obstáculos antes inexistentes ou por aumentarem os que já existem, daqui decorrendo custos até aí evitáveis, em particular para a vida humana e o desenvolvimento e, face a isto, diminuindo o seu poder de escolha.

A razão para invocar esta preocupação em particular é uma: o interesse próprio. Contudo, o interesse próprio em

sintonia com os ideais de fraternidade global que, pelo menos parece, as sociedades ocidentais gostam particularmente de advogar, de levar a cabo e até, muitas vezes, de impor aos outros, tais como, entre vários, os direitos humanos, a salvaguarda do ambiente, a distribuição equitativa e o acesso à riqueza e recursos. A criação de instituições globais para monitorar, neste sentido, o comportamento dos Estados e para penalizar desvios a estes ideais/valores, tais como a ONU, e a construção do direito internacional para os defender são claros sinais de que os aparentemente sublimes ideais poderão, no futuro, ganhar substância.

À luz desta possibilidade, é importante, para salvaguardar interesses tidos, que se evitem políticas que possam suscitar sanções da parte de tais organismos e, por conseguinte, prescindir de obstáculos e/ou inconvenientes que atrapalhem, para depois não ter que remediar situações evitáveis. É plausível que um Estado que se mantenha na crista da onda desta nova ordem melhor a compreenda e fique de antemão preparado para lidar com ela. Irá também encarar menos frustrações no seu planeamento de longo prazo. Com a vantagem de que, estando na vanguarda de uma nova ordem que aspira a objectivos respeitáveis, este Estado ganhará prestígio, formal e informal. Adquirirá legitimidade para defender os seus próprios interesses e simultaneamente assumirá uma posição de força face ao direito internacional, às organizações e outros Estados. E por isso o seu peso de negociação será maior.

Em suma, sendo-se inteligentemente realista, cria-se uma situação que é benéfica em proveito próprio, para o bem-estar da humanidade e aqui, uma vez mais em proveito próprio, pela prossecução de políticas do seu interesse sem antagonizar, contra esse Estado outros, sejam eles pessoas, onde possível, ou a Natureza e de maneira que leve os outros a ajudarem ou, pelo menos, a não estorvarem esse Estado na concretização dos seus objectivos, de modo a preservar um maior acréscimo de liberdade do que se proceder doutra maneira. Atingir uma tal situação seria ideal; porém, vivendo num mundo imperfeito, com complexos problemas, é necessário termos à mão um "pau" para quando falhar a "cenoura" ou para prevenir tentações de abuso da parte de outros. Planeando e actuando desta maneira, um Estado «produzirá» um poder de escolha sustentável, assegurando assim a sua liberdade de acção.

Prosseguindo tais políticas, o Estado garantirá também opções fundamentais para o seu futuro. Por um lado, perseguirá os objectivos duma comunidade global idealizada a que muitos aspiram, duma maneira que é racional e mais fácil de ser aceite pela sua população, especialmente por aqueles que forem menos sensíveis aos problemas globais. Também se posicionará numa posição mais vantajosa para enfrentar os desafios que este ideal põe. Contudo, se estas aspirações se não materializarem, este Estado encontrar-se-á numa posição de força e não ficará, excessivamente pelo menos, interdependente e/ou dependente de outros. Assim, manterá sempre, idealmente, em todas as circunstâncias o seu poder de escolha. O objectivo final deste conceito!

A pergunta que pede que se lhe responda é: como é que um Estado alcança isto, em particular um estado-nação como Portugal? Sendo um Estado democrático, onde pelo menos o governo é um poder corpo eleito ao serviço da sua sociedade e ambos partilham da mesma nacionalidade, podemos assumir teoricamente, dentro da razoabilidade, que os interesses de ambos são mutuamente defendidos ou, pelo menos, que uma certa harmonia entre eles pode ser estabelecida.

Para o nosso propósito o que é, contudo, mais importante é demonstrar que a aparente tangibilidade do nosso conceito, o poder de escolha, é de facto aplicável. Fazendo tal, esperamos dar à pergunta acima, uma boa resposta. Neste processo também virá à superfície que as preocupações e as ideias defendidas por quem tem escrito sobre estes assuntos são válidas, o que, nós esperamos, reforçará a nossa convicção de que é a maneira como são avançadas que as tem falhado.

O mar e o poder de escolha: o conceito aplicado

O papel que o mar pode desempenhar no poder de escolha de Portugal é importante. Por si só, o mar é um trunfo muito útil; porém, o que fará a diferença será o uso que dele se fizer e a qualidade desse uso. Isto é particularmente importante. Só um uso do mar correctamente planeado, equipado e executado providenciará um poder de escolha sustentável. Isto não pode deixar de ser enfatizado! Qualquer coisa de menos conduzirá provavelmente a um resultado ineficaz, se não mesmo danoso. É com este pensamento presente que começamos a nossa discussão sobre o mar e o poder de escolha. Dividiremos a nossa exposição em quatro blocos principais, dando particular ênfase ao mar como meio de comunicação, fonte de recursos, foco de desenvolvimento e potencial garantia de segurança.

O mar como meio de comunicação

O mar é um importante meio de comunicação que desempenha um papel decisivo no poder de escolha de um Estado e na sua subsequente liberdade de acção. Mostraremos a sua importância e as vantagens deste meio de comunicação num contexto global e local. Analisaremos então a posição potencial de Portugal em relação a este contexto e as vantagens que dele poderá colher. Também assinalaremos algumas das suas actuais fraquezas que poderão comprometer o seu poder de escolha.

Como já tivemos ocasião de indicar, o transporte marítimo é substancialmente mais barato que o transporte terrestre ou aéreo. O seu crescimento permaneceu

estável durante os últimos trinta anos a 2,3%. Transporta maiores quantidades de carga, especialmente cargas pesadas, tais como maquinaria, bem como bens estratégicos, especialmente combustíveis. É também considerado como sendo o mais seguro e, em termos ambientais, o mais limpo. O transporte marítimo corresponde a 95% do tráfego comercial do mundo[36]. Dentro da UE, representa apenas 30% do seu tráfego comercial, mas, ao mesmo tempo, corresponde a 90% do seu tráfego comercial com o estrangeiro. Como já mencionámos, 77% do que Portugal importa chega por mar, enquanto, surpreendentemente, somente 55% do que exporta vai por mar. É claro que o transporte marítimo é vantajoso e, dentro do contexto económico em que Portugal se insere, muito importante.

A posição geográfica de Portugal em relação às rotas marítimas comerciais usadas realça isto ainda mais. Estranhamente, esta posição privilegiada tem sido esquecida por Portugal. Dispõe de nove portos, dos quais Lisboa é um dos mais amplos portos naturais da Europa. Através das suas águas e entre elas convergem todas as rotas marítimas com destino ao Norte da Europa e ao Mediterrâneo provenientes de África e da América do Sul, do Índico e do Pacífico, e entre as fachadas sul e atlântica do nosso continente e vice-versa, e 55% do comércio marítimo da UE[37]. Ainda mais estranho, estas rotas têm, habitualmente, como seu destino final Antuérpia ou Roterdão. Os artigos aí descarregados são então encaminhados para os seus destinos finais, incluindo em direcção ao Sul.

Isto é estranho por várias razões. Primeiro, porque os portos holandeses são artificiais e sofrem de severos problemas de congestionamento. Para lhes acederem, os navios devem navegar através do Canal da Mancha, onde outras rotas oriundas da América do Norte convergem, criando aqui uma muito densa concentração de tráfego marítimo num espaço restrito, com já sentidas repercussões de poluição. O mesmo problema é sentido naqueles portos. Outro ponto a reter é que aqueles bens são transportados para os seus destinos finais principalmente por terra, daqui resultando mais caros do que por mar. Não devemos esquecer que somente 30% do tráfego comercial «doméstico» da UE é que não segue por terra.

Numa perspectiva nacional e europeia, seria melhor fazer uso de Lisboa, Leixões, Sines e Aveiro, os maiores portos de Portugal, para navios que têm de cruzar obrigatoriamente entre ou através de águas portuguesas. Transformando estes em principais portos oceânicos, onde a carga fosse transferida para navios de cabotagem que pudessem entregar essa carga noutros portos menores e navegar os rios/canais da UE acima. A cabotagem marítima tende a ser muito competitiva, já que o seu custo é baixo e não sofre reveses, tais como as congestões de tráfego típicas do transporte terrestre[38]. Esta opção é muito pertinente face à decisão tomada, há quatro anos, pela UE, para reforçar a navegação costeira como alternativa ao transporte terrestre, uma oportunidade que o Cte. Virgílio de Carvalho receia que Portugal já esteja a perder[39].

Entre as razões por que isto não acontece, há duas que gostaríamos de salientar. A primeira é o limitado tempo de trabalho das alfândegas dos portos portugueses, com o inerente inconveniente que isto traz para os custos e face à hora-limite das entregas. A segunda razão são as vantagens oferecidas pelos portos holandeses. Em vez de terem de pagar à cabeça o IVA no momento de levantar os artigos descarregados, aquelas autoridades concedem um período de três meses que precede esse pagamento, dando tempo ao empresário para vender esses artigos e, uma vez na posse dessa receita, pagar então o imposto devido. Os portos espanhóis oferecem vantagens semelhantes, tornando mais vantajoso importar através deles do que pelos portos portugueses. Nenhuma destas circunstâncias está de pedra e cal.

Os benefícios de uma tal iniciativa são potencialmente enormes. Antes de mais, seria efectivamente uma nova fonte de receitas e traria também um crescimento da influência económica e política de Portugal no seio da Europa. Em particular, isto poderia deslocar Portugal da periferia, geográfica, económica e política, da UE para o seu centro. Como o Cte. Virgílio de Carvalho advoga, é extremamente importante para Portugal que a UE não esteja baseada sobre um eixo Paris-Berlim (e possivelmente Madrid), que remeterá Portugal para uma situação periférica, em vez de uma euro-atlântica UE em que a posição de Portugal se tornaria central e, conjuntamente com o lugar que Portugal ocupa na NATO, como adiante veremos, mais influente.

É contudo inútil falar do mar como meio de comunicação se não se possuir o equipamento adequado para fazer uso dele. Desde 1975, a marinha mercante de Portugal foi severamente reduzida de 140[40] para os actuais 38[41] navios e um desconhecido número de navios arvorando bandeira de conveniência. Muito pequena quando comparada com as frotas mercantes holandesa e dinamarquesa, países com uma dimensão semelhante à de Portugal.

Em caso de extrema emergência, como em caso de guerra, em que o número de navios estrangeiros disponíveis para abastecer o país sofre uma redução brusca, 38 navios, ou coisa que o valha, não serão suficientes. Mas não sejamos tão drásticos. Se olharmos para o ano de 1991, quando Portugal tinha 64 navios, o dinheiro que saiu do País para pagar o transporte marítimo estrangeiro que nos abastece foi de cerca de 500 milhões de euros, montante que poderia, pelo contrário, contribuir para a economia nacional caso o País tivesse os meios suficientes[42].

Em face dos 77% das importações e dos 55% das exportações que seguem por mar e a natureza competitiva dos meios de comunicação, faz sentido que Portugal possua uma frota significativa. Especialmente no que respeita à já mencionada frota de navios costeiros tanto para prestar um serviço completo como para obter os devidos dividendos.

É também extremamente importante que Portugal possua navios capazes de transportar combustíveis, nomeadamente petróleo, gás e carvão, enquanto forem vitais para assegurar a subsistência do País. Portugal não possui fontes de combustível que possa aproveitar. Não possuindo meios próprios, depende exclusivamente do transporte marítimo estrangeiro para os combustíveis que importa. É uma situação que deixa Portugal numa posição débil. Se surgir uma situação que impeça os navios estrangeiros de assegurar o abastecimento de combustíveis a Portugal, isto terá sérias repercussões na economia e na vida do País.

Há quem argumente que isto, no que respeita ao fornecimento de gás natural, não é um problema dado que Portugal aderiu ao projecto do gasoduto que vem da Argélia até Portugal, via Marrocos e Espanha. Contudo, este plano põe dois problemas.

Primeiro, é uma opção limitativa em relação ao investimento feito na construção do gasoduto. Portugal tornou-se sujeito de um monopólio por parte dos seus fornecedores se estes decidirem impor preços ou condições desfavoráveis. Portugal pode sempre decidir abandonar esta opção, mas nesse caso o dinheiro gasto para fazer o gasoduto chegar a Portugal terá sido uma despesa desnecessária.

Em segundo lugar, o gasoduto liga fisicamente o país aos países que ele cruza antes de chegar a Portugal. Houve, no passado, tentativas de sabotagem levadas a cabo num gasoduto semelhante que abastecia a Itália[43], e com o 11 de Setembro e tendo em conta as tensões nos, e entre, países árabes tal não parece sensato. Também não devemos esquecer que a Espanha tem um grave problema de terrorismo, que poderá piorar após a ilegalização do Eri Batasuna. Também não é prudente que Portugal se torne criticamente dependente do seu maior e hegemónico vizinho. Não nos esqueçamos de que num passado recente privou Gibraltar do seu abastecimento em energia.

Seria preferível possuir meios próprios de trazer estes combustíveis, com a vantagem da flexibilidade. Portugal teria liberdade de escolher a fonte de proveniência desses combustíveis em termos de preços mais favoráveis. Se essas fontes deixassem de fornecer ou se o seu acesso se tornasse inseguro, facilmente se poderia optar por outra fonte.

Como é que tudo isto contribui para o poder de escolha? Uma marinha mercante bastante significativa faria diminuir consideravelmente os mais de 500 milhões de euros que por ano deixam a economia nacional enquanto simultaneamente estaria apta a servir outras economias, colhendo os respectivos ganhos. Seria, sobretudo, um importante contributo para a economia. O País também ganharia maior autonomia, não tendo de depender de outros para o seu abastecimento, principalmente em produtos críticos, tais como os combustíveis.

Converter, para a navegação que tiver de cruzar inevitavelmente as águas portuguesas, os principais portos de Portugal em portos oceânicos de primeira grandeza seria ainda criar outra importante fonte de rendimentos. Isto também deslocaria Portugal da periferia para mais perto do centro da economia da Europa, na qualidade de parceiro indispensável. O que, por sua vez, renderia dividendos políticos, tais como uma maior influência no desenvolvimento da UE.

Numa perspectiva europeia, isto reduziria o volume do tráfego marítimo quanto a navios maiores e os problemas de congestão maciça registados em torno dos portos holandeses, bem como os inerentes problemas de poluição. Também tornaria mais competitiva a distribuição via navegação costeira e fluvial dos produtos que chegassem nesses navios, beneficiando ambos o fornecedor e o consumidor.

Tal iniciativa implicaria muitas mudanças, tais como as referentes aos horários de expediente das alfândegas e às vantagens oferecidas pelas autoridades aduaneiras. Outras implicações seriam a alteração da situação legal que afecta as tripulações e os navios, uma maior coordenação do tráfego marítimo e articulação dos meios (algo que não será facilmente alcançado, uma vez que não há um sistema uniforme de controle de tráfego marítimo estabelecido no País, como há, por exemplo, em Espanha). Não queremos ignorar os potenciais problemas que isto deverá trazer, em particular os da poluição. Estes serão abordados quando falarmos do mar em termos de segurança e desenvolvimento.

O mar como fonte de recursos

Como se sabe, o mar é desde há muito tempo reconhecido como uma valiosa fonte de recursos. O que não se compreendia bem era que os seus recursos fossem finitos. O reconhecimento desta situação tem conduzido ao que Paulo Castro chama uma mutação no Direito Internacional relativo ao mar, de um Mare Liberum para um Mare Commune, uma vez que tem vindo a incorporar preocupações ambientais e humanitárias[44].

Muitos dos autores que escrevem sobre assuntos de defesa sublinham que os recursos do mar, se não forem correctamente geridos, podem tornar-se causa de futuros conflitos. Isto, numa altura em que muitas sociedades se voltam para o mar em busca de recursos ou de substitutos para os que já se não encontram em terra.

No fundo da questão da exploração dos recursos do mar espreita o espectro do Direito Internacional. Quando, como dantes, o mar era olhado como um Mare Liberum, tal como Grotius defendeu, recentes desenvolvimentos transformaram o mar num Mare Commune e nomeadamente maiores preocupações de sensibilidade humanitária e ambientalista penetraram o direito[45]. Isto conduziu à proclamação de que o fundo dos mares para além das águas jurisdicionais fosse considerado parte da Herança Comum da Humanidade, com a intenção de que os recur-

sos aí encontrados fossem objecto de não-apropriação, igual distribuição e pacífica utilização, o que foi aprovado pela ONU, mas sem a aprovação, entre outros, dos EUA[46].

Tais preocupações foram originadas pela da consciência de que os recursos do mar são finitos, de que eles representam, cada vez mais, substitutos alternativos para os exauridos recursos da terra, energéticos e alimentares, e que têm sido sujeitos a uma corrida, semelhante à que ocorreu em África no século XIX[47]. Tal observação levou o Cte. Virgílio de Carvalho a considerar que estamos no dealbar de uma civilização marítima[48]. Sem perder de vista estas preocupações, olhemos para os recursos do mar.

Os recursos do mar são divididos em dois grupos: macios e duros, sendo os últimos geralmente considerados como sendo de importância estratégica. Dito isto, há razão para acreditar que os primeiros venham a adquirir um estatuto semelhante.

Por recursos macios referimo-nos essencialmente ao peixe. O consumo de peixe em Portugal representa 23% das proteínas ingeridas, 6% mais do que a média mundial e 14% das despesas de alimentação dos consumidores. Estima-se que 539 611 t de um total de 610 473 t sejam importadas, contribuindo a indústria da pesca somente com menos de 1% do Produto Nacional Bruto (PNB)[49]. A captura anual mundial de peixe, cerca de 80 milhões de toneladas[50], é sobretudo levada a cabo nas Zonas Económicas Exclusivas (ZEE)[51]. De acordo com a Organização da ONU para a Alimentação e a Agricultura (FAO), 60% das reservas de peixe precisam de medidas urgentes de gestão devidas a sobrexploração[52]. Isto tem levado à imposição de quotas ao nível de captura de peixe, que tem, por sua vez, conduzido a conflitos menores, tais como a "Guerra do Bacalhau" e a "Guerra da Palmeta".

De acordo com a FAO, em Portugal a "indústria da pesca é bastante grande e diversificada" com actividades piscatórias costeiras e de longa distância. Portugal possui a segunda maior ZEE da Europa. É o segundo maior consumidor de peixe da Europa e o sétimo do mundo. Estranho parece, pois, que a maior parte deste peixe seja importado e que a indústria da pesca jogue um tão insignificante papel no PNB do País. À primeira vista, poderá parecer que esta questão dos recursos vivos não seja particularmente urgente. Não há prejuízo em se depender largamente dos outros para o que são apenas 23% da toma individual de proteínas e o País, com um desemprego estimado em 4,3%[53], não necessita de criar empregos com urgência. O problema parece, contudo, situar-se mais para diante.

Partindo do princípio de que se trata de ameaças longínquas e os precedentes da sua fácil resolução por parte da UE, não deixaria, contudo, de ser insensato pôr ambas as questões de parte, tanto mais que continuará a parecer estranho que se pague ao estrangeiro a maior parte do peixe consumido. Além disso, são salários, lucros e impostos que não ficam em Portugal. Dito isto, se juntarmos as preocupações com a diminuição das quantidades de peixe, a situação poderá parecer assustadora. A acreditarmos nos objectivos do governo que a FAO anuncia, então iremos testemunhar o desenvolvimento da indústria de pesca, pois entre estes objectivos estaria a modernização da frota de pesca[54]. Embora não seja um mau investimento, isto poderá, a longo termo, contribuir para aumentar a eficiência tecnológica das frotas de pesca do mundo, o que é olhado pelos especialistas nesta área como um fenómeno predatório internacional dos recursos do mar.

Pareceria mais sensato insistir numa outra das ditas prioridades anunciadas nesta área: a aquacultura. Cultivar peixe seria ecologicamente benéfico e simultaneamente uma fonte de geração de riqueza. Permitiria, com o tempo, a possibilidade de se recuperar, eventualmente, os viveiros de peixe no mar e ao mesmo tempo, como o Cte. Virgílio de Carvalho salientou, seria um importante trunfo no caso de uma situação de crise, de restrições de quotas ou catástrofe ecológica, para não falar de guerra, que poderia interromper as correntes actividades de pesca[55].

Sem uma visão clara do futuro ecológico do Globo, parece ser um prudente investimento de longo prazo. Portugal seria também menos dependente de conjunturas externas no que respeita à sua alimentação e ganharia uma fonte suplementar de riqueza, com valor acrescentado se fosse exportado.

Outro recurso macio que seria interessante explorar seria o do mar como fonte de energia. Apesar da ainda incipiente tecnologia, o uso da energia das marés é de um imenso interesse. É renovável, não polui e, atendendo à vasta linha de costa de Portugal e ao encapelado mar de Inverno, Açores e Madeira incluídos, poderia revelar-se útil. Essencialmente, traduzir-se-ia em energia mais competitiva e em menos uma preocupação ambiental.

Entre outros recursos de que o mar dispõe estão os que se designam por recursos duros. Estes são tradicionalmente olhados como sendo de importância estratégica/crítica e, ao contrário dos recursos macios, não são renováveis. Existem dois tipos: os hidrocarbonetos e os recursos minerais. Trataremos dos últimos dado haver testemunhos que sugerem a sua presença nas ou próximo das águas portuguesas.

Os minerais encontrados no leito do mar compreendem carvão, estanho, ferro, diamantes e urânio. Por exemplo, 30% do consumo do carvão do Japão e 10% do britânico provêm de minas sob as águas do mar. Identicamente, encontram-se no fundo do mar formações de nódulos com variadas percentagens de manganésio, cobalto, níquel e cobre[56]. São estes últimos que têm um interesse imediato para a nossa discussão. Embora a maioria dos nódulos sejam encontrados no oceano Pacífico, estimando-se em cerca de 30 000 t/km^2, há registos de concentrações destes nódulos polimetálicos em torno dos Açores e no mar entre eles e Portugal Continental[57].

A exploração destes recursos seria de interesse pelo facto de exigirem o uso de novas tecnologias que poderiam ser

introduzidas e desenvolvidas no País. Estes nódulos polimetálicos poderiam ser então explorados quer para consumo nacional – o cobalto é importante para o fabrico de equipamentos industriais e tecnológicos quer para exportação, sem olvidar que a tecnologia aplicada também poderia ser aplicada na exploração de outros recursos dessas fontes. Essas tecnologias podem ser igualmente úteis noutros empreendimentos no mar. A possível produção ou os contributos para a produção dessas tecnologias seriam também úteis para contrariar a falta de produtividade de Portugal.

Mais poderia ser dito acerca dos recursos do mar, em especial daqueles que se situam em águas portuguesas, particularmente na sua ZEE. O seu potencial não é inteiramente conhecido[58]. São indicativas do seu possível interesse geral as actividades de frotas de pesca estrangeira, bem como de navios de pesquisa de outras nacionalidades. Apesar de os achados das expedições de pesquisa estrangeiras deverem ser sempre dados a conhecer às autoridades nacionais, seria pelo menos aconselhável que estivessem activamente envolvidos navios de pesquisa tripulados por portugueses.

Sem informação precisa, será impossível aproveitar o melhor do que o mar tem para oferecer e tornar-se-á difícil assegurar a protecção e a salvaguarda de um uso sustentável dos seus recursos. Tenhamos presente que os Estados costeiros que não dispuserem de capacidade tecnológica vêem, muitas vezes, os seus espaços marítimos serem explorados e pesquisados pelas potências tecnológicas marítimas[59].

O correcto uso dos recursos do mar é um importante factor para o poder de escolha do País pelos ganhos económicos potenciais e não só. A correcta e sustentada exploração destes recursos pode ajudar a contrapor o que para Portugal o Gen. Loureiro dos Santos, face à escassez de recursos do País, chama o impacte negativo da globalização[60]. Assim, reduzir-se-ia, dentro do razoável, a dependência de Portugal do exterior assegurando para o País e para as suas iniciativas um melhor nível de independência. Contudo, a sustentabilidade e a exequibilidade desta faceta do poder de escolha dependem muito de informação que continua a faltar.

O mar como foco de desenvolvimento

O mar é também um foco de desenvolvimento. O seu uso para actividades comerciais pode trazer, entre outras coisas, um importante contributo para o desenvolvimento do País, como já tivemos ocasião de ver. O que aqui desejamos abordar é o efeito que este uso pode ter no desenvolvimento não só económico, mas também industrial e tecnológico do País e como isso pode contribuir para o seu poder de escolha.

Para toda a actividade marítima é essencial a existência de portos, cujo papel funcional é de extrema importância para as actividades de navegação e também para o desenvolvimento das áreas circundantes, a nível regional e nacional. Constituem potenciais multiplicadores económicos[61], pois abrangem um largo campo de actividades que são induzidas pelas actividades de navegação[62]. Vários tipos de serviços são necessários, desde o reabastecimento de combustíveis e manutenção até ao planeamento logístico e à sua execução e gestão, alguns requerendo competências específicas, conhecimentos e capacidade tecnológica.

O impacte destas actividades pode ser observado noutras partes do mundo. A China, por exemplo, instituiu as chamadas Zonas Especiais de Desenvolvimento em torno dos seu portos principais, que têm registado taxas de crescimento de 13% ao ano[63]. Na Europa, entre muitos, são visíveis os níveis de desenvolvimento em torno dos portos de Amsterdão, Schipol e Barcelona.

Igualmente importantes são os requisitos tecnológicos nesta área que ofereceriam ao País a oportunidade de se envolver em termos de conhecimentos e de competências, essenciais para a operação de tais meios, mas também em termos de produção de sofisticado *hardware*. Isto é particularmente explícito no que respeita à construção e reparação navais. Esta é uma área de extrema importância. A actual frota mundial está envelhecida[64]. Muitos navios estão abaixo dos padrões e não são compatíveis com a lei existente avançada pela Organização Marítima Internacional (IMO), com todos os riscos ambientais que isto comporta, especialmente sobre os preciosos recursos do mar. Esta situação, contudo, pode ser utilizada para revitalizar o largamente inactivo sector da construção naval.

A Espanha, por exemplo, aproveitou esta oportunidade investindo nos seus estaleiros, civis e militares, e está a competir com alguns dos mais proeminentes construtores mundiais de navios, tais como a Coreia e o Japão. Ela tomou medidas, que vão na linha do nosso conceito de poder de escolha nesta área, para proteger os seus interesses. Antecipando as directivas da UE que impedem o Estado de ajudar o sector privado da construção naval, pô-los sob a jurisdição dos seus estaleiros militares, livres da interferência de Bruxelas, criando o grupo IZAR, o, agora, oitavo maior construtor do mundo e o segundo da Europa[65].

"A produtividade é, sem sombra de dúvida, o calcanhar de Aquiles de Portugal. (...) Sem criação de riqueza esta não pode ser distribuída, incluindo para os gastos para fins sociais[66]." As possibilidades de desenvolvimento induzidas pelo negócio marítimo são imensas. Elas representam rendimentos financeiros, crescimento económico e acesso a sofisticada tecnologia, com a possibilidade da sua futura concepção e produção. Como já antes sublinhámos, um país que se atrase na produtividade, na inovação e no crescimento económico terá poucos recursos com que dispor na arena internacional. Aqui fica mais uma via para contrapor à situação e erguer esse nosso poder de escolha.

Segurança

O que nós efectivamente temos vindo a discutir, até aqui, é a componente marítima do poder de escolha do país. Como deixámos claro no nosso quadro conceptual, há dois meios usados para preservar e valorizar este poder. Um reside na força da economia para a qual, como vimos, o poder marítimo pode dar uma importante contribuição. O outro consiste nos meios militares. O poder marítimo requer poder naval[67], na sua forma militar e de polícia.

Esta capacidade naval, como veremos, constitui um importante elemento na protecção do poder de escolha. Segurança também implica proteger a sustentabilidade dos elementos que contribuem para o poder de escolha no mar. Isto requer mais do que estrito policiamento, exige medidas preventivas. Como também veremos, a segurança no mar tem repercussões positivas noutros aspectos do poder de escolha global do País. Antes de abordarmos estas questões, devemos definir o que constitui ameaça à segurança do poder de escolha dum Estado.

Utilizaremos a definição de ameaça do Cte. Medeiros Alves "no entendimento que interessa minimizar a acção de exposição à contingência de receber um certo dano numa área ou qualquer aspecto de interesse, e que se pode transformar em ameaça se existir baixa ou nula capacidade de reacção a um potencial adversário com a capacidade de explorar a situação"[68]. O mesmo pode ser dito de não se ter capacidade para prevenir, dentro da razoabilidade, um adversário ou uma situação (por exemplo uma catástrofe ecológica) susceptível de prejudicar os interesses ou a integridade física de Portugal e os Portugueses.

A Armada Portuguesa é a entidade, como tradicionalmente sempre foi, responsável pela segurança interna e externa das águas portuguesas. Na dependência directa do Chefe de Estado-Maior da Armada está a instituição que é responsável pela segurança marítima, pela preservação do ambiente marinho e dos respectivos recursos e pelo policiamento deste espaço: o Sistema de Autoridade Marítima[69].

Não existe nenhum impedimento, constitucionalmente ou no âmbito do Direito Internacional, nem na Convenção das Nações Unidas para o Direito do Mar (CNUDM) para esta arranjo[70] e à luz da proposta provisória das novas Bases do Conceito de Defesa Nacional, embora sujeito a debate parlamentar, tudo parece indicar que esta situação permanecerá, pelo menos, tal como é. Pensamos que isto é apropriado, pois a linha entre a segurança interna e externa no mar é ténue. Discutiremos primeiro os contributos militares para o poder de escolha do País e depois os de policiamento.

Como já, resumidamente, vimos, a situação militar de Portugal não é brilhante. Despendendo somente 1,3 % do seu PNB com a sua defesa, não surpreende que somente possua cinco vasos de guerra com valor real. "De nada servirá ao País ter capacidades navais deficientes, porque estas descredibilizam a Marinha (e o País), desmotivam o pessoal e delapidam recursos, sem a necessária contrapartida de segurança quando surgir uma crise[71]." Planos para substituir os seus submarinos tem-se arrastado por mais de uma década e a decisão de se adquirir draga-minas tem vindo a ser diferida no tempo![72]

A sensibilidade para as questões de defesa/segurança é muitas vezes baixa, particularmente quando a probabilidade de conflito parece escassa e a prospectiva de crises futuras conta com a convicção de que outros nos virão resgatar. A utilidade dos meios militares é entendida de modo muito estreito como sendo de uso exclusivo em caso de guerra. Como veremos, as vantagens de possuir meios militares, mais especificamente navais, vão muito mais além.

Começaremos por demonstrar a importância da capacidade naval com relação às áreas previamente cobertas neste ensaio. Como dissemos que o mar é a mais barata auto-estrada mercantil, que uma importante parte delas cruza águas portuguesas e que Portugal depende delas para 77 % das suas importações. Numa perspectiva nacional, se estas fossem obstruídas, o País sofreria muitíssimo e, alternativamente, teria de obter bens através das rotas terrestres que atravessam a Espanha, com os respectivos inconvenientes de aumento dos custos e da sua dependência, factores que deteriorariam o seu poder de escolha.

Ninguém gosta de passar fome nem pagar mais do que deve pela sua alimentação. Possuindo meios navais modernos, não só se permitiria assegurar que as rotas marítimas permanecessem abertas em caso de crise como se dissuadiria quaisquer tentativas para tal. Numa perspectiva internacional, a situação teria contudo sérias implicações. As águas da ZEE são, consoante o direito internacional, áreas de livre trânsito marítimo e é dever das autoridades portuguesas assegurar isso. Não possuindo meios adequados para o fazer, constitui não só um agravo à comunidade internacional, mas também um convite para que outros enviem os seus meios navais para as águas sob jurisdição portuguesa para defender os seus interesses, possivelmente sem ter os de Portugal em conta

Que os Estados competem pelos recursos do mar é um facto. A Portugal basta somente lembrar-se da "Guerra da Palmeta", com o Canadá, sobre os recursos piscatórios. Noutros pontos, contudo, os conflitos sobre os recursos do mar não têm sido tão cordiais. No Sueste Asiático, a China, o Vietname, a Malásia e as Filipinas têm tido disputas pelos bancos pesqueiros e os potenciais recursos petrolíferos em torno das ilhas Spratley, tendo decorrido combates navais entre vasos de guerra chineses e vietnamitas[73].

Alguns dos previsíveis conflitos futuros sustentar-se-ão na necessidade de criação de fundos alimentares[74], ao passo que outros não excluirão o pontual uso da força contra fontes de poluição[75]. Inadequados meios navais são um convite para outros livremente depradarem os recursos em águas portuguesas, com o adicional inconveniente de não se conhecer em detalhe o potencial desses recursos a nível nacional. Convém que não esqueçamos que o mar possui

recursos que são olhados como substitutos vitais para recursos terrestres em vias de desaparecimento e há quem esteja disposto a bater-se por eles.

Por pouco provável que se afigure uma guerra no presente, seria um enorme golpe e nenhum país poderá permitir-se que os seus esforços para desenvolver a sua economia e actividades relacionadas sofram por não possuir os meios para os defender. Por exemplo, Portugal não possui capacidade de dragagem de minas e, além de as minas serem meios pouco dispendiosos, acontece que podem ser discretamente colocadas. Um simples incidente, a par da inexistente capacidade para reagir adequadamente, pode potencialmente impedir as actividades dos portos de mar e parar as actividades relacionadas pelo facto de a navegação civil alterar os seus destinos para portos cujas autoridades estejam mais bem equipadas para assegurar a sua segurança.

Outros usos do poder naval que vale a pena serem considerados na medida em que beneficiam o poder de escolha do País. São essenciais para operações de manutenção da paz além-mar como ainda em operações para prestar ajuda humanitária e recolher cidadãos nacionais em situações de turbulência. Em 1998, a Armada executou com sucesso a operação "Crocodilo" para evacuar cidadãos nacionais e estrangeiros da convulsão civil da Guiné-Bissau. Embora bem-sucedida, alguns dos meios foram improvisados e adaptados para a missão e numa situação de maior intensidade não seriam adequados.

Mais poderia ser dito, mas o essencial a passar é que forças mal equipadas não cumprem missões com sucesso nem dissuadem conflitos. No mar, só forças tecnologicamente evoluídas e em número suficiente vencem. A natureza da guerra no mar é de atrição e depende duma capacidade ofensiva superior[76]. A Batalha de Tsushima e a Guerra das Malvinas ilustram isto adequadamente. Ter meios ineficazes devido a investimento insuficiente é perigoso. Corre-se o risco de se deixar de ter escolhas, soluções, e torna-nos parte do problema tanto para os outros como para nós próprios!

Isto é particularmente verdadeiro face à participação de Portugal na NATO. A importância estratégica das águas portuguesas para a NATO é de relevância, pois através delas passam parte das rotas de emergência entre os EUA e a Europa. Os inadequados meios de que Portugal dispõe já fizeram sentir a sua fragilidade no estrangeiro, como demonstram as recentes tentativas espanholas para assumirem o comando do CINSOUTHLANT. Um aliado que não pode cumprir os seus deveres é um risco e deixa de ser útil. Seria imprudente tornarmo-nos uma preocupação para a mais poderosa aliança do mundo.

Caso surgisse uma crise, a natureza do resgate a que o País podia ser sujeito poderia mostrar-se indesejável e a eliminação de qualquer poder de escolha uma possível realidade. Uma participação activa e positiva na NATO, pelo contrário, daria a Portugal uma voz importante na aliança. Fortaleceria a posição euro-atlântica de Portugal, particularmente no contexto europeu, evitando que Portugal permanecesse na periferia das decisões. Isto também garantiria a plausibilidade de ajuda a um aliado precioso, em caso de crise séria; contudo, em tais circunstâncias seria improvável que se necessitasse de socorro.

Portugal é também um dos postos avançados de Schengen. Como antes dissemos, o policiamento desta área também responsabilidade da Armada. O principal corpo responsável por esta actividade é a militarizada Polícia Marítima. Os seus efectivos são no entanto inadequados, de cerca de 500 homens, e os seus barcos só podem operar próximo da costa. No mar alto, é a Armada que assegura o cumprimento da lei. As suas actividades são de importância: assegurar que as quotas de pesca não sejam excedidas, reprimir actividades de contrabando, controlar o tráfego marítimo e a poluição.

A repressão do tráfego de droga é tida como uma prioridade na medida em que actualmente se apresenta como uma preocupação da defesa nacional[77]. As águas portuguesas são a porta de entrada dos narcóticos na Europa. O problema da droga afecta não somente outros países europeus, mas também Portugal. A disponibilidade de meios para impedir efectivamente a sua chegada a solo português e europeu teria repercussões benéficas noutras áreas da vida nacional. Portugal passaria a ser olhado como uma solução activa para o problema e recolheria benefícios.

Uma participação positiva tanto na NATO como em Schengen é um caminho para granjear prestígio, como o Alm. Lopo Cajarabille sublinha, e pode ser da maior utilidade na arena internacional[78]. A indisponibilidade de meios necessários pode conduzir à situação oposta, que seria muito mais prejudicial e muito mais difícil dela recuperar.

Segurança também implica prevenção. Isto é particularmente verdade para a segurança marítima e mais importante para a preservação dos recursos do mar. Reconhecendo os níveis *substandard* de muitos dos navios do mundo e a ameaça que apresentam para o meio marinho, Portugal conjuntamente com outros treze países assinou o Memorando de Entendimento do Controle do Estado[79].

O objectivo deste entendimento é estabelecer um sistema de inspecções e controle para evitar que navios substandard naveguem nas águas jurisdicionais dos signatários[80]. Portugal tem tido um desempenho fraco nesta área, só recentemente saiu da lista negra de detenções do Controlo de Navios pelo Estado e está presentemente a roçar a fronteira para aquela lista[81] e a prejudicar muito o seu poder de escolha.

O conceito concluído

Muito ficou por dizer. Dito isto, a nossa discussão deveria ser bastante clara para ilustrar que o mar é um importante factor no poder de escolha de Portugal. Deveria também ficar compreendido que este poder de escolha só se materializará e sustentará se o uso do mar

for não só correcto, mas também bem equipado! Repetimos isto para não deixar de ser enfatizado! Contudo o mar, como por vezes alguns dos mais entusiásticos autores nos fizeram acreditar, não é o princípio e o fim do poder de escolha de Portugal. Outros factores devem ser considerados.

Outra considerações

A contribuição do mar para o poder de escolha necessita de ser articulada com outros aspectos da vida nacional para assim contribuir para o poder de escolha total do País. Requer uma estratégia nacional concebida para servir a política nacional de modo a dar ao País um rumo e objectivos. Todavia, parece não haver consenso acerca de para onde Portugal deseja ir. Os programas dos vários governos assinalam questões relevantes para os seus mandatos e há temas, como o de Timor ou a UE, que se mantêm presentes na agenda, mas não aparentam ter um rumo traçado para o País, para si próprio. Onde é que aspiramos estar daqui a cinquenta anos?

A esta pergunta juntamos uma última consideração de gravidade. Como o Gen. Loureiro dos Santos destacou, "em termos de estratégia, nós somos o que lemos da documentação político-estratégica dos Estados Unidos, da Grã-Bretanha, da França e da Alemanha"[82]. Como comenta o Dr. Costa Diogo este destaque, "se assim é, como poderemos afirmar uma estratégia (...) se analisarmos apenas aquilo que nos permitem ler"[83]?

Isto leva-nos à mais importante consideração. Como dissemos antes, o que guia e assegura o poder de escolha é a informação. Informação é essencialmente conhecimento e este está 100% dependente do principal recurso de qualquer país, os seus recursos humanos nacionais. "A riqueza dos Países reside, cada vez de forma mais proeminente, na (...) qualidade dos seus recursos humanos (...) atente-se, tão-só, no caso das pequenas Holanda e Dinamarca (...) e no caso médio do Japão (...) cujos níveis académicos e tecno-científicos são acentuadamente evoluídos. Para retirar analogias com as frágeis performances nacionais[84]!"

Contudo, como vimos, o correcto uso do mar exige e, portanto, encoraja um elevado nível de organização, tecnologias sofisticadas, meios científicos e, entre outros trunfos, a chave para os criar, perpetuar e valorizar, o que depende, em última análise, da qualidade dos indivíduos e das suas qualidades como um colectivo. Ter-se-á também de lutar contra a falta de uma cultura nacional de planeamento, com tendência para políticas influenciadas por pressões/desenvolvimentos externos, com a dificuldade de planear com rigor e executar com método e eficiência, e com o incessante hábito de discutir interminavelmente e de constantemente alterar objectivos. A decisão de adquirir novos submarinos ilustra isto claramente! Somente e uma vez que as questões levantadas neste parágrafo tenham sido resolvidas é que Portugal e os Portugueses estarão aptos a avançar significativamente para fazerem escolhas para o seu futuro no mar e onde quer que seja.

Conclusão

O poder de escolha como conceito e meio para demonstrar a importância do mar para Portugal é inteligível, uma vez que se relaciona com as aspirações da sociedade moderna, com a ideia de primeiro viver. É também um caminho objectivo de aproximação ao problema. Ambos, argumento e abordagem, estão inextricavelmente relacionados, constituindo um todo. O objectivo é adquirir poder de escolha e é precisamente este tipo de argumento que é usado para mobilizar a sociedade e não alguma desconexa e abstracta justificação. Com o benefício acrescentado, dado que se pretender alcançar à partida um poder de escolha sustentado e portanto verdadeiramente efectivo.

Como conceito, embora usado, neste caso, para demonstrar o potencial papel do mar no poder de escolha de Portugal, pode ser aplicado a outras áreas de interesse. O poder de escolha pode ser colocado num mais largo contexto como um objectivo a ser perseguido em todas as áreas em que Portugal se empenhar. Desejamos terminar com as citações que muitos deverão ter compreendido como sendo o refrão e motivo recorrente desta apresentação:

"O poder implica ter capacidade de escolha de soluções para os seus problemas, porque ter capacidade de ser escolhido não é poder mas apenas paciência."

"Os países que se atrasam na produtividade, na inovação e no crescimento económico terão menos recursos para empregar na arena internacional e menos capacidades para mobilizar na sua defesa."

Bibliografia

Livros

Bissel, Richard E. (1999), "The Resource Dimension of International Conflict", *Managing Global Chaos: Sources of and Responses to International Conflict* (Washington: United States Institute of Peace Press), pp. 141-153.

Caminos, Hugo (2001), *The Law of the Sea* (Dartmouth: Ashgate).

Carvalho, Virgílio de (1995), *A Importância do Mar para Portugal* (Lisboa: Bertrand Editora & Instituto de Defesa Nacional).

Carvalho, Virgílio de (2001), *A Importância do Poder Marítimo para a Preservação da Individualidade de Portugal na Opção Europeia* (Lisboa: Academia de Marinha).

Costa Diogo & Januário, Luís da & Rui (2000), *Direito Internacional do Mar e Temas de Direito Marítimo* (Lisboa: Áreas Editora).

Gonçalves Viana, José Carlos (1991), *Uma Estratégia para a Marinha Mercante Portuguesa* (Lisboa: Academia de Marinha).

Gonçalves Viana, José (1999), *Poderes Naval e Marítimo-Contribuição para a Estratégia Nacional* (Lisboa: Academia de Marinha).

Gonçalves Viana, José Carlos (2001), *A Marinha e a Sustentação de Independência Nacional* (Lisboa: Academia de Marinha).

Lopo Carajabille, Víctor Manuel (2002), *Papel das Marinhas no Âmbito da Política Externa dos Estados* (Lisboa: Edições Culturais da Marinha).

Loureiro dos Santos, José Alberto (2000), *Reflexões sobre Estratégia: Temas de Segurança e Defesa* (Lisboa: Europa América & Instituto de Altos Estudos Militares).

Monteiro, Saturnino (2000), *Mais uma Achega para a Definição de uma Política Naval Actualizada* (Lisboa: Academia de Marinha).

Moran, Theodore H. (2000), "Trade and Investment Dimensions of International Conflict", *Managing Global Chaos: Sources of and Responses to International Conflict* (Washington: United States Institute of Peace Press), pp. 155-170.

Nye Jr., Joseph S. (2002), *Compreender os Conflitos Internacionais: Uma Introdução à Teoria e à História* (Lisboa: Gradiva).

Sacchetti, António Emílio Ferraz (2000), *Segurança e Defesa (1996-2000)* (Lisboa: Edições Culturais da Marinha).

Sidaway, James Derrick (2000), "Iberian Geopolitics", *Geopolitical Traditions: a Century of Geopolitical Thought* (Londres: Routledge), pp. 118-1.

AAVV (1998), *O Oceano... Nosso Futuro* (...: CMIO).

Revistas

Paião, Joana (2002), "O Comércio Externo de Portugal com a União Europeia: Informação Estatística", *Boletim do Mar* – Instituto Marítimo Portuário, n.º 9, 3.º ano Janeiro-Março, pp. 60-64.

Fonseca, Alexandre da (1998), "A Conflitualidade no Mar", *Anais do Clube Militar Naval*, Outubro-Dezembro, pp. 807-817.

Carvalho, Virgílio de (1998), "Os Oceanos, as Marinhas e a Soberania", *Anais do Clube Militar Naval*, Abril-Junho, pp. 269-285.

Castro, Paulo Jorge Canelas de (2001), "Do Mare Liberum ao Mare Commune? – As Viçosas Mutações do Direito Internacional", *Revista Jurídica*, n.º 24, Abril, pp. 11-19.

Costa Diogo, Luís M. G. (2000), "A Nova Filosofia de Segurança a partir do Mar, O Quadro Político Global e os Vectores Sócio-Humano e Económico", *Anais do Clube Militar Naval*, Janeiro-Março, pp. 47-76.

Lopes da Costa, Carlos Nelson (2002), "Conceito de Defesa Nacional. Elementos Estruturantes", *Anais do Clube Militar Naval*, Janeiro-Março, pp. 7-31.

Marques Antunes, Nuno Sérgio (1998), "O Novo Regime Jus-Internacional do Mar: A consagração ex vi pacti de um mare nostrum", *Anais do Clube Militar Naval*, Abril-Junho, pp. 287-309.

Neves Coelho, Paulo (2000), "As Unidades Navais na Fiscalização dos Espaços sob Jurisdição Nacional – Questões de Legitimidade", *Anais do Clube Militar Naval*, Outubro-Dezembro, pp. 785-814.

Rebelo Duarte & Lynce de Faria, António C. & Duarte M. (1997), "O Sistema da Autoridade Marítima (SAM) – Subsídios para o seu Enquadramento Conceptual e Orgânico", *Anais do Clube Militar Naval*, Abril-Junho, pp. 245-257.

Jornais

Diário de Notícias 2001-04-23.

World Wide Web

Conceito Estratégico de Defesa Nacional
www.mdn.gov.pt/Destaque/destaque.asp?n=374

Food and Agricultural Organisation
www.fao.org/fi/fcp/en/PRT/profile.htm
www.ocdi.gov/cia/publications/factbook/geos/po.html

International Maritime Organisation – www.imo.org

[1] Gonçalves Viana (1999), p. 9.
[2] Virgílio de Carvalho (1995), p. 193.
[3] Gonçalves Viana (2001), p. 13.
[4] Lopes da Costa (2002), p. 25.
[5] Moran (2000), p. 157.
[6] Costa Diogo & Januário (2000), p. 25.
[7] Joana Paião (2002), p. 64.
[8] Costa Diogo & Januário (2000), p. 25.
[9] Joana Paião (2002), p. 64.
[10] Virgílio de Carvalho (1995), p. 45.
[11] Costa Diogo (2000), p. 49.
[12] Virgílio de Carvalho (1995), p. 41.
[13] Idem, p. 109.
[14] Idem.
[15] Alexandre da Fonseca (1998), p. 815.
[16] Virgílio de Carvalho (1995), p. 11.
[17] Gonçalves Viana (1991), p. 3.
[18] Gonçalves Viana (2001), p. 3.
[19] Idem, p. 4.
[20] Durão Barroso (2002) Cimeira da Terra.
[21] Virgílio de Carvalho (1995), p. 18.
[22] Idem, p. 68.
[23] Costa Diogo & Januário (2000), p. 13.
[24] Gonçalves Viana (1999), p. 18.
[25] Lopes da Costa (2002), p. 11.
[26] Costa Diogo (2000), p. 63.
[27] Gonçalves Viana (1999), p. 9.
[28] Virgílio de Carvalho (1995), p. 22.
[29] Gonçalves Viana (1991), p. 4.
[30] Virgílio de Carvalho (1995), p. 274.
[31] Gonçalves Viana (2001), p. 3.
[32] Lopes da Costa (2002), p. 11.
[33] Idem.
[34] Gonçalves Viana (1999), p. 9.
[35] Moran (2000), p. 157.
[36] Virgílio de Carvalho (1995), p. 40.
[37] Costa Diogo & Januário (2000), p. 24.
[38] Virgílio de Carvalho (1995), p. 44.
[39] Virgílio de Carvalho (2001), p. 17.
[40] Gonçalves Viana (1991), p. 18.
[41] Barbosa Henriques (entrevista 2002).
[42] Gonçalves Viana (1991), p. 22.
[43] Virgílio de Carvalho (1995), p. 233.
[44] Paulo Castro (2001), p. 11.
[45] Idem.
[46] Idem, p. 12.
[47] Virgílio de Carvalho (1995), p. 32.
[48] Idem, p. 56.
[49] www.fao.org/fi/fcp/en/PRT/profile.htm números relativos a 1998 e 1999.
[50] Bissel (2000), p. 144.
[51] Virgílio de Carvalho (1995), p. 33.
[52] Costa Diogo (2000), p. 55.
[53] www.ocdi.gov/cia/publications/factbook/geos/po.html.
[54] www.fao.org/fi/fcp/en/PRT/profile.htm.
[55] Virgílio de Carvalho (1995), p. 34.
[56] Idem, p. 37.
[57] Idem, p. 39.
[58] Idem, p. 101.
[59] Costa Diogo (2000), p. 50.
[60] Loureiro dos Santos (2000), p. 126.
[61] Virgílio de Carvalho (1995), p. 46.
[62] Gonçalves Viana (1991), p. 6.
[63] Virgílio de Carvalho (1995), p. 42.
[64] Costa Diogo & Januário (2000), p. 17.
[65] *Diário de Notícias* 2001-04-23.
[66] Lopes da Costa (2002), p. 25.
[67] Gonçalves Viana (1999), p. 23.
[68] Costa Diogo (2000), p. 71.
[69] Neves Coelho (2000), p. 793.
[70] Idem, pp. 803-804.
[71] Silva Ribeiro (1999), p. 685.
[72] Idem, p. 690.
[73] Alexandre da Fonseca (1998), p. 810.
[74] Costa Diogo (2000), p. 53.
[75] Silva Ribeiro (1999), p. 679.
[76] Alexandre da Fonseca (1998), p. 809.
[77] www.mdn.gov.pt/Destaque/destaque.asp?n=374.
[78] Lopo Carajabille (2002), p. 18.
[79] Costa Diogo & Januário (2000), p. 110.
[80] Idem.
[81] Idem, p. 25.
[82] Costa Diogo (2000), p. 72.
[83] Idem.
[84] Idem, pp. 62-63.

Antárctida – Uma Estratégia para Portugal

Trabalho realizado por:
• *Paulo Manuel João Afonso*

Universidade de Lisboa
Faculdade de Ciências
Departamento de Física/Centro de Física Nuclear

Introdução

Sem pretensões de ser uma espécie de "livro branco condensado", nesta comunicação procura-se acima de tudo apontar algumas soluções simples para que Portugal deixe de estar ausente da Antárctida.

Para tanto, há que fornecer informação substancial sobre a Antárctida. Começa-se pois por fazer uma descrição dos elementos essenciais da natureza física e geográfica da Antárctida, assim como das actividades humanas que nela decorrem.

Dão-se exemplos concretos de programas de outras nações, com as quais o nosso país só tem a aprender.

Menciona-se em particular a participação de uma equipa privada portuguesa numa expedição alemã, em 2001, enquanto exemplo do que a vontade pode alcançar.

Termina-se este breve texto com um exercício sobre a "rota do futuro" de Portugal na Antárctida, onde, para além de se identificar o potencial científico nacional, se tecem algumas considerações sobre programas internacionais.

"Poderá alguma coisa ser mais terrível do que esta silenciosa imensidão varrida pelos ventos?"
Robert Falcon Scott, Antárctida, 1911–1912

1 – A geografia física e ambiental do continente e oceano Antárcticos

Representando 10% da superfície terrestre, 10 % das suas águas e 91 % dos gelos do planeta, a Antárctida não pertence a nenhuma nação. Cerca de 40 bases científicas, geridas por cerca de 20 países, constituem a presença humana na Antárctida, um continente sólido acima do qual se situa em média 1,5 km de gelo. Ao contrário, o Árctico e o Pólo Norte são essencialmente constituídos por gelo.

A Antárctida é um continente cujas dimensões se assemelham às da América do Norte. Porém, nela vivem quando muito, cerca de 4 000 pessoas no Verão austral – é pois um deserto humano no essencial.

Ao contrário do oceano Árctico (rodeado por continentes), o continente Antárctico está rodeado por água – trata-se pois do continente mais isolado do mundo, razão pela qual foi tão tardia a sua descoberta.

Na Antárctida apenas sobrevivem milagres da evolução darwiniana, pois é o continente onde se registam as temperaturas mais baixas (cerca de -90°C) da Terra. Aqui também se fazem sentir frequentemente ventos muito fortes, que atingem por vezes os 190 km/h. A sua altitude média faz com que seja ainda o continente mais alto do mundo e o mais seco, pois a precipitação é muito reduzida no interior do continente, o que proporciona condições óptimas para estudos de paleoclimatologia, datando de milhares de anos no tempo.

É ainda na Antárctida, na zona de McMurdo (a longitudes do Pacífico), que se situam os famosos Vales Secos de McMurdo, onde não chove há um milhão de anos devido à conjugação de elementos eólicos, meteorológicos e geográficos. Nestes vales existem, porém, lagos cobertos de gelo à superfície, que transmitem luz permanentemente para as camadas inferiores, onde se atingem uns tropicais 25°C.

Embora grande parte do continente sólido se encontre abaixo do nível do mar, a Cordilheira Trans-Antárctida sobe quase aos 5 000 m, proporcionando os seus picos paisagens espectaculares quando vistos dos glaciares envolventes.

A Antárctida é também activa em termos vulcânicos, caso do monte Erebus, no mar de Ross, e da ilha de Deception. Uma outra característica interessante prende-se com a sua natureza sísmica, que faz da Antárctida um local privilegiado para registar a actividade sísmica planetária.

Do mesmo modo, a detecção de testes com bombas nucleares tem na Antárctida um local de excelência – por exemplo, na base alemã Neumayer planeia-se a instalação de um tal detector.

Do ponto de vista marítimo, o oceano Antárctico tem várias características singulares, entre as quais se destacam o estreito de Drake, o mar de Weddell e a existência de icebergues da dimensão da Península Ibérica no mar de Ross.

O Drake é famoso pela dificuldade da sua travessia, onde convergem as águas do Pacífico e Atlântico Sul. O mar de Weddell é o mar mais remoto e desconhecido da Terra, permanentemente coberto por gelo espesso e origem dos icebergues que se encontram mais a norte. A sua rudeza foi fatal para o *Endurance* e para a tripulação de Shackleton, que terão escrito a maior parábola de entre as lendas sobre a sobrevivência humana.

Foi na zona de Weddell que a Antárctida se separou de África e da América do Sul, no tempo do supercontinente Pangea e da Gondwana. No que respeita à perfuração dos fundos oceânicos e entendimento da deriva dos continentes e teutónica de placas, o mar de Weddell é parte crucial desse intrincado *puzzle*.

Notória é a Convergência Antárctida, onde as águas mais

frias do Antárctico encontram as águas mais quentes do Atlântico (ou de outros oceanos), traduzindo um afloramento de nutrientes (sobretudo *krill* e fitoplâncton) que traz muitas aves e baleias à zona, sendo de importância fundamental para o ecossistema e também local de intensa pesca internacional.

De mencionar ainda as correntes que circulam em profundidade, do Antárctico até latitudes temperadas do hemisfério norte, desempenhando um papel de grande relevo no ciclo térmico dos oceanos e interacção com a atmosfera, influenciando assim as condições de habitabilidade da civilização ocidental.

A Antárctida distingue-se, no essencial, entre as zonas costeiras e o interior montanhoso ou planáltico. Enquanto nas ilhas costeiras a temperatura atinge valores positivos no Verão e a precipitação é considerável, o interior é árido e hostil a qualquer tipo de vida, exceptuando microrganismos extremófilos.

No que respeita à cartografia, é impressionante ler alguns mapas com a frequente indicação de "total ausência de dados" – certas zonas da Lua conhecem-se melhor do que a Antárctida! Isto é ainda mais gritante para a cartografia submarina, onde múltiplas leituras em profundidade são de dificuldade maior.

Os mapas do interior da Antárctida eram em muitos casos apenas quadrículas brancas até meados da década de 1980. Além disso, cerca de 1,2 milhões de milhas quadradas, estavam excluídas pelos satélites, que não cobriam para lá dos 82° S. Em 1997, a Agência Espacial Canadiana completou o primeiro mapeamento integral da Antárctida usando o Radarsat I. No ano 2000, fez-se o remapeamento das zonas costeiras, em particular dos glaciares de movimentos rápidos, que juntamente com a deriva dos gelos a isso obrigam regularmente.

É esta a natureza da terra e dos mares das noites e dias sem fim.

2 – A importância estratégica da Antárctida

Não será por acaso que existem reivindicações territoriais sobre a Antárctida. As guerras do futuro provavelmente serão travadas por causa da água, um bem cada vez mais precioso, e a Antárctida representa a maior reserva de água doce do mundo – existindo diversas considerações sobre a possibilidade de rebocar icebergues para países árabes, por exemplo.

Se considerarmos ainda a presença de petróleo e de recursos minerais, mas sobretudo a absolutamente decisiva influência climática que a Antárctida tem sobre o futuro da Terra, então não será difícil entender a sua importância estratégica.

A Antárctida está à cabeça de conceitos unificadores como o de um oceano único, onde efeitos globais como o El Niño têm a sua génese relacionada com correntes de menor importância na escala das correntes oriundas da Antárctida.

Se, como escreveu Luís Borges, geografia e destino são a mesma coisa, então este novo conceito de Oceano único, de civilização planetária, passa por uma nova identidade humana; talvez o dealbar do Homo Sapiens Cosmicus, mas em todo o caso certamente tal destino passa pela Antárctida.

O "mercado da compra e venda" de emissões de CO_2 associado ao protocolo de Quioto é disso um excelente exemplo, estando directamente relacionado com o degelo e a subida do nível das águas do mar – começa a sua avaliação e estudo precisamente com os glaciares da Antárctida.

A nível dos tesouros científicos que esconde, a sua importância não é menor – a biotecnologia, a exploração do sistema solar e do Universo profundo.

Por todos os desafios que representa, por todos os segredos e riquezas que encerra, a todos compete a defesa e exploração da Antárctida, um laboratório global da humanidade.

Na Antárctida provavelmente o ser humano estará mais próximo da sua natureza profunda de explorador. A vida é mais frágil e toda a "coisa" humana se torna muito mais aguda. Será pois por excelência o lugar do ser – a ontopia.

A Antárctida, os oceanos ou o espaço cósmico necessariamente têm de ser utopias a perseguir, quando se revelam viagens tão importantes e difíceis de realizar. Aliás, programas antárcticos como o da Nova Zelândia, EUA e Reino Unido aceitam igualmente candidaturas de artistas plásticos, músicos, escritores, bailarinos, etc., numa perspectiva integrada das vivências humanas.

Afinal trata-se da definição do Homem – *et plus ultra*.

3 – O Tratado da Antárctida

Válido até 2041, o Tratado da Antárctida representa um conjunto de documentos cuja origem remonta ao Ano Geofísico Internacional (1957-1958), estabelecendo que a Antárctida deve ser usada para fins pacíficos.

O Tratado contempla essencialmente duas vertentes – a da investigação científica e o congelamento de todas as reivindicações territoriais apresentadas por várias nações: Chile, Argentina, Austrália, Grã-Bretanha, França, Noruega, etc.

Para as nações do extremo da América do Sul, a Antárctida é vista como uma continuidade do seu território. Porém, são signatárias do Tratado, apesar de manterem acesos os seus interesses e ideários políticos.

Em Punta Arenas, no fim de uma expedição no *Polarstern* (ver ponto 14), tivemos ocasião de visitar um navio da Armada Chilena e discutir essa e outras questões com representantes locais do Instituto Antárctico Chileno, cuja orgânica pertence ao Ministério dos Negócios Estrangeiros do Chile. Os Chilenos entendem que a solução de cooperação internacional é a mais adequada, embora tenham uma das suas bases colada "algo ostensivamente" à dos Russos, na ilha do Rei Jorge, por exemplo.

Uma série de outras convenções regulamentam também, por exemplo, o turismo na Antárctida, limitando o número de turistas e o tipo de navios que lá se podem deslocar. A zona da Península é das preferidas pela beleza de paisagens, como as

do estreito de Gerlach. Há também quem procure as delícias das fontes de água quente na ilha vulcânica de Deception, onde a Espanha tem aliás uma base.

A preservação da diversidade biológica (fauna e flora) – reforçada pelo Protocolo de Madrid – e a exploração mineira, que está proibida até 2040, estão igualmente contempladas por convenções internacionais. A convenção que protege e regulamenta os recursos marinhos vivos da Antárctida (CCAMLR, na sigla inglesa) é, por exemplo, quem coordena internacionalmente estes esforços.

O SCAR é, por seu turno, o comité que centraliza e coordena a informação sobre a pesquisa científica na Antárctida, existindo outras organizações que partilham a logística das missões científicas, de salvamento, etc.

Dos 12 países que inicialmente assinaram o tratado, passou-se hoje a 40, naquilo que constitui um dos acordos internacionais de maior sucesso, representando os seus signatários 80% da população mundial.

Portugal está total e vergonhosamente ausente...

4 – Nações e bases científicas

No que respeita às principais estações da Antárctida e sua distribuição, cerca de 25% das bases situam-se na ilha do Rei Jorge, na zona da Península Antárctida, por ser de fácil acesso para os navios, mesmo durante o Inverno. A grande maioria das bases situa-se na orla da Antárctida ou não muito longe desta. Daí a importância de possuir meios navais adequados, que podem limitar planos para a construção de outras bases, como é o caso do Brasil, e a ausência de um quebra-gelos capacitado para navegar no difícil mar de Weddell.

São de destacar depois, pela sua importância, a base de McMurdo (dos EUA), que é a maior de todas, contando com uma população que excede as 1 000 pessoas no Verão. No Pólo Sul geográfico os EUA têm igualmente a base de Amundsen-Scott, tendo-se iniciado agora a construção de uma nova base, uma vez que o actual mítico domo geofísico (a segunda base dos EUA no Pólo Sul) já data dos anos 70.

O Chile tem em Patriot Hills a base mais interior de todas, para além da do Pólo Sul, mas perto do Pólo de Inacessibilidade situa-se a base russa de Vostok, onde se registam as temperaturas mais baixas do planeta e a altitude média ronda os 3 km. Não muito longe, a cerca de 600 km, a Itália e a França têm uma base conjunta, a Domo Concórdia, que serve essencialmente para desenvolver o programa EPICA nesta zona da Antárctida, numa colaboração que dá continuidade às perfurações no gelo já efectuadas na Gronelândia.

A Índia, a China, a Polónia, a Coreia do Sul, a Bulgária, a Nova Zelândia, o Japão, a França (com a base D'Urville, perto do Pólo Sul magnético), entre muitas outras nações, possuem também instalações científicas na Antárctida.

De frisar a presença de um grande número de países da América do Sul: Peru, Equador, Uruguai, Chile, Argentina e Brasil. No caso da Argentina e do Chile, o número total de bases permanentes e de Verão ultrapassa a dezena, espalhadas por uma larga zona da Antárctida.

Na Europa, a Fundação para a Ciência Europeia tem na sua Junta Polar um dos principais instrumentos de acção. Fala-se há muito também no estabelecimento de uma base internacional da União Europeia, talvez ligada à Agência Europeia dos Oceanos. Na prática, porém, são países como o Reino Unido, a Itália e a Alemanha que mantêm uma presença dominante na Antárctida, com um robusto sistema de apoio naval e aéreo assente em orçamentos plurianuais.

5 – A pesquisa científica e os desafios tecnológicos

A investigação científica na Antárctida tem a ver com o passado, presente e futuro da Terra, quer do ponto de vista biológico, quer geológico, físico ou climático. As telecomunicações nas zonas polares e o funcionamento da electrónica a baixas temperaturas, a par das condições de sobrevivência humana, constituem o essencial dos desafios que a Antárctida coloca.

Aqui podem-se encontrar vestígios de dinossauros e plantas fossilizadas que só existem hoje nas florestas da Patagónia e que remontam a cerca de 200 milhões de anos atrás, aquando dos tempos do Gondwana.

Aqui se procuram microrganismos semelhantes aos que possam existir hipoteticamente em Marte. Em McMurdo recolhem-se muitos dos meteoritos que permitem estudar a possibilidade de existência de vida no sistema solar, como é o caso do célebre ALH84001, oriundo de Marte.

O movimento dos glaciares na direcção dos mares e o ritmo de degelo dos mesmos são áreas fundamentais para se avaliar da hipotética subida das águas a nível mundial. É na Antárctida que se situa o maior de todos os glaciares, o glaciar de Lambert, que tem 400 km de comprimento por 40 km de largura.

Os gelos da Antárctida acumularam-se ao longo de 15 milhões de anos e, se derretessem inteiramente, tal significaria uma subida do nível das águas de 60 m por todo o planeta. Todo este gelo e neve são também importantes para o clima global porque reflectem cerca de 75% da radiação solar que chega à Antárctida, dado o seu elevado albedo.

O caso do buraco do ozono, cuja descoberta ocorreu na Antárctida, é talvez o paradigma da importância da investigação científica neste continente, sendo ainda um tema por esclarecer na totalidade. A este propósito, a NASA planeia lançar em breve um satélite para estudar a nova teoria sobre a destruição do ozono, que talvez comece pela perda de espécies azotadas que costumam reagir com compostos como os CFC.

A componente espacial e astronómica é também de grande relevo, em particular em McMurdo e no Pólo Sul. Aqui, observatórios de infravermelhos, de microondas de fundo cósmico, de raios gama, neutrinos e raios cósmicos procuram descrever a complexidade dos fenómenos mais antigos e energéticos do Universo. Foi na Antárctida que se

detectaram pela primeira vez linhas de emissão gama, correspondentes a transições nucleares de elementos associados à morte de estrelas supermassivas (onde se formou todo o ouro, ferro e metais pesados que encontramos na Terra) – as supernovas.

O lançamento de balões estratosféricos com plataformas de observação é particularmente favorecido em McMurdo devido à circulação dos ventos, que os traz de volta ao local de lançamento depois da circum-navegação da Antárctida.

No Pólo Sul, uma das vantagens consiste na longa noite polar, cuja duração é de vários meses, permitindo observações contínuas do céu, o que noutros locais da Terra é impossível.

A riqueza da Antárctida situa-se também ao nível da biodiversidade, encontrando-se, por exemplo, o peixe-gelo, que vimos quando vinha por vezes nas redes do *krill*. Este peixe é conhecido pela sua capacidade única de substituir a hemoglobina (a proteína que dá a cor vermelha ao sangue e transporta o oxigénio) por um crioprotector, de modo a sobreviver a temperaturas negativas da água, ficando todo o seu corpo quase inteiramente transparente.

Das 78 espécies de baleias conhecidas, 14 encontram-se na Antárctida, sendo a baleia-azul o maior dos animais que alguma vez existiram. Com 30 m de comprimento e pesando cerca de 90 t, estes mamíferos dependem na sua alimentação do pequenino *krill*. Embora se tenham caçado em grandes quantidades e quase até à extinção, em particular nos anos 20 e 30 do século passado, há hoje indicações de que a população de baleias está a recuperar. As baleias não têm muitas crias por ano, pelo que o processo é lento.

Ao contrário do que se possa pensar, há recifes na Antárctida, como o da base Scott, da Nova Zelândia (onde se desenvolve intensa actividade de mergulho científico), que permitem o desenvolvimento de ecossistemas muito ricos e em que espécies como a estrela-do-mar, moluscos e anémonas (entre outros) podem crescer mais que os seus equivalentes tropicais. Embora de crescimento mais lento, estima-se que um bacalhau gigante da Antárctida possa viver até 30 anos, por exemplo.

Na zona da base Vostok, abaixo da camada de gelos, situa-se um lago de água doce cujas dimensões se assemelham à dos Grandes Lagos, na fronteira entre os EUA e o Canadá. Supõe-se que neste lago possam existir formas de vida muito primitivas – dado o seu isolamento –, semelhantes às que inicialmente terão surgido na Terra. A sua perfuração já está em curso com a colaboração do Jet Propulsion Laboratory, da NASA.

A vida surpreende, e mesmo nas proximidades do Pólo Sul já foram encontrados ácaros, não se sabendo ainda bem do que é que se alimentam e como podem sobreviver. O maior animal terrestre que se conhece na Antárctida – uma mosca sem asas –, tem apenas 4 mm de comprimento...

6 – A presença humana

Em grego, "urso" diz-se *arktos*, nome pelo qual era conhecida a constelação da Ursa Maior, sempre indicando a direcção norte, onde se situariam os gelos polares. Aristóteles terá sido dos primeiros a falar da Antárctida, o Antarktos, um continente situado do outro lado do mundo.

Diz-se da Antárctida que é um continente escondido pelas águas e enterrado pelos gelos. De facto, a sua descoberta efectiva foi muito tardia (século XIX), a que não terá sido alheia a rudeza das extremas condições que marcam o continente branco e o oceano circundante. As dificuldades por que passaram os primeiros navegadores e exploradores da Antárctida foram tangentes, com frequência, à morte e a grandes sofrimentos.

São famosas e passadas a filme as desventuras de Shackleton e do seu navio *Endurance* no mar de Weddell, ilha do Elefante e, finalmente, Geórgia do Sul, com um final feliz, misto de arrojo, planeamento e sorte.

Igualmente famosas, as navegações do almirante russo Bellingshausen (que terá sido o primeiro a avistar o continente sem disso se aperceber), do norte-americano Palmer e de muitos outros, como Dummont d'Urville, Bouvet, etc., sempre com mulheres e famílias abandonadas, por vezes durante anos.

Só em 1911 Amundsen e Scott chegaram ao Pólo Sul, sobrevoado por Byrd apenas em 1928-1930. O primeiro avião aterra no Pólo Sul apenas em 1956, durante a operação "Deep Freeze 2" dos EUA, que levaria à construção da sua primeira base no local.

A Bélgica está presente na Antárctida há mais de 200 anos. Para comemorar o feito, o explorador belga Alain Hubert, na sua travessia recorde de 4 000 km em 99 dias, recolheu líquenes para a NASA e fez estudos de cristais de gelo para diversas universidades em zonas onde não passava um ser humano há mais de 60 anos! A simples presença no local constituía a sua mais-valia.

Acima de tudo, a Antárctida é ainda um continente e um oceano por descobrir. Mesmo a zona da Península é um deserto humano, enquanto a latitudes semelhantes na Europa existem largas populações e cidades.

Os líquenes podem viver 300 ou mais anos, mas de facto a Antárctida não é um continente a que o ser humano se adapte facilmente – as dificuldades começam logo pelas telecomunicações e disponibilidade de satélites em órbita polar, deixando também de funcionar a electrónica convencional.

O primeiro natural da Antárctida terá sido um bebé argentino, nascido em 1978 na Base de Esperanza (na zona Trinity da Península Antárctida), onde entre outras comodidades existem um supermercado, um ginásio e...um casino!

7 – Aspectos militares

Antes do Ano Geofísico Internacional, os EUA terão conduzido, pelo menos, duas explosões nucleares na Antárctida, na zona de Schwabenland, a longitudes da África do Sul.

Depois, o Tratado da Antárctida veio estabelecer (como

dissemos acima) que esta deve ser usada para fins pacíficos apenas, congelando também as reivindicações territoriais apresentadas por várias nações, que se sobrepõem demasiadas vezes e são fonte potencial de conflitos, convergindo a grande maioria no Pólo Sul.

Nunca houve uma guerra na Antárctida, à excepção da ocupação de algumas ilhas (como a Geórgia do Sul), do chamado Território Antárctico Britânico, por parte da Argentina, aquando da Guerra das Malvinas. Talvez por isso o Reino Unido tenha apenas recentemente construído/adaptado uma estação científica na Geórgia do Sul, onde até então estava um pequeno destacamento (60 homens) de Gurkas e Royal Marines. Ainda hoje a Argentina, por exemplo, designa a ilha do Rei Jorge por ilha 25 de Maio; o Chile chama à Península Antárctida a Península do Chile.

Embora as actividades militares sejam proibidas na Antárctida, são frequentemente as forças armadas a fornecer grande parte da logística. Isto não apenas por questões de operacionalidade, mas também por razões de afirmação e prestígio, de que são exemplos as expedições do Exército do Chile ao Pólo Sul nos anos 90 ou mesmo a construção das primeiras bases dos EUA (Little America) e as operações High Jump, no fim dos anos 40.

Eisenhower desejava uma Antárctida neutra, o que não o impediu de lançar uma operação em larga escala, provando que em tempos de guerra fria os EUA podiam operar no mais frio dos continentes, se necessário. Tal ocorreu na base da força bruta e do dinamite, com várias frotas de navios e tanques de guerra a operar sobre a Antárctida, tendo sido a decisão da construção da primeira base no Pólo Sul eminentemente política e feita em concorrência à URSS.

A Alemanha Nazi, antecedendo a sua campanha na Rússia, também tinha tentado demarcar uma larga zona da Antárctida, em Schwabenland, desrespeitando as pretensões norueguesas. O misticismo de tal expedição ainda hoje se evoca na procura dos dardos gigantes com a suástica que se lançaram sobre a Antárctida. Especulações sobre a "Guerra dos Pinguins" e bases nazis na Antárctida que resistiram ao fim da guerra na Europa não passam de fantasias mal fundamentadas.

Todos estes exemplos, extrapolando para os dias de hoje, atestam a importância de manter uma presença militar na Antárctida, mesmo que em regime de operações civis e de natureza científica, e é isso precisamente que faz a Espanha, por exemplo.

8 – Paralelismos com o Árctico

O facto de Árctico ser, no essencial, um oceano rodeado por continentes altera completamente a sua natureza política, pois os seus territórios pertencem aos países circundantes: Canadá, EUA, Rússia, Dinamarca, Noruega e Islândia.

Repare-se, porém, que com o arquipélago de Svalbard a situação é diferente. O Tratado de Svalbard, em vigor desde 1925, concede aos cidadãos dos países signatários deste tratado iguais direitos aos que os cidadãos noruegueses têm na pesca, exploração mineira, actividades marítimas e industriais, etc. Embora ali se encontrem bases científicas de algumas nações, como o Japão, França, Grã-Bretanha, etc., Svalbard é território do Reino da Noruega.

Portugal é membro do Tratado de Svalbard desde 14 de Setembro de 1999, mas em termos práticos é como se não fosse, pois não se conhecem nenhumas actividades nacionais que beneficiem por sistema do que o tratado proporciona.

Considerando que Svalbard é uma zona muito rica em pesca e que Portugal – um dos maiores consumidores de peixe do mundo – já importa 2/3 do peixe que consome, seria talvez natural estimular a exploração de um território que também nos pertence no campo das acções económicas e científicas.

No que respeita a aspectos educativos, a Noruega tem em Svalbard um dos melhores exemplos a dar, com a UNIS – Universidade dos Estudos de Svalbard –, onde se formam alunos em Geofísica, Geologia e Biologia do Árctico.

A Universidade de New Canterbury, em Christchurch, na Nova Zelândia, oferece também um programa de pós-graduação em Estudos Antárcticos, que inclui uma estadia de 10 dias na base de Scott. Porém, são estes os únicos programas específicos das zonas polares que existem no mundo.

Tal como ao SCAR na Antárctida, compete ao IASC a coordenação das actividades científicas das nações com territórios e interesses no Árctico.

No Árctico da América do Norte também os aspectos militares marcaram presença em tempos de guerra fria, de que é exemplo a estação da Real Força Aérea Canadiana de Alert. Situada a cerca de 850 km do Pólo Norte, Alert representa a localidade habitada mais a norte do mundo.

Naturalmente, o Árctico da Noruega, russo ou canadiano é também terreno de exploração científica, que vai do lançamento de foguetes estratosféricos à meteorologia e glaciologia (nesta última área, a Gronelândia é crucial).

Do ponto de vista económico, a localização de antenas de comunicações para satélites em órbitas polares e a exploração da rota do norte, ao longo da Sibéria até ao estreito de Bering, são os pontos a destacar.

9 – A ausência de Portugal na Antárctida

É extremamente reduzido o número de portugueses que alguma vez visitaram ou estiveram neste continente, o que traduz ausência de vontades política e científica nacionais, que se espera e deseja ver modificadas a curto prazo – Portugal nem sequer tem estatuto de observador do Tratado da Antárctida.

Não se compreende de modo algum a ausência irresponsável de Portugal na Antárctida. Se é certo que as nações ibéricas já não tiveram fôlego para explorar o último dos oceanos no século XIX, é também verdade que desde então demasiado tempo passou – veja-se novamente o exemplo da Espanha.

Nobres portugueses na corte do Brasil defendiam já nos

séculos XVII–XVIII que Portugal devia explorar as terras e oceanos mais austrais do planeta, o que continua por fazer. Naturalmente as responsabilidades são sobretudo de quem nos governa representativamente, mas também das universidades e da sociedade civil e militar. Uma nação é um todo.

Neste momento encontra-se a caminho da Antárctida o primeiro navio português, o veleiro *Lili II*, do Comandante José Inácio, o mesmo português que levou a réplica da caravela *Boa Esperança* ao Brasil, por ocasião da celebração dos 500 anos da sua descoberta. O mesmo Brasil que já usou o satélite português PoSAT-1 para telecomunicações com a sua base na Antárctida e que agora pode continuar a usar os subsequentes satélites polares sul-coreanos, da mesma classe do PoSAT-1, mas em que a Coreia apostou em construir mais, e autonomamente, e Portugal não.

Quando Cheng Ho (na dinastia Ming) viu as suas grandes navegações paradas no século XV por opção dos imperadores da China, não passando além do corno de África, abriam-se com isso as portas para que Portugal e a Europa conquistassem o mundo, espalhando a sua civilização por todo o planeta. Pode-se optar por ignorar o Mundo – a China pagou por isso bem caro.

Hoje, quando a mesma China decide reclamar Macau e termina o Império Ultramarino Português, devíamos, por oposição a essa opção, dar o exemplo novamente. Portugal e a sua cultura, que sempre foi de partilha e de descoberta, deviam pois negociar a criação de ilhas artificiais em águas do Japão e de Portugal, em territórios a administrar conjuntamente, numa partilha e fecundação de culturas que seria exemplar a nível mundial. Foi com ilhas artificiais que os ocidentais conseguiram permanecer no Japão – Dejima, ao largo de Nagasaki, no ano de 1600 é o exemplo a reter.

Como pode, porém, uma nação aspirar a tanto, se nem sequer está presente na Antárctida, onde essa partilha e procura de um futuro comum é o elemento aglutinador de culturas e vontades ?!

10 – Programa Antárctico do Brasil

O Brasil está presente na Antárctida desde 1984 com a Estação Comandante Ferraz, na baía do Almirantado, ilha do Rei Jorge. Embora não tenha reivindicações territoriais equivalentes às do Chile ou Argentina, o Brasil tem declarada uma zona de interesse territorial na Antárctida.

A estação do Brasil está em excelentes condições, sendo gerida pelo PROANTAR, em que convergem os esforços da Marinha do Brasil, do Ministério da Ciência e Tecnologia e das universidades e laboratórios do Brasil. Tem capacidade para cerca de 20 pessoas no Inverno e perto de 50 no Verão.

Foi a convite da Marinha do Brasil que o Comandante Ramos da Silva (então no Instituto Hidrográfico) visitou a base do Brasil em 1990, tornando-se muito provavelmente no primeiro português a estar na Antárctida.

O Brasil tem todo o interesse em encetar colaborações com Portugal, tendo-se mesmo chegado a discutir informalmente uma troca de tempo de pesquisa a nível do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. O Prof. René Medrano (INPE, director da pesquisa espacial do Brasil na Antárctida) dizia ainda, no Observatório Astronómico de Lisboa, em Abril de 2001 que o Brasil tem planos para construir uma outra base no mar de Weddell, mas que para tanto será necessário um quebra-gelos capaz de navegar nessas águas.

Além disso, a situação financeira do Brasil não permite grandes investimentos em termos de equipamentos científicos, o que só valoriza e torna mais desejada a colaboração com outros países, e Portugal em particular.

No momento, as operações da base brasileira fazem-se com o navio de apoio oceanográfico *Ary Rongel* (quebra-gelos da Marinha do Brasil) e de uma série de voos de aviões C-130 da Forca Aérea brasileira. Grande parte do suporte logístico é feito com a ajuda do Chile, a partir da Base Presidente Frei Montalva, a cerca de 30 km, percurso que os helicópteros da Marinha brasileira fazem com frequência. O Chile centraliza o apoio logístico nesta zona da Antárctida, dados os meios que disponibiliza e a extensão das suas bases.

O Brasil tem ainda um conjunto de refúgios e acampamentos nas ilhas do Elefante e Deception (entre outras), onde conduz programas de pesquisa em biologia e geologia, por exemplo.

A pesquisa do Brasil não se limita, porém, aos trabalhos feitos a partir da sua base ou nos acampamentos em redor, pois a oceanografia e a recolha de dados meteorológicos cobrem toda a área até ao estreito de Magalhães, e na convergência da Antárctida com o extremo da América do Sul.

11 – Programa Antárctico da Espanha

A Espanha tornou-se parte consultiva do Tratado da Antárctida em 1988 e pleno membro do SCAR em 1990. Desde 1988 o Programa Antárctico Espanhol investe cerca de 6 milhões de euros anuais apenas na pesquisa científica, a que há que acrescer as despesas com o navio oceanográfico *Hespérides*, construído em Cartagena, e em funcionamento desde 1991. Este navio tornava-se, em 1992, no primeiro navio da Armada Espanhola na Antárctida.

A presença espanhola na Antárctida faz-se através da Base Rei Juan Carlos I, a primeira a construir-se em 1988 na ilha de Livingstone. Posteriormente, o Exército Espanhol elevava o refúgio Gabriel de Castilla (na ilha de Deception) à categoria de base em 1998-1999, após 10 anos de serviço. Consta que em 1603 o nobre espanhol Gabriel de Castilla terá avistado as Shetlands do Sul, o que o tornaria no descobridor da Antárctida, embora tal feito se tenha ignorado até fins do século XVIII e a percepção da existência de um continente tenha sido bem mais tardia.

Estas bases, com capacidade para cerca de 15-20 pessoas, são apenas de Verão, quando a Espanha presta apoio logístico também à base búlgara em Livingstone – a Saint Kliment Ohridski.

A gestão das actividades espanholas na Antárctida faz-se através do Ministério da Ciência e Tecnologia de Espanha, em conjunto com o Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona e da Marinha Espanhola.

O português Gonçalo Teles do Centro de Geografia Física da Universidade de Lisboa, visitou as bases espanholas no ano 2000, numa campanha científica centrada na geografia física, em colaboração com universidades espanholas.

Aliás, as colaborações com Espanha são diversas noutras áreas da oceanografia e construção e equipamento naval, como tive oportunidade de discutir com os directores do Instituto de Ciencias del Mar, em Barcelona, em Março de 2002. Os convites para maior envolvimento português na Antárctida e participação específica em campanhas científicas não têm, no entanto, resposta portuguesa, por falta quer de equipamento científico e respectivos financiamentos quer de recursos humanos que os validem.

Espanha tem ainda cientistas seus envolvidos sistematicamente em programas e expedições de outras nações. Desses contactos surgiu a possibilidade de ter a bióloga portuguesa Patrícia Filipe (da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, então a estagiar no Instituto de Ciencias del Mar, em Barcelona) na campanha ANTARKTIS XV/3 do *Polarstern*, em 1998.

12 – Programa Antárctico da Itália

A Itália é um excelente exemplo para qualquer pais que tenha ambições na Antárctida, pois é absolutamente notório o seu progresso desde que assinou o Tratado, em 1981.

O Programa Antárctico Italiano foi criado em 1985, contando com expedições anuais desde então e cerca de 2000 pessoas.

A Itália começou a construção da sua base na baía da Terra Nova em 1986. Em 1987 torna-se parte consultiva do Tratado e em 1988 membro do SCAR. A frota de apoio logístico conta com 6 navios de carga e investigação e com aviões C-130 da Força Aérea Italiana. De resto, a colaboração é intensa com a logística dos programas da Nova Zelândia e dos EUA.

Em conjunto com a França, a Itália construiu a Base Domo Concórdia, no interior do continente Antárctico, atingindo resultados notáveis a nível de perfuração dos gelos (European Program for Ice Core Drilling in Antarctica – EPICA) e respectivos estudos de paleoclimatologia. A Domo C (como também é chamada) fica a cerca de 600 km da base Vostok, numa configuração de triângulo equilátero com o Pólo Sul.

A Itália desenvolve pesquisas na área da astrofísica, recolha de meteoritos, biologia marinha, cartografia, geomagnetismo, vulcanologia (actividade do monte Melbourne), medicina, geologia, etc., etc.

Em termos históricos, a Itália marca presença nas zonas polares com a tragédia do dirigível *Italia* em 1928, na viagem de retorno do Pólo Norte, quando Umberto Nobile e a sua tripulação caem no mar gelado perto de Svalbard. Nas tentativas de salvamento morre o grande Amundsen, num desastre de avião.

Começando por participar sistematicamente em projectos de outras nações, a Itália foi desenvolvendo uma capacidade autónoma que a leva a desempenhar hoje um papel crítico nas operações na baía da Terra Nova, no mar de Ross. Contando com um conjunto notável de meios de suporte naval e aéreo, geridos por uma entidade autónoma (no Ministério da Ciência e Tecnologia de Itália) que eficazmente faz chegar as verbas às equipas de investigação cientifica, a Itália é, pois, um parceiro a ter em conta, estando aberto a colaborações com Portugal.

Foi precisamente isso que me transmitiu o director do Programa Antárctico Italiano, o Eng. Mario Zucchelli, em Roma, em Março de 2002. O convite para ter portugueses nas bases italianas encontra-se em aberto, desde que essa visita se enquadre num esforço sistemático nacional para "estar" na Antárctida.

13 – Programa Antárctico da Alemanha

A Alemanha tem uma história de exploração polar rica e pouco conhecida do público em geral, que conta já com mais de 130 anos.

Georg von Neumayer foi um importante promotor das actividades da Alemanha na Antárctida no século XIX e início do século XX. Em 1911–1912 Wilhem Filchner organizou a primeira expedição alemã ao Pólo Sul, tendo acabado por fracassar precisamente na barreira de gelo que tem hoje o seu nome. A Alemanha está também presente há muito na Península Antárctica, tendo Eduard Dallmann conduzido a primeira expedição a essa zona.

No capítulo do imaginário está também a referida tentativa nazi de demarcação de um território antárctico alemão antes da invasão da União Soviética para testar equipamentos e procedimentos de guerra em condições tão adversas. Ainda hoje estão por localizar os dardos delimitadores nazis de 5 m de altura, que foram atirados para o continente, quais neopadrões dos Descobrimentos, em versão mais ostensiva (e tecnológica).

Entre 1980 e 1985, a República Federal da Alemanha estabeleceu as infra-estruturas técnicas e reuniu os meios financeiros necessários para desenvolver um programa de longa duração de investigação nas zonas polares. Criou-se o Instituto Alfred Wegener em Bremerhaven, surgiu o *Polarstern*, dois aviões polares e a base de ocupação permanente de Neumayer. Alfred Wegener foi o geofísico alemão que desenvolveu a ideia da deriva dos continentes associada às placas tectónicas. Explorador polar, morreu nos gelos da Gronelândia em 1930.

O orçamento do instituto ronda os 50 milhões de euros anuais, tendo mais de 400 empregados. Com a unificação alemã, o instituto abriu portas também em Potsdam, para

efeitos de integração do programa antárctico da República Democrática Alemã.

Situada a cerca de 10 km do porto de gelo da baía de Atka, a base alemã de Neumayer é um verdadeiro cenário de ficção científica, o termo mais apropriado para descrever a primeira impressão causada a quem se aproxima dela de helicóptero. O que é único na Base de Neumayer é o facto de se encontrar 5 pisos abaixo do gelo.

A antiga Base Neumayer, construída em 1981 a alguns quilómetros de distância da actual, está hoje completamente deformada pelos movimentos do gelo e excesso de acumulação de neve, o que moldou os tubos e provocou derrocadas que levaram ao seu abandono. A actual Neumayer foi acabada de construir em 1992, situando-se então à superfície. Também está condenada a longo prazo, pois move-se solidariamente com o gelo e dentro de algumas décadas entrará nas águas da baía de Atka, mais propriamente na zona da barreira de gelo de Ekström, que tem cerca de 200 m de espessura no local onde se situa a base.

Até lá, muitas equipas de inverno passarão períodos de 14 a 15 meses no seu interior: quente, confortável e com ar renovado em permanência através de um eficaz sistema de respiração. Duas grandes torres quadradas com escadas constituem a entrada da estação para o pessoal. Cada ano a neve acumula-se mais de um metro e há que fazer subir proporcionalmente todas as entradas da base.

Em forma de H, a estrutura principal da estação assenta em dois tubos metálicos de 8 m de diâmetro por cerca de 90 m de comprimento, acima dos quais se situam mais de 10 m de gelo – uma espécie de caverna tecnológica.

A Base Neumayer serve também de apoio a expedições no interior do continente, como, por exemplo, a recolha de rochas na Terra da Rainha Maud, numa área essencial para se compreender a separação de África da Antárctida, no tempo em que estavam unidas no supercontinente Gondwana, há 180-200 milhões de anos.

Para além da Neumayer, a Alemanha tinha na Filchner outra base importante, embora apenas de Verão. Esta base, situada na barreira de gelo de Filchner-Ronne, totalmente no interior do mar de Weddell, servia essencialmente para apoio a programas internacionais. Como previsto aquando da sua construção, teve de ser evacuada de emergência no momento em que uma parte enorme da barreira de gelos se separou e entrou à deriva. Uma expedição do *Polarstern* enviou homens a essa ilha de gelo flutuante, salvando tudo o que foi possível da Base Filchner antes que se afundasse.

Nas longitudes antárcticas do Pacífico/Austrália, na zona do mar de Ross, a Alemanha utiliza ainda pequenas bases de verão, como a Lili Marlene e a Gondwana. Usa também irregularmente o campo Dreschner (não longe de Neumayer) e a Estação Georg Foster, da antiga Alemanha do Leste, situada no oásis de Schirmacher, no Este da Antárctida.

Na ilha do Rei Jorge, em conjunto com a Argentina e a Holanda, a Alemanha mantém o Laboratório Dallmann, na base argentina de Jubany. Este laboratório foi criado em 1994, estando apenas funcional no Verão. Representa, porém, um exemplo único a nível da cooperação entre nações na Antárctida, estando as suas principais funções associadas ao mergulho e respectivo estudo de espécies e comunidades subaquáticas.

A Alemanha tem igualmente operações importantes no Árctico, sendo a Base de Koldewey, situada em Ny Ålesund, na ilha norueguesa de Spitsbergen (arquipélago de Svalbard), o principal centro de actividades, onde se realiza sobretudo investigação em meteorologia e química da atmosfera.

14 – Participação na Expedição ANTXVIII/4 do *Polarstern*

Uma equipa portuguesa foi convidada pelo Instituto Alfred Wegener de Pesquisa Polar e Marítima (AWI) a participar na expedição alemã Antárctida XVIII/4 do *Polarstern*, um dos navios mais avançados do mundo para o efeito.

Assim, um fotógrafo (António Marques), um operador e realizador de vídeo (Olivier Blanc) e um astrofísico/coordenador científico do documentário (Paulo Afonso) embarcaram numa viagem que se viria a revelar fascinante sob múltiplos pontos de vista. Estão hoje em fase de produção final os respectivos registos deste trabalho, que se irão consubstanciar no mais imediato através de uma exposição fotográfica e documentário televisivo.

A viagem demorou 40 dias, tendo-se iniciado a 14 de Janeiro na África do Sul, na bonita Cidade do Cabo, e terminado em Punta Arenas, no Chile, a 22 de Fevereiro de 2001.

A parte mais importante do programa científico consistia na recolha sistemática de *krill* em torno das ilhas do Elefante e do Rei Jorge, na zona da Península. A palavra *krill* vem do norueguês "comida de baleias", sendo a fonte de proteínas mais abundante do planeta. O *krill* é um pequeno crustáceo do zooplâncton que se assemelha a um camarão pequenino, encontrando-se em todos os oceanos, mas sendo a Antárctida a primeira reserva mundial.

Terminada a recolha do *krill,* era momento de calibrar a sonda acústica que foi usada em cada lançamento das redes, para determinação da biomassa de *krill* na área em estudo. Tal deve ser feito em águas muito tranquilas e a baía do Almirantado, na ilha do Rei Jorge, é praticamente o único local que reúne por vezes essas condições. Não foi, infelizmente, o caso, pois as condições meteorológicas trouxeram ventos de quase 100 km por hora e mar muito agitado. Isso inviabilizou a nossa visita à Estação Comandante Ferraz, do Brasil. (Os preparativos e coordenação com a Marinha do Brasil estavam acertados, mas, infelizmente, o *Polarstern*, mesmo após insistência e "entrega à [nossa] causa", não pôde entrar na baía, inviabilizando com isso aquele encontro com os nossos irmãos brasileiros.)

Para além disto, uma equipa de observadores de baleias seguia também no *Polarstern*, usando os seus dois helicópteros num processo caro e tedioso de contagem da

população das diversas espécies que habitam nestas águas do planeta.

A viagem prosseguiu, rumo ao mar de Weddell, no famoso *Polarstern*. Construído em 1982 no sentido de dar continuidade a decisões políticas contextualizadas em discussões do Clube de Roma quanto a preocupações de natureza ambiental e suas relações com as zonas polares, o *Polarstern* é a jóia da coroa da Alemanha. O *Polarstern* funciona ainda como navio de abastecimento e logística, servindo anualmente a Base de Neumayer e também o Árctico.

Em Neumayer, de entre os trabalhos científicos da estação, a sismologia tem uma componente forte, situando-se os detectores num contentor cerca de 10 m abaixo do gelo. Estações remotas, situadas a mais de 80 km de Neumayer, complementam a rede sísmica de obtenção de dados.

O importante laboratório de química da atmosfera situa-se a 1 km da base, detectando espécies químicas como o *krypton*, que resulta de lixos de centrais nucleares do hemisfério norte ou de outras partes da civilização, pois não é produzido na Antárctida.

Foi isto, em resumo, que a equipa portuguesa foi documentar, sob registo de vídeo e fotográfico, com uma orientação essencialmente científica, mas onde há lugar para os aspectos humanos e criatividade artística igualmente.

A organização portuguesa foi coordenada pelo arquitecto Bernardo Vaz, através da Expoente – Iniciativas Artísticas e Culturais, uma "plataforma de ideias" que conjuga apoios institucionais e valores pessoais para levar a cabo projectos em diferentes áreas.

No caso, pretende-se vir a documentar outras bases e locais específicos da Antárctida (e talvez também no Árctico) em futuros anos. O ideário que nos move tem a ver com a necessidade de também Portugal participar na exploração e gestão de um continente que é património da Humanidade. Com isso temos conseguido estabelecer contactos a múltiplos níveis que desde já permitiriam desenvolver um conjunto de acções integradas, da ciência à arte, se não esbarrássemos com a sistemática falta de apoio institucional e privado.

No campo da exploração privada da Antárctida realçam-se aliás nomes notáveis, como o de Ellsworth, o milionário norte-americano que deu o nome a essas montanhas. Outras referências serão a antiga base da Green Peace e a actual da Adventure Networks International (a companhia aérea que voa na Antárctida), em Patriot Hills.

No bom sentido da Grécia antiga e da democracia de Péricles, cada cidadão é responsável pela política da nação. No nosso caso, na "noite" que passámos em Neumayer, resolvemos construir um igloo – por várias razões. Em primeiro lugar, a construção destes abrigos térmicos faz parte do treino de sobrevivência de quem passa longos períodos na Antárctida. Depois, queríamos simbolizar a vontade portuguesa em fazer algo mais na Antárctida, o que ficou escrito no "Manifesto do Igloo". Em estilo quase megalítico e com cerca de 1000 kg, o "Expoente Sul" – como lhe chamámos – foi um sucesso. Para além de representar a construção portuguesa mais a sul de toda a nossa história, serviria também de bar aberto aquando das festas de aniversário dos elementos da Base Neumayer, contando mesmo com uma mini exibição artística no seu interior, expondo uma fotografia de Eurico Lino do Vale.

Depois de ter resistido cerca de um ano, o "Expoente Sul" está hoje debaixo dos gelos. Sem com isso deixar de "estar" lá...

15 – Acções possíveis para Portugal: curto, médio e longo prazo

Existem em Portugal recursos suficientes para desenvolver um conjunto de acções na Antárctida no curto prazo, que levariam a outras no médio prazo. Trata-se apenas de gerir melhor a riqueza nacional, que não raras vezes esbanjamos.

A comunidade cientifica é quem tem mantido no essencial os contactos pontuais que levaram alguns portugueses à Antárctida. Para além dos já referidos aqui, outros há que potencialmente podem gerar futuras expedições.

A título de exemplo, o Prof. Belarmino Barata, do Departamento de Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL), tem vindo a estudar bactérias psicrofílicas (isto é, "que gostam do frio") recolhidas na base francesa de Dummont d'Urville. Estas bactérias estão relacionadas com a produção de proteínas cujas características se prendem com o combate a doenças como a de Alzheimer. Daí o envolvimento da empresa farmacêutica portuguesa Bial num projecto que conta colocar no vaivém da NASA (em Janeiro de 2003) estas proteínas. Ideias existem para recolher outras bactérias na base do Brasil.

Estes microrganismos extremófilos encontram-se nos mais inesperados locais do Planeta, sendo o fundo do mar dos Açores particularmente rico em fontes hidrotermais e respectivo ecossistema. Portugal deve usar como moeda de troca o seu potencial científico natural no contexto internacional, como defende o Dr. Baptista Coelho (ex-assessor do Presidente da Republica para a área do Ambiente, agora na FCUL).

Bastaria, por exemplo, prestar mais atenção aos níveis de ocupação do *Polarstern* (um gigante por vezes subutilizado) e assim garantir transporte para a Península Antárctida, a troco de receber alguns cientistas alemães nos Açores ou partilhar resultados sobre as bactérias da Antárctida.

O Prof. Fernando Barriga, do Departamento de Geologia da FCUL, seria a pessoa indicada para coordenar estes esforços, pois não só é um adepto da Antárctida como um especialista de renome nas fontes hidrotermais.

O Prof. Mário Ruivo tem feito um esforço notável, no âmbito do anterior Ministério da Ciência e Tecnologia, enquadrando as actividades portuguesas orientadas para os oceanos naquilo a que se chamou a "Estratégia do Retorno de Portugal ao Mar". Estas envolvem sobretudo a formação de recursos humanos, a capacitação de laboratórios portugueses nas áreas das tecnologias submarinas, ROV, etc., mas também das pescas e da indústria naval, etc.

Reconhecendo méritos a todo esse complexo trabalho, com resultados à vista sobretudo a nível da formação humana, há também que notar que é manifestamente insuficiente no que respeita às zonas polares e Antárctida.

Seria desejável ver a Agência Europeia dos Oceanos concretizada e, com isso, uma possível base da União Europeia na Antárctida.

Porém, Portugal não pode nem deve esperar pelos seus parceiros europeus até que tal aconteça, quando simultaneamente desperdiça oportunidades pontuais, mas que seriam decisivas no curto prazo na construção de uma massa crítica de pessoal com experiência na Antárctida. O último destes casos será o não-aproveitamento imediato da oferta do Programa Antárctico da Índia para ter um português na sua base – oferta conseguida aquando de uma visita relativamente recente do ICCTI-MCT a Goa, onde se situam os institutos de oceanografia e antárctico indianos.

Um último exemplo é novamente o de Svalbard, com Ny Ålesund entre as estações de pesquisa científica consideradas de interesse pela UE, para a qual existem programas a que Portugal pode concorrer e obter financiamento. Porém, o resultado aí tem sido também nulo.

Acumula-se pois evidência para a necessidade de aproveitar sistematicamente estas oportunidades, continuamente desperdiçadas. Obviamente caberá às universidades e ao Governo a articulação para tanto. Mas sem o estabelecer de uma linha clara de apoio a projectos polares, não será o crónico orçamento esquelético das universidades a financiar tais esforços iniciais, mesmo que estes sejam críticos para se ir mais além.

Sem qualquer dúvida, esse deveria ser o primeiro passo – a criação de um programa nacional que estimule a investigação polar. Assinar o Tratado da Antárctida também não nos faria nenhum mal.

A título privado, instituições como a Fundação Calouste Gulbenkian talvez pudessem associar-se a esta demanda, promovendo a construção de pequenos refúgios em associação com as instalações de outras nações como o Brasil e a Espanha. Desse modo, seria possível não sobrecarregar a limitada capacidade logística dessas bases, permitindo a permanência a um maior número de portugueses com um orçamento relativamente modesto. Esta síntese seria tanto melhor quanto à Gulbenkian cabe "misturar ciência e arte", como disse o poeta.

Após esta fase inicial de aproveitamento sistemático destas oportunidades, Portugal podia pensar em participar regularmente em programas científicos internacionais, como o EPICA, ou levar a perfuração dos oceanos até à Antárctida também, entre outros exemplos que se podem dar.

Identificadas áreas de maior potencial interventivo português, haverá então, no curto/médio prazo, que formar sistematicamente pessoal ao nível dos assuntos polares. Já se mencionou aqui a existência da UNIS, em Svalbard, e da Universidade de New Canterbury, na Nova Zelândia. Ambos os programas procuram cada vez mais ter classes internacionais e, obviamente, haverá que enviar estudantes portugueses também. Isto numa tendência que se faz cada vez mais sentir, dada a importância das zonas polares. A Suécia acaba de abrir mais cursos e vagas para professores em Kiruna, onde tem instalações espaciais e decorrem cursos polares em conjunto com consórcios de universidades suecas. A International Space University tem em discussão a ideia de vir a formar uma universidade na Antárctida (na qual o autor desta comunicação está envolvido), talvez em colaboração com o Institute for Shipboard Education e a UNESCO, entre outros. A National Science Foundation dos EUA oferece todos os anos cursos de pós-graduação em Biologia da Antárctida na Base de McMurdo.

Claramente no domínio educativo, Portugal tem potencialidades e necessidades que devem ser articuladas numa política de médio prazo, em vista dos objectivos polares a que se deve propor.

Uma vez formado este contingente antárctico, e com base na experiência que entretanto se irá ganhando, há lugar então para pensar no longo prazo. Aqui as hipóteses de partilha de instalações e equipamentos (ou o seu alargamento) existem já neste momento. A África do Sul tem uma base (SANAE IV) sobredimensionada para as suas actuais capacidades financeiras e procura parceiros que a utilizem em pleno. A Alemanha está a considerar a hipótese de partilhar a base com os Sul-Africanos quando Neumayer estiver no limite da sua idade de segurança (dentro de 7-10 anos). A base sul-africana fica a umas centenas de quilómetros de Neumayer apenas.

Oportunidades de trabalho conjunto existem com o Brasil, Espanha, Itália e França, não sendo necessária a Portugal a criação de uma base de raiz no tempo imediato, mas quando atingir a fase de longo prazo. No entanto, esse objectivo não deve ser posto de parte, assim como o da construção de um navio dedicado com capacidade polar de raiz, como fez a Espanha. Passos intermédios para tanto podem ser acordos similares aos que a Itália tem com a Noruega para estimular a investigação em Svalbard e na sua base Dirigibile Italia.

A utilização de tecnologias portuguesas no domínio dos drones e submarinos, por exemplo, a par dos resultados de um esforço na educação e recursos humanos, acompanhados do necessário apoio financeiro plurianual, deve e pode convergir numa actividade significativa conseguida ao fim de 10 anos.

Nessa data fará talvez sentido mesmo a construção de um Museu e Exploratório da Antárctida, como o que a Itália tem em Génova, mostrando aos seus cidadãos o que a Itália e o mundo fazem na Antárctida.

Haja em nós coragem, engenho e arte para tanto.

Água: Um Novo Paradigma

Trabalho realizado por:
- *Francisco Martins*
- *Mónica Costa*
- *Tatiana Ferreira*

Universidade do Porto
Faculdade de Ciências

Introdução

Sem grandes pretensões neste trabalho aqui presente, procuramos não apresentar algo de inédito a nível científico (até porque os nossos conhecimentos ainda não nos permitem), mas sim um reflexo de como se vivem as actuais notícias referentes à questão urgente que é: a água e a sua sustentabilidade ambiental.

Esta oportunidade de expressão foi por nós acolhida com entusiasmo porque iniciativas como esta, dirigidas à camada universitária, são únicas. Deste modo, alargam-se os horizontes na educação e o contacto com personalidades tão conceituadas é visto como mais um momento crucial de aprendizagem.

A imensidão de água dos oceanos, que outrora foram um elemento isolador de populações transcontinentais, é hoje uma importante via de comunicação, de exploração económica, de transporte de pessoas e mercadorias. Os Portugueses exploraram a sua navegabilidade contribuindo para que o mundo se descobrisse. Terra de marinheiros e navegadores que, face ao desconhecido, contornando os obstáculos da ciência, uniram o que o tempo separou num conhecimento que encontra o limite na imaginação dos homens que a fazem.

Perante problemas como a gestão dos recursos ambientais, o desafio de um desenvolvimento sustentável é uma meta que urge atingir. A água, esse bem essencial à subsistência da vida, necessita de uma política comum que vise a sua qualidade, poupança e economia, assim como uma resposta à sua desigual distribuição mundial.

Confesso que não perdi ainda a esperança de ver a fotografia de toda a humanidade. Madredeus, "Anseio"

Pede-se agora ao mundo uma nova mentalidade, e para a assumir terão de ter a coragem e a determinação de quem parte para algo novo, algo que a nossa história nos ensinou. Temos agora entre mãos um novo paradigma: o Ambiente.

Teremos que investigar caminhando por uma estrada cheia de gente que se cruza em muitas e diferentes direcções, detentoras também de discrepantes realidades. Nós procuramos abrir uma estrada única que una estas multidões. O que encontraremos pelo caminho? O que se apresentará como obstáculos nesta relação homem-ambiente ? Quem se unirá a este objectivo comum? Atingiremos a verdade da questão? Em quantas viagens?

Oxalá eu não faça tudo à pressa, oxalá meu futuro aconteça. Madredeus, *"Oxalá"*

Pedro Nunes – Contribuições para os Descobrimentos

Desde os tempos mais remotos o mar desempenhou um papel importante na vida do homem. Devido ao crescimento demográfico, o ser humano lançou-se na descoberta de novos mares, rios e estuários, alguns dos quais constituíam potenciais fontes de alimentos e de água e outros, uma intransponível barreira ao seu avanço.

Existem poucos vestígios da actividade marítima primitiva devido à qualidade dos materiais utilizados, pois a maioria era de madeira, peles ou juncos, facilmente decomponíveis. Algumas comunidades que viviam em regiões costeiras acabaram por ficar submersas devido à subida do nível do mar, restando assim poucos vestígios das suas actividades.

Povos como os Gregos, os insulares do Pacífico e os Vikings foram protagonistas de espectaculares proezas marítimas, sendo motivados por incentivos económicos e sociais. Os conhecimentos adquiridos por estes navegadores foram mais importantes do que propriamente as suas viagens. Navegar no mar alto é muitas vezes menos perigoso do que junto à costa, onde os efeitos das marés, das correntes e do clima são ampliados pela topografia do fundo.

Os marinheiros portugueses foram os pioneiros europeus na exploração do mar. Mandados pelo Infante D. Henrique, em 1420, procurar novas rotas que conduzissem às riquezas auríferas transarianas, descobrem a Madeira e os Açores; em 1434, dobram o cabo Bojador, a 26° de latitude Norte, limite meridional da viagem, e voltam. Esta viagem não poderia ter sido feita sem o conhecimento do regime de ventos do Atlântico Norte, que constitui a chave da navegação à vela.

Os Portugueses anotavam todas as suas descobertas em cartas de grande precisão. Com os Italianos, aprenderam a arte de navegar e a hidrografia, já que estes tinham desenvolvido as cartas chamadas portulanos no século XIII, ajudados pela bússola de marear e pela ampulheta, calcularam direcções e distâncias. Graças a estes instrumentos e a documentos náuticos, tornou-se possível a navegação do Mediterrâneo durante o ano.

Quando começaram a atravessar o Atlântico, no século XV, os navegadores encontraram correntes novas que contradiziam os seus cálculos e tornavam o desembarque imprevisível e perigoso.

Em meados de 1460 descobriram um método de orientação pelas estrelas, o que facilitou a navegação tornando-a mais exacta.

Ao realizarem grandes viagens, os Portugueses notaram que não navegavam numa direcção constante, pois a rota seguida não era a prevista. Isso intrigou-os muito, pois na época não se sabia que a Terra era redonda, logo os seus mapas não tinham em consideração a forma desta.

Todos estes desenvolvimentos foram feitos de uma forma lenta, mas persistente. Houve a necessidade de criar escolas para o estudo e ensino, nomeadamente a Escola de Sagres fundada pelo Infante D. Henrique. O expoente máximo desta escola viria a ser Pedro Nunes, nomeado cartógrafo-mor do reino de D. João III, em 1547 (e que já tinha sido tutor dos príncipes em Évora) e que desenvolveria assim os conhecimentos náuticos da época.

Pedro Nunes foi sem dúvida o matemático mais importante da história da ciência portuguesa, e nos nossos dias é sobretudo anunciado como humanista e arauto da humanidade. Na época em que viveu os conhecimentos eram poucos, o que permitiu distinguir ainda mais a sua notoriedade e o seu génio.

No século XVI, como ainda sucede actualmente, o principal critério de avaliação científica residia na opinião dos pares, desprezando assim a opinião dos não-especialistas. *Mathemata mathematicis sribuntur* (as matemáticas escrevem-se para os matemáticos), afirmava Nicolau Copérnico.



Figura 1 – Pedro Nunes.

No caso de Pedro Nunes (ver fig. 1), esta apreciação foi quase unânime. Em finais do século XVI, Cristóvão Clavius, um dos matemáticos mais influentes da época, referia Pedro Nunes como um célebre matemático, de engenho penetrantíssimo e inferior a nenhum outro em matemática do seu tempo. Reforçando estas palavras, algumas das mais importantes contribuições de Clavius, relativamente aos problemas do nónio ou dos crepúsculos, baseiam-se e apoiam-se principalmente nos trabalhos de Pedro Nunes.

Em 1558, o matemático e cosmógrafo inglês John Dee nomeou-o seu executor testamentário, chamando-o "*esse homem eruditíssimo que é para nós o único depósito e coluna das artes matemáticas*".



Figura 2 – Cratera Petrus Nonius.

Por iniciativa dos padres Giovanni Riccioli e Francesco Grimaldi, fundadores da selenografia, (estudo científico da Lua), uma das crateras do nosso satélite passou a ser chamada Petrus Nonius (ver fig. 2).

Em praticamente todos os trabalhos dos grandes matemáticos do século XVI e século XVII é possível encontrar traços da influência de Pedro Nunes ou até referências directas à sua obra.

Pedro Nunes, como qualquer outro cientista da época, dirigiu-se sempre a audiências mais especializadas e em menor número. A divulgação é uma tarefa nobre, mas nunca foi propriamente uma grande preocupação dos criadores de ciência, não o sendo também de Pedro Nunes. Refere-se ainda que o melhor da produção noniana foi impresso em latim, a língua da cultura científica até finais do século XVIII.

Pedro Nunes era um homem das ciências, pois, para além do estudo teórico da náutica que mais o notabilizou, seguiu os cursos de Filosofia e de Matemática na Universidade de Lisboa. Em 1525 alcançou o grau de bacharel em Medicina e foi encarregue da regência da cadeira de Filosofia Moral em 1529, transitando em seguida para a de Lógica e depois para a de Metafísica. Em 1544, pouco tempo depois da transferência da Universidade para a cidade de Coimbra, Pedro Nunes foi aí nomeado professor, cargo que ocupou até à sua jubilação em 1562.

Os seus conhecimentos levaram-no à publicação do *Tratado da Sphera*, a sua primeira e única obra publicada em português. Neste livro, o matemático descreve vários problemas por ele tratados, dos quais se destacam a determinação da latitude a partir da medição da altura solar a qualquer hora do dia e a determinação da duração média dos crepúsculos matutino e vespertino num dado lugar a qualquer época do ano. Também é mencionada uma das suas principais descobertas: as espirais loxodrómicas, isto é, linhas que descrevem a trajectória de um navio quando este mantém o rumo constante.

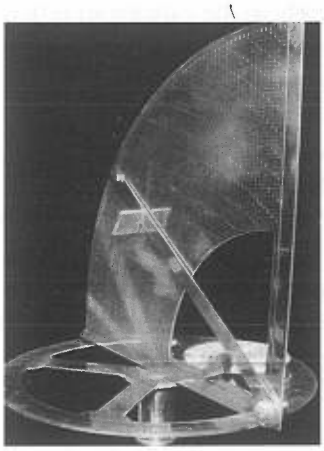


Figura 3 – O nónio de Pedro Nunes.

É importante também referir que Pedro Nunes inventou, em 1514, o nónio (ver fig. 3), cuja função é fazer medições no astrolábio com rigor de alguns minutos de grau (o que permite fazer uma navegação com rigor da ordem da dezena de quilómetros).

A água

Com o brilho que a esperança nos faz no olhar, escrevi... – Carlos Maria Trindade

Pensar no ambiente é projectar o amanhã. A complexidade e a diversidade que o conceito abrange é algo que o ser humano ainda não interiorizou na sua plenitude.

Ambiente: o que nos circunda e com que interagimos, numa relação que deveria ser de igual para igual.

É bem verdade que nos subordinávamos aos "caprichos" das leis da Natureza devido em boa parte ao insuficiente conhecimento das mesmas. Mas, a dada altura, conhecimento foi sinónimo de domínio (e nesta questão não podíamos

estar mais enganados). Continuamos a nada saber, na medida que continuamos a agir de modo incoerente perante algo que nos supera e que está em desequilíbrio. Até quando continuaremos a olhar a Terra como uma fonte inesgotável de recursos e, pior ainda, cingindo-nos à nossa realidade que não passa de parcial? Este é o paradigma que a sociedade interveniente defende cada vez mais. Este é também o nosso desafio.

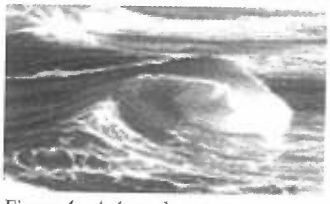


Figura 4 – A água do oceano.

A escolha do tema: a água (ver fig. 4), em particular, deveu-se simplesmente ao facto de ser um dos elementos básicos de que necessitamos, economicamente explorado por muitos *lobbies* e também alvo de uma distribuição mundial disforme, sendo cada vez mais um problema de todos.

O CASO PORTUGUÊS

Actualmente, Portugal encontra-se num momento crucial em termos de medidas a que se propõe submeter. São vários os planos de acção:

- Convénio Luso-Espanhol (que ainda não entrou em pleno funcionamento);
- Programa Operacional de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais;
- Planos de Bacia Hidrográfica;
- Plano Nacional de Água;
- III Quadro Comunitário de Apoio, que prevê fortes investimentos no ambiente.

Uma das vitórias da última presidência portuguesa da União Europeia foi a alcançada "Directiva-Quadro da Água", que visa estabelecer um quadro comum para a protecção das águas (interiores, de superfície, subterrâneas, de transição e das águas costeiras da União), incentivando a sua utilização sustentável.

Neste investimento que consiste em inovar e ampliar recursos em matéria de água, o sector privado reclama uma predominância na implementação de equipamentos e gestão da sua rentabilidade. A exploração e tratamento do recurso entra num sistema de mercado, aplicando-se neste sistema os conceitos de poluidor-pagador e o do utilizador-pagador pelos quais se avaliam o custo total da água (abrangendo os serviços de extracção, tratamento, distribuição, armazenamento e tratamento após utilização, assim como a abundância ou não da matéria-prima e as externalidades ambientais). O valor da água é deste modo condicionado por vários factores:

- o benefício directo para o consumidor;
- os benefícios dos caudais de retorno (o destino da água após utilizada e a sua importância);
- os benefícios indirectos (as vantagens para uma dada população com a criação de infra-estruturas que não foram a causa primeira da sua construção);
- os objectivos sociais e o valor intrínseco da água.

A dualidade recurso natural/bem de mercado confere à água esta difícil gestão cada vez mais meticulosa para evitar o seu mau uso e esbanjamento. Onde ocorrem os maiores desperdícios de água? Numa aproximação pouco rigorosa, 80 % da água doce extraída são destinados à agricultura, 14 % aos perímetros urbanos e 6 % à indústria. A contenção doméstica da água é um apoio significativo, mas as alterações de fundo terão incidência no sector da agricultura, cuja actividade traduz-se numa grande parte da água que é consumida e que se perde, ficando contaminada com fertilizantes e consequentemente, poluindo os lençóis freáticos (o mesmo se passa com as indústrias). Permite-se, deste modo, continuar a poluir impunemente devido principalmente à falta de sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais. Numa recente análise concluiu-se que quase metade das localidades não possui ainda tratamento de águas residuais e 20 % da população não têm abastecimento público de água e um milhão consome água de qualidade que não é monitorizada devidamente.

Estatisticamente falando, 90 % da população nacional são abastecidos com água potável e, segundo os objectivos do Plano Nacional, aumentarão para 95 % até 2006. A percentagem de análises realizadas à água de abastecimento tem vindo a aumentar de 55,6 % em 1994 para 79,2 % em 2000. Mas a contaminação biológica da água de consumo ainda é uma realidade. Recentemente, no ano de 2000, cerca de 200 mil habitantes ingeriram água imprópria, e ainda se estima que 0,4 % da população nacional consumiram doses de nitratos que, em elevadas concentrações, provocam toxicidade no organismo. Em termos gerais, cerca de 60 % da população dispõem de água com qualidade e monitorizada, proveniente de sistemas de grande dimensão. O fornecimento de água por sistemas de dimensão intermédia abrange 21 % da população e o controlo de qualidade não é muito eficiente. Segundo o Relatório do Ambiente 2000, 55 % dos Portugueses dispunham de sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais urbanas. A temática da qualidade da água encontra-se no campo das prioridades da União Europeia e de Portugal. Está em vigor a adopção de legislação e de medidas que reduzam a intensa poluição de rios e recursos aquíferos (alguns casos evidenciam um avançado estado de degradação). Em Portugal, integrada no Plano Nacional da Água (PNA), está a pretensão de ampliar a abrangência dos serviços de saneamento básico e a expansão da rede de drenagem e de estações de tratamento de águas residuais domésticas a 90 % da população. O PNA nos seus diagnósticos mostra-nos o muito que há a fazer em prol da sustentabilidade ambiental, económica e financeira do uso da água (protecção e gestão dos recursos hídricos). Espera-se agora pela nova Lei da Água, fazendo votos e depositando conhecimento para que prossigamos no bom caminho e possamos fazer face às dificuldades que se anunciam. Resta-nos seguir a divisa *Talant de bien faire* (vontade de bem fazer) para passar dos protocolos das políticas ambientais à sua aplicação prática.

A nível mundial

Falar da utilização, gestão ou acessibilidade da água nos vários pontos do mundo constitui um índice dos díspares graus de desenvolvimento que fazem a realidade de milhões de pessoas. É curioso e ao mesmo tempo revoltante comparar o que não tem comparação. A desigual distribuição das reservas de água já de si consiste num problema, mas mais agravante é a sua sobreexploração e a consciência ou não de que, para uns, basta abrir uma torneira e, para outros, é o carregar de baldes directamente dos rios.

Aproximadamente 2 mil milhões de pessoas em todo mundo não têm acesso a água potável distribuída. Por sua vez, 2/5 da população mundial (2,2 mil milhões) não têm saneamento. As Nações Unidas afirmam que, se continuarmos com o consumo actual, em 2025 cerca de 2700 milhões de pessoas serão afectadas pela escassez de água (o que equivale a dizer que a utilização da água disponível ultrapassa os 40 %).

Cerca de 5 milhões de pessoas morrem por ano devido a doenças derivadas da contaminação da água que ingerem. Segundo dados da ONU, menos de 50 % dos habitantes da África Subsariana têm acesso a água. O contraste a esta realidade ocorre no Médio Oriente e América do Norte, onde apenas cerca de 10 % se confrontam com o mesmo problema.

A questão reside em saber como se utiliza e como se gasta. Deste modo, constata-se que apenas 10 % da água usada no mundo se destinam ao consumo doméstico, a agricultura ocupa-se de 70 % e a indústria consome os restantes 20 %, muitas vezes de forma insuficiente, gerando resíduos químicos, nomeadamente metais pesados, que danificam drasticamente o ambiente aquático. O uso urbano e industrial e a agricultura são responsáveis em conjunto por um total de 1000 biliões de metros cúbicos de águas residuais (semitratadas), que são despejadas no meio ambiente, contaminando a água potável.

As causas são:

- A crescente taxa de urbanização que se tem vindo a registar (dentro de 20 anos, deverão ser mais de 600 cidades com mais de um milhão de habitantes);
- A explosão demográfica, nomeadamente no Sudoeste Asiático, que conduz à diminuição da relação número de habitantes por superfícies irrigadas (referindo também que, para satisfazer as necessidades alimentares, recorrerá a uma agricultura intensiva e de regadio, mais rentável). Esta irrigação não controlada constituirá uma grave ameaça para os rios, as zonas húmidas e os lagos. A área de irrigação actualmente é de 250 milhões de hectares e 60 % da água utilizada são perdidos por evaporação, sendo um veículo de contaminação dos cursos de água e lençóis freáticos por pesticidas e nitratos.

Constatando algumas realidades:

- Apenas 10 % a 20 % da comunidade etíope têm acesso a água potável limpa.
- No parque aquático de Wild Wadi, no Dubai, a água não constitui um problema porque são usados 10 milhões de litros de água do mar dessalinizada. Este método é muito dispendioso e não é acessível a muitos, somente países produtores de petróleo como os do Golfo Pérsico podem dar-se a esse luxo.
- Na Índia, nos arredores de Deli, os sem-abrigo recorrem a fugas na conduta para tomarem duche. Nesta cidade só metade dos habitantes dispõe de água tratada em casa. Esta população cresce a um ritmo que o abastecimento de água não conseguirá acompanhar.

No Estado indiano de Rajastão, na aldeia de Goratalai, a população, que dispunha de pouco mais do que a água suficiente para não morrer à sede, pediu ajuda a uma família aristocrata. Respondendo ao apelo, o engenheiro Singh pôs em marcha uma obra de construção de mais uma barragem, das 4500 que construiu em cerca de 1000 aldeias. Toda a construção recorreu à mão-de-obra da população num sistema sustentável e auto-suficiente que lhes vai permitir gerir a pluviosidade na Índia à maneira tradicional. Numa aldeia vizinha do Guzarate, recorrem-se a bombas eléctricas que extraem águas subterrâneas dos lençóis freáticos para fazerem face à secura da região, dado terem aderido a uma agricultura de regadio. Hoje, cerca de 20 milhões de bombas de irrigação (cujo volume de bombeamento de água é menor que uma a motor) estão em funcionamento e tendem a aumentar em média de meio milhão por ano. Cada vez mais a extracção é realizada a profundidades maiores e a dada altura esgotará. Com a construção de grandes barragens, as albufeiras começam a compensar a falta de água nos lençóis freáticos, porém esta realidade ainda não é generalizada.

Em Bengala, na região de Matamoros, a população servia-se de poços de pouca profundidade em substituição das águas de superfície poluídas. O que agrava esta situação é o facto de os afloramentos naturais estarem contaminados com arsénio, resultando assim em milhares de vítimas. As pessoas que possam pagar os preços inflacionados da água potável correrão menos riscos.

Estes são alguns exemplos que evidenciam a necessidade de gerir bem a água de modo a atenuar a pobreza. Todas estas realidades encontram os seus opostos, mesmo num local bem perto de nós.

As resoluções de fundo do problema da gestão da água apoiam-se em dois princípios fundamentais: reduzir o consumo (optimizando-o) e reciclar.

As recentes tecnologias dispõem de um método de despoluição através de membranas de ultrafiltração cujos poros medem cerca de 0,01 micromilímetros, sendo este um processo físico sem as consequências agravantes do tratamento químico. Porém, em todo o mundo só existem 80 e o custo da água é bastante elevado.

Um sistema que cria postos de trabalho é o "Aquakiosk", que consiste num armazenamento de água capaz de servir cidades inteiras. Produz 20 m^3 de água potável por dia e custa cerca de 15 mil euros. A Índia já comprou alguns, o que evita a propagação de epidemias através da ingestão de água contaminada.

O desperdício deste recurso na agricultura será reduzido utilizando um sistema de gota a gota, que se baseia em fornecer a cada árvore a quantidade exacta de água de que necessita (consoante o seu grau de desenvolvimento). Nas extremidades do sistema encontram-se sondas computadorizadas de 1 m de comprimento que, de 15 em 15 minutos, fornecem informações acerca da quantidade de água existente no solo.

A nível urbano, uma contribuição é a utilização de autoclismos com capacidades inferiores e sistemas de torneiras e chuveiros mais rentáveis.

A reciclagem terá assim principal aplicação em indústrias, uma vez que para determinadas produções a água poderá ser reutilizada ou então não exigirá uma tão elevada qualidade que permita um tratamento menos rigoroso. Um exemplo a seguir é o método japonês que reutiliza as águas de banho para posteriores descargas do autoclismo.

As soluções encontradas para o tratamento da água dificilmente encontrarão lugar nos países em vias de desenvolvimento, onde as necessidades são mais primárias e o poder de investimento em construção de infra-estruturas (de uma rede de distribuição de água e de saneamento) é nulo.

Regista-se principalmente nos países em vias de desenvolvimento o maior número de mortes devido à propagação de doenças através da água e pelas deficientes condições de higiene. Doenças como cólera, febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar, amebíase ou disenteria amebiana, hepatite infecciosa, poliomielite.

A biodiversidade marinha

Em qualquer conto de encantar é frequente o início ser do tipo: "Era um vez..." Nessa altura recorremos à imaginação, ao nosso poder de criatividade e capacidade de sonhar. À medida que se cresce, a história poderá ainda começar da mesma forma, mas os factos aí falam mais alto e a sede de respostas leva o ouvinte a observar e agir.

A comunidade científica partilha a mesma teoria sobre como começou a história da vida, e esta é largamente divulgada por todo o mundo. Com certeza se irão acrescentar alguns pontos à medida que se for descobrindo mais nos tempos das futuras gerações.

Então, comecemos...

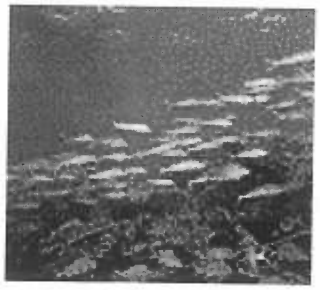


Figura 5 – Biodiversidade marinha.

Há muito, muito tempo (cerca de 3500 milhões de anos) a vida despontou na Terra no berço dos oceanos. Nessa altura cingia-se a formas muito simples, mas que ao longo dos tempos evoluiu em milhares de espécies (ver fig. 5). A falta de capacidade de adaptação ao meio que se alterava levou à extinção de muitas espécies. Em raros casos, o conhecimento faz-se através dos fósseis encontrados nos extractos rochosos da época. Cerca de 90 % desta história desenrolou-se no mar, o que justifica toda a diversidade e riqueza biológica nele existente. Os mares abrigam a maioria das plantas e animais existentes na Terra, desde o litoral às grandes profundezas. Grandes grupos de organismos, dos 33 conhecidos: 15 são exclusivamente marinhos (por exemplo: os equinodermes); 5 são predominantemente marinhos (como as esponjas, corais e anémonas); 9 têm representatividade no mar; e 3 têm raras espécies marinhas. Nos 528 milhões de quilómetros cúbicos de água dos oceanos em constante movimento, muito foi encontrado, mas grande é ainda o desconhecimento da vida que este aloja. A cada descoberta que se faz estrutura-se de novo o conhecimento.

Em 1900, ao largo da Indonésia foram descobertos organismos que não obtinham correspondência a nenhum filo zoológico de modo que se criou um novo denominado: pogonóforos (ver figura).

O grande achado zoológico foi o de 1938 no oceano Índico, ao largo da África do Sul: o celacanto, um peixe que se julgava extinto desde o tempo dos dinossauros era um verdadeiro fóssil vivo.

Anos mais tarde, em 1977, foram encontrados organismos com características estranhíssimas que vivem na escuridão, onde existe uma pressão de centenas de atmosferas, vulcanismo intenso, ambiente saturado de compostos de enxofre (dependentes portanto da quimiossíntese de bactérias), perto de fumarolas submarinas e fontes hidrotermais com jactos de água a 400°C circundados por águas geladas. Estes são os requisitos de animais sem boca, intestino ou ânus e que podem atingir o comprimento de 1,5 m, como os pogonóforos (ver fig. 6) vestimentíferos. Quem sabe se nestes ambientes cujas condições são tão inóspitas não se encontrarão algumas surpresas de fósseis vivos?



Figura 6 – Pogonóforos.

No mundo da vida marinha tudo funciona numa interacção de ecossistemas, numa sinfonia afinada de relações de dependência, num equilíbrio dinâmico.

Um outro exemplo são os deslumbrantes recifes de corais, organismos agregadores, que são o habitat dos microrganismos produtores fotossintéticos que incorporam o plâncton e o fitoplâncton (base da cadeia trófica) e milhares de outras espécies marinhas (dos quais peixes de menores dimensões, moluscos e crustáceos). Um caso de mutualismo é entre estas populações de corais e as lontras marinhas, às quais é proporcionada abundância de comida e por sua vez estas são responsáveis pela fixação dos corais que se vêem por elas protegidos.

Os oceanos representam 95 % do espaço habitável na Terra. Há cerca de 3500 milhões de anos os oceanos reuniram condições climáticas e químicas para que este planeta permitisse a vida. Em contínua modificação, toda a biosfera

seleccionou os mais aptos a prosseguir esta história que o homem se propõe a contar. Dependente directamente deste grande recurso que condiciona o clima, que regulariza a temperatura global, que vai prolongando esta nossa presença, fornecendo-nos praticamente todo o oxigénio produzido no planeta através de algas microscópicas denominadas algas azuis, seria bom que a nossa espécie, que tem o dever de proteger esta fonte de vida tão diversificada, tomasse consciência de que está a agir sem sensibilidade. Que se mentalizasse que não é o seu protagonista, mas sim mais uma das milhares de personagens, arriscando-se a que com o passar de gerações a história o torne no vilão. Viver-se-á feliz para sempre?

A costa

Podendo também ser designada por faixa litoral, podemos defini-la como faixa que separa o domínio continental do domínio marinho e onde se fazem sentir actualmente processos de influência marinha e continental.



Figura 7 – Costa.

Uma faixa litoral actualmente compreende, pelo menos, uma zona limitada pelo nível máximo da maré alta e pelo nível mínimo da maré baixa, uma zona submersa que se estende para além do limite atingido pela maré baixa e na qual a ondulação, ao rebentar, vai originar várias correntes que movimentam sedimentos, que constituem a faixa litoral. Esta é constituída pelo lado do continente por uma arriba, pelo início de um campo de dunas ou por uma zona onde a vegetação se fixou com uma certa permanência.

A erosão é um processo que desfavorece muito as praias e a costa, pois transporta a areia para o fundo do mar, fazendo com que este avance cada vez mais em direcção à região continental, tendo por isso o homem ao longo dos anos tentado minorar o avanço do mar. Antes eram utilizadas as obras pesadas da engenharia para fazer face ao avanço do mar, que muitas vezes ainda prejudicavam mais. A tendência actual é usar sistemas de defesa mais ligeiros. O design das estruturas a fazer tem de ter em atenção os estudos geomorfológicos. As estratégias de defesa têm de ter em conta a dinâmica da zona, utilizar sedimentos muito semelhantes aos da praia cuja estabilidade se pretende conseguir. Têm sido utilizados sedimentos de pré-praia, de dunas, etc.

Algumas das estratégias utilizadas são: *não interferir,* que consiste em deixar a Natureza e permitir que o litoral evolua naturalmente; *recuar (fall back),* que consiste em consolidar a zona que fica para atrás de uma linha de recuo preestabelecida, recuo que requer compensação pelo custo da terra e investimento em defesa costeira; *defender (hold on),* que implica recorrer a obras de engenharia cada vez mais pesadas para evitar a erosão ao longo de determinados sectores da costa; *avançar (but foward),* cujo objectivo é criar uma nova zona de amortecimento entre o mar e a costa quer criando novas praias, quer reclamando ao mar terras que poderão ser abandonadas em caso de necessidade.

A alimentação artificial das praias é uma das estratégias de defesa mais interessantes.

As dunas são uma forma de protecção da região continental, pois formam uma barreira contra o mar impedindo ou dificultando o avanço do mar. As dunas que têm flora oferecem uma maior resistência ao mar, pois a flora fixa a areia da duna dificultando a acção do mar no que respeita à erosão.

A exploração económica

Muitos séculos depois, aquando da Revolução Industrial, o homem começou a sentir os primeiros efeitos pesados da sua acção sobre a Natureza.

Os resíduos produzidos, na euforia industrial, eram largados em bruto para o meio ambiente, afectando directamente e indirectamente o oceano e a atmosfera. Contudo, o homem continuou a explorar recursos em excesso, sem pensar nas consequências dos seus actos; tempos depois, face a esta situação alarmante, começaram a surgir as primeiras preocupações com o estado e a conservação do ambiente.

Apesar de terem sido tomadas algumas medidas, a situação não melhorou muito.

A Natureza atingiu níveis de ruptura, como, por exemplo, deixando de eliminar de uma forma gradual as elevadas concentrações de dióxido de carbono; implica que os seus ciclos biológicos fiquem ameaçados, pois a quebra de um *link* desencadeia uma ruptura num ecossistema equilibrado.

Falando dos oceanos, um dos grandes problemas é o facto de não haver um direito de posse reconhecido sobre os recursos marinhos. Assim, não existe nenhum mecanismo que limite o acesso à pesca devido ao facto de não existir propriedade. Esta situação conduz a uma economia de *laissez-faire* (deixar fazer) e de competição desenfreada.

De modo geral, no acesso às zonas pesqueiras não limitadas, a pesca é muito produtiva, obtendo-se elevados lucros. Como não é rentável diminuir a actividade piscatória, esta sobreexploração pode comprometer o equilíbrio biológico. Perante esta situação, os participantes são levados a procurar novos locais de exploração.

Esta situação ficou ainda mais destrutiva devido ao aumento da frota no século XX. Quando as reservas ficavam arrasadas e as comunidades costeiras destruídas após o excesso de captura, as frotas seguiam para novos locais, mais lucrativos.

Um dos exemplos significativos é o das baleias, em que a espécie esteve quase em vias de extinção, para não falar também no caso do atum, que viu diminuir drasticamente a sua população.

Uma das soluções apontadas foi a de implantação de regulamentação das pescas do alto mar, a cargo de comissões internacionais. Contudo, a capacidade destas para a resolução

dos problemas ainda é muito limitada, porque possuem pouca autoridade para imporem uma soberania em relação aos recursos que pretendem gerir. As decisões tomadas exigem o consentimento de todos, mas é o Estado que geralmente está livre para defender os seus interesses neste assunto, pelo que as decisões não são vinculativas

Um aspecto positivo da criação destas comissões foi o desenvolvimento científico que se gerou em seu redor, pois supervisionavam a recolha de dados e proporcionavam importantes debates científicos. Muitas vezes ignorados devido ao elevado nível de incerteza que o cálculo das reservas piscícolas detém, o que leva à adopção de visões optimistas, dando o benefício da dúvida à industria pesqueira e não aos investigadores.

Em meados dos anos 70, na conferência das Nações Unidas foi criada a Lei de Mass, de modo a decidir qual a maneira mais justa de partilhar os recursos. Uma das principais consequências desta lei foi o alargamento da soberania dos Estados costeiros para duzentas milhas náuticas da sua linha costeira. Dizia-se então que este aumento levaria os Estados a cuidarem melhor dos seus recursos; porém, esta prática fez com que o problema mundial causado pela pesca irrestrita passasse a ser apenas um problema nacional. Esta situação levou alguns países a regressarem aos seus bancos pesqueiros já sobreexplorados.

Tinha de se alcançar um equilíbrio entre a indústria e a conservação. Era necessário reduzir a pesca de modo que as reservas se reconstituíssem, ao passo que a indústria pretendia continuar a obter um lucro razoável com os seus investimentos. Face a esta situação de depressão industrial, muitos governos resolveram subsidiar as frotas. Estes mantiveram os navios em acção, o que não contribuiu para a diminuição da actividade piscatória.

Segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação), 70 % das reservas piscícolas continuam sobrelotadas, a menos que os governos adoptem medidas decisivas para regulamentar a exploração pesqueira. Vai haver uma diminuição do número de espécies actuais, de tal modo que irá tornar-se impossível atender à procura mundial.

Para a Greenpeace, "grande parte do problema dos recursos pesqueiros provém do facto de a capacidade da frota mundial exceder a quantidade de peixe que pode ser extraída sem danificar o equilíbrio ecológico". Segundo os especialistas, um outro problema é a sobrecapitalização, isto é, o excessivo investimento em navios e novo equipamento quando a indústria pesqueira se encontra em época alta. Aumenta-se a qualidade e a quantidade da frota mundial para extrair mais recursos, porém a população de peixe continuará a diminuir quer por causas naturais quer por acção do homem. Os pescadores, por sua vez, pressionam os governos para os subsidiarem. Como resultado, o dinheiro mantém-se a um nível fictício em anos de bonança e de crise.

A actividade pesqueira embarcou numa forma estrutural muito perigosa, pois pretende privatizar os oceanos, e permitir monopolizar o mercado de pequenos animais pelágicos. Segundo relatório um do Worldwatch Institute, os grandes navios-fábrica, que representam apenas 1 % de todos os barcos de pesca do mundo, realizam mais de metade das capturas globais. O número de pessoal empregado nestes navios ultrapassa os 290 mil, face aos 21 milhões de trabalhadores do mar em pequena escala – assim, economicamente, uns são mais favorecidos do que os outros.

O aumento de produções de aquicultura, isto é o uso de terrenos húmidos costeiros que são convertidos em piscinas onde se cria uma determinada espécie destinada à alimentação, levou em alguns casos à degradação de milhões de hectares de habitats de outras espécies.

A Greenpeace propõe uma redução de cerca 50 % da capacidade das grandes frotas industriais, a eliminação de incentivos fiscais para as práticas piscatórias e uma moratória para impedir a extensão da aquicultura, excepto quando estiver demonstrado que é ecologicamente sustentável.

Devido à sua posição geográfica, Portugal sempre esteve ligado ao mar, nomeadamente à pesca. Assim, a actividade pesqueira em Portugal pode dividir-se em três: frota polivalente, pesca de arrasto e pesca de cerco.

A pesca polivalente proporciona uma qualidade superior do pescado e um elevado número de postos de emprego associados. Visto se tratar de uma pescaria multiespecífica que usa vários tipos de artes de captura, torna-se difícil o seu controlo e fiscalização devido à falta de regulamentação. Existe também dificuldade em modernizar as embarcações (devido à escassez de meios) e em estabelecer circuitos de comércio.



Figura 8 – Pesca de arrasto.

Uma alternativa que se tem vindo a desenvolver é a pesca de arrasto (ver fig. 8), pois é constituída por uma frota moderna e existem ainda muitas espécies para capturar por este meio. Esta pesca é condicionada pelos poucos conhecimentos que se têm de algumas espécies e também porque alguns stocks de pesca se encontram em vias de sobreexploração. Como soluções, procura-se aumentar o rendimento e a selectividade, de modo a encontrar stocks de pescado em boas condições e a não causar danos significativos nas espécies.

A pesca de cerco é o tipo de pesca de maior produtividade devido a um esforço em adequar a frota aos recursos existentes. Procede-se à exploração do recurso mais abundante da nossa costa, contudo mais uma vez existe dificuldade em gerir e avaliar o stock, o que pode levar a uma situação de sobreexploração.

Também é realizada a pesca longínqua, em navios tecnologicamente mais evoluídos com profissionais especializados, tendo deste modo um mercado garantido.

Contudo, existem algumas dificuldades, a saber: a obtenção de autorizações de acesso aos pesqueiros e o insuficiente apoio político (nomeadamente de entidades como a UE).

A situação deste sector é ainda muito frágil, pois estão reivindicadas acções políticas de direitos de pesca e da exploração de pesqueiros (ou espécies-alvo), actualmente não explorados pela frota nacional.

Do ponto de vista biológico, este tipo de pescas acarreta, porém, situações desagradáveis. Anualmente, devido à captura acessória (isto é, peixes e aves que são apanhados em redes de captura de outras espécies), cerca de 27 milhões de toneladas de seres são devolvidos ao mar feridos ou já mortos, deteriorando a própria qualidade da água. Esta prática afecta, por exemplo, golfinhos, focas e crustáceos, podendo em muitos casos levar à sua extinção. Um problema consequente é o facto de as redes, que duram entre 10 e 15 anos, se perderem no mar, continuando assim a aprisionar os animais que entram em contacto com estas. A solução está em criar redes biodegradáveis e equipamentos de detecção de redes perdidas.

Apesar de muitas das espécies capturadas não fazerem parte do menu alimentar, elas têm um papel muito importante nas cadeias tróficas, pois muitas das capturas acidentais são de espécies juvenis, o que limita assim a reprodução. A sua queda afecta indirectamente o consumo humano, pois quebra-se um ciclo biológico.



Figura 9 – Pesca de arrasto.

A pesca de arrasto (ver fig. 9) também acarreta outros problemas para além da sobre-exploração, pois a passagem da rede destrói a estrutura diversificada que existe nos habitats e que protege os pequenos peixes dos seus predadores, providenciando também alimento para a restante vida marinha. Alguns cientistas acreditam que estes impactos são ambientalmente tão graves como o derrube das árvores nas florestas tropicais.

Apesar da pesca, os oceanos também estão sujeitos a outras agressões, pois durante décadas os mares foram considerados o esgoto da Terra. Pensava-se que a imensidão dos oceanos poderia "engolir" todo o lixo nele depositado. Daí, até há pouco tempo ninguém se preocupava com os 8,8 milhões de toneladas de petróleo que são lançadas no mar anualmente ou com os 280 milhões de toneladas de alcatrão que flutuam em grandes balsas marinhas. Na fauna marinha, o petróleo tem um efeito duplo, pois por um lado envolve as asas o pêlo ou a pele dos animais, fazendo-os perder a propriedade que os protege do frio e, por outro, lado a sua ingestão causa, transtornos digestivos graves.

A água do mar acumula todo o tipo de resíduos, como redes de pesca, dejectos humanos lançados dos navios ou plásticos à deriva provenientes das praias. Nos últimos anos foram tomadas algumas medidas para combater este tipo de problemas. Um exemplo é o caso da assinatura da Convenção de Londres, que proíbe o enterramento de resíduos nucleares e industriais nos oceanos. Outras medidas mais recentes são a Convenção de Badel, que limita o trânsito de mercadorias perigosas de países da OCDE para países estranhos à organização.

Porém, a principal fonte de contaminação dos mares são os resíduos das actividades em terra. Calcula-se que 90 % dos contaminantes do oceano provenham das costas, rios e estuários. A sujidade da água tanto afecta directamente os ecossistemas como também pode pôr em acção mecanismos indirectos de destruição, como, por exemplo, certos organismos tóxicos que vivem em estado latente que só entram em actividade estando presente uma determinada substância contaminante da água.



Figura 10 – Petróleo nas asas de uma ave.

A agressividade que os seres humanos excercem na costa é crescente, já que a linha costeira alberga a maior parte da população do planeta. Mais de dois terços dos cidadãos do mundo têm a sua casa a menos de 80 km do mar e as populações que vivem perto de praias crescem exponencialmente.

Embora haja cada vez maiores extensões marinhas protegidas, a não ser que 20 % da superfície aquática sejam declarados reserva natural, os cientistas afirmam que o problema da deterioração dos oceanos não será resolvido.

Em terra firme, 10 % da superfície recebem algum grau de protecção, mas reconhece-se que esta quantidade é insuficiente para conservar todas as espécies terrestres. Para além disso, os organismos marinhos necessitam de muito mais espaço livre para habitarem e são muito mais sensíveis à destruição do ambiente natural.

A poluição

A poluição dos mares e do ambiente é feita através de várias formas – por exemplo, derrames de petróleo no alto mar, a agricultura e o seu uso de pesticidas –, além de outras que vamos procurar explicar a seguir.

O petróleo, como é do conhecimento de todos, é a principal fonte de energia do século XX. Deste recurso fóssil podemos obter os mais variados tipos de combustíveis para a maioria dos transportes (aéreos, marítimos, terrestres); no entanto, é muito poluente e não renovável.



Figura 11 – Incêndio em alto mar.

Do fundo do mar é extraída uma quarta parte do petróleo mundial, com cisternas cada vez mais eficazes e perfurações mais profundas. A indústria naval desenvolveu-se tecnologicamente para se adaptar ao transporte do *crude*.

Se por motivo de acidente (ver fig. 11) houver um derrame de petróleo no mar, forma-se uma maré negra que pode estender-se por uma vasta área, provocando assim uma autêntica catástrofe ecológica. Embora as possibilidades de actuação sejam muito limitadas, procura-se apagar o incêndio com barcos-cisterna,

enquanto se empregam diversos métodos, como a colocação de barreiras flutuantes, para limitar a extensão da catástrofe. Devido a esta maré negra e aos produtos tóxicos, a luz não penetra no mar, impedindo consequentemente o desenvolvimento do plâncton, o que prejudica toda a cadeia alimentar. O petróleo deposita-se pouco a pouco no fundo do mar. O tráfego dos petroleiros é muito intenso, circulando uma terça parte do petróleo mundial nas mais variadas rotas comerciais. Durante os percursos ou rotas comerciais, os petroleiros derramam produtos petrolíferos no mar por fugas ou limpeza de depósitos. Tudo isto tem uma acção directa ou indirecta nas praias (ver fig. 12), nas costas, nos peixes e nas aves marinhas. No entanto, é difícil calcular a dimensão do impacto ambiental porque não há um rasteio da fauna e flora existentes.



Figura 12 – Poluição numa praia.

No entanto, estes não são os únicos poluentes do mar, pois, infelizmente, existem muitos outros. Por exemplo, algumas indústrias, além de poluírem o ar com libertação de gases (ver fig. 13), poluem também o mar depositando resíduos químicos directa ou indirectamente (primeiro nos rios e depois nos mares). As centrais nucleares utilizam a água para refrigerar os seus reactores. A água quente, quando chega ao mar, pode alterar o ciclo de vida de alguns seres vivos marinhos. Os rios são também vias de contaminação, pois, se as populações e as indústrias não tratarem as suas águas residuais, os produtos serão lançados aos rios poluindo-os ainda mais. Mais grave ainda é o derramamento directo de tóxicos nas praias ou costas, bem como os arraiais e os resíduos sólidos, como plásticos, vidros e outros, que também podem poluir as praias. As águas residuais devem então ser tratadas em ETAR (estação de tratamento de águas residuais).



Figura 13 – Fábrica a poluir o ar.

Quando a concentração de produtos tóxicos na água do mar é elevada, os organismos autodepuradores que vivem nas águas marinhas podem perder a sua capacidade para devolver à água as suas características e a sua composição natural. Os efeitos sobre as plantas, os peixes e as aves marinhas chegam a ser muito graves.

Das inúmeras espécies existentes nos oceanos, o homem consome cerca de mil. Todos os anos são pescadas milhões de toneladas de peixe, moluscos e crustáceos, utilizando-se as mais variadas técnicas de pesca, pois cada povo tem a sua e é adaptada à sua tecnologia e desenvolvimento.

As principais zonas de pesca situam-se ao longo do litoral, a pequena profundidade. As espécies mais procuradas são as que formam cardume, como a sardinha, o bacalhau e o atum, que são extremamente fáceis de capturar se existirem em grande número.

No entanto, o excesso de captura de peixe pode destruir ou ameaçar algumas espécies, pois muitos nunca chegam a atingir a idade adulta, a idade de reprodução, não deixando assim descendentes. Como os pescadores utilizam redes cada vez mais finas que não permitem a fuga do peixe, as espécies são fortemente ameaçadas.

Na Cimeira da Terra que decorreu em Joanesburgo, acelerou-se a recuperação de stocks de peixe até 2015, a níveis de produção sustentável. Procedeu-se também à aprovação de um pacote de medidas para gerir melhor os recursos pesqueiros.

Desequilíbrio Ecológico

Há na Natureza um equilíbrio dinâmico entre os organismos vivos e o ambiente. Qualquer acontecimento que perturbe as características naturais de um ecossistema é um factor de desequilíbrio. Esses factores podem ser naturais ou induzidos pelo homem.

Os factores naturais são incontroláveis, imprevisíveis e esporádicos, como, por exemplo, maremotos, terramotos e vendavais. Em alguns casos, eventos esporádicos, mas cíclicos (voltam a ocorrer após períodos relativamente longos, mas relativamente regulares) levando as comunidades ao desenvolvimento de adaptações.

No que diz respeito aos factores de desequilíbrio induzidos pelo homem, estes podem muitas vezes ser evitados ou mesmo reduzidos. Aqueles com que o homem se deve preocupar mais são aqueles que pode controlar e também os principais causadores de desequilíbrio. Neste conjunto de factores temos, por exemplo, a poluição atmosférica, a poluição dos rios, lagos, mares e oceanos, a sobrepesca, a captura de peixes jovens e peixes em época reprodutiva, entre muitos outros. A intervenção do homem chega por vezes a destruir ecossistemas inteiros, cuja recuperação pode durar muitos anos ou mesmo décadas.



Figura 14 – Consequências do desequilíbrio ecológico.

O desequilíbrio ecológico (ver fig. 14) resultante das actividades humanas desordenadas causa perturbações a curto, médio e longo prazo nos ecossistemas naturais. A acção humana ameaça o próprio homem, pois sem água potável, sem ar respirável, sem florestas, sem fauna e flora em equilíbrio, a própria vida humana sente-se ameaçada. Um dos principais factores de desequilíbrio é a explosão demográfica da população humana, que cresce em progressão geométrica (e^x). A população humana tem crescido exponencialmente, mas os recursos não. Com o crescimento populacional acelerado, o desenvolvimento sustentável torna-se um desafio cada vez maior para este século.

Nos últimos anos ocorreram mudanças extraordinárias. Os anos mais quentes do século XX ocorreram na década

de 90. Cerca de um quarto do solo terrestre está afectado pela erosão e pela degradação e estima-se que a cobertura de gelo diminuiu 10 %. Como podemos ver, temos uma verdadeira ameaça ao meio ambiente, o que faz com que haja um autêntico desequilíbrio ecológico.

As perspectivas são as piores de todas, pois prevê-se que deverá duplicar até 2025 o número de pessoas atingidas por secas, muitas delas vivendo em África. Grandes florestas tropicais desaparecerão na África e América do Sul; haverá um aumento de cheias, erosão de solos e riscos de epidemias; juntamente com a diminuição da agricultura, os desertos aumentarão, as doenças vão espalhar-se, muitas espécies de fauna e flora deverão desaparecer e alguns países de zonas costeiras sofrerão inundações.

Na Grã-Bretanha, estão previstos invernos mais chuvosos e verões mais secos. Não ha dúvida de que este é o pior cenário previsível para o futuro, tudo isto por causa das agressões ao meio ambiente.

Desenvolvimento sustentável

Ao longo do trabalho este tema foi várias vezes abordado principalmente quando se fala de recursos, de poluição, de desequilíbrio ecológico.

Um dos grandes problemas do desenvolvimento sustentável, é o crescimento populacional e as mudanças climáticas, no entanto políticas agrícolas inadequadas nos países desenvolvidos podem prejudicar o meio ambiente local e minar a produção alimentar globalmente sustentável. O aumento da população exige que se produza mais e os meios que utilizam são prejudiciais para o ambiente, trazendo também consequências para o homem. Isso faz com que haja um abuso em adubos e fertilizantes na agricultura, um excesso de pesca, provocando assim um desequilíbrio ecológico e um desenvolvimento insustentável.

Enquanto o homem continuar a poluir, está a arruinar o seu futuro e dos seus descendentes porque está a ficar sem condições de sobrevivência, sendo por isso muito difícil manter um desenvolvimento sustentável.

O Protocolo de Quioto

"As emissões nacionais de gases de efeito de estufa, responsáveis pelo acelerado aquecimento da Terra, já superaram em quatro por cento o limite máximo que Portugal teria de respeitar nos próximos dez anos. Portugal está obrigado a não ultrapassar os vinte e sete por cento de emissões entre 2008 e 2012 por força de acordos internacionais, mas os últimos dados oficiais apontam para emissões no valor de 31 por cento entre 1990 e 2000." In *Fórum Ambiente,* n.º 80, Maio de 2002.

"Num relatório recentemente divulgado pela Agência Europeia do Ambiente, Portugal encontrava-se entre os países de pior desempenho ambiental da Europa." In *Fórum Ambiente.* n.º 79, Abril de 2002.

O protocolo de Quioto resulta da conferência realizada pelas partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudança de Clima em Quioto, no Japão, entre 1 e 10 de Dezembro de 1997. A assinatura e adopção deste protocolo são um tributo à diplomacia global, e consistem no primeiro passo concreto rumo a uma acção colectiva para o cumprimento da nossa responsabilidade colectiva. Pela primeira vez, os países desenvolvidos aceitaram metas obrigatórias de redução das suas emissões.

Mesmo que os países atinjam as suas metas estabelecidas em Quioto, Portugal, de acordo com a notícia acima citada, publicada pela *Fórum Ambiente*, está no mau caminho visto que já ultrapassou em 4 % os limites máximos preestabelecidos. A redução da emissão de gases seria apenas 5,2 % dos níveis verificados em 1990, de acordo com os cálculos dos mais sofisticados modelos matemáticos; se pretendermos deter o processo do aquecimento global, teremos de reduzir pelo menos 60 % das emissões globais de CO_2

Quioto foi o início do processo, um processo de difícil implementação, pois vai contra a mentalidade e os interesses económicos dos países, pois o importante é produzir para obter rendimento e não interessa o meio que se utiliza para esse fim.

Existem medidas que podem ajudar no sector empresarial a melhorar o consumo de energia, estimular investimentos em tecnologia limpa e reduzir custos.

A fim de enfrentar as mudanças climáticas, será preciso adoptar uma atitude bem mais radical, reunindo o sector empresarial, tecnologia e protecção ambiental. A tecnologia ambiental limpa está prestes a tornar-se uma das grandes ondas de revolução da economia. Uma questão que se pode lançar é: quem será o líder desta revolução? É com certeza uma pergunta complicada, à qual é difícil responder, uma vez que envolve vários sectores da sociedade. Para liderar essa revolução, é necessário ter uma base científica sólida e tecnologia de ponta, bem como outras condições.

Desde o início do processo de Quioto, regista-se uma notável diferença entre os Estados Unidos e a União Europeia. Isto porque as emissões entre 1990 e 1999 nos Estados Unidos aumentaram 11 %, enquanto diminuíram 4 % na União Europeia. A UE está empenhada em cumprir o protocolo enquanto o senado norte-americano esteve abertamente contra. O processo só entra em vigor se for aprovado por 55 países, que incluam países desenvolvidos com 55 % das emissões. Agora pergunta-se se faz sentido a ratificação do protocolo, sem os Estados Unidos, que são responsáveis por 25 % das emissões de gases que provocam efeito de estufa.

Para um país que se intitula o guardião dos direitos humanos, da liberdade e da tolerância no planeta, há um abuso de poder quando consome um quarto da energia total do planeta e possui apenas 3 % da população, o que demonstra um enorme desprezo pelas consequências que a manutenção do seu padrão económico provoca nos países

mais pobres e que com ele habitam o mesmo planeta. Será esta atitude legítima?

Muitas foram as pontes projectadas para o ambiente que unissem homem e Natureza e mais básicas ainda, que ligassem nações entre si. Muitas desabaram porque este espaço físico tem como principal objectivo a economia rentável. Rompe-se assim a médio/longo prazo o equilíbrio. É um facto consumado que a escassez de água é agravada em virtude da desigualdade social e da falta do uso sustentável dos recursos naturais. Controlar o uso da água é sinónimo de poder. Referindo também o quão insensatos estamos a ser, menosprezando a nossa fonte criadora, primordialmente falando no caso do mar.

O mundo deixou de ser um lugar comum? Eis o nosso problema.

BIBLIOGRAFIA

- http://mail.google.pt/
- http://www.greenpeace.org/homepage/
- http://www.naturlink.pt/
- http://www.ipimar.pt/
- Fórum Ambiente
- *Diciopédia* Porto Editora.

A Globalização como Geradora de Conflitos no Mediterrâneo

Trabalho realizado por:

• ***Filipa Rei Barata de Oliveira Guimarães***

Instituto de Ciências Sociais e Políticas de Lisboa

Introdução

Com a evolução da globalização, independentemente das estruturas nacionais comuns e das estruturas relacionadas com a Segurança e Defesa, e fazendo um estudo prospectivo, expõem-se ideias que permitem elaborar uma análise da evolução da área mediterrânica, orientandas especialmente para potenciais focos de conflitos, influenciados pela globalização num espaço em que chocam duas civilizações.

Em primeiro lugar, há que fazer necessariamente uma conceptualização do próprio Mediterrâneo e do fenómeno da mundialização :

- Visão do Mediterrâneo como Unidade Geopolítica
- Globalização Integral

Posteriormente, haverá uma tentativa de concretizar os aspectos que podem produzir instabilidade em alguns países mediterrânicos e que provocam a sua endémica falta de capacidade para se incorporar na era da modernidade. Veremos como estes aspectos limitam a sua capacidade de mobilizar os seus recursos naturais e humanos:

- Pressão Demográfica
- Dívida Externa e Desenvolvimento Económico
- Modelo Social
- Regime Político

Por último, fazem-se uma série de reflexões finais que permitem vislumbrar soluções para a conflitualidade actual e potencial. Nesta área há que impulsionar a vontade de cooperação entre os países que a conformam.

1. Visão do Mediterrâneo como unidade geopolítica

Mesmo sendo evidente que o Mediterrâneo é um elemento unificador para todos os seus países vizinhos, existem grandes diferenças entre o Norte e o Sul e entre o Oriente e o Ocidente. Esta circunstância explica o fracasso de muitas das iniciativas de desenvolvimento postas em marcha na área, na medida em que se aplicou um conceito reducionista de globalização de quase exclusiva orientação económica.

Creio que é importante definir em primeiro lugar a percepção que os próprios intervenientes têm da entidade geográfica, política, cultural e histórica a que pertencem.

Efectivamente, se seguirmos a divisão Mediterrâneo Ocidental (MEDOC) e Mediterrâneo Oriental (MEDOR), podemos concluir que no MEDOC (basicamente, no MAGREBE)[1] os problemas admitem uma maior relevância à escala global, podendo considerar-se uma área de influência em que as iniciativas de Espanha e de outros países do Sul da União Europeia (UE) podem ter mais probabilidades de êxito. Por outro lado, no MEDOR (Médio Oriente) os conflitos transcendem a sua própria fronteira geográfica. Nesta região convergem interesses muito variados, onde as grandes potências pugnam por uma "liderança". Concretamente, este é o caso dos Estados Unidos, que tentam retirar o papel de protagonismo às iniciativas dos países europeus.

Assim sendo, as soluções possíveis consideraram-se inviáveis para os problemas comuns e para as situações tão distintas que existem nesta zona. Contudo, a aplicação de políticas globais é a solução mais adequada, pois tem a mesma natureza do conjunto geopolítico do Mediterrâneo, o que evita a redução das políticas a soluções locais de escassa rentabilidade e vigência.

Uma excessiva participação do Ocidente aniquilaria a ideia de uma geopolítica verdadeiramente mediterrânica, uma vez que se deve ter consciência das diferenças culturais, económicas, sociais, etc.

Existem diferentes países nesta zona, dotados de elementos e infra-estruturas suficientes, riscos e interesses comuns (culturas – em plural –, história, tráfico marítimo e aéreo, meio ambiente, pesca...). Então é difícil validar uma visão global da mesma e permitir iniciativas que, sem substituir outras mais concretas, sejam capazes de potenciar e coordenar estas.

Por outro lado, a situação dos países beneficiários não é tão desastrosa como em muitas ocasiões se sugeriu, pelo menos no aspecto económico (por exemplo, ao comparar estas situações com o milagre espanhol dos anos 70, o rendimento *per capita* médio actual dos países do MAGREBE é superior ao do espanhol naquela mesma época). Quanto ao aspecto militar, este deve favorecer um diálogo mais equilibrado, sem cair em vitimizações, por um lado, nem em prepotência, por outro.

Tendo a consciência de que a visão geopolítica do Mediterrâneo como unidade de um todo é uma função dos interesses das potências que impulsionam um tipo ou outro de políticas (França, Itália e Espanha estão pelo diálogo do

Mediterrâneo no seu conjunto, o resto dos países da UE e os Estados Unidos não parecem mostrar tanto interesse).

Espanha, na sua tripla vocação, europeia, atlântica e mediterrânica, pode desempenhar um papel crucial para evitar que a Europa se esqueça do seu limite meridional, o que, a acontecer, mutilaria, sem dúvida, a ideia de um Continente aberto, tanto a este, como a sul.

2. Globalização integral

A globalização, como crescente interdependência entre os países, favorece um crescente fluxo de bens, serviços, capitais e conhecimentos. Mesmo contemplando diversos aspectos – economia, informação, política, entre outros –, o primeiro destes factores serve de referência para o resto das acções. Contudo, seria desejável também uma mundialização da protecção ao meio ambiente, um reforço da cooperação, etc.

Manter a globalização quando as taxas de crescimento nos países industrializados não são tão elevadas, como quando se deu o fenómeno dos anos 30 e os seguintes à Segunda Guerra Mundial, pode interpretar-se como o desejo de manter a todo o custo a posição predominante do Ocidente, mediante um sistema global que impede o desenvolvimento de outras regiões, que seriam possíveis concorrentes económicos, sem que, na realidade, existam causas tão reais para a expansão daquelas economias, já que não estão a crescer ao ritmo do pós-guerra.

Apesar de tudo, não deve esquecer-se o aspecto positivo deste fenómeno, que oferece possibilidades extraordinárias de progresso em termos de organização. Eficiência, produtividade, difusão dos conhecimentos, melhoria do nível de vida e aproximação entre os homens, podendo contribuir para que se produza num contexto mundial um crescimento mais forte e equilibrado, propício ao desenvolvimento dos países pobres.

Contudo, as condições para o aproveitamento destas oportunidades não são iguais para todos os países, incluindo os que estão na área mediterrânica. Seria essencial, por outro lado, identificar os aspectos negativos, intrínsecos e extrínsecos, que marginalizam os mais pobres e impedem o aproveitamento da corrente de progresso que poderia estar associada a uma globalização integral, como foi abordado.

3. Pressão demográfica e emigração maciça

A Europa é a principal área afectada pela incidência da globalização no aumento da pressão migratória.

Adaptando-se às medidas adequadas para a sua regularização, a Europa poderia contribuir para a criação de um contexto mais equilibrado do crescimento, que favorecia todas as partes.

"Considera-se que os quinze países da União Europeia necessitam de 1,4 milhões de imigrantes ao ano para manter as suas cifras actuais de população activa, os sistemas estatais de pensões e benefícios sociais. São os efeitos do drástico envelhecimento da população continental. Somente a Alemanha precisa anualmente de uns 350.000 trabalhadores estrangeiros e em Espanha são necessários outros 240.000. Apesar disto, a UE enfrenta o fenómeno da imigração com uma certa atitude de medo e retracção[2]."

Por detrás de um discurso politicamente correcto esconde-se uma incapacidade para gerar directrizes comuns no que diz respeito ao controlo da recepção e no fomento do desenvolvimento dos países de origem para reduzir a pressão migratória.

Sem dúvida que é de grande importância a responsabilidade dos países de origem ou dos países que readmitem os seus repatriados, além das medidas que se adoptam nos países europeus para a adequação da imigração legal e controlada.

Além do facto de que a emigração ilegal é um negócio gerido por organizações criminosas, que podem relacionar-se também com outros tráficos ilícitos, como drogas e armamento, as medidas policiais não são suficientes por si mesmas, posto que sejam necessárias, pelo que se deverá criar um sistema de cooperação política e económica da União Europeia no seu conjunto com os países de origem dos imigrantes.

Na necessidade de envolver as nações de origem dos emigrantes ilegais para a redução do fluxo dos mesmos, a Espanha introduziu na União Europeia propostas que sugerem a adopção de medidas de congelamento de ajudas económicas e financeiras àqueles países que não tomem medidas suficientes para prevenir o fenómeno migratório. Em Junho de 2002, no Conselho Europeu de Sevilha, não se optou por este tipo generalizações. A UE prefere apostar na situação económica e social no país de origem e na gestão comum dos fluxos migratórios.

Contudo, estas políticas necessitam de uma postura comum de todos os parceiros europeus, o que não é fácil de alcançar quando se trata deste tema.

Uma aproximação ao problema com uma postura mais realista, como o estabelecimento de quotas de imigrantes legais de acordo com as necessidades laborais de cada nação, poderia produzir resultados, mas necessita da absoluta colaboração das respectivas políticas e autoridades nacionais na erradicação das máfias que colaboram no trânsito ou emprego de imigrantes ilegais.

Assim, com este cenário, apesar dos movimentos de denúncia reflectidos nos resultados eleitorais dos países europeus, a questão segue descontrolada devido à dificuldade inerente e ao temor em enfrentá-la com rigor, o preço a pagar

perante as sociedades do bem-estar ocidentais é a desigualdade e, perante tal situação, os movimentos migratórios serão incrementados.

4. Dívida externa e desenvolvimento económico

Serão necessárias reformas económicas (como o desenvolvimento de infra-estruturas, redes de segurança social, etc., mediante planos de ajuda internacional) que, permitindo o crescimento da economia e melhorando o nível de vida, consigam uma diminuição da instabilidade interna destes países e uma moderação das correntes migratórias.

Um crescimento económico enquadrado numa situação política estável permitiria a redução do desemprego. Tendo particular atenção à população jovem e à pobreza, estes seriam factores-chaves para desactivar a radicalização política e controlar a emigração. Apesar do crescimento demográfico e dos movimentos migratórios, estes não alcançam um crescimento económico suficiente para a estabilidade mundial.

Assim, a União Europeia vislumbra-se como grande competidora económica dos Estados Unidos da América e procurará potenciar os seus mercados mais próximos (MAGREBE, Mediterrâneo). Isto sem cair num perigoso modelo de intervencionismo ocidental que pretende implantar os modelos políticos europeus nos países árabes, sem respeitar a sua identidade cultural nem compreender o seu próprio sistema de referência.

Além de que se devem diversificar os investimentos no exterior e as economias nacionais de tal forma que não se façam dependentes de um só sector, o turismo, pois é este que deixa pouco tecido industrial no país.

Por outro lado, a reanálise da dívida externa nos países paralisados pela mesma poderia orientar-se para a sua transformação em políticas de financiamento de projectos nos próprios países. Este aspecto exigiria também a colaboração e a boa governação das classes dirigentes dos mesmos, muitas vezes pouco dispostas a renunciar aos seus privilégios e a permitir a implantação de sistemas abertos e democráticos.

5. Modelo social

As tensões que derivam da tentativa de transplantar os modelos ocidentais para o Terceiro Mundo originam uma desordem na estrutura social, o que provoca rupturas de carácter cultural ou religioso, normalmente associadas a questões étnicas.

Fala-se muito de mudança que foi favorecida e acelerada pela internacionalização dos mercados, mas na realidade não se observam grandes melhorias. Pelo contrário, em muitas zonas as condições de vida de muitos milhões de pessoas são ainda piores.

A era da informação teve influência nos hábitos sociais tanto pela difusão da consciência respeitante às desigualdades sociais – os ricos presenciam cenas perturbadoras de pobreza – como pela criação de paraísos idealizados nas mentes e corações da maior parte da população do Terceiro Mundo, que passa fome e vê diariamente que na outra parte sobra de tudo.

A percepção por parte das populações, tanto europeias como árabes, é essencial para o êxito da cooperação internacional, pois permite liberdade de acção aos governos para alcançar políticas de livre-cambismo, segurança e intercâmbio cultural, por exemplo. A sociedade da informação neste processo de globalização pode ser a ferramenta-chave para favorecer o conhecimento da realidade do outro através dos meios de comunicação.

6. Regime político

Em geral, os regimes políticos e as características das estruturas de poder evidenciam uma falta de desenvolvimento político, sobretudo no sentido de:

- Democratização e Estado de Direito;
- Liberdade de expressão;
- Independência de poderes.

Se bem que existam governos firmemente estabelecidos no poder, estes podem encontrar-se apartados do seu povo; de facto, alguns negam a sua própria identidade em prol da necessidade de se identificarem correctamente com os países ocidentais para obter os correspondentes benefícios. Normalmente observa-se um desejo de se conservarem no poder sem vontade de fazer as necessárias cedências para um entendimento nos assuntos domésticos ou internacionais.

"Neste sentido a questão oferece o relevo de classe política nos países do Este da Europa após a queda do Bloco Soviético, o que permite advinhar os resultados de uma abertura real, não isenta de problemas[3]*."*

As reivindicações territoriais, a luta pelas hegemonias regionais e pelos recursos naturais e a concentração de armamentos ou possível proliferacão de armas de destruição maciça provocam contenciosos bi- ou multilaterais que tornam necessária a cooperação entre os Estados da região.

Assim mesmo, para contar com um interlocutor válido na área, deve facilitar-se o fortalecimento da União do MAGREBE Árabe (UMA), entre outras, que tentam superar problemas antigos entre os seus membros.

A resposta da Europa como prevenção perante os diferentes riscos que enfrentava na parte sul do Mediterrâneo foi o estabelecimento de uma série de acordos de cooperação para ajudar ao desenvolvimento económico e ao incremento da capacidade comercial destas nações. Existem outros diálogos, como NATO, UEO e OSCE.

"A maior entidade pendente de desenvolvimento é a obtida em Barcelona em Novembro de 1996: Acordo Euro-Mediterrâneo entre os quinze e outras onze nações de âmbito mediterrâneo, além da Autoridade Palestina. Trata matérias políticas e de segurança, de cooperação económica e financeira, assim como assuntos sociais, culturais e humanos. Os seus objectivos eram ambiciosos: estabeleçer a paz, a estabilidade e a prosperidade através de uma área de livre comércio de 800 milhões de pessoas para o ano 2010. Os seus propósitos complementares, mais realistas, eram promover a cooperação regional, apoiar um desenvolvimento sustentável e integrar os países mediterrâneos na economia mundial para evitar a sua marginalização[4]."

No que diz respeito à União Europeia, o Processo Euro-Mediterrâneo[5] deve ser desenvolvido sem que a sua prioridade resulte num impedimento à ampliação da UE aos países do Leste da Europa.

7. Reflexões finais

Embora pareçam assuntos superficiais, não devemos esquecer a posição vantajosa e a história marítima do Mediterrâneo como vínculo e como barreira. Não deveremos esquecer também o potencial espírito de abertura ao exterior da Europa e não considerá-la como uma fortaleza inexpugnável.

Isto leva-nos a CO-RESPONSABILIZARMOS, uns como os outros, a COMUNIDADE INTERNACIONAL e as NAÇÕES que necessitam de se incorporar no desenvolvimento económico, político e social, mediante a COOPERAÇÃO, que respeite a INDEPENDÊNCIA mútua e que seja consciente da diferença do modo de ser de viver no NORTE e o do SUL, não se deve ter a pretensão NEM DE POLARIZAR NEM DE UNIFORMIZAR ambas as zonas.

Por outro lado, o reconhecimento do direito à REGIONALIZAÇÃO não deve desembocar na manutenção de ESTADOS designados a fracassar, pelo contrário, deve antes possuir um ASSOCIACIONISMO REGIONAL sadio, que permita equiparar-se às posições dos países menos desenvolvidos com outros da área. Nos fóruns já estabelecidos ou nas tentativas de novas soluções, devem alcançar-se soluções para os conflitos de todo o género que eventualmente surjam: comerciais, políticos, energéticos, etc.

A renovação política, que tem como objectivo implantar a DEMOCRACIA e a LIBERDADE nos países onde estas escasseiam, deve ser consciente da REALIDADE SOCIAL que, com um elevado componente de INTREGRISMO religioso, relacionado normalmente com o Islão, pode levar a que os POVOS estejam contra ou à margem dos seus GOVERNOS, que estão mais preocupados em manter a sua posição no Ocidente.

Em resumo, trata-se de harmonizar PROGRESSO com TRADIÇÃO, de abrir o Islão (como o MAGREBE) ou de islamizar a modernidade (como o Irão).

Centrando as conclusões no âmbito da SEGURANÇA e DEFESA, há que pensar na ESTABILIDADE – política, social e económica. Sem paz nem estabilidade, o processo de globalização não pode adquirir o seu autêntico valor de progresso, pelo que se deve apoiar, sem no entanto impor, as reformas políticas, com respeito pelos Direitos Humanos, a liberdade de expressão e a contenção do extremismo.

Neste cenário, as AMEAÇAS não deixarão de existir e de proliferar, mesmo que não sejam convencionais, se não mesmo ASSIMÉTRICAS. O objectivo a alcançar nas próximas décadas será o de abater a criminalidade local e internacional, na forma de TERRORISMO, prostituição ou práticas económicas ilegais – especialmente aquelas relacionadas com o mercado das drogas, que adquire um carácter de geonarcotráfico –, com a finalidade de assegurar o flanco meridional da EUROPA para garantir a estabilidade, o crescimento e a autonomia dos países árabes.

A DEFESA deverá ser NACIONAL e PARTILHADA, integrada em organizações globais ou regionais que, em qualquer caso, deverão demonstrar a sua capacidade de COMANDO, CONTROLO e INTEROPERABILIDADE entre todos os seus membros.

Em suma, pode concluir-se que a **GLOBALIZAÇÃO** é um caminho irreversível e com possibilidade de oferecer, a longo prazo, progresso e desenvolvimento económico em todos os cantos do mundo, mas para isto deve abandonar o seu carácter exclusivamente económico e mediático, bem como a sua capacidade de mundializar o modelo ocidental de vida, para adoptar formas mais favoráveis à cooperação e ao entendimento entre os diversos povos do planeta Terra.

Bibliografia

"El Estado del Mundo", *Anuario económico y geopolítico mundial 2001;* Ediciones Akal, S.A, 2000.

"Segurança e Defesa na Viragem do Milénio", *Reflexões sobre Estratégia II;* general José Loureiro dos Santos; Publicações Europa-América, Setembro de 2001.

A Geografia Serve antes de mais para Fazer a Guerra; Lacoste, Yves. Lisboa, Iniciativas Editoriais, 1976.

Encyclopédie du Terrorisme International; Thierry Vareiles. L´ Harmattan, 2001.

Direcções de internet:
- http://www.Magheb-ddh-sgdg.org

Notas

[1] "El Estado del Mundo", *Anuario económico y geopolítico mundial 2001*, Ediciones Akal, S.A, 2000.

[2] A U. M. A. foi fundada a 17 de Fevereiro de 1989 na cidade marroquina de Marraquexe, tendo como Estados-Membros a Argélia, Líbia, Marrocos, Mauritânia e Tunísia. Esta organização procura atingir a criação de *joint-ventures* entre as empresas dos 5 Estados-Membros, com o propósito declarado de criar um Mercado Único similar à UE, ou seja, procura estreitar os laços de cooperação económica entre os Estados-Membros.

[3, 4] Ibidem.

[5] Este processo é também conhecido pelo Processo de Barcelona, iniciado na Conferência de Barcelona de Novembro de 1995, cujo objectivo fundamental é incrementar um diálogo mais aprofundado entre as margens norte e sul do Mediterrâneo.

SEMAPP
Um Projecto para o Mar

Trabalho realizado por:
• *Mário Rodrigues Ferreira*

Universidade Autónoma de Lisboa "Luís de Camões"
Departamento de História/Arqueologia Naval

Apresentação do projecto

Com a assinatura do protocolo entre a Universidade Autónoma de Lisboa "Luís de Camões" e a Universidade de Connecticut, iniciou-se o Projecto SEMAPP (Science, Education and Marine Archaeology Project in Portugal), a que posteriormente se juntou a Universidade do Algarve, com a sua Unidade de Ciências do Mar.

Uma equipa transdiciplinar distribuída entre as três instituições foi constituída para desenvolver estudos nomeadamente nas áreas de ciências do mar, biologia marítima, oceanografia e arqueologia. Teve ainda a colaboração do Instituto da Investigação das Pescas e do Mar. Coube à Universidade Autónoma de Lisboa o objectivo de formar, entre os seus docentes e discentes, um grupo operacional de arqueologia náutica e subaquática que foi dirigido pelo signatário e único responsável por toda a actividade neste sector, não havendo nenhum outro especialista ou colaborador que integrasse esta equipa.

A primeira campanha experimental, que se realizou entre os dias 19 de Novembro e 3 de Dezembro de 2000, vocacionou-se para a conhecida área do "Canhão de Portimão", ao largo da mesma cidade, pelos seguintes motivos transdisciplinares:

1. Observação e estudo de espécies da fauna local;
2. Observação e estudo do impacte das redes de arrasto nos fundos oceânicos;
3. Identificação de aparelhos e outros artefactos de pesca perdidos nos fundos;
4. Prospecção arqueológica de área predeterminada;
5. Experimentação de equipamentos que permitissem a comum observação nas diferentes áreas de intervenção;
6. Experiência de colaboração entre as diferentes equipas formadas, nomeadamente recorrendo aos mesmos recursos, mas com objectivos de investigação distintos.

Meios utilizados

2000

Os meios utilizados nesta campanha, por circunstâncias que transcenderam a possibilidade de resolução das várias equipas, ficaram aquém do que estava inicialmente previsto. Todavia, os objectivos para a área prospectada foram parcialmente atingidos, embora limitados a uma diminuição da zona percorrida e à capacidade de alcançar maiores profundidades em prospecção.

Equipamentos disponíveis:

- Navio de investigação Donax (propriedade do IPIMAR);
- Global positioning system e sistema de informação geográfica (GIS), com recurso ao software *side scan sonar* C-Max 800. Comprimento de cabo em fibra óptica: 300 m. Capacidade operacional: (+-) 120 m de profundidade;
- Magnetómetro Geometric 881 Cesium Vapor;
- Sonar DSM212H Trimble;
- Câmara de vídeo submarina.

2001

Os meios utilizados nesta campanha resumem-se à utilização do *remote operated vehicle* **HyBaLL**, cujas características permitiram disponibilizar imagens vídeo sobre os alvos identificados. Foram também disponibilizados equipamentos de navegação e logísticos pertencentes ao NRP *Andrómeda* do Instituto Hidrográfico.

Em todas as campanhas tivemos em terra o apoio do Ponto Naval de Portimão, da Marinha de Guerra Portuguesa, para acostagem do navio, abastecimento e resguardo de equipamentos, e ainda o apoio da Capitania do Porto de Portimão para logística de navegação.

Condições de sítio

2000/2001/2002

Os trabalhos decorreram em duas zonas distintas do perímetro preestabelecido e autorizado pelas instâncias superiores, nomeadamente:

A. Entre as coordenadas 08°32´20´´ Oeste e 37°04´00´´ Norte e 08°28´31´´ Oeste e 37°03´22´´ Norte, com fundos planos arenosos, descaindo para sul e com ligeiras elevações, preenchidos por lageamentos esporádicos de natureza sedimentar.
B. Entre as coordenadas 08°25´00´´ Oeste e 36°52´00´´ Norte e 08°27´00´´ Oeste e 36°53´00´´ Norte, com fundos rochosos de desnível acentuado para sul com bolsas arenosas.

Ambas as zonas durante aquele período, como se pode confirmar por imagens captadas com um vídeo de profundidade, mostravam visibilidade na ordem dos 3 m e muito remeximento, sobretudo na zona correspondente a **A**, a de menor profundidade.

Descrição e estratégia de intervenção

2000

Definidas no perímetro da área autorizada e na conciliação dos interesses de cada uma das equipas, as zonas referenciadas por **A** e **B** foram cartografadas em GIS *(chart view)*, foram efectuadas fiadas de prospecção numa banda de 150 m de largura e predefinida a orientação do percurso iniciado de oeste para este, ziguezagueando na sucessiva continuidade das fiadas.

O objectivo foi fazer as correspondentes passagens para detecção de eventuais vestígios, pela observação dos gráficos obtidos pelo *side scan sonar*, numa primeira fase, na sua continuidade com confirmação do magnetómetro e posteriormente na observação dos alvos por câmara de vídeo submarina.

Nesta perspectiva, a equipa de arqueologia pretendeu assinalar alvos de interesse histórico e arqueológico, que fossem indiciadores de naufrágios ocorridos nas duas zonas a prospectar, sem todavia ter notícias prévias de qualquer ocorrência.

2001

O objectivo desta campanha foi identificar a natureza, se arqueológica, dos alvos **L1T2** e **L3T3** e sobretudo verificar se seriam justificadas intervenções futuras de especialidade sobre os mesmos. Para isso foram concretizadas diferentes descidas com observação por R.O.V., posicionando o navio de apoio sobre a área a prospectar.

Descrição dos trabalhos realizados

2000

Os trabalhos de campanha foram iniciados na **Zona A**.

As fiadas foram previamente implantadas em cartografia digital *(chart view)*, distribuídas entre bandas de 150 m, com sobreposição de 50 m e orientadas entre oeste e este.

Estas coordenadas obedeceram ao posicionamento por DGPS.

Numa primeira fase, procedeu-se, na zona predefinida, à prospecção por *side scan sonar*, cujo *towfish* foi arrastado pela embarcação de apoio, orientado nas fiadas pelo sistema GIS *(chart view)*. O *towfish* posicionava-se a uma distância média do fundo de cerca de 12 m. A embarcação progrediu na média de 4,1 nós no percurso das fiadas.

Numa segunda fase, procedeu-se à passagem do magnetómetro sobre as mesmas fiadas e em processo idêntico.

Por último, foram feitas várias tentativas de observação do fundo sobre os alvos abaixo descritos, utilizando-se uma câmara de vídeo submarina com projecção da imagem em ecrã a bordo da embarcação de apoio.

Na **Zona B**, recorreu-se à mesma metodologia, com excepção de que a distância do *towfish* ao fundo teve uma variante entre os 20 m e os 30 m, dada a profundidade e a limitação de extensão do cabo do *side scan sonar*.

2001

Identificação de L1T2

As coordenadas obtidas no ano anterior, no sinal da sonda de varrimento lateral, foram corrigidas com o apoio do comandante do *NRP Andrómeda*, que, para identificar o local, fez passagens com o navio, cruzando em três diferentes sentidos o ponto obtido. A sonda do navio registou em gráfico a referida anomalia, nas seguintes coordenadas geográficas rectificadas:

37° 04´ 120´´ N
08° 30´ 624´´ W

Identificado o sítio, afastado do local cerca de 50 m, o navio foi posicionado pela popa, com o auxílio de duas poitas de 200 kg por unidade.

Foram iniciadas as operações do R.O.V. com visibilidade de cerca de 1,5 m, entre 34 m e 36 m de profundidade para observação do alvo, de onde se obteve a informação de que se trata de vestígios de um naufrágio de uma embarcação de casco de metal, envolvida por sedimento, com vista parcial da coberta. Sobressaem duas estruturas cobertas por panos de rede, que escondem a sua natureza.

Sobre o fundo, visualizam-se equipamentos fixos, tais como suporte do mastro (mostrando forte impacto), falange de ligação de tubagens e tubos. Sobre a formação observam-se elementos metálicos estruturais já concrecionados, recipientes cerâmicos, pedras trabalhadas, âncora do tipo almirantado (provavelmente perdida sobre a estrutura), um sino, covos e armadilhas de pesca.

Interpretação dos vestígios

Pela observação básica das estruturas e pela característica das concreções, parece tratar-se de um naufrágio relativamente recente, que não deve anteceder os finais do século XIX, com muita probalidade de ser mais moderno. Todavia, e sujeito a confirmação, parece-nos existir sobre a coberta, bem como sob o manto de rede, alguns recipientes cerâmicos de natureza mais antiga, o que coloca dúvidas quanto ao seu aparecimento neste local.

Identificação de L3T3

Coube ao comandante do *Andrómeda*, tal como no procedimento anterior para L1T2, posicionar o navio sobre as coordenadas do alvo L3T3 obtidas no ano anterior, cujo sinal

de anomalia foi constatado pela sonda de varrimento lateral e magnetómetro na campanha do ano 2000.

O alvo tem as seguintes coordenadas rectificadas:

36° 52´ 7041´´ N
08° 24´ 7209´´ W

Identificado o sítio e dada a profundidade, o navio foi posicionado afastado do local cerca de 50 m. Foi fundeado pela popa, com o auxílio de quatro poitas de 200 kg por unidade.

Foram iniciadas as operações com o R.O.V. com visibilidade de cerca de 60 cm com luz artificial, entre 124 m e 128 m de profundidade, de onde se obteve a informação de que o local com forte sinal de anomalia magnética anteriormente registada parecia indiciar despojos. Cremos tanto pelo fragmento de escória de ferro recolhido, que parece não ser resultado de fusão natural, como pela forma alongada do objecto que sobressai do talude, que se poderá tratar de um depósito de natureza arqueológica. No mesmo local o aparecimento de um objecto semiesférico poderá ser interpretado eventualmente como um fragmento de uma bala de canhão.

Todavia, fazemos reserva em o indicar como sítio de naufrágio, pela pouca definição de imagem obtida na prospecção efectuada.

Em resumo, um dos principais itens do projecto do ano de 2000 foi conciliar e experimentar uma equipa com objectos de estudo completamente diferenciados. Assim, a presente fase deste projecto assumiu uma originalidade única em Portugal reunindo arqueólogos, biólogos e oceanógrafos, numa intervenção transdisciplinar.

Recorrendo à utilização dos mesmos equipamentos, às diferentes equipas de áreas tão distintas, e mercê de um elevado espírito de colaboração, conseguiu-se um sentimento de colaboração científica extremamente significativo que em tudo contribuiu para um excelente desempenho nas operações realizadas. Esta experiência mostrou-se sobretudo como garante da boa continuidade das futuras campanhas.

Num futuro próximo, o desenrolar das operações, envolvendo a mais avançada tecnologia, permitirá obter resultados, ainda hoje indicados como inacessíveis para a arqueologia portuguesa, e desenvolverá novos processos de aplicação do método arqueológico a grandes profundidades.

Não foi possível fazer a interpretação dos locais da intervenção, tanto por algumas dificuldades logísticas como pela natureza de ambos os sítios. O primeiro, com maior visibilidade, está coberto de redes, o que não permitiu uma aproximação do R.O.V. para melhor definição dos despojos identificados. Todavia, parece-nos uma estrutura recente que apresenta algumas dúvidas quanto à natureza do espólio cerâmico. O segundo poderá tratar-se de despojos de um naufrágio mais antigo, nomeadamente pela forma do objecto que se identifica no talude, pelo aparecimento do fragmento de escória de ferro e pela existência de outro em forma semiesférica.

Por ainda não estar concluído o relatório referente à campanha de 2002 e portanto ainda não ter sido entregue às entidades oficiais, não me é possível divulgar os dados referentes a ela. Assim, mais não posso do que informar de que recorremos à confirmação de alvos com mergulhadores, tendo sido recolhidas imagens de vídeo que permitem a identificação do achado.

Breve explicação do funcionamento do *side scan sonar*

O sonar de varrimento lateral permite a obtenção de uma sonografia contínua do fundo marinho. As imagens obtêm-se mediante a emissão simultânea por ambos os lados de uma emissão acústica de curtíssima duração, com ângulos muito estreitos no plano horizontal e amplos no sentido vertical, o qual, com o avanço do sensor rebocado, permite visualizar acusticamente o fundo marinho.

As imagens acústicas obtidas variam no alcance e na resolução em função da frequência de trabalho. Assim, com o recurso à emissão de feixes sonoros em baixa frequência, são obtidos grandes alcances, perdendo-se em resolução e detectando-se apenas, em consequência deste facto, objectos muito volumosos. Em contrapartida, com o recurso a altas frequências, é obtido um alcance reduzido, mas com excelentes resoluções.

Os sistemas de baixa frequência utilizam-se, geralmente, para analisar a morfologia do fundo marinho. Os sistemas em que se recorre às altas frequências, como o caso em apreço, proporcionam melhores resultados em trabalhos de busca e de análise de detalhe, quer seja de formações naturais, quer seja de objectos ou artefactos sobre o fundo marinho.

Outra diferença importante entre ambos os sistemas é que os de baixa frequência mostram os sedimentos não consolidados, como lodos, tendencialmente transparentes, e consequentemente pouco visíveis, enquanto os de alta frequência permitem a sua visualização com todo o pormenor.

Na aplicação desta tecnologia à arqueologia devem ser utilizados os sistemas de alta frequência pela resolução que proporcionam, permitindo inclusivamente ver objectos cerâmicos que se tornariam transparentes com os sistemas de baixas frequências, ainda que, no caso de estruturas pouco enterradas nos lodos, possam ser visíveis.

A equipa de investigação do SEMAPP, tal como anteriormente referido, utilizou um sonar de varrimento lateral mode-

lo C-Max 800 composto por um "peixe" hidrodinâmico de alta frequência (325 kHz), rebocado pela popa da embarcação.

No seu interior estão alojadas as peças electrónicas necessárias para processar os sinais analógicos, convertê-los em sinais digitais, para a equalização automática de níveis, para a generação de dados de altura ao fundo e envio à equipa que se encontra a bordo, através de fibra óptica, dos dados já digitalizados. A utilização de fibra óptica permite a total imunidade ao ruído.

Para além deste conjunto de peças a que, pela sua forma, se convencionou chamar "peixe", o sonar de varrimento lateral é ainda constituído por um guincho de enrolamento com controlo remoto e as respectivas tomadas que estabelecem o contacto físico com o referenciado "peixe".

O cabo de arrasto disponibilizado para este sonar de varrimento lateral é de aço armado com interior de fibra óptica. No seu interior encontra-se igualmente o circuito que converte os sinais ópticos em sinais eléctricos.

A bordo é naturalmente imprescindível o processador de sinal de onde se controla o sistema e que permite o registo dos dados em discos magneto-ópticos.

No decurso da investigação que serve de base ao presente trabalho, o "peixe" viu a sua profundidade variar entre os 30 m e os 130 m de profundidade sobre o fundo marinho. O ajuste de profundidade fazia-se recorrendo ao guincho, que era operado através do referido comando.

A escala utilizada variou também entre canais de 100 m e 150 m, conforme a resolução pretendida pela equipa. Dada a distância existente entre as linhas de prospecção (100 m), conseguiu-se uma cobertura total da zona em estudo, havendo nos casos de maior cobertura (150 m) uma sobreposição intencional de aproximadamente 50 m.

O registo contém informação digitalizada dos posicionamentos, da escala utilizada e da altura do "peixe" ao fundo.

Nas imagens projectadas procuro demonstrar as informações que um investigador pode retirar pela observação dos dados enviados para a superfície.

A zona central do varrimento sónico não recebe praticamente nenhum tipo de emissão, pelo que é considerada uma zona de observação cega ou nula. O "peixe", tal como foi referenciado anteriormente, emite privilegiadamente para os lados. Tal como se vê na projecção, a não-incidência sobre um dos lados de um relevo implica a criação de uma sombra, de uma forma análoga a um feixe de luz em igualdade de circunstâncias. São estes relevos que se encontram no fundo marinho e que são visionados como resultado de uma cegueira acústica, que permitem ao investigador inferir a sua existência.

Naturalmente, para além do relevo, a forma indiciará a existência de um destroço evidentemente coerente ou, por insuficiência de evidência, obrigará o recurso a outras técnicas prospectivas.

Concluindo, o recurso a um sonar de varrimento lateral, quer seja além quer seja aquém do limite de profundidade humanamente tolerável, é um preciosíssimo auxiliar numa prospecção em meio aquático.

O recurso a esta tecnologia esbarra, no entanto, em algumas restrições decorrentes da própria tecnologia e do meio em que se opera, bem como na necessidade de formação específica para servir como instrumento operacional à arqueologia.

Como se pode observar pela projecção, a imagem obtida não é propriamente uma imagem visual tal como os nossos olhos vêem, mas sim, recorrendo a um paradoxo, como os nossos olhos ouvem. Os sonares de varrimento lateral utilizam a mesma técnica dos golfinhos ou dos morcegos para verem. Assim, a imagem obtida carece de interpretação, por forma que o investigador tire o máximo partido do recurso disponibilizado. É, portanto, imprescindível uma formação cuidada para que o sonar de varrimento lateral se torne um aliado e não um elemento propiciador de desinformação.

Pelo anteriormente exposto, torna-se evidente que a tecnologia descrita é preciosíssima à arqueologia em meio aquático, com especial evidência a profundidades onde a presença física do homem é impossível. É também um recurso a não preterir, uma vez que permite retardar o recurso a outros métodos normalmente mais dispendiosos, que, sendo assim, só intervêm perante a evidência, a suspeita ou a ocorrência de artefactos.

A perspectiva educacional

O SEMAPP não se esgota nem na vertente arqueológica nem na vertente da biologia marinha. Desde o início que contou com a presença de estudantes da licenciatura em História da Universidade Autónoma de Lisboa e com a presença de mestrandos em Biologia da Universidade do Algarve.

Mercê da boa aceitação do projecto pelas universidades participantes, pelos alunos e por algumas entidades públicas e privadas, é previsível que a campanha de 2003 receba a participação de alunos norte-americanos para a área da arqueologia subaquática e permita o envio de alunos portugueses de ambas as áreas para os Estados Unidos da América, por forma a receberem formação em tecnologias de exploração marinha.

Existe ainda a perspectiva a médio prazo para alargar a vertente educacional a alunos do ensino secundário, por forma

a motivá-los para as ciências do mar, tão tradicionalmente português e tão pouco explorado cientificamente.

Recursos financeiros

Apesar de os financiamentos serem praticamente assegurados pela University of Connecticut e pela Ocean Technology Foundation, recebeu também não menos importantes contributos da Universidade do Algarve e da Universidade Autónoma de Lisboa, bem como o patrocínio do Zoomarine.

As incertezas que os ataques terroristas de 11 de Setembro trouxeram à ordem mundial vieram nublar a capacidade de angariação de recursos financeiros nos Estados Unidos da América, alimentando um certo clima de suspeição sobre actividades, mesmo que científicas, fora do país. Assim, o futuro do presente projecto não se nos apresenta absolutamente pacífico.

O esforço na angariação de fundos tem agora que se virar para o âmbito nacional, ainda que não de uma forma exclusiva.

A lei do mecenato em vigor em Portugal não tem sido, até ao momento, devidamente explorada. Assim, as entidades envolvidas iniciarão um esforço redobrado por forma a angariar junto de grandes empresas sediadas no nosso país a massa financeira necessária para continuar a levar a bom porto o curto caminho que o SEMAPP já começou a trilhar. Continuamos a estar abertos a receber a cooperação de entidades congéneres, quer sejam civis, quer pertençam à Marinha de Guerra Portuguesa, no sentido de desenvolver e aprofundar o nosso projecto.

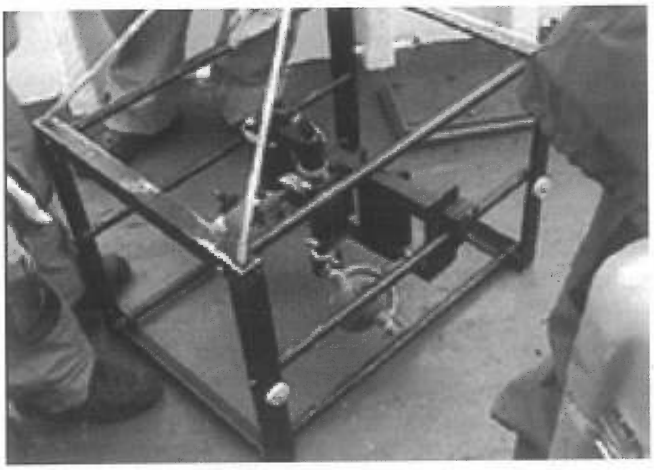
Estamos em crer que, se formos capazes de reunir os esforços e as motivações necessários, o mar, nosso caminho, tornar-se-á menos íngreme e seremos mais eficazes no estudo e na recolha dos artefactos que, ao abrigo da legislação e da ética em vigor, pertencem ao património nacional.

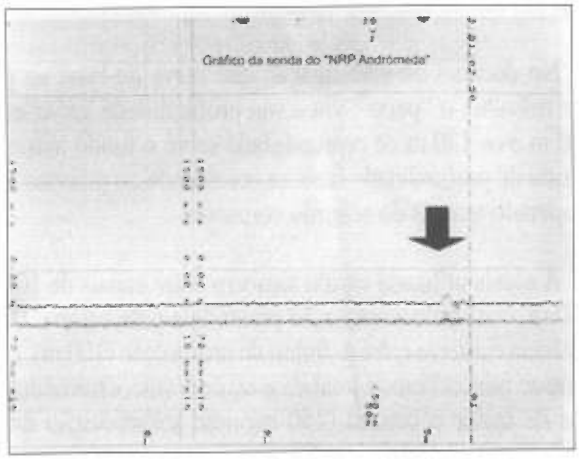
Devolveremos assim à nossa comunidade os bens histórico-arqueológicos que o mar teima em reter para si. Que para tal nos ajudem "o engenho e a arte".

Nota

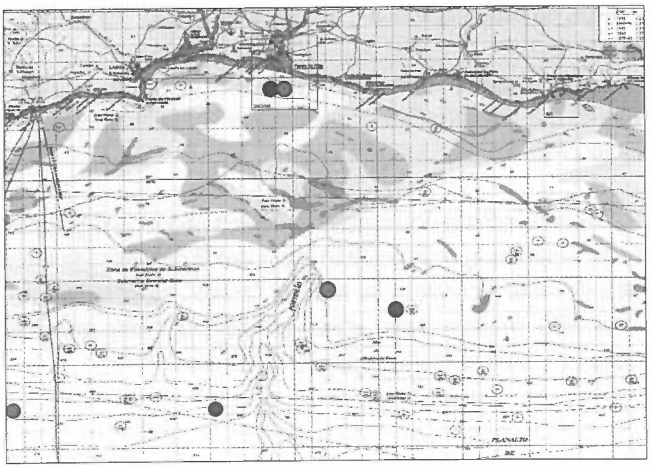
Para além das imagens abaixo que se destinam a serem projectadas com um *data show*, também será passada em ficheiro digital uma série de imagens animadas recolhidas pelo *side scan sonar*.







SEMAPP 2001; Área de Intervenção 01; Sonda do *NRP Andrómeda*; 1ª passagem no sentido norte-sul.



Marine Science Sites.

Pedro Nunes e o Cálculo da Duração do Crepúsculo

Trabalho realizado por:
- *Alexandra Cristina Salomé Lourenço*
- *Maria de Jesus do Estanque Espinho*

Universidade de Lisboa
Faculdade de Ciências

Sumário

Pedro Nunes foi um dos maiores vultos da Matemática em Portugal.

Infelizmente não há um conhecimento muito profundo sobre a vida de Pedro Nunes. Do pouco que se conhece apresentamos neste Colóquio algumas facetas do homem e cientista integrado na época seiscentista, baseadas em documentos que recolhemos em fontes fidedignas, nomeadamente a Biblioteca do Departamento de Matemática da Universidade de Coimbra e alguns *sites* da Internet.

Após uma rápida descrição sobre a vida e obra de Pedro Nunes, com realce para alguns factos menos conhecidos, damos particular ênfase à sua faceta de matemático e de cosmógrafo.

Pedro Nunes, atento aos feitos relevantes na busca de novos conhecimentos, procurou fundamentá-los cientificamente e dar-lhes rigor.

Esta sua preocupação levou-o, por exemplo, a saber determinar com grande exactidão as grandezas envolvidas e a desenvolver cálculos arrojados para a época. Este seu pendor, mais teórico que prático, conduziu a uma certa incompreensão por parte dos navegadores.

É dentro deste espírito que apresentamos, com uma adaptação para os dias de hoje, o problema da duração do crepúsculo, seguindo passo a passo o raciocínio de Pedro Nunes.

Introdução

Pedro Nunes foi, como todos sabemos, um dos maiores vultos da Matemática em Portugal.

Tendo sido já muito estudado a nível do seu percurso científico, da sua vida e da sua obra, talvez algumas curiosidades que se encontram em livros que não estão ao alcance de todos sejam menos conhecidas.

De todas as obras de Pedro Nunes, a que nos suscitou mais interesse foi sem dúvida o *De Crepusculis*. E, dentro desta obra, a nossa maior atenção foi para o cálculo da duração do crepúsculo.

Pretendemos então fazer uma avaliação e interpretação do cálculo da duração do crepúsculo da tarde de 1 de Outubro de 1541, seguindo passo a passo o seu raciocínio e tentando fazer uma adaptação a outros dias.

Biografia de Pedro Nunes

Pedro Nunes nasceu em Alcácer do Sal, antiga Salácia, em 1502, embora em algumas fontes se encontre como ano de nascimento 1492; logo aqui começam as dúvidas e incertezas acerca da vida de Pedro Nunes.

É então de notar que nasceu no alvorecer da civilização moderna, quando Portugal estava no período do seu máximo esplendor.

Há que fazer referência a três descobrimentos que ocorreram dez anos antes do seu nascimento; são eles:

- A descoberta da América por Cristóvão Colombo;
- A descoberta do caminho marítimo para a Índia por Vasco da Gama;
- A descoberta das praias de Santa Cruz por Pedro Álvares Cabral.

E no ano em que Pedro Nunes nasceu, Vasco da Gama fez a sua segunda viagem à Índia.

Passados poucos anos, em plena juventude de Pedro Nunes, realizou-se a primeira viagem de circum-navegação.

Verificamos então que Pedro Nunes está envolto numa atmosfera esplendorosa que poderá ter influenciado o seu caminho percorrido na actividade científica.

Dos ascendentes e irmãos (se os teve) tudo se ignora. No entanto, é legítimo conjecturar que estes tenham sido israelitas. Porém, convém notar que Pedro Nunes nada mostra nas suas obras que tenha sido criado num meio familiar de tradições judaicas.

Quanto à meninice e adolescência nada se sabe.

Da escolaridade presume-se que tenha aprendido as primeiras letras em Portugal e os estudos universitários foram feitos entre Portugal e Espanha, mais precisamente, Salamanca. Como refere Gomes Teixeira, "tinha visitado em romaria de estudo a Universidade de Salamanca".

Pedro Nunes estudou Medicina, porém não se sabe se fez o bacharelato em Salamanca se em Lisboa. Sabe-se somente que, sendo já lente, fez na Universidade de Lisboa, em 1532, a licenciatura e depois o doutoramento em Medicina.

Dos escassos documentos da actividade universitária de Pedro Nunes em Lisboa depreende-se que somente teria ensinado matérias filosóficas, porém na carta de jubilação como lente de Matemática em Coimbra (1562) diz-se que Pedro Nunes lera na Universidade de Lisboa "3 anos um curso de artes com algumas matemáticas".

Em 16 de Novembro de 1529, quando tinha 27 anos, foi nomeado cosmógrafo do reino. Ainda neste ano, pouco

tempo depois, a 4 de Dezembro ganha um concurso para a cadeira de Filosofia Moral na Universidade de Lisboa (neste concurso triunfou sobre Garcia de Orta, João Leão e Frei Lourenço).

Em 1531, por encargo do rei D. João III, começou a ensinar os infantes D. Luís e D. Henrique, o futuro cardeal-rei.

Em 1537 obtém autorização do rei para mandar imprimir todas as obras que tivesse feito. Dá, neste mesmo ano, em Dezembro, estampa ao *Tratado da Sphera*, em língua portuguesa.

É em 1542 que publica a que é considerada a sua obra-prima, como matemático puro, o *De Crepusculis* ou *Tratado sobre os Crepúsculos*.

Em 1546 publica em Coimbra o *De Erratis Orontii Finae*.

Pouco tempo depois, a 22 de Dezembro de 1547, é nomeado cosmógrafo-mor do reino.

Anos mais tarde, em 1566, faz uma ampliação do seu *Tratado da Sphera* em *Petri Nonni Salaciensis Opera*, que foi publicado apenas em Basileia. É um ano depois, em 1567, que publica o *Libro de Álgebra*.

A única tarefa que não consegue cumprir é um convite feito, em 1577, pelo papa Gregório XIII para se pronunciar sobre a possível reforma do calendário juliano, pois acaba por morrer a 11 de Agosto em 1578 (uma semana após o desastre de Alcácer Quibir).

Bibliografia de Pedro Nunes

As obras de Pedro Nunes são compostas por traduções e comentários e por escritos originais.

a) Tratado da Sphera

Esta obra foi publicada em português, em Lisboa, no ano de 1537, sendo dedicada ao infante D. Luís.

O *Tratado da Sphera* é constituído por três obras traduzidas do latim e anotadas por Pedro Nunes; são elas:

– *Da Sphera* do monge inglês João de Sacrobosco;
– *Theorica do Sol e da Lua* de Purbáqui;
– *Livro Primeiro de Geographia* de Ptolomeu.

Fazem ainda parte da constituição deste *Tratado* duas obras originais de Pedro Nunes:

– *Tratado em defesam da carta de marear* (neste tratado, Pedro Nunes define as condições para a construção de mapas, apresenta o processo para determinar a declinação magnética e o processo para determinação de latitudes baseado nas alturas extrameridianas do Sol. O instrumento de sombras é descrito nesta obra);

– *Tratado sobre certas dúvidas de navegação* (neste tratado, Pedro Nunes responde a dúvidas colocadas por Martim Afonso de Sousa suscitadas pela sua viagem ao Brasil).

É nesta obra que Pedro Nunes se ocupa das linhas de rumo que vieram a ter grande reflexo na cartografia.

b) De Crepusculis

É uma das quatro obras de Pedro Nunes, que foi publicada em latim, em 1542.

De Crepusculis é um tratado de astronomia esférica, e resolve o problema da duração dos crepúsculos para um dado lugar da Terra e para uma determinada posição do Sol.

Nesta obra, Pedro Nunes determina a duração do crepúsculo e dá uma solução para o problema do menor crepúsculo, isto é, encontra o dia em que este valor é mínimo, num determinado ponto da Terra.

Ainda no *De Crepusculis*, dadas a latitude e a declinação do Sol, determinou o ângulo horário do Sol. Este problema não era novo e consistia, teoricamente, em chegar à medida de um ângulo interno de um triângulo esférico, do qual se conheciam os três lados.

É nesta obra que Pedro Nunes propõe construir um instrumento com o qual se possa determinar rigorosamente as respectivas alturas. A este instrumento chamamos nónio!

c) De Erratis Orontii Finae

Esta obra foi publicada no ano de 1546, em Coimbra.

É aqui que Pedro Nunes refuta os erros que Orôncio Fineu cometeu quando considerou ter resolvido cinco importantes problemas matemáticos, na sua obra *O Quadratura Circuli* em 1543.

Para além disto, nesta obra, Pedro Nunes aborda a descoberta de Platão para achar os dois meios proporcionais e duplicar o cubo; aborda também a demonstração que Arquimedes fez acerca da razão entre a circunferência e o seu diâmetro.

Dá uma explicação sobre as definições do livro V dos Elementos de Euclides e a razão porque a partir do movimento da Lua se conclui a diferença de longitude dos lugares.

Trata, ainda nesta obra, a construção e uso do relógio nocturno, vertical e horizontal, que foram mal concebidos por Orôncio Fineu.

d) Libro de Álgebra

Esta obra, dedicada ao cardeal Infante D. Henrique, foi publicada no ano de 1567, em castelhano, e reduzida em francês e em latim.

Esta obra está dividida em três partes.

Na primeira parte, são estabelecidas as regras de resolução das equações de primeiro e segundo graus a uma incógnita.

Na segunda parte, Pedro Nunes ocupou-se do cálculo algébrico, da radiciação e das proporções.

Na terceira parte, que é a mais longa, Pedro Nunes retomou a resolução das equações, incluindo as do terceiro grau.

Pedro Nunes preocupa-se com o rigor e a clarividência dos conceitos que introduz e a justificação das regras que utiliza.

A álgebra de Pedro Nunes encontra-se ligada à geometria, o que justifica a não aceitação do número negativo. E embora tivesse pressentido a necessidade do zero, nunca o declarou abertamente.

Análise da Proposição XV

É no tratado *De Crepusculis*, editado em 1573 em Coimbra, que Pedro Nunes na proposição XV indica o processo para determinar a duração do crepúsculo da tarde ou da manhã.

Para ilustrar este processo, Pedro Nunes deu um exemplo calculando o crepúsculo da tarde de 1 de Outubro de 1541.

E é este exemplo que vamos analisar pormenorizadamente. Antes de passarmos à sua análise, notemos que o processo do cálculo da duração do crepúsculo consta do seguinte:

– Observar a altura de uma estrela, cuja ascensão recta e declinação são conhecidas, no momento em que se julga terminar o crepúsculo da tarde ou começar o da manhã.

– Com a altura da estrela observada, calcular a distância ao meridiano, ou o seu ângulo horário.

Consideremos então:

A = ascensão recta da estrela observada;

B = ascensão recta do Sol;

C = ângulo horário da estrela observada no momento de terminar o crepúsculo da tarde, ou de começar o da manhã;

D = semi-arco diurno do Sol.

Assim, temos que:

$$\text{Duração do Crepúsculo} = |A - B| + C - D$$

Notemos ainda que Pedro Nunes refere que

$$|A - B| + C = \text{distância do Sol ao meridiano}$$

E é então a diferença entre a distância do Sol ao meridiano e o semi-arco diurno do Sol que ele refere como a duração do crepúsculo. O que é exactamente a fórmula acima enunciada!

Escreve Pedro Nunes: *"Em Lisboa decorrendo o anno da Graça de 1541, no primeiro dia do mez outubro, à tarde, estando o ceu sereno, observei do ponto mais elevado do castello da cidade, quando não havia já nenhuma claridade no poente, a estrella do Coração do Escorpião [...]"*

Ora a estrela que ele observou foi o Coração do Escorpião, também conhecida por Antares.

[ESTRELA OBSERVADA = **CORAÇÃO DO ESCORPIÃO**]

Pedro Nunes, com o astrolábio, observou que a estrela se elevava 5∞ acima do horizonte.

Dizia ele na sua Proposição:

"[...] observe-se com o astrolabio, [...], e calculei que ella se elevava 5 graus acima do horizonte."

[ALTURA OBSERVADA NO FIM DO CREPÚSCULO DA TARDE = **5° 0´**]

Notou ainda que esta estrela se encontrava à distância de 4° do Sagitário:

"Ora, estando a posição d'essa estrella à distância de 4 graus do Sagitário, o que concorda com a opinião de Albatenio e também com outras observações nossas [...]"

São conhecidas a ascensão recta e a declinação desta estrela no momento em que ele julgou ter terminado o crepúsculo da tarde deste dia, que são respectivamente 241° 10´ e 24° 56´. Refere Pedro Nunes que obteve estes resultados através de outras observações:

"[...] com outras observações nossas, será pois a declinação 24 graus e 56 minutos e sua ascensão recta 241 graus e 10 minutos [...]"

[ASCENSÃO RECTA = **241° 10´**]
[DECLINAÇÃO = **24° 56´**]

Pedro Nunes refere que a altura meridiana da dita estrela é 26° 24´, quando escreve:

"[...] 26 graus e 24 minutos, altura da dita estrella [...]"

Ora para chegarmos a este resultado vamos aplicar fórmulas de trigonometria esférica.

Como se sabe, os vértices do triângulo esférico são:

– O pólo boreal, P;
– O zénite do lugar de observação, Z;
– A estrela observada, E.

Consideremos:

ϕ = latitude do lugar de observação;
t = distância da estrela ao meridiano (ângulo horário);
h = altura da estrela observada no fim do crepúsculo da tarde;
δ = declinação;
α = ascensão recta.

Ora já vimos que:

$\delta = -24° 56´$;
$\alpha = 241° 10´$;
$h = 5° 0´$.

Segundo Pedro Nunes, a latitude do lugar de observação (Castelo de Lisboa) era 38° 40´, no entanto, sabe-se que a latitude do Castelo de Lisboa é 38° 42´ 43´´.

Com estes parâmetros já podemos chegar ao valor 26° 24´, por Pedro Nunes calculado da altura meridiana da estrela observada, que é obtido do seguinte modo:

$$\begin{aligned} 90° - (\phi - \delta) &= 90° - [38° 40´ - (-24° 56´)] = \\ &= 90° - (38° 40´ + 24° 56´) = \\ &= 90° - 62° 96´ = \\ &= 90° - 63{,}3\infty = \\ &= 26° 24´ \end{aligned}$$

Do triângulo esférico deduz-se que:

$$\cos(90°-h) = \cos(90°-\phi).\cos(90°-\delta)+\sin(90°-\phi).\sin(90°-\delta).\cos(t) \leftrightarrow$$

$$\leftrightarrow \cos(t) = \frac{\cos(90°-h) - \cos(90°-\phi).\cos(90°-\delta)}{\sin(90°-\phi).\sin(90°-\delta)} \leftrightarrow$$

$$\leftrightarrow 1 - \cos(t) = \frac{\sin(90°-(\phi-\delta)) - \sin(h)}{\sin(90°-\phi).\sin(90°-\delta)}$$

Através destas fórmulas podemos tirar o valor do ângulo horário, que é representado por *t*.

Assim:

$$1 - \cos(t) = \frac{\sin(90°-(\phi-\delta)) - \sin(h)}{\sin(90°-\phi).\sin(90°-\delta)} =$$

$$= \frac{\sin(26° 24´) - \sin(5°)}{\sin(90°-38° 40´).\sin(90°-(-24° 56´)} = \rightarrow$$

$$\rightarrow t = 60° 19´$$

Temos então que o ângulo horário é 60° 19´, tal como Pedro Nunes refere na sua proposição do seguinte modo:

"[...] de 60 graus e 19 minutos, da distância da mesma estrella ao meridiano."

[ÂNGULO HORÁRIO = **60° 19´**]

Refere ainda Pedro Nunes que:

"E porque neste tempo o sol ocupava a posição do fim de 18 graus de Libra, cuja ascensão recta era 196 graus e 35 minutos; [...]"

Então naquela altura a ascensão recta do Sol era 196° 35´.

[ASCENÇÃO RECTA DO SOL = 196° 35´]

Recordando a nossa fórmula para o cálculo da duração do crepúsculo, notemos que já temos:

A = 241° 10´;
B = 196° 35´;
C = 60° 19´.

Podemos assim calcular a distância do Sol ao meridiano, que é:

$$|A - B| + C = |241° 10´ - 196° 35´| + 60° 19´ =$$
$$= 44° 35´ + 60° 19´ = 104° 54´$$

Ao fazer estes cálculos Pedro Nunes escreve:

"[...] a diferença pois das mesmas ascensões rectas foi de 44 graus e 35 minutos; e assim a distância do sol ao meridiano, contada no sentido do movimento diurno, foi de 104 graus e 54 minutos."

Resta-nos então o valor de D, isto é, o valor do semi-arco diurno do Sol. Pedro Nunes calcula nesse dia o semi-arco diurno do Sol, que não está no âmbito desta proposição, e refere que:

"[...] o semiarco diurno do sol, que é 84 graus e 18 minutos [...]"

Logo, D = 84° 18´.

[SEMI-ARCO DIURNO DO SOL = **84° 18´**]

Aplicando assim a nossa fórmula, concluímos que:

Duração do crepúsculo = |A - B| + C - D =
= 104° 54´ - 84° 18´ = 20° 36´

Temos então 20° 36´ para a duração do crepúsculo.

Passando a tempo, temos que:

20° 36´ = 1h 22m 24s

Portanto:

A duração do crepúsculo da tarde de 1 de Outubro de 1541, segundo cálculos de Pedro Nunes foi 20 graus e 36 minutos, isto é, 1 hora, 22 minutos e 24 segundos!

Como ele próprio diz na sua proposição:

"[...] restarão 20 graus e 36 minutos para a duração do crepúsculo, isto é, 1 hora, 22 minutos e 24 segundos."

1 de Outubro de 2002

Neste dia 1 de Outubro de 2002, 461 anos depois do ano em que Pedro Nunes no ponto mais alto do Castelo da cidade de Lisboa fez o cálculo da duração do crepúsculo da tarde deste dia. Na tentativa de melhor compreender tudo isto, e a título de curiosidade e observar com os nossos próprios olhos, deslocámo-nos, não até ao Castelo da cidade, porque a este não tivemos acesso, mas ao Largo de Santa Luzia.

Nesta tarde em que nem o Sol se vê estamos apenas a apreciar o cair da noite; neste momento em que escrevo são exactamente 19h 44m e já não consigo distinguir linha alguma no meu horizonte. Infelizmente, não vou conseguir apreciar nem 1/10 da beleza que certamente Pedro Nunes teve oportunidade de presenciar naquele dia 1 de Outubro de 1541.

Nem sequer temos uma estrela que se eleve no nosso horizonte, apenas um céu repleto de nuvens negras.

Decididamente, o dia 1 de Outubro de 2002 jamais será considerado como um espelho do dia 1 de Outubro de 1541.

Matemática Pictórica: a Matemática (dos Caldeus, dos Egípcios, de Pedro Nunes, de Einstein e de tantos outros) pintada por Almada Negreiros

Trabalho realizado por:
• *Marco Daniel Duarte*

Universidade de Coimbra
Faculdade de Letras/Departamento de História de Arte

Introdução

Mesmo em empreendimentos ideológicos onde se privilegia a "mater" arquitectura em detrimento das outras artes como a escultura ou a pintura, como é o caso das edificações saídas dos ideais de regimes totalitaristas[1] de que é exemplo o Estado Novo, como se vê, por modelo, na Cidade Universitária de Coimbra[2], os seus mentores dedicam um papel importantíssimo, embora em quantidade diminuta, às artes que põem a acolitar a arquitectura. Se a área em quantidade que lhes está dedicada é diminuta, a área de qualidade é extraordinariamente importante para a composição total do discurso que se quer expor naquelas edificações. É importante perceber-se, entrando de uma maneira superficial pela teoria e essência de cada disciplina artística, que as valências das diferentes disciplinas auxiliam o discurso da obra de arte total (formada pela arquitectura, escultura, pintura e pelas outras artes ditas "menores"). Só assim se compreenderá que a escultura ou a tapeçaria, por exemplo, estejam permanentemente usadas em quase todos os edifícios da cidade universitária construída pelo Estado Novo. A pergunta legitima-se, neste contexto: que maior valor trarão estas artes ao conjunto artístico? Pensamos que a resposta estará relacionada, fundamentalmente, com o poder que a imagem sustenta. O ícone, embora também presente nas volumetrias da arquitectura, apresenta a força clarividente das silhuetas nas artes com figurações. Trata-se de artes que possuem não só a evidência, mas também a sugestão e os sentidos escondidos que, mais facilmente que a arquitectura, interpelam quem as observa. Numa conjuntura como a do Estado Novo, em que a arte estatal tencionava ser, para além de estética, didáctica[3], serão de grande relevância os estudos destas pinturas, esculturas, tapeçarias...

Com efeito, em ambos os edifícios da Cidade Universitária de Coimbra, para além de se arquitectar, desenhou-se, esculpiu-se, pintou-se. Duas dessas pinturas, que aqui analisamos, serviram para construir a ideia da Matemática naquela cidade do saber.

A casa (que albergaria o estudo da matemática) foi começada a construir em 1964, causando "a maior satisfação na cidade, o anúncio [...] do concurso público para a arrematação da empreitada de construção [...] do edifício da Matemática da Faculdade de Ciências"[4]. O jornal dizia, expressando alegria pela hora, que "a construção da Cidade Universitária tem caminhado tão lentamente que o aparecimento dum concurso para mais uma construção tem foros de acontecimento sensacional e causa o maior regozijo não só nos meios universitários como na própria população"[5]. Segundo se apura pela documentação relativa ao processo das obras da Cidade Universitária, estava previsto, desde a primeira hora, que o edifício reservaria três lugares de privilégio para o adorno. Quer isto dizer que os seus autores[6] acreditavam que a linguagem arquitectónica não era suficiente para a desenvoltura do discurso necessário[7]. Nesta linha, a própria modelação arquitectónica do edifício merecia exame de modo a diferenciá-lo dos restantes: a sua linguagem é já diferente da do edifício da Faculdade de Letras, o mais estadonovista de entre os restantes prédios das faculdades. Bastará uma análise atenta aos seus pórticos para perceber que a unicidade do portal das matemáticas, na sua extensão e amplidão, se distinguirá, em muito, da estreiteza dos percursos estanques e rectilíneos que quem entra no edifício das Letras se verá obrigado a fazer[8].

Em Dezembro de 1965, já o edifício se encontrava há mais de um ano em construção, José Bayolo Pacheco de Amorim, professor encarregue de representar o Departamento de Matemática junto da comissão de obras, define "o programa para as obras de arte do edifício da Matemática". Diz, no ponto primeiro do programa, que elas "constarão de um baixo-relevo marginando a porta principal de entrada; de dois frescos, um de cada lado, nas paredes laterais do Átrio; e duma tapeçaria na sala do conselho da Faculdade"[9]. São estes, pois, os lugares de encenação de um discurso que complementará o da arquitectura. Os assuntos eram de grande exigência e os artistas deveriam estar "à altura dos temas que se propõem"[10], pois "na matemática, olhando-a numa perspectiva portuguesa, não é fácil fugir muito"[11] das matérias indicadas e do modo como estas foram propostas aos artistas[12].

Um destes lugares de privilégio para a figuração artística é conferido a Almada Negreiros. A escolha dos artistas era muito pensada, por um lado, porque se queriam obras de qualidade e, por outro, porque o resultado da obra de arte a realizar não poderia nunca afrontar os valores-base do regime político-ideológico em vigor. Depois de um período de hesitação, onde o nome de Almada Negreiros começa por ser aventado para a execução do baixo-relevo do portal, subordinado ao tema "A História Evolutiva da Matemática" (que virá a ser concedido ao professor da Escola de Belas-Artes do Porto Gustavo Bastos), o nome do pintor Almada Negreiros será posto sobre a rasura do de Daciano Costa, num quadro-resumo das "obras de arte a propor" para o edifício da Secção de Matemática[13].

O tema dos frescos sofrerá evolução: sendo, num primeiro momento, a ideia da representação em fresco a de "Matemáticos célebres", passou, em 16 de Dezembro de 1965, a ser o que terá execução (o tema evoluirá no sentido de se explanar, explorando-se e concretizando-se aquele título vago e demasiado geral "Matemáticos célebres"). Escrevia, à laia de título, o "arquitecto" dos painéis que o fresco do lado esquerdo seria dedicado à "Matemática portuguesa ao serviço da epopeia nacional" e que o do lado direito teria como tema "A Matemática desde os Caldeus e Egípcios até aos nossos dias". Depois dispôs seis tópicos por baixo de cada um dos títulos, elucidando um pouco mais sobre as suas pretensões para aqueles dois discursos pintados.

Tão-só aqui, nas intenções de representação, há matéria de análise para a disciplina da história da arte. Mesmo antes da análise da obra feita, será necessário averiguar a razão de se passar de uma ideia de representação de matemáticos famosos para a inclusão destes em painéis subordinados a programas temáticos de âmbito mais elaborado. O resultado será o mesmo, já que a obra concluída apresenta, com efeito, matemáticos célebres. Ganhou-se, contudo, em erudição, pois emolduraram-se estas figuras de proeminência em dois quadros contextualizadores. De um e do outro lado, desenharam-se personalidades da matemática: da história da matemática universal, à esquerda de quem entra, de figuras do mundo português ligadas à matemática, na parede oposta àquela.

O tema era difícil, reconhecidamente difícil. Disso deu conta o pintor escolhido apesar de acarretar já uma longa experiência de pintura, inclusivamente de carácter iconográfico também em painéis, contemplando representações diversas, desde a temática profana à religiosa. Essa dificuldade também a reconheceu o mentor do projecto. Em Abril de 1966, José Bayolo Pacheco de Amorim "escreve umas notas mais de esclarecimento e um pequeno apontamento sobre alguns períodos da evolução histórica da Matemática". Nesta especificação do programa, "a pedido de Mestre Almada Negreiros"[14], o professor de matemática faz um intróito sobre a intenção do texto que escrevia para poder "facilitar a compreensão da [...] [sua] ideia"[15], escreveu alguns tópicos sobre a matemática portuguesa no contexto das Descobertas, feito que caracteriza como "obra sobre-humana" e divide a história da matemática em períodos, que, *grosso modo*, correspondem à Antiguidade, à Idade Média, à Idade Moderna e à Época Contemporânea. Termina esta história da matemática, em cinco páginas, com uma referência concreta ao modo de como queria ver compostas todas estas informações: de "forma unitária e simbólica". O autor deste programa justifica ainda a falta de idoneidade de Almada Negreiros no respeitante ao conhecimento da ciência dos números, dizendo que o "artista, [...] não é, naturalmente, um matemático"[16].

Como académico que é, usa de alguma modéstia quando comenta sobre o que escreve. Certamente por achar que as ideias que havia deixado como programa iconográfico mereceriam desenvolvimento muito maior, Pacheco de Amorim diz que estes "elementos [...] não são o desenvolvimento do programa que [apresentou] para estes painéis". Escreve, portanto, "somente umas notas mais de esclarecimento e um pequeno apontamento sobre alguns períodos da evolução histórica da Matemática"[17].

A autoria do painel ficará então a dever-se a quem assinou a pintura ("Almada 69") ou a quem assinou o programa iconográfico ("Coimbra, 16 de Dezembro de 1965/ José Bayolo Pacheco de Amorim"[18])? A questão das autorias das obras inscreve-se numa discussão epistemológica que não está ainda amplamente resolvida pela história da arte. Cada vez mais as obras serão fruto de uma conjunção de ideias, pensamentos e autores. Não é uma novidade do século XX: o encomendante de todos os tempos interviera no processo artístico. Porém, numa obra elaborada num período de directrizes fortes, o papel do encomendante, para quem tiver a pretensão de entender o resultado artístico final, não será de descuidar. Como representante da Faculdade de Ciências junto da comissão de obras da Universidade, poderemos tomar José Bayolo Pacheco de Amorim, docente na Secção de Matemática desde 1942, como o rosto da instituição encomendante perante o artista. Amorim teve, inclusivamente, preocupações pedagógicas; ele era, aliás, um professor e, neste caso, transmitia conhecimentos a alguém que não era, sequer, da área. Prova do que dizemos é o seu cuidado constante, ao longo de toda a memória descritiva, posto na esquematização, na escrita com frases simplificadas (em tópicos, muitas vezes) que a seguinte expressão consubstancia: "para maior facilidade, indicarei somente com títulos, resumi[n]do, em forma de Sumário, o primeiro período"[19]. Com esta preocupação, sem dúvida típica de alguém que ensina, o professor garantia, ao mesmo tempo, que o que resultasse em representação final havia sido o que o mentor tinha idealizado. No entanto, pensamos que estas especificações vieram a prejudicar aquilo que Amorim pretendia: "uma composição unitária e simbólica"[20], pois a sobrecarga de personagens constituirá, obviamente, uma maior dificuldade na gestão espacial. Com efeito, Almada não se escusou a representar, de forma figurada ou escrita, quase todos os muitos nomes que constavam dos planos iconográficos.

Esta questão não fará, de modo algum, desvalorizar o papel do artista pintor. A ele coube um grande conjunto de acções: a escolha da paleta cromática, o risco das formas e volumes, a distribuição da mancha compositiva no campo pictórico, a "arrumação" dos elementos a representar e, neste caso, a selecção, de entre a multidão (verdadeiro consílio de matemáticos) proposta por Pacheco de Amorim[21], das personalidades a desenhar; no fundo, a interpretação pictórico-visual do que estava declarado de forma escrita, do que constava grafado. Portanto, papel de eleição não deixou de ser conferido ao pintor. O encómio à sua muito pessoal forma de representar, aliás, de que o artista tinha já dado provas em numerosíssimas obras (já que, recordemo-lo, estes painéis foram exactamente a sua última criação), foi logo atestado pelo autor do programa a figurar, no início de Março de 1967: no parecer sobre a maqueta dos frescos elogiava-se "a marca bem viva do [...] estilo inconfundível" de Almada Negreiros, "a

forte personalidade do artista" e a "interessante interpretação do programa"[22].

A Matemática desde os Caldeus e Egípcios até aos nossos dias

No painel da Matemática Universal, foi assim que lhe chamou o pintor[23], quis-se representar a evolução da disciplina dos números desde "a sua antiguidade até aos nossos dias"[24]. Ironicamente, em toda a composição (como na do painel que lhe está em frente) não se grafou qualquer algarismo, número ou fórmula matemática, embora na maqueta do painel da evolução da matemática se tenha previsto escrever "$E=Mc^2$"[25]. Almada Negreiros serviu-se, essencialmente, do desenho figurativo, do signo linguístico e da figuração geométrica para elaborar o conjunto a representar.

Quer numa, quer na outra composição pictórica, o elemento mais usado será a forma geométrica do círculo. A ligação entre a área disciplinar da geometria e a ciência matemática justificará suficientemente esta escolha do autor. É, de facto, o círculo que serve de centro definidor de ambas as composições, embora isto se denote com maior evidência na representação do painel dedicado à evolução da matemática. Ainda que de difícil contagem, atrevemo-nos a dizer que neste fresco existem três grandes círculos completos e, da mesma dimensão, mais dois meios círculos. Estes "círculos ou esferas"[26], nas palavras do autor (ou circunferências, como até seria, talvez, mais cientificamente correcto, pois o que sobressai do pano de fundo quadriculado são, efectivamente, as linhas periféricas que desenham o círculo), desenvolvem-se debuxando uma gorda linha vertical, ténue, mas presente, que se torna comum ao mais antigo evento evocado e à citação mais recente da história da matemática, isto é, de modo a englobar a civilização babilónica, ao cimo, e Einstein, no fundo. O resultado é uma longa estrada formada por uma caudalosa linha vertical. Embora Pacheco de Amorim tivesse dado a entender que pretendia ver sugerida uma evolução, esta composição em círculos é fruto da invenção do pintor para representar, precisamente, essa evolução: "uma continuidade de círculos ou esferas [...] como se fossem sempre a mesma esfera"[27].

Todavia a amálgama de figuras circulares, estas representações são diferentes, nos tamanhos, nas disposições e, fundamentalmente, nas significações: parece-nos que Almada Negreiros quis, no tratamento diversificado que conferiu aos esféricos, representar realidades deveras para além, e isto foi muito bem conseguido, de imprimir ao conjunto um ritmo pictórico muito interessante.

As circunferências colocadas em diagonal descendente, no trecho inferior, desenham uma estrada diferente, mais rápida, mais acelerada, mas de caminhar mais arriscado: encaminham-se para o fundo, para o que não se conhece ainda. O pintor delineou um enrolar formado apenas por três círculos, os responsáveis pela agitação rítmica do painel. Trata-se de um ziguezagueado circular cuja definição possível poderá passar pela ideia ou de ondas ou de espirais, onde o movimento é notavelmente sugerido por os círculos não se encontrarem à mesma distância uns dos outros: o primeiro dista menos do segundo, que dista mais do terceiro, que já nem acaba no campo pictórico útil, isto é, no presente. É deste modo que se sugere uma linha de tempo rápido.

Há ainda outro círculo representado que não se enquadra neste tipo de significação e que fora posto no painel de forma muito requintada, mostrando grande erudição do pintor: falamos do círculo menor que, no cimo do fresco, se envolve com a forma quadrangular cimeira e com as figurações que lhe estão fronteiriças. Aqui, Almada Negreiros não quis sugerir uma linha temporal, mas sim um dos pontos dessa linha de tempo onde se desenvolve a matemática: mais do que um dos seus pontos, trata-se de um ponto fulcral, pois ele representa, precisamente, o seu começo. É este o motivo do aspecto diáfano daquela zona do painel, uma espécie de bruma que deixa revelar, mas só a quem o olhar com muita atenção, a teoria antiga da cosmogonia, o modo de ver a Terra, o "Locus Terrenus": um planeta dividido entre três continentes (Ásia, Europa e África) e quatro "rios" (Mediterrâneo, Danúbio, Negro e Nilo), precisamente à maneira da Antiguidade. O "T" que se inscreve naquele círculo, como agora sabemos, símbolo do globo terrestre, não deixa margem para dúvidas de que aquela esfera é uma representação similar às da Antiguidade e Alta e Baixa Idade Média[28]. Também como nas representações da Idade Média, aquela esfera resume-se a um círculo: não tem volumetria. É apenas a visão planimétrica da esfera.

Ainda assim, e isto concorre para o ar místico e ambivalente que o painel sustenta na sua parte cimeira, a corda da circunferência grande que atravessa o círculo pequeno confere-lhe volumetria. Subposto ao círculo, nasce um quadrado cuja aresta inferior o autor fez coincidir com o raio da circunferência que delimita esse mesmo círculo. Mais uma vez, a figura não é um simples quadrado, mas uma sucessão de quadrados concêntricos, uns dentro da área dos outros. A aproximação destas duas figuras importantíssimas do ponto de vista da simbologia, o quadrado e o círculo, postas a adornar o fresco na zona mais ao cimo do campo pictórico, não é acidental e mostra bem como Almada Negreiros era conhecedor da simbologia e como com ela quis jogar no sentido de criar significações óbvias, mas também sentidos expressivos e menos imediatos. Facilmente se passa de uma visão superficial, que descreve um polígono de quatro lados, para uma visão iconograficamente mais elaborada, tentando perceber o sentido daquela representação. Como não se trata de um quadrado, mas sim de vários, embora vistos por um estilo de pintura modernista, em que os planos sobrepostos podem fazer coincidir ângulos de visão, poderemos aceitar que se trata, tal como no caso do círculo-esfera que já analisámos, de um cubo e não de um quadrilátero de lados iguais. Deste modo, os símbolos são ainda mais vivos do ponto de vista da significação. Tudo se altera para o exagero do positivo: como dizem autores idóneos em simbologia, "a totalidade celeste-terrestre exprime-se maravilhosamente no par cubo-esfera"[29], ou, ainda mais cla-

ramente, "combinado com a esfera, [o cubo] simboliza a totalidade terrestre e celeste, finita e infinita, criada e incriada, cá em baixo e lá em cima"[30].

Numa pequena parcela da área pintada as significações não se esgotam, tal é a proficuidade posta no desenhar das ideias. Aqueles vários quadrados, encaixados uns nos outros, por este motivo de serem vários e por se aproximarem da esfera, como acima fizemos realçar, levam-nos ainda a pensar que Almada terá querido introduzir um conceito caro à representação simbólica do universo, da génese do universo, ou seja, o conceito da "quadratura do círculo" ou, como bem explora outro estudioso dos símbolos, da "circulação do quadrado"[31]. Não vemos, com efeito, a movimentação que se encontra inerente a estes conceitos, mas podemos pensá-los no contexto, já que são ideias caras ao mundo da simbologia, da alquimia, da mística e também da matemática, que, neste primeiro momento, se assemelhava a mistérios classificáveis pelos domínios da acusmática. Por esta razão, se explica a inclusão da legenda: "ACUSMATICOS e MATEMATICOS"[32]. Não sendo uma indicação do mentor do figurado do painel, é curiosa esta inserção, por Almada Negreiros, do conceito de acusmática. Tal conceito está ligado à ciência dos matemáticos, se nos recordarmos que os neófitos que eram admitidos aos ensinamentos pitagóricos (ouvindo o mestre, mas sem o verem) eram apelidados de acusmáticos. No entanto, o autor quererá significar com esta legenda que a génese da matemática está envolta de enigma e que o fazer a história dessas origens será sempre tentar explanar o que está envolto de bruma[33]. Aparentemente conceitos antagónicos, pois a acusmática remete para a ilusão alucinada e a matemática para a certeza científica, Almada Negreiros aproxima as duas ideias com a copulativa "e": admitindo a possibilidade dos matemáticos serem acusmáticos e "vice versa"[34].

Mas esta zona do painel não se esgota ainda nestas ilações. Ao centro do quadrado figuram dois nomes sonantes: são os primeiros grafemas do painel que ortografam nomes de matemáticos (ou de acusmáticos?): "THALES", "PITAGORAS". Por que razão aparecem estes dois nomes neste lugar de privilégio? Fomos procurar resposta nas indicações dadas ao pintor: "os primeiros verdadeiros matemáticos: Thales de Mileto (ano 6000 a. C.) e Pitágoras"[35]. Estes nomes estão inscritos, *grosso modo*, no quadrado mais interior e vislumbram-se, ainda, por cima de um quadriculado, arremedando uma folha de contas, e trazem a este conjunto mais um símbolo: o do "quadrado mágico". A história deste símbolo coloca-o como coetâneo do aparecimento do saber científico: "a invenção do quadrado mágico datará das origens da ciência"[36]. Se a forma mais simples do quadrado mágico é a que sustenta a divisão em nove quadrículas, a que foi usada por Almada Negreiros no painel do Departamento de Matemática é, porventura, a mais perfeita, já que constituiu esse quadrado por dezasseis quadrículas, ou seja, por quatro quadrados de aresta, em fórmula matemática, por 4 ao quadrado (4^2 ou 4 x 4 = 16).

Após esta génesis, Almada começa a fazer desfilar as várias personalidades que ajudaram a firmar o saber matemático. Cumprindo o que lhe fora pedido, representa em primeiro lugar as civilizações egípcia e babilónica. Para desenhar a civilização do Nilo, faz figurar a imagem de um egípcio sentado segundo a forma e a perspectiva da pintura do Egipto Antigo: cor escura (típica das personagens masculinas dos painéis egípcios), cabeça e membros de perfil e olho e tronco de frente. Nas mãos, a personagem mostra um quadro com risco geométrico, aludindo à concepção do número de ouro; ao lado da figura desenhou uma vara, símbolo daquele que ensina. Paralelamente a esta cana, desenvolve-se, de cima para baixo, em maiúsculas, como todas as outras legendas[37], a palavra "HARPDNAPTAS"[38], o que faz transformar aquela vara em corda cujos nós são, efectivamente, visíveis. Se o sentido daquele objecto se liga à figura que ensina, a legenda faz do objecto a própria corda com que na Antiguidade os geómetras, no solo, mediam e traçavam perpendiculares com vista à construção das figuras geométricas que a personagem egípcia (geómetra) exibe entre as mãos. Do lado oposto, numa composição de acentuada simetria, de forma e de conteúdo, Almada Negreiros desenhou uma esfinge babilónica que se afronta com o rosto perfilado do professor egípcio. A figura mítica foi transportada da arte da Antiga Babilónia, como assim o demonstram o seu rosto pesadamente barbado e as suas asas, a juntar aos outros atributos típicos da esfinge como é o corpo de leão. A erudição do autor denota-se, mais uma vez: em lugar de esta cena da esfinge assentar numa malha quadriculada, como o que sucede em todas as outras cenas do quadro, ela desenha-se sobre uma malha reticulada. É uma alusão clara aos tijolos e cerâmicas onde se colocavam as silhuetas das esfinges asiáticas. A própria esfinge, numa figuração muito feliz, é, em parte, formada pelos contornos dos próprios tijolos que servem de cenário e de delineação da figura.

A figura representada imediatamente abaixo da esfinge dos Caldeus é a evocação da matemática da Antiguidade Clássica, nomeadamente da Antiguidade Grega. Um jovem, sentado, vestido com roupa clara, muito iluminada na parte da frente do corpo, calçado com soletas, escreve numa placa (tabuinha encerada, certamente) com um estilete. Nas costas deste suporte da escrita avistam-se as linhas verdes que desenham a letra grega "π". Duas listas de nomes se formam; uma, em meado do círculo que representa a Terra, com os nomes "HIPOCRATES", "ESCOLA DE PLATÃO", "EUDOXIO", "ARISTOTELES", e outra, na zona fronteira à figura sentada, com três evocações, desta feita, tiradas de uma época mais tardia, da chamada Escola de Alexandria: "EUCLIDES", "ARQUIMEDES" e "APOLONIUS". Ambos estavam previstos por Pacheco de Amorim, pois são por este considerados "verdadeiros fundadores da Ciência Matemática"[39].

Defronte a este cenário outra personagem e mais um rol de nomes se pintaram. Deixou-se o "Primeiro Período" indicado no programa iconográfico e passou-se ao "Segundo Período". Neste, que Pacheco de Amorim divide, *grosso modo*, entre mouros e cristãos (nas suas palavras, entre "Os Árabes" e a "Escolástica"), Almada Negreiros opta por repre-

sentar mais expressivamente o mundo árabe, desenhando um muçulmano, de tez escura entre vestes exóticas, mas serenas.

Reveste particular interesse (se se analisar este tema tendo em vista a restante obra de Almada Negreiros) que para a execução das mãos deste árabe, o pintor usou exactamente o mesmo formulário que havia usado, em 1932, na caricatura que fez do Presidente do Conselho de Ministros, António de Oliveira Salazar, publicada no *Diário de Lisboa*[40]. A única diferença é que umas mãos são o negativo das outras, isto é, o modo de representar a mão direita de Salazar é usado na mão esquerda do árabe e "vice versa"[41]. De todas as figuras humanas representadas neste painel, este árabe é o único a merecer ilustração geográfica precisa. Com efeito, atrás do vulto trajado de branco (descobrindo-se-lhe apenas o rosto, as mãos e os pés) recortou-se a parte norte do continente africano e a Península Ibérica, com as respectivas linhas de delimitação da geografia portuguesa. Almada Negreiros desenha aqui o subtema inserido no primeiro programa que Amorim apresentou, em 16 de Dezembro de 1965. Esse tema, para além de representado pictoricamente, é escrito numa legenda: "ENCONTRO COM OS ARABES NA PENINSULA"[42]. Verdadeiramente, o árabe representado tem os pés sobre o Norte de África e o corpo a desenvolver-se sobre a Península Ibérica. Paralelamente à sua figura, dispõem-se "alguns nomes deste longo período"[43]: "SANTO ISIDRO", "TABI IBN CERRAH", "MOHAMED IBNMUSS", "ALWAKAZM", "ABU KAMIL" "GEBIR IBN AFLAH", "GERBERT", "JOÃO DE SEVILHA", "IBN ALBANNA", "LEVI BEN GERSON" e "ALCALASADI"[44]. A parte relacionada com a matemática desenvolvida nos mosteiros mediévicos não aparece representada, embora Amorim lhe fizesse referência por três vezes: "a Europa bárbara cristianizada [...] assentava a sua base cultural na ampla estrutura dos mosteiros"; "por toda a Europa, assim, os conventos [...] foram retomando a Matemática [...] começando a abrir caminhos novos" e, no final deste ponto segundo, "os conventos foram recolhendo, refundindo e ampliando, lentamente, esses conhecimentos [...]"[45]. Poder-se-á concluir que, propositadamente, Almada Negreiros faz omissão deste tema da matemática desenvolvida no seio do cristianismo, privilegiando a ciência árabe.

Amorim, e Almada, entra de seguida no "Terceiro período"[46], o da "Matemática moderna"[47], o mais longo, nesta divisão do lente de Matemática da Universidade de Coimbra. Talvez, por isto, ocupe metade do total da área do painel. O período aqui representado tem como balizas temporais os Descobrimentos e o Renascimento e, *ad quem*, "os nossos dias"[48]. De tantos matemáticos que poderiam ter representação pictórica, apenas dois foram escolhidos: Newton e Einstein. Não sabemos as razões que presidiram à escolha do primeiro de entre as múltiplas alternativas que poderiam ter sido seleccionadas para representação. A escolha de Einstein será, no entanto, mais facilmente explicável: ele é o último grande matemático até 1969, ano da elaboração do painel. É o último grande nome que Pacheco de Amorim, em 1966, introduz no seu plano iconográfico: "Riemann leva a Geometria a novas concepções que haviam de permitir a Einstein formular mais tarde a Teoria da Relatividade"[49].

A partir de metade, olhando o painel de cima para baixo, à estrutura que vinha de cima e que se mantém, formada pelas enormes circunferências que o autor diz significarem "sempre a mesma esfera (ou mundo de Coisa Matemática) que se desloca no histórico desde a sua antiguidade até aos nossos dias"[50], sobrepõe-se um conjunto de círculos a que já aludimos e que tornam as representações evocadas mais aceleradas. Foi este o modo pictural que Almada Negreiros encontrou para dar forma à ideia de Pacheco de Amorim de que, a partir da época moderna, "o homem inicia uma carreira louca e entusiasmada"[51], como, efectivamente, bem demonstram estas três dinâmicas esferas em diagonal. As duas figuras que mais se destacam, pois só estas mereceram representação antropomórfica (das outras foram apenas escritos[52] os seus nomes), tomam lugar nos círculos finais. Das três esferas, a primeira tem apenas habitantes na forma escrita. As outras duas têm nomes escritos e personalidades matemáticas em figuração. Segue-se uma ordem cronológica e enfileiram-se os nomes a começar em "DESCARTES", "PASCAL" e "FERMAT", na primeira esfera. Na segunda esfera representa-se, de forma elegante, a figura de Newton[53] e escreveram-se os nomes de "MOIVRE", "EULER", "D'ALEMBERT", "BEZOUT", "LAGRANGE", "LAPLACE", "LEGENDRE", "ABEL", "STURM", "HERMITE", "GAUSS", "GAUCHY" e "GALOIS", à dextra de Newton, e de "DESARGUES", "LEIBNIZ", "NEWTON" e "BERNOULLI", à sua esquerda[54]. O matemático inglês traja elegantemente de azul e branco, ostenta um chapéu tricórnio do mesmo azul da jaqueta e calças. O branco aparece-lhe na cabeleira curta, na camisa de folho, nas meias altas até aos joelhos e nas luvas. Os sapatos são pretos, de fivela. A figura muito bem torneada apoia a mão direita numa bengala simples mas atilada, à guisa de ponteiro: Newton foi professor de matemática.

Na ilharga do fresco, à margem, aparecem as expressões do primeiro plano iconográfico de Pacheco de Amorim, antes do pedido de Almada com vista à especificação do tema. De um lado escreveu, em linhas horizontais, "CALCULO MECANICO" e "CALCULO ELECTRONICO"; de outro, as enunciações "DESCOBERTA DO MUNDO" e "MATEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO". Estas últimas foram escritas em linha curva, tomando o início na zona do primeiro círculo que começa a linha-trajecto diagonal das Idades Moderna e Contemporânea. A expressão "DESCOBERTA DO MUNDO" segue, em paralelo, com a linha do primeiro círculo, simbolizando, com a envolvência que desenvolve, esse conhecimento e experiência (conhecimento experienciado) do globo[55]. A outra frase aparece com a mesma fisionomia, mas abarca uma área maior (ela própria é uma expressão com mais letras) e, começando à mesma altura que a anterior, abraça o segundo círculo quase à maneira de chaveta, dizendo que a matematização do conhecimento começara no início da Idade Moderna e continuara pelos séculos seguintes.

Na órbita do matemático mais contemporâneo, Almada Negreiros escreveu-pintou os últimos nomes de matemáticos que Pacheco de Amorim inseriu no programa iconográfico a realizar: "RIEMANN" e "EINSTEIN". Albert Einstein ocupa, deste modo, a última esfera cuja área não termina no campo útil do painel. Veste descontraidamente umas calças com viro-la e um camisolão de gola alta; traja, quiçá, de forma demasiadamente descontraída. Pacheco de Amorim, em entrevista concedida a Nuno Rosmaninho, em 1998, denunciou o vestuário negligente do cientista que na maqueta aparecia de modo mais composto[56]. Na maqueta o cientista vestia-se com calça vincada, de camisa branca, gravata e casaco de gala[57].

Com este matemático, mais do que o passado da sua acção, quer evocar-se, portanto, o presente e, ainda mais, o futuro: será este o significado de um Einstein vestido hodiernamente, mesmo descontraidamente, sem nenhum atributo iconográfico, sem bata branca de cientista, sem camisa de colarinho, sem casaco formal, sem gravata; antes um mero cidadão do mundo, informalmente vestido. De particular interesse será de salientar o facto de tanto a camisola como as calças de Einstein serem de cor verde, obviamente associação clara à esperança no futuro. O semblante do autor da Teoria da Relatividade é carregado, apreensivo, e o seu pé esquerdo avança, pouco, para o futuro. Viverá Einstein uma inquietação de ordem científica, social, política ou ideológica? Com efeito, em termos simbólicos, o verde de que se veste Einstein, símbolo da ciência mais moderna, contrasta com a expressão do rosto, especialmente com a do olhar. Estará o seu curto passo, cujo pé faz tangente com a linha que, ao fundo, remata o painel, portanto, com a linha do futuro, a associar-se a alguma inquietação no que ainda estará por viver[58]?

A Matemática portuguesa ao serviço da epopeia nacional

"O primeiro painel deve, pois, ser a exaltação e glorificação da Matemática Portuguesa ao serviço da epopeia nacional"[59]. Todavia esta indicação do que deveria figurar em primeiro lugar, e embora não tenhamos encontrado qualquer documento que explicitamente dissesse em que parede devesse ser pintado cada tema, pensamos que os painéis foram pintados nas paredes trocados. Parece-nos que foi uma decisão de Almada Negreiros, pois quando envia a memória descritiva faz a inversão da ordem, em relação ao texto de Pacheco de Amorim[60]. Almada procederá deste modo, porque, interessado como era na descoberta da génese do mundo, não iria explanar o tema da matemática portuguesa sem antes ter figurado as origens, e subsequente evolução, da ciência matemática.

Não espanta que, em tempo de acentuada ênfase de pendor nacionalista na cultura e no ensino, o mentor do programa tenha mandado executar um tema que relacionasse o conhecimento matemático com o que se considerava que de melhor tinha a história portuguesa, as Descobertas. "Se houve ramo da Ciência que foi necessário desenvolver e que esteve na base dessa epopeia, foi a Matemática", escreveu o autor do programa: "ela tinha uma missão a cumprir e bem a cumpriu"; "muito lhe foi pedido e muito soube dar"[61].

Enquanto que no painel da Matemática Universal se assiste a um cortejo de inúmeros matemáticos e, por isso, se observa um painel carregado de personalidades, pintadas ou escritas, no painel que lhe está fronteiro, dedicado à explanação da temática da contribuição portuguesa para o conhecimento matemático, as personalidades históricas desenhadas reduziram-se a três e as expressões escritas não ultrapassam o simbólico número sete.

A composição torna-se mais unitária, pois possui menor número de focos de atracção, estando estes posicionados de modo que a formação se aproxime mais da alegoria. É curioso que o modo de colocação das figuras humanas segue a mesma linha de composição: em cima duas, de um flanco e do outro do fresco (neste caso mais próximas de um eixo mediano de simetria), e em baixo, prolongando a linha vertical da figura da direita de quem observa (a vertical formada pelas figuras da direita repete-se num e noutro painel), aparece outra que, à semelhança da que lhe está em situação paralela no fresco defronte, toca com os pés a linha de *terminus*, ao fundo, do painel.

Neste fresco houve maior cuidado na identificação das figuras, recorrendo-se à sua iconografia tradicional, amplamente difundida pelos anos do Estado Novo. Deste modo, elas aparecem com os seus atributos decorativos que as tornam identificáveis a qualquer pessoa. A responsabilidade de representar personalidades portuguesas bem conhecidas é maior do que a representação de um árabe ou de um grego, mais longínquos no tempo, no espaço e na memória colectiva.

Antes de nos abalançarmos na tentativa de descortinar as intenções de Almada Negreiros e as soluções encontradas para ilustrar o tema a que se propunha, detenhamo-nos, primeiramente, nas dimensões formais do painel. O centro geométrico do "quadro" é uma esfera armilar; com efeito, é ali que se juntam medianas e diagonais: na esfera que, desde os tempos da Antiguidade, é usada para representar o universo e que, desde os tempos modernos, está ligada à façanha portuguesa dos Descobrimentos; "não foi por acaso [são palavras de Pacheco de Amorim] que a esfera armilar se usa como símbolo da matemática portuguesa"[62]. É, aliás, um símbolo que aparece repetido, pois também é usado como atributo iconográfico de Pedro Nunes. Esta representação circular, pintada duas vezes no painel, contribui para que seja o círculo, como no outro fresco da parede em frente, a figura geométrica mais utilizada. Assim, contamos a grande circunferência azul, os dois círculos que dentro desta representam o mundo, as duas esferas armilares, das quais a do centro da pintura ainda deixa ver mais uma esfera no seu interior, e as duas representações circulares que foram colocadas no cimo do painel. A estas oito, deveríamos outrossim somar, ainda que em qualidade, pois será difícil a contabilização exacta, mais duas circunferências interiores (que se desenham para dar mais verosimilhança às moedas representadas), os pontos (pequenos círculos que foram postos dentro de cada uma das partes que constitui a

cruz representada na moeda) e o círculo do interior da estrela, também ao centro. Poderíamos contar, também, a ideia de circuito presente nas inúmeras linhas curvas que formam as esferas armilares e, ainda, as linhas redondas que, no cimo, se sucedem paralelamente nas tonalidades de dourado. Não restam dúvidas: nas últimas obras de Almada Negreiros predomina uma composição de elementos circulares, ou, no mínimo, com uso de circunferências, círculos e esferas.

Outro ponto em comum com o fresco da Matemática Universal, ainda que isto se denote mais na maqueta, é o facto de na "tela" aflorar, aqui e além, um quadriculado que remete para a folha de contas a que aludimos anteriormente. Estas pequenas quadrículas, em grelha, notam-se principalmente na zona azul, nos hemisférios e no mapa de Portugal.

A análise iconográfica e, dentro do possível, iconológica deve começar pelo exame das propostas de figuração que foram dadas ao pintor[63]. Logo no início do texto que daria as indicações mais precisas do que se quis que figurasse no painel dedicado à matemática portuguesa, José Pacheco de Amorim, como já vimos, responsável mentor dos painéis, afirma que "na Matemática portuguesa não se encontram grandes nomes isolados, com excepção de Pedro Nunes e pouco mais"[64]. Estava, logo nas primeiras linhas, pronunciada a intenção de uma das figurações pretendidas. Aliás, esta indicação estava já enunciada desde 1965, quando da elaboração do programa para o fresco. Agora era apenas a explanação daquela primeira indicação, onde, no final, se deixava mais uma vez claro que Pedro Nunes tinha que figurar no painel. Mais do que "Pedro Nunes" dizia-se, agora, "Pedro Nunes e o seu Tratado da Esfera". Não é de somenos importância frisarmos esta expressão, pois, em 1965, Pacheco de Amorim não tinha falado da representação deste tratado. É a única informação acrescentada à lista que deixa, no último parágrafo relativo ao painel, "como tópicos fundamentais e sugestões para o figurado"[65]. Desta forma Almada Negreiros o representará, com o seu distintivo mais dilúcido, a esfera, e com o livro na mão, sem que neste se veja qualquer título; não era necessário, não se trata de um qualquer outro livro de Pedro Nunes, o que poderia acontecer, mas do *Tratado da Esfera*, o livro por excelência do matemático. A figura do matemático mais ilustre da história-memória portuguesa é, com efeito, a de Pedro Nunes, e durante o período do Estado Novo, especialmente voltado para questões nacionalistas, esta figura foi difundida, também pela arte[66]. Como já dissemos, a Cidade Universitária de Coimbra era um campo privilegiado para a figuração das personalidades e ideias emblemáticas que constituem a história de Portugal. Nela, Pedro Nunes é um desses casos e a sua imagem foi desenhada, pintada e (quase) esculpida em diversos lugares, nos variados espaços[67].

Apesar de a iconografia deste matemático ser rígida, pois obviamente nem interessa ser demasiado inovadora para não se correr o risco da não identificação imediata (deste modo a figuração poderia fazer truncar uma das suas missões mais importantes: ser didáctica, transmitir algo, comunicar...), a representação de Pedro Nunes varia conforme o risco do seu autor e o modo de o querer apresentar. Embora se tivessem previsto variadas representações (inclusivamente em monumentos) do matemático quinhentista para a Cidade Universitária de Coimbra, apenas veio a concretizar-se, para além da que analisamos como parte do fresco do edifício da Matemática, a representação, também num fresco, no átrio da Faculdade de Letras, da autoria de Portela Júnior, de 1951, ajudando à "Glorificação do Génio Português", título deste painel das Letras[68]. Apesar de a pujança de traços ser maior na obra de Almada, o que se prende com o próprio estilo do autor, as duas representações não se distanciam muito em termos de rasgo iconográfico. É aliás a iconografia que vemos como consensual e que, cerca de vinte anos antes, constava de um dicionário de iconografia que elencava variadas figuras ligadas à história de Portugal, publicando uma conhecida "tosca xilogravura representando o matemático em meio corpo, em cabelo, de barba e bigode, visto por detrás de uma mesa sobre a qual está um globo terrestre"[69]. Tanto Almada Negreiros como o autor do fresco das Letras representam Pedro Nunes em pé, mas, na linha da tradição iconográfica, retratam o matemático com bigode, barba, gola alta e mangas de balão. Almada coloca-lhe um chapéu na cabeça para o não fazer perder dignidade perante as outras personalidades que retrata, pois ambas estão cobertas.

Paralelamente ao desenho de Pedro Nunes surge a alusão, também em figuração de corpo inteiro, do infante D. Henrique. Ao contrário das outras duas personagens que aparecem retratadas, o nome do infante tido como estandarte das descobertas quinhentistas não consta da lista que Pacheco de Amorim forneceu a Almada Negreiros. Na memória descritiva de cerca de um ano depois, o pintor já inclui este nome com o esclarecimento, entre parêntesis curvos, do seu significado naquele lugar. "Escola de Sagres": é isso que contêm os parêntesis e era esta expressão (não o nome do infante D. Henrique) que constava das indicações de Pacheco de Amorim, em 1965. Mais do que um retrato, embora esta situação tivesse sido plenamente conseguida, já que iconograficamente é bem fácil a identificação (sobretudo pelo chapeirão, que a iconografia tradicional consagrou para representação desta figura histórica[70], e pela cruz da Ordem de Cristo, à qual o referido infante está associado), aquela personalidade é a alusão a uma instituição: foi, pelo menos em mente, o que o pintor quis fazer[71].

Com estas duas bandeiras da história portuguesa, pensamos, Almada Negreiros consegue definir o objectivo daquele painel: a matemática evocada como "primeira servidora da Glória da Nação"[72] ou, noutras palavras, fazer a "glorificação da Matemática portuguesa ao serviço da Nação"[73]. A maior glória da nação é, para a historiografia estadonovista, a época dos Descobrimentos, simbolizada no infante D. Henrique; a sua servidora é a matemática, cujo semblante é Pedro Nunes. A nação portuguesa aparece a meio, simbolizada no recorte geográfico de Portugal continental, feito de quadrículas matemáticas, que, entre os dois sábios, se encontra envolto por um cenário de glorificação. Parece uma encenação litúrgica: sobre a esfera celeste está, como que num trono, Portugal,

rodeado por dois círios, as duas personagens que analisámos. É o brilho que delas emana que as faz tomar lugar entre as estrelas do firmamento, na esfera azul: o infante D. Henrique e Pedro Nunes estão postos como duas estrelas, entre as outras da abóbada celeste: eles guiaram, com efeito, os outros navegadores, com o seu saber. Os sábios (este painel exalta sábios ligados à matemática) desde tempos recuados que são comparados a estrelas, como se pode conferir nos textos da simbologia judaico-cristã de que é exemplo o Livro do Profeta Daniel: "os sábios brilharão como esplendor do firmamento [...] serão como estrelas por toda a eternidade"[74]. Almada apresenta os sábios da matemática como estrelas, enquanto Portugal, representado no mapa, assume o papel de Deus numa hierarquia de valores, tomando lugar como que num sólio assente no firmamento: "o Céu é o meu trono"[75].

O cimo do painel é habitado por sinais. Numa erudição difícil aos não iniciados em Almada e na ciência dos símbolos, as representações parecem descrever uma linha cronológica à maneira do que aconteceu no painel "Começar" (tido como a última obra do autor) para a Fundação Calouste Gulbenkian. Assim, da esquerda para a direita, desenvolve-se o tempo, desde os Gregos (representados no quadrado mágico que são as tábuas de Pitágoras, o "numérico"[76], na expressão de Almada), até ao escudo de Portugal, formado pelas quinas e castelos[77]. No meio fica a referência ao primeiro rei da nação, Afonso Henriques, através do desenho do "pentagrama (com as pontas cortadas e o ponto ao centro[78]) e o morabitino", "as duas primeiras moedas portuguesas, ambas de D. Afonso Henriques"[79].

Por conseguinte, não se pode observar uma narração cronológica neste fresco. Ele é consagração e não historial, é anamnese mas não é descrição; é antes, neste aspecto, uma parémia apoteótica com os seus símbolos, os seus sentidos, primeiros e remotos, os seus rostos, as suas ideias e conceitos.

Os mundos, em baixo, são o orgulho da nação. Foi a totalidade do mundo que se quis representar. A visão de um globo não chegava. Apenas os dois hemisférios, vistos em simultâneo (à maneira do mapa de Gerhard Mercator), poderiam dar conta do que Portugal tinha feito em prol da humanidade. E se, em final da década de 1960, aqueles mundos começavam a deixar de pertencer a Portugal, a memória histórica subsistia e por todo o sempre se queria que subsistisse. Será por acaso que Almada Negreiros escolhera este modo representativo do mundo, à maneira de Mercator do século XVI, fazendo com que os dois hemisférios formem, porque se aliam numa tangente (um dos meridianos que atravessa o oceano Atlântico), a figura matemática do infinito (∞)?

No plano mais próximo do observador, surge a terceira figura que se representa com traços antropomórficos: o navegador Fernão de Magalhães. A sua iconografia, também muito difundida, apresenta uma figura com "grandes bigodes e barba cerrada e na cabeça um chapéu redondo de abas pequenas"[80]. O navegador de Almada não se distancia em muito desta elaboração, mas o chapéu não corresponde ao circular com que tipicamente é representado Fernão de Magalhães. Ou melhor, o chapéu segue a tipologia circular na zona meã, mas as abas são tripartidas. Como o outro navegador, as suas vestes têm como padrão de decoração linhas e quadrículas, recurso usado pelo autor num dos seus primeiros trabalhos[81]. É uma figura muito vigorosa, de mãos pujantes, de massa corpórea avultada. Olha para a sua frente e segura um monóculo que porá nos olhos a qualquer momento. É ele que dirige a barca onde segue toda a figuração que ficou acima estudada.

O sentido de embarcação é dado ao observador de forma muito ténue, não se ficando a saber se isto fora previsto pelo pintor ou se resulta de uma deficiência de representação. O mentor do programa, pelo menos de forma escrita, não incluíra qualquer referência a caravela, nau ou outro tipo de barco aqui supostamente representado. A ser uma embarcação, o que supomos, Almada Negreiros apenas o declara através do cordame, à maneira do que utilizara nos frescos que nos anos 40 pintou nas gares marítimas de Alcântara (1943–1945) e da Rocha do Conde de Óbidos (1946–1949), desenhando uma espécie de escadas. Pacheco de Amorim, ao opinar que aquelas cordas fecham a composição (em lugar de tornarem a obra aberta, como era o desejável), não entendeu bem a formulação e, deste modo, as suas palavras[82] revelam-se injustas quando diz que fora pedido a Almada para ilustrar a abertura de novos mundos ao mundo e que ele, na sua composição (através da representação das enxárcias), dera uma ideia não de abertura, mas de clausura.

Aquelas redes-escadas[83] não são menos, assim o consideramos, do que uma espécie de pano de teatro que se abre para deixar ver a cena que se está desenrolando. Almada era, aliás, conhecedor dos labores cenográficos, área em que trabalhou diversas vezes. Assim, o observador é posto na barca de Fernão de Magalhães, navegante que aparece para cá da cordoalha. Mais do que em qualquer outro sítio da barca, o observador é colocado na proa dessa embarcação: Almada deixou a obra por concluir e criou mais um plano a somar aos que figurou em pintura.

Visionemos, agora, o painel segundo os diversos planos que apresenta, tentando, na medida do possível, aperceber-lhe a profundidade: em primeiro plano ficará – na perspectiva de que atrás demos conta – o que não foi representado (o lugar do observador); depois, o plano onde habita Fernão de Magalhães (que será, numa análise canónica da pintura, o primeiro plano); depois deste, o plano do massame; depois, o plano onde figura o mundo em hemisférios, a esfera armilar, as duas personalidades da história portuguesa e a esfera celeste e o envolvimento de todos estes planos pela sugestão das velas amarelas; ao fundo, por fim, o pequeno rectângulo que representa Portugal. Os símbolos apostos no cimo da composição situar-se-ão entre o plano do mapa de Portugal e o plano de D. Henrique e de Pedro Nunes.

Observar a obra deste modo transforma-a numa verdadeira roda-viva, plena de elementos em movimento, uma barca que avança rumo ao futuro, transportando inclusivamente o observador, pois coloca-o a fazer parte da pintura. Quem é afinal este observador? O transeunte daquele espaço,

o matemático já formado ou o matemático em formação: dele, ao voltar-se de costas para o fresco e ao encarar o desconhecido, dependerá o futuro.

Na verdade, Almada faz da personagem retratada mais próxima do tempo presente o símbolo desse presente, aproximando-a do espaço do observador, do espaço do presente. Assim, consegue que a obra se transforme e adquira uma dimensão a mais para além da altura e da largura, fazendo do momento de observação uma dimensão de privilégio do quadro, uma espécie de terceira e derradeira dimensão da pintura que, em análise tradicional, teria apenas duas dimensões.

Deste modo (e é assim que se deverá interpretar este painel, pois a memória descritiva do autor aponta, com grande clareza, para isso), o que poderia, ao primeiro olhar parecer estático, transforma-se num verdadeiro rodopio de movimentação[84]. A maqueta é ainda mais expressiva, pois os hemisférios que no painel não têm expressão volumétrica, no desenho de Almada Negreiros aparecem com noção de relevo. Assim também a esfera armilar que, ao passar para a pintura a fresco perdeu toda a volumetria, no desenho da maqueta era muito mais redonda. Igualmente a esfera que representa os céus na maqueta aparece com profundidade e no fresco, mercê da opacidade das cores, não passa de uma planimetria.

Como no fresco dedicado ao conhecimento matemático universal, foram incluídas palavras: a inclusão de legenda é, também, neste painel, um recurso. No final da "tela", embora pensemos que com propósito diferente do que presidiu ao do outro painel, escreve-se uma pequena legenda, aventamos, à maneira de memória: não se trata da representação de pessoas através de signos linguísticos, pois os que ali foram escritos já estavam figurados em desenho. É uma enumeração, tal qual a primeira lista que o programa de iconografia apresentava: "ESCOLA DE SAGRES", "PEDRO NUNES"[85], "ASTRONOMIA", "CARTOGRAFIA", "MARINHARIA", "CONHECIMENTO DA TERRA", "FERNÃO DE MAGALHÃES". Escritos em coluna centrada, fazem lembrar uma placa honorífica, uma espécie de estela de glória que se representou na abóbada celeste: "o vosso nome está escrito no céu"[86]. Antes ou depois das redes, existe acção e os actores são os que se homenageiam, mas também os que são, por aqueles, convidados a seguir o seu trilho.

Afinal, talvez seja o pintor quem vá mais longe quando pintou o que lhe era pedido, pois, em vez de aprisionar a matemática às descobertas, tenta transmitir que aquela embarcação que os homens dos séculos dos Descobrimentos (simbolizados em Henrique, Nunes e Magalhães) guiaram, pode continuar a ser conduzida no presente e que "hoje" será ainda tempo de a matemática portuguesa servir o avanço do conhecimento.

Remate

Analisar a obra de Almada não se revela tarefa simples, pois, e especialmente esta sua obra, porque derradeira, incorpora uma vida de pesquisas que formou a sua visão especialíssima do mundo. O método iconológico que tentámos perscrutar, a partir do exame iconográfico, poderá constituir um risco, mas sem ele a realidade artística, principalmente aquando da análise dum artista que se move no meio dos símbolos, não será apreendida. Tentámos analisar não apenas os sentidos mais imediatos, mas também os mais escondidos. É o próprio autor que, escrevendo sobre as suas criações, declara que elas "deveriam ser lidas pelo menos duas vezes prós muito inteligentes e [que] d'aqui pra baixo [...] [seria] sempre a dobrar"[87]. Porque a obra se começa por gizar em mente, esta averiguação iconológica poder-se-á aplicar, inclusivamente, ao exame do documento grafado.

Na tentativa de perceber a obra nos seus sentidos mais profundos, é interessante enxergar, por exemplo, que na frase que o matemático Pacheco de Amorim escreve para o programa do fresco está subjacente, talvez sem o autor o pensar[88], o salmo 23 (24), "do Senhor é a *terra* e o que nela existe, o *mundo e tudo o que ele contém*", ou do salmo 49 (50), "O *mundo e tudo o que ele contém* pertencem-me", já que o mentor do projecto escreveu: "o homem inicia uma carreira louca e entusiasmada, nos sentido do progresso da Ciência, procurando uma interpretação do *Universo e de tudo o que ele contém*"[89]. Mais do que no texto do programa, é no próprio painel que os sentidos se podem aprofundar. Com efeito, nem tudo é imediato numa obra de um autor cuja grande parte da sua procura artística tinha como alvo o número e as suas dimensões filosóficas, estéticas, mitológicas e, até, esotéricas.

Por detrás daqueles frescos que são, ao primeiro olhar, simples, há requintes de representação muito bem delineados que terão presidido aos critérios das selecções estéticas. Poderemos, por exemplo, observar que as figuras representadas no primeiro fresco que analisámos pertencem aos vários períodos de divisão clássica da história da humanidade: Pré-Clássica (representada na esfinge e no egípcio), Clássica (figurada no jovem grego), Medieval (cujo representante é um árabe[90]), Moderna (simbolizada em Newton) e Contemporânea (de cujo expoente se faz Einstein). Poderemos notar que a posição dos pés de Pedro Nunes e de D. Henrique está à altura do varandim do átrio, portanto (e se mais nenhum outro elemento dos que vimos acima o não declarasse) aqui se vê uma prova do patamar superior em que o pintor representa estes expoentes do tempo das Descobertas[91]. Poderíamos, ainda, verificar que o grande globo celeste que serve de cenário central ao painel da matemática portuguesa se aproxima, *grosso modo*, nas medidas e na colocação espacial, à grande esfera central do painel da matemática universal, precisamente o que engloba os matemáticos que cronologicamente se balizaram pelas datas das Descobertas.

Embora não se possa dizer que supere em erudição a obra que Almada fez para a Fundação Calouste Gulbenkian (tida como a última criação do autor), pode, no entanto, dizer-se que, em parte, resulta dos estudos que o pintor fizera para aquela sua muito pensada obra. Assim, não apenas se deverá analisar nos sentidos mais imediatos, mas sobretudo se deve ter em conta que os seus traços, mesmo os riscos que possam

parecer mais ingénuos ou negligentes, foram cogitados e ali postos com determinada intenção.

O projecto iconográfico era de exigente execução, pois os painéis pintados são uma complexa lição de História da Matemática. Plenas de figuras, as duas páginas pintadas que resumem, em passos muito largos, a história do saber matemático (com os momentos da sua génese, quase mitológica, com momentos da sua vida decisivos para a sua evolução, com os protagonistas dessa história, os matemáticos, e com os momentos mais recentes, pondo um pé de esperança no futuro, consubstanciado em Einstein) tentam transformar a narrativa numa alegoria assente em duas páginas quadriculadas, em duas "folha de contas".

Almada preenche todo o espaço possível, mesmo que isso pudesse vir a desequilibrar a composição, numa característica que é comum aos seus outros painéis, não deixando espaços vazios ou de moldura, num *horror vacui*. Aqui este facto resultará não só do estilo do autor, como também do próprio esquema (recheado de informes matemáticos) que fora dado ao pintor.

A ideia, inventada em texto pelo professor de Matemática José Bayolo Pacheco de Amorim, foi reinventada em pintura por Almada Negreiros. Percebemos, assim, que a autoria dos painéis deverá, por uma questão de verdade histórica, ser repartida. É o próprio Almada Negreiros a admitir que o verdadeiro autor-mentor do painel é Pacheco de Amorim, quando afirma, em Janeiro de 1967, que a sua "Memória Descritiva é afinal o próprio programa estabelecido pelo Professor Pacheco de Amorim"[92], escrevendo, no segundo parágrafo do mesmo texto, que "sem este programa não será possível seguir a par e passo a descrição gráfica da pintura em cada painel"[93]. Vemos nestas palavras de Almada Negreiros algum exagero, pois a obra de arte, até determinado ponto de análise, deverá bastar-se a si própria e esta de Almada Negreiros cumpre este requisito, ainda mais porque inclui alguns atributos iconográficos e também muitas, porventura em demasia, legendas.

O que levou Almada Negreiros a elaborar composições cheias de palavras e frases, juntamente com as figurações? Por um lado, talvez o receio de que algum conceito ficasse por representar e que o programa iconográfico não fosse cumprido; por outro, o tamanho exíguo dos muros, como atesta o pedido de alteração das medidas do painel, datado de 28 de Maio de 1968. Em ofício endereçado ao ministro das Obras Públicas, Augusto Louza Vianna, director da comissão de obras, expõe as razões pelas quais a comissão de obras entende alterar as medidas dos painéis, razões essas que se prendem, precisamente, com a exigência do programa iconográfico[94]. Dizia o ofício: "verificou-se, em presença do tema apresentado com um programa muito mais extenso do que o previsto, que seria difícil ao artista desenvolver o seu trabalho dentro da área [...] que inicialmente se havia estabelecido". Esta modificação viria a trazer vantagens de vária ordem: "um maior aproveitamento da parede onde se localizam os painéis, o que significa não só uma acentuada melhoria na perspectiva dos painéis como um melhor aspecto geral no conceito arquitectónico do edifício"[95]. A autorização será concedida em Junho de 1968.

Almada Negreiros quer representar à risca a explanação do programa que pediu a Pacheco de Amorim. No entanto, tem a difícil tarefa de solucionar a representação de uma multidão de personagens em pouco espaço. Por esta razão, o pintor arriscou-se a não cumprir os desejos de Amorim, pois era pretendida uma alegoria e não foi exactamente o que aconteceu, embora a sua composição diste bastante da obra de Gustavo Bastos, que é nitidamente uma sucessão cronológica de quadros ou cenas. Almada consegue, ainda assim, estabelecer ligação entre os elementos representados. Por outra parte, o artista pode ter recorrido à escrita dos nomes por ter, como vimos, consciência da importância da palavra escrita, pois noutras obras o pintor utiliza este recurso.

Por tudo o que analisámos, concordamos com a afirmação de Pacheco de Amorim, escrita quando da observação da obra ainda em maqueta: este conjunto artístico "ficará sendo sem dúvida umas das melhores obras de arte dos novos edifícios da Cidade Universitária de Coimbra"[96]. Aquando da inauguração dos frescos, alguns meses depois da inauguração do edifício, o *Diário de Coimbra* noticia palavras elogiosas do autor-mentor do fresco: "com a marca bem viva do seu estilo inconfundível, Almada Negreiros ofereceu-nos uma interessante interpretação do programa que lhe dei para os frescos do edifício da Matemática de Coimbra"[97]. O mesmo Pacheco de Amorim, no entanto, ficará descontente no que respeita a alguns pontos do resultado em relação ao que idealizara, como expressará, passados anos, numa entrevista sobre as obras da Cidade Universitária. O diálogo entre encomendante e artista é verdadeiramente difícil de estabelecer[98].

De outras enfermidades sofre a obra, para além da perda de qualidade ao passar das maquetas para as paredes. Inclusivamente até a técnica utilizada denuncia alguma deficiência, como veio a confirmar o seu estado de má conservação, exigindo que, cerca de um ano e meio depois da obra concluída, se diligenciasse o seu restauro. De facto, a 17 de Março de 1971, José dos Reis Gonçalves, engenheiro director da Direcção-Geral das Construções Escolares do Centro, envia ao engenheiro director das Instalações Universitárias (de Lisboa) um ofício, alertando para "a necessidade urgente dos [...] [frescos] serem vistoriados por um perito capaz que certamente indicará os tratamentos que se impõem para a sua conservação"[99]. "As tintas [dizia ainda o mesmo ofício] não estão perfeitamente fixadas, o que terá como consequência o seu esbatimento mais ou menos rápido e ainda outros inconvenientes mais graves[100]". A expressão "as tintas não estão perfeitamente fixadas"[101] denuncia que o problema do fresco era de ordem técnica, ou seja, que as tintas não tinham sido aplicadas da forma mais conveniente. Na sequência desta situação, o engenheiro José Ferreira da Cunha solicita que os painéis "executados em 1969 pelo falecido pintor Almada Negreiros"[102] sejam intervencionados pela "oficina de Restauro do Museu Nacional da Arte Antiga", o que veio a acontecer no segundo semestre do ano de 1971.

Outros problemas se poderiam ainda apontar a esta obra

de Almada. Alguma dificuldade no encadeamento das figuras matemáticas, até um ou outro erro na ortografia dos nomes dos cientistas[103].

José-Augusto França afirma sobre o cansaço do artista no final da vida: "a fadiga física que ela [a obra do Departamento de Matemática que aqui estudamos] trouxe ao pintor havia de abreviar-lhe a vida"[104]. Esta fragilidade de Almada Negreiros, juntada a outras condicionantes, fará com que a obra se prolongue no tempo mais dois anos e meio do que o inicialmente se previa[105]. No entanto, nada disto faz diminuir a obra, pois nunca se poderá apontar o descuido do símbolo, do sinal e dos significados. Era isso que interessava ao pintor e, mesmo em obras de final da vida, o seu vigor pictórico fez salientar o seu vigor mental. Foi, de facto, a sua última obra: o contrato de quitação da obra data de 4 de Fevereiro de 1970[106] e o pintor morrerá, passados pouco mais de quatro meses, em 15 de Junho de 1970, com 77 anos de idade. Na verdade, como últimas obras do artista, nelas se podem vislumbrar as suas qualidades de pintor modernista, mas, sobretudo, as qualidades de um grande intelectual que acarreta no seu pincel o saber de mais de meio século de vida artística. Ao domínio do conhecimento científico, muito apoiado nas indicações do mentor do programa iconográfico, Almada somou um saber cultural fundado em áreas como a história, a história da arte, a arqueologia das formas, mas, sobremaneira, e de um modo de erudição exímia, em áreas como a simbologia, a mitologia, a alegoria...

Mesmo que houvesse erro de matemática, tal não importava ao pintor, pois Almada não era matemático, embora fosse um apaixonado pelo número. O pintor servia-se do número em contas simbólicas e não em aritmética restrita. Desde muito cedo Almada Negreiros ousou perceber que 1+1 poderia ser igual a 1[107]. Que matemático se atreveria a dizer "eu conheço exactamente todos os números"[108]? Almada afirmou-o. Como provam, sobremaneira, os estudos que fez sobre os painéis de São Vicente[109], Almada não é matemático, mas acusmático. Ao falar-se de Almada Negreiros, "só em mal-entendido uma posição matemática pode [...] sobrepor-se [...] a uma posição acusmática"[110], pois "no reino perene dos pitagóricos, Almada defenderá, contra os 'homens de ciência', a posição dos 'acusmáticos', homens de ilusão ou de alucinação"[111]. Não era a ciência que preocupava o pintor, mas sim a "poesia", a "didáctica" e a "especulação"[112], pois "o que lhe interessou fundamentalmente, no figurativo, no abstracto, no número, foi o sinal. Foi o sinal que ele estudou, quando estudar passou a ser para ele mais importante do que pintar"[113]. Almada Negreiros aproveita o "mote pitagórico de uma procura da essência mágica do Mundo"[114], para visionar esse mundo: ele era um visionário.

Os aturados estudos sobre as origens do mundo não o deixaram perder no passado, apelando, em vários momentos da sua vida, para o "hoje" e mostrando os encargos que quem vive cronologicamente no "hoje" tem no devir. O autor goza, numa tradição que quiçá remonte a São Paulo, de uma visão do "hoje" em actualização constante. Declarou em conferências que queria "uma pátria [...] inteiramente actual", "a pátria



A Matemática desde os Caldeus e Egípcios até aos nossos dias.



A Matemática portuguesa ao serviço da epopeia nacional.

portuguesa do século XX"[115]. Nesta importância que Almada conferiu à actualidade, inscreve-se também o gráfico que riscou para ilustrar a conferência de 1921, onde "fez uma longa exposição sobre a responsabilidade que cabia aos homens do século XX"[116]. Também na obra "Histoire du Portugal par Coeur", de 1919, termina com o apelo a "nous autres, les Portugais d'aujourd'hui"[117]. No final da sua vida, não mudara de opinião acerca da relação entre os viventes e o tempo da sua vivência: o hoje. Por esta razão, os seus frescos se metem na vida do que os observa, para que este, "hoje", opere, impelido por eles.

Como muitas outras obras de Almada Negreiros, também esta não se esgota na linearidade simples. Afinal, o pintor foi além do que lhe propunha o professor de matemática, ousando, inclusivamente, modificar, com intenções relacionadas, possivelmente, com fundamentos político-ideológicos, um ou outro pormenor da maqueta que tinha sido aprovada.

Lembremo-nos, de novo, de Einstein. Estará o seu curto passo, cujo pé faz tangente com a linha que, ao fundo, remata o painel, portanto, com a linha do futuro, a associar-se a alguma inquietação no que ainda estará por viver? Vestindo descontraidamente calças e camisolão verdes, em 1969, Einstein, terminado nos inícios de Julho, assistira já a parte das lutas estudantis daquele ano, ocorridas na sequência de 17 de Abril, precisamente o dia da inauguração do Edifício da Matemática. Talvez a mudança da veste do cientista (em relação ao que fora previsto e aprovado em maqueta) resulte, justamente, daquela Crise Académica de 1969. O verde-esperança veste um Einstein de semblante triste que se dirige para o espaço percorrido pelos alunos: os que fazem o futuro são os que passam no átrio. A mudança da veste do futuro (simbolizado em Einstein) era uma manifestação viva de um Almada crítico e contestatário (até à sua última obra), mas crédulo no amanhã. Hoje, em tempo de Liberdade, olhemos e aprendamos com o passado mais remoto ou mais próximo. Continuemos, com Fernão de Magalhães, o percurso desta barca que o Infante e Pedro Nunes ajudaram a abrir e vislumbremos o futuro consubstanciado no painel da frente (na

Matemática de Einstein, que se vira ao desconhecido) para procurarmos, neste encontro (onde, debaixo da égide de Pedro Nunes, se comunicam saberes dos mais variados domínios do conhecimento), novos saberes imbuídos na interdisciplinaridade.

Notas

[1] Sobre esta temática veja-se o artigo de Nuno ROSMANINHO, "O classicismo monumental totalitário", em «Estudos do Século XX», n.º 1, Coimbra, CEIS XX, 2001, p. 277-330, um dos últimos estudos sobre o assunto. Confronte-se também uma das primeiras análises sobre o tema, de Nuno Teotónio PEREIRA e José Manuel FERNANDES, "A Arquitectura do Fascismo em Portugal", em «O Fascismo em Portugal», *Actas do Colóquio realizado na Faculdade de Letras de Lisboa em Março de 1980*, Lisboa, A Regra do Jogo, 1982, p. 533-551 [com "p." abreviamos quer a palavra "página", quer a palavra "páginas"].

[2] A Cidade Universitária de Coimbra é paradigma dos esquemas artísticos do Estado Novo, como ficou provado por Nuno ROSMANINHO em "O princípio de uma revolução urbanística no Estado Novo. Os primeiros programas da Cidade Universitária de Coimbra (1934-1940)", Coimbra, Minerva Editora, 1996 e, fundamentalmente, em "O Poder da Arte. O Estado Novo e a Cidade Universitária de Coimbra", Coimbra, 2001, dissertação de doutoramento apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, 2 volumes, policopiado. Esta última, principalmente, traz ao conhecimento a documentação que este autor examinou e estudou. É nessa documentação que nos baseamos para aqui estudarmos, de forma mais pormenorizada e sob o olhar da iconografia, duas obras importantes quer para o estudo da cidade universitária de Coimbra, quer para o estudo da arte pictórica do século XX, quer, ainda, para o estudo da obra do pintor Almada Negreiros.

[3] Os construtores do Estado Novo tinham plena consciência do poder da arte. É, precisamente, este vocábulo – "didáctico" – que é usado numa das indicações dadas pelo mentor dos painéis, que aqui analisamos, com destino ao átrio do Departamento de Matemática: "este painel [sobre "a matemática ao serviço da epopeia nacional"] terá, assim, ao mesmo tempo, um sentido *didáctico*, dado que um país tão 'sui generis' como o nosso, com uma tão grande missão a cumprir, continua a pedir-nos, e muito especialmente nos nossos dias, o mesmo esforço colectivo". Veja-se este documento na dissertação de doutoramento de Nuno ROSMANINHO, "O Poder da Arte...", na p. 279 do volume II (sublinhado nosso). Como já dissemos, este autor publica a documentação que se refere às obras da Cidade Universitária de Coimbra no volume de "Anexos" que é o volume II da sua dissertação. Usaremos este volume como compilação dos documentos que o autor transcreve e indicaremos as páginas relativas àquele volume. Sempre que indicarmos as páginas de uma obra de Nuno Rosmaninho, salvo se expressamente dissermos o contrário, é a este volume que nos referimos. Apenas remeteremos para o Arquivo da Universidade de Coimbra [(AUC), processo 611 da CAPOCUC (Comissão Administrativa do Plano de Obras da Cidade Universitária de Coimbra) – Edifício da Matemática. Obras de Arte], quando não for possível perceber o que queremos transmitir, a partir da documentação inclusa naquele volume, ou no caso de este autor não ter incluído a documentação no seu trabalho.

[4] *Diário de Coimbra*, ano XXXV, n.º 11531, 13 de Junho de 1964, p. 1.

[5] P. 1 e 9 do mesmo *Diário de Coimbra*. Não é a história do edifício da Secção de Matemática da Faculdade de Ciências, nem a sua história da arte, que aqui queremos fazer. Ambas estão desenvolvidas na dissertação de doutoramento de Nuno ROSMANINHO a que acima nos referimos. Queremos ampliar, em análise mais demorada do que a que operou este autor, o estudo da obra de Almada Negreiros naquele departamento da Universidade.

[6] Mais adiante reservaremos algum espaço para a explanação acerca de como, em nosso entendimento, se deverá perceber a autoria de edifícios como este.

[7] Sobre esta temática poder-se-á ver, nas primeiras páginas, o artigo de nossa autoria "Poesia de Pedra. Safo, escultura de Barata Feio na Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra", no prelo, a sair na revista *Oficina de Poesia*, n.º 2, II série, Coimbra, Palimage, 2003, onde tecemos algumas considerações respeitantes à função da escultura no contexto.

[8] Também a fachada, embora condicionada por inúmeras situações técnicas, denota bem como a ideia arquitectónica, favorecendo grande número de aberturas, é já bem distante da que presidiu à edificação da Faculdade de Letras. Isto é ainda mais notório quando se analisa a estrutura volumétrica dos Departamentos de Física e Química da Faculdade de Ciências. A propósito do número de janelas do Departamento de Matemática, houve quem o considerasse "excessivo": "infelizmente, o número excessivo de janelas torna pouco cómodas as condições de iluminação e de temperatura das salas", p. 194 de Nuno ROSMANINHO, "O Poder da Arte...", volume II.

[9] "Programa para as obras de arte do edifício da Matemática", publicado em Nuno ROSMANINHO, "O Poder da Arte...", p. 195-196 do volume II – Anexos.

[10] Carta remetida por Pacheco de Amorim aquando do envio do programa citado na nota anterior. P. 195 do volume citado.

[11] *Idem*.

[12] Inicialmente previstos nomes como os de Lagoa Henriques, Daciano Costa, Guilherme Camarinha, Lino António, Gustavo Bastos e Almada Negreiros, acabou por ficar Almada Negreiros com os frescos do átrio, Gustavo Bastos com os relevos do portal e Rogério Ribeiro com a incumbência do cartão para a tapeçaria da Sala do Conselho. Daqui se pode afirmar que, ao tempo da elaboração dos esquemas temáticos e noções a representar, os artistas não estavam ainda escolhidos.

[13] Confronte-se a p. 194 do volume de anexos de Nuno ROSMANINHO, "O Poder da Arte...".

[14] "Forneço-os a pedido de Mestre Almada Negreiros": esta frase encontra-se no texto em que Pacheco de Amorim faz as especificações, tendo sido escrita como acrescento, a lápis e com letra desenhada à imitação da letra de máquina de escrever, a rematar o primeiro parágrafo. AUC, CAPOCUC, pasta 611, Edifício da Matemática, Obras de Arte.

[15] O texto é escrito na primeira pessoa: portanto, "compreensão da minha ideia"; note-se o pronome possessivo – "minha" – que mais à frente nos servirá para o estudo que fazemos.

[16] As citações que fizemos neste parágrafo são retiradas do programa iconográfico de Pacheco de Amorim. Colhemos estas palavras do documento inserto nas p. 279 a 281 do anexo documental da obra que estamos a citar. Sobre as relações entre encomendantes, mentores das obras e artistas, devemos aperceber-nos que, nesta fase dos trabalhos, Pacheco de Amorim sabia já a que artista se estava referindo, pois é o próprio Almada Negreiros que lhe pede este tipo de especificações.

[17] Tanto esta citação como a que fizemos no período anterior encontram-se na p. 279 do volume onde consultámos a documentação.

[18] Para este efeito, poderíamos, ainda, considerar: "Coimbra, Abril de 1966/ José Bayolo Pacheco de Amorim", assinatura do programa iconográfico mais desenvolvido.

[19] P. 280 do volume II. Acrescentámos a consoante a "resumido", porque nos parece ser uma gralha.

[20] P. 281.

[21] Numa contagem sem pretensão de exactidão, poderemos dizer que no painel dedicado à evolução da matemática se enumeram mais de quatro dezenas de matemáticos. Amorim fazia constar no seu plano um pouco mais que este número. Zenão e Gerardo de Cremona são dos poucos nomes que, constando do plano, não foram registados no painel.

[22] "Parecer sobre a maqueta dos frescos destinados ao átrio do edifício da Matemática, em Coimbra", documento 5.4. na colecção inclusa no volume II de Nuno ROSMANINHO.

[23] Veja-se a Memória descritiva de Almada Negreiros publicada por Nuno ROSMANINHO, p. 282 do volume II.

[24] Continuamos a citar a memória descritiva de Almada Negreiros.

[25] Ignoramos se esta fórmula foi voluntariamente retirada ou, simplesmente, esquecida. Parece-nos, todavia, que a letra "M" deveria figurar em minúscula: $E=mc^2$.

[26] Veja-se a memória descritiva a que nos temos referido.

[27] Memória descritiva de Almada Negreiros.

[28] Apenas a título de exemplo pode confirmar-se o que dizemos na publicação iconográfica *O Museu Hermético. Alquimia & Misticismo*, Köln *et al.*, Taschen, 2001, p. 42, onde se vê, num manuscrito do século XIII que esta obra reproduz, a figuração do mundo, em três partes, por baixo de um Cristo em Majestade.

[29] A frase é dos autores Jean CHEVALIER e Alain GHEERBRANT, *Dicionário dos Símbolos. Mitos, sonhos, costumes, gestos, formas, figuras, cores, números*, s. l., Círculo de Leitores, 1997, p. 296.

[30] P. 251 do supracitado *Dicionário dos Símbolos...*. É também unânime a opinião

sobre o quadrado e o círculo significarem, respectivamente, o masculino e o feminino. Aqui, ao coincidirem no espaço, significarão sempre algo relacionado com a plenitude resultante daqueles elementos, com o gerar vida. É por esta razão que Almada Negreiros os coloca no início da narrativa que quer contar.

[31] Juan Eduardo CIRLOT, *Dicionário de Símbolos*, Lisboa, Publicações Dom Quixote, 2000, p. 309.

[32] Saliente-se que estes conceitos não faziam parte das indicações de Pacheco de Amorim. Esta expressão, composta por dois substantivos e pela conjunção, é a única legenda que tem uma letra minúscula, precisamente a copulativa "e".

[33] Com razão José-Augusto FRANÇA, ao debruçar-se sobre a obra de Almada Negreiros, nomeadamente no que respeita aos estudos que o pintor realizou sobre os painéis de São Vicente de Fora, verificando a inexactidão matemática de alguns cálculos, apelida o pintor de acusmático. Confronte-se a p. 433 o estudo "Almada Negreiros. O Português Sem Mestre" constituindo, com outro estudo, a obra *Amadeo de Souza-Cardoso. O Português à Força & Almada Negreiros. O Português Sem Mestre*, Bertrand Editora, Venda Nova, 1986.

[34] Esta questão inscreve-se na visão que o artista possui do Mito e do Logos e que José-Augusto FRANÇA bem analisa nas páginas do capítulo "Ver e o Número". P. 391 e seguintes de *Almada Negreiros. O Português Sem Mestre*....

[35] Programa de Pacheco de Amorim, p. 280 do volume II. Não acusmáticos, afinal.

[36] P. 551 do *Dicionário dos Símbolos*... que temos citado.

[37] Para além de escrever apenas com caracteres maiúsculos, não faz acentuação gráfica de qualquer palavra. Também as frases que o pintor escreve sobre o auto-retrato que faz em 1943 foram grafadas, na sua totalidade, em maiúsculas.

[38] Este termo não aparece no assento de Pacheco de Amorim.

[39] P. 280 do volume II de Nuno ROSMANINHO, "O Poder da Arte...".

[40] Esta caricatura aparece incluída no estudo de José-Augusto FRANÇA, *Almada Negreiros. O Português Sem Mestre*..., p. 335.

[41] Por limitação de espaço não poderemos sequer analisar, embora se pudesse explorar, a representação das mãos, sempre grandes, nestes painéis de Almada Negreiros. Particularmente grandes são as mãos dos retratados no fresco sobre a matemática portuguesa que analisaremos mais adiante. Certamente que esta peculiaridade se inscreve na obra geral do pintor. Por exemplo, os vitrais de Almada Negreiros na Igreja de Nossa Senhora de Fátima em Lisboa, de Pardal Monteiro, estão plenos de personagens cujas mãos são também visivelmente grandes.

[42] A legenda corresponde fielmente ao texto do programa de 1965. O professor de Matemática não entendeu necessário especificar qual era a península. Almada Negreiros também não encontrou necessidade disso, ainda mais porque tinha já o tema devidamente balizado com a representação desenhada da Península Ibérica.

[43] P. 280 do volume que citamos.

[44] Na folha de Amorim os nomes aparecem grafados do seguinte modo: "Santo Isidoro", "Tabi ibn Currah", "Muhamed ibn Musa"; "Abu Kamil", "Gabir ibn Aflah", "Gerbert", "João de Sevilha", "Gerardo de Cremona", "Ibn Albanna", "Levi ben Berson", "Alcalasadi". P. 280 de "O Poder da Arte...", volume II.

[45] Ambas as citações se extraíram da p. 280 do volume de Nuno ROSMANINHO que temos citado.

[46] P. 280 de Nuno ROSMANINHO, "O Poder da Arte...", volume II.

[47] P. 281 de Nuno ROSMANINHO, "O Poder da Arte...", volume II.

[48] P. 281 de Nuno ROSMANINHO, "O Poder da Arte...", volume II.

[49] P. 281. A Teoria da Relatividade é tida como a última grande descoberta antes de se iniciar o progresso das ciências que, por esse progresso, têm que recorrer ao saber matemático.

[50] "Memória descritiva. Dois painéis 'a fresco' 5 metros x 7,3 metros cada para o átrio da Faculdade de Matemática na Cidade Universitária de Coimbra" de Almada Negreiros, p. 282 do volume II de Nuno ROSMANINHO.

[51] P. 281 do II volume.

[52] Ao dizermos "apenas" não queremos significar que haja menosprezo ou subalternidade destas figuras históricas em relação às que estão figuradas em desenho. Achamos, inclusivamente, que estes nomes se inscrevem numa ideologia que ultrapassa a mera referência escrita, isto é, a intenção de escrever o nome deve entender-se à luz da semiologia do signo linguístico. O uso de sinais linguísticos tem também uma pujança, porventura, maior do que a da figuração com risco desenhado. Há uma maior certeza de quem ali está "retratado" ou enunciado. É aquele nome e não há outro, pois os nomes fazem, inexoravelmente, a identificação plena da pessoa: não foi por acaso que o Deus-Escondido do Antigo Testamento se recusou a declarar o Seu nome, quando Moisés lho perguntara, respondendo "Eu Sou Aquele que Sou". Na impossibilidade de explanarmos amplamente esta problemática diremos apenas: para os povos das mitologias antigas do Médio Oriente, uma coisa sem nome era algo destituído de existência (a tradição popular portuguesa regista, ainda, esta ideia no provérbio popular de algumas regiões do país: "não há homem sem nome, nem nome sem sobrenome"); logo no livro do Génesis se escreveu sobre a necessidade de todas as coisas terem nome: foi ao homem que Deus deu a missão de "nomear" todas as coisas; saber o nome equivale a conhecer e, até, a dominar, segundo um tabu antigo que faz fé em que se se pronunciar um nome se possui influência sobre a coisa ou a pessoa com esse nome. Ao analisarmos os frescos de Almada Negreiros, teremos de consciencializar-nos destas significações, pois este autor interessava-se sobremaneira por estas questões. Neste painel, como noutras obras em que Almada Negreiros colocou letras, palavras e/ou frases, estes códigos linguísticos têm, como os códigos icónicos, valor altamente expressivo.

[53] Nuno Rosmaninho questiona esta figura e atribui-lhe duas identificações, interrogando-as. Na "Tabela iconográfica" (p. 53-59; a matéria respeitante ao painel do Departamento de Matemática encontra-se na p. 57) que insere no volume de anexos da sua dissertação, o autor põe em interrogação as figuras de Newton e de Leibniz. Pensamos que, de facto, a figura que traja à moda do século XVII-XVIII é Newton. Discordamos da identificação que Nuno Rosmaninho faz das figuras representadas. Não vemos onde se pode fazer corresponder o nome Descartes e tão-pouco vemos segurança na identificação da figura grega com Hipócrates, já que os atributos iconográficos não são suficientes para tal identificação. Qualquer dos matemáticos gregos é tradicionalmente figurado com barba e em idade mais vetusta que a imagem do jovem sentado. Será talvez uma representação genérica, quase alegórica, da matemática grega; um período de adolescência da ciência dos números. Parece-nos sustentável que esta figura não seja o retrato de nenhum matemático específico, pois também é sustentável pensar-se o mesmo para a figura do árabe representado: corresponderá ao matemático árabe e não a um matemático árabe.

[54] Newton não é posto nos inícios dos círculos, mas já a meio, pois estes simbolizam o caminho trilhado pela matemática moderna, por conseguinte, a partir do Renascimento.

[55] Embora logo em frente a este painel se pintasse outro exclusivamente dedicado a explanar o tema das Descobertas, no painel da matemática universal teria que figurar alusão ao papel relevante de Portugal para a construção dessa história universal da matemática.

[56] Não conseguiremos apurar se esta alteração respeitante à indumentária de Einstein se relacionará com uma escolha de Almada Negreiros, se com dificuldades técnicas advindas da sua idade avançada. Sabemos que os painéis foram, em parte, pintados pelos alunos da Escola Industrial e Comercial de Avelar Brotero, de Coimbra, e que isto foi comentado pelo arquitecto Cristino da Silva na entrevista que deu a Mário Cardoso, publicada na revista *Arquitectura*: referindo-se ao facto de Almada Negreiros ter sido chamado a operar na Cidade Universitária de Coimbra já em idade avançada, afirma que "infelizmente [...] já foi tarde, porque já estava na decadência, e foi um desastre. Não a 'maquette' em si, que é uma maravilha, mas ao ampliar, porque ele já não o pôde fazer e encarregou disso os rapazes da Escola Brotero, o que foi de facto um desastre" – "Entrevista. A geração actual é ousada, cheia de vontade de avançar para o futuro, e está decidida a alcançá-lo – afirmou-nos o prof. arq. Cristino da Silva", em *Arquitectura*, Lisboa, n.º 119, Janeiro-Fevereiro de 1971, p. 6.

[57] Todavia, o cabelo do Einstein da maqueta é mais vanguardista que o do Einstein da composição final.

[58] Não esquecemos que o próprio Pacheco de Amorim, autor dos três programas de figuração para a Secção de Matemática, demonstra ter uma opinião apreensiva sobre o futuro da ciência e do progresso. Enquanto que no relevo da entrada do edifício projecta uma glorificação dos períodos da matemática e no átrio uma especificação desses períodos, fazendo uma paragem para ostentar o contributo português para o saber tecnológico, no mais íntimo lugar do edifício (na Sala do Conselho), não acessível ao grande público, idealiza uma temática sobre o progresso técnico imbuída de incertezas, inseguranças e desconfianças. O cartão da tapeçaria para a Sala do Conselho deveria dar "uma visão, ao mesmo tempo exaltadora e apocalíptica, do progresso técnico: uma sinfonia, de tal modo vibrante que ameaça subverter o próprio que a produziu – o homem" (veja-se a p. 196 do volume de anexos de Nuno ROSMANINHO, onde se publica o programa a representar

"Na Tapeçaria da sala do Conselho da Faculdade de Ciências"). As áreas do saber estão, deverão estar, interligadas: seria importante que estas informações pudessem ser corroboradas com outras ciências que estudam o homem da década de 60 a fim de se perceber o que levaria um matemático, anos antes da humanidade chegar à Lua, ter um discurso de desconfiança, mesmo, de pessimismo acerca da coisa científica. No entanto, entre especialistas, no íntimo da sala dos conselhos, pode assumir-se a desconfiança no progresso; no exterior, porém, para o público, essa ciência que apoiou o progresso é altamente exaltada.

[59] P. 279.

[60] Parece-nos lícito pensar deste modo, pois no que respeita aos relevos do umbral do portal do edifício a ordem do programa de Amorim é respeitada. Com efeito, Gustavo Bastos, escultor dos relevos, segue o programa conforme fora escrito por Amorim, da esquerda para a direita.

[61] Ambas as citações foram escritas por Pacheco de Amorim, no programa iconográfico, p. 279 de "O Poder da Arte", volume II.

[62] P. 279.

[63] Torna-se porventura mais custosa esta análise, porque as informações sobre este painel são mais parcas, já que a memória descritiva, quer a do pintor, quer a do autor do programa do figurado, é bem mais curta que as linhas que são dedicadas ao outro fresco.

[64] P. 279.

[65] P. 279. De facto, ao ler-se a frase completa se percebe a referência que o mentor da iconografia para o painel faz às suas próprias indicações de 1965: "como tópicos fundamentais e sugestões para o figurado, se apontaram [em 1965, mais precisamente em 16 de Dezembro]: a Escola de Sagres, Pedro Nunes e o seu Tratado da Esfera, a Astronomia, a Cartografia, a Marinharia, o Conhecimento da Terra, Fernão de Magalhães".

[66] Erradamente, José-Augusto França identifica esta figura de Pedro Nunes como sendo Vasco da Gama. Como vimos, Pedro Nunes é, na opinião do mentor do programa a representar, o nome de excepção na história da matemática portuguesa; não poderia ficar por representar.

[67] Estava ideada para o Largo dos Arcos do Jardim uma estátua em mármore ou em bronze de Pedro Nunes (Nuno ROSMANINHO, volume I, p. 200); para o pórtico que não chegou a ser construído, juntamente com a estátua de Camões, previa-se também uma escultura de Pedro Nunes (a memória descritiva é de 1957, *idem*, p. 232); também em 1957 Manuel dos Reis diz querer uma escultura de Pedro Nunes para o observatório astronómico em Santa Clara (p. 661, *idem*), Maximino Correia arrola o nome de Pedro Nunes, entre o de outros possíveis a esculpir ou pintar nas obras da universidade (como Garcia de Orta, Padre Manuel da Nóbrega, Avelar Brotero, Ribeiro Sanches, Oliveira Salazar…), por estar ligado à Universidade de Coimbra (p. 664, *idem*)…

[68] No fresco de Portela Júnior, Pedro Nunes "ostenta uma placa com indicações numéricas e o celebrado nónio", como consta da memória descritiva do pintor, na p. 273 de "O Poder da Arte…" (volume II).

[69] Ernesto SOARES e Henrique de Campos Ferreira LIMA, *Dicionário de Iconografia Portuguesa (retratos de portugueses e de estrangeiros em relações com Portugal)*, Lisboa, Instituto para a Alta Cultura, 1950, 3.° volume, p. 90 e 91.

[70] Veja-se sobre a temática e problemática da figuração do infante D. Henrique a obra "O Rosto do Infante", da responsabilidade científica de Pedro DIAS, catálogo, Tomar, Viseu, Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1994, nomeadamente as partes "Um mar de rostos" de Pedro DIAS, p. 13 a 17, e "Os artistas do Estado Novo e a visão do Infante" de Nuno ROSMANINHO, p. 133 a 161, bem com a bibliografia que aqui se indica. Destacamos também a obra de Ernesto SOARES e Henrique de Campos Ferreira LIMA que indicámos, *Dicionário de Iconografia Portuguesa...*, 2.° Volume, que em 1948 já abordava esta problemática da representação do infante D. Henrique nas p. 138 a 144.

[71] Representar uma escola, o conceito da Escola de Sagres, era tarefa complexa de levar a execução. Será, com certeza, necessária maior quantidade de personagens e um cenário mais pormenorizado para levar o observador da obra a identificar o objecto a ser retratado. O pintor Severo Portela, para o fazer, teve de socorrer-se da figuração de mais de uma dezena de personagens, entre astrónomos, geógrafos, cartógrafos, construtores navais, pilotos, capitães e marinheiros, como se pode conferir na tela que se encontra no Museu da Marinha pintada por este autor. Embora correndo o risco de não se perceber efectivamente o verdadeiro intuito daquela representação, o autor preferiu representar apenas o expoente máximo daquele conceito. No entanto, assegurou, como, mais adiante, verificaremos, a ligação entre a personalidade e a ideia da Escola de Sagres, através da legenda que incorpora a expressão "ESCOLA DE SAGRES".

[72] P. 279.

[73] P. 279.

[74] "Daniel" 12, 3.

[75] "Isaías" 66, 1. Ainda outra passagem do mesmo livro do Antigo Testamento pode atestar a ideia de construção de um trono sobre as estrelas (Confronte-se "Isaías" 14, 13).

[76] P. 282 de Nuno ROSMANINHO, "O Poder da Arte…", volume II.

[77] Portugal, segundo Almada, descende do povo grego, como se pode constatar, por exemplo, quando afirma que "a herança dos Gregos fizeram-na Portugueses, em casa e no mundo" (P. 404 de *Almada Negreiros. O Português sem Mestre...*).

[78] Este ponto ao centro é uma referência ao "ponto de Bauhütte", tão caro à simbologia maçónica que Almada conhecia.

[79] *Idem*. Almada comete aqui uma imprecisão, pois se o pentagrama (pentalfa, como lhe chamam os numismáticos) é uma moeda do reinado de Afonso I, a segunda representação desenha uma moeda do reinado de Sancho I.

[80] *Dicionário de Iconografia Portuguesa...*, p. 307 do 2.º volume.

[81] Veja-se num desenho de 1912 como o vestido de uma das senhoras é feito de quadriculado e o da outra é decorado com linhas verticais.

[82] Como as lemos no resumo da entrevista que Nuno ROSMANINHO inclui na sua tese de doutoramento, p. 355 do supracitado volume II. Tivemos a oportunidade de conferir esta opinião em conversa que travámos com o Senhor Prof. Doutor Pacheco de Amorim, que se dignou conceder-nos a oportunidade de com ele discutirmos alguns pontos sobre a construção da cidade universitária, mormente sobre a figuração posta no Edifício da Matemática.

[83] É o vocábulo "escadas" que Almada utiliza para se referir às redes, mais concretamente a expressão "escadas de corda"; p. 282, "O Poder da Arte…", volume II.

[84] Seria esta sensação que teria o observador se todos aqueles círculos começassem a girar.

[85] Desta enumeração não consta a indicação do *Tratado da Esfera*, como aparece no documento de 1966.

[86] Evangelho segundo São Lucas 10, 20. Neste sentido, confrontem-se as ideias que já alinhámos atrás.

[87] Em tom acentuadamente provocatório, esta expressão denuncia que a obra de Almada é deliberadamente feita com sentidos vários para além dos imediatos. Citamos a partir de José-Augusto FRANÇA, *Almada Negreiros. O Português sem Mestre...*, p. 206.

[88] Pensamos, como Almada, que por vezes os próprios autores não se apercebem de tudo o que operam na obra. Embora falando de outra questão, conseguimos perceber que Almada considera que os artistas não se apercebem da totalidade do que criam: "em toda a pintura dos mestres está presente o cânone, conheçam-no eles ou não". Veja-se José-Augusto FRANÇA, *Almada Negreiros. O português sem Mestre...*, p. 411.

[89] P. 281 de "O Poder da Arte…", volume II. Quer as citações bíblicas que apontamos como exemplo, quer a frase de Amorim, usam o verbo "conter" em referência ao espaço continente da totalidade: o mundo ou o universo contêm tudo. Ainda mais: estas expressões, nos contextos em que são usadas, são equivalentes em significação. A tentativa (ou tentação) de vislumbrar os sentidos totais da obra faz com que a análise chegue a estes pormenores, pois a criação artística não se relaciona apenas com a figuração pintada, mas também com a invenção escrita pelo mentor do "quadro" que, como vimos, se referia ao programa como a "minha ideia". Confira-se a nota 15 deste estudo. Destacámos as expressões que, no contexto, quisemos realçar.

[90] É deveras muito interessante esta visão da história, vista por um ocidental, em finais da década de 60 do século XX, quando só agora (últimos anos da centúria de novecentos e primeiros anos do século XXI) a historiografia da Idade Média (escrita por historiadores medievalistas e especialistas da arqueologia medieval) tem difundido novas interpretações sobre o papel importante do mundo islâmico para a cultura portuguesa e europeia. A representação de um árabe em vez de um cristão será da responsabilidade de Almada Negreiros, pois do rol de Pacheco de Amorim constavam personalidades, quer do mundo cristão (inclusivamente bispos e papas), quer do mundo muçulmano.

[91] Esta questão da relação entre a varanda interior do edifício e os painéis não ficou

registada em nenhum documento escrito que tenhamos estudado. No entanto, há, entre a documentação relativa às obras de arte da Secção de Matemática, dois estudos que denunciam a preocupação com a visão que se tem do alto da varanda (ao nível do piso segundo do edifício). Trata-se, num dos casos, de um esboceto alinhavado em papel vegetal datado de 19 de Junho de 1965 e no outro de uma representação em perspectiva não datada nem assinada, mas apensa a um alçado de Abril de 1967 que rectifica o de 1966. Este alçado, onde se representou o varandim, permite perceber que na concepção do edifício se teve em conta a relação entre as dimensões do átrio, dos painéis e dos seus utilizadores. Através de uma nota manuscrita, ficamos a saber que Almada Negreiros possuía cópias deste alçado que assinala o lugar do fresco e os materiais utilizados no vestíbulo. Este "pormenor da entrada principal da Matemática" foi enviado ao pintor a 5 de Dezembro de 196[6]. (AUC, CAPOCUC, processo 611).

[92] Esta frase, escrita por um artista, seria um verdadeiro escândalo, pois uma memória descritiva não poderá sair de mãos alheias, mas das mesmas que pintam, esculpem ou arquitectam, conforme os casos. No entanto, o pintor escreve-a sem quaisquer complexos, o que revela a sua supremacia no que fazia. Este tipo de problema, para um artista da envergadura de Almada, não importava ao pintor.

[93] P. 281 do volume II que temos citado. Se formos à fonte no Arquivo da Universidade de Coimbra, podemos ver que ao texto da lavra de Almada Negreiros, que acabamos de citar, o pintor anexou as informações que Pacheco de Amorim lhe concedera (AUC, CAPOCUC, processo 611).

[94] Desta alteração resultará novo contrato com Almada Negreiros a fim de registar o preço (mais noventa mil escudos) dos mais 20 metros quadrados que a obra teria. O contrato foi celebrado em Lisboa a 19 de Junho de 1968. O primeiro contrato, datado de 22 de Março de 1966 (Lisboa), previa uma área de 50 metros quadrados e estipulava o pagamento em duzentos e dezasseis mil escudos (AUC, CAPOCUC, processo 611).

[95] Ofício de Louza Vianna ao Ministro das Obras Públicas (28 de Maio de 1968), expondo os motivos para a ampliação das medidas do fresco e a necessidade de elaboração de um contrato adicional com o pintor. A citação do período anterior é, também, retirada daquele ofício.

[96] P. 282 do volume II. Como deixámos analisado, a obra do pintor, ainda em maqueta, agradou muito. Estas palavras fazem coro com as do arquitecto Cristino da Silva que, embora queixando-se do resultado final do fresco, afirmara que a maqueta era uma "maravilha" (veja-se supradito, em nota, a citação completa).

[97] *Diário de Coimbra*, ano XL, n.º 13392, 24 de Agosto de 1969, p. 4. Estas palavras são reprodução, quase *ipsis verbis*, do relatório do professor de matemática, apresentado à comissão de obras em Março de 1967.

[98] É nossa intenção, embora seja tarefa complexa, caminhar ao encontro da percepção daquilo que separa autores-mentores de autores-executantes. No entanto, torna-se muito necessário saber até que ponto o encomendante ou autor idealizador da obra intervém nela, se fica satisfeito com o resultado, se o artista é um intérprete ou um criador. A análise da arte do século XX, como da de todos os séculos, só terá a enriquecer com um debate desta natureza.

[99] Carta do Engenheiro Director das Construções Escolares do Centro, José dos Reis Gonçalves, de 17 de Março de 1971, ao Engenheiro Director das Instalações Universitárias, AUC, CAPOCUC, processo 611.

[100] *Idem.*

[101] *Idem.*

[102] Carta de José Ferreira da Cunha, engenheiro Director-Geral das Construções Escolares (Lisboa), ao Director do Museu Nacional de Arte Antiga, em 31 de Março de 1971, e carta (*grosso modo* com o mesmo texto) do mesmo engenheiro ao Director-Geral do Ensino Superior e das Belas-Artes, no mês seguinte, datada do dia 24.

[103] São exemplos os seguintes casos: Santo Isidro, em vez de Santo Isidoro; Tabi ibn Cerrah, em lugar de Tabi ibn Currah; Mohamed Ibnmuss, quando deveria estar Muhamed ibn Musa; a palavra Alwakazm deverá ser a desortografia de Alhwarazmi; Gauchy, devendo estar Cauchy. Ainda tínhamos conjecturado o seguinte: talvez estes erros se devessem aos alunos da Escola Brotero, pois será sustentável que, na divisão das tarefas, as legendas tenham cabido aos alunos, deixando as figurações de maior monta para Almada Negreiros. No entanto, já a maqueta apresentava tais falhas. Por exemplo, na maqueta, em vez de Riemann, constava "Bilman".

[104] P. 419 de *Almada Negreiros. O Português sem Mestre...* Em concordância com a fragilidade de que José-Augusto FRANÇA dá conta, poder-se-á perceber a correspondência que revela alguma insistência da comissão de obras da Universidade dirigida a Almada Negreiros por falta de incumprimento dos prazos. Confronte-se a carta de 3 de Setembro de 1968, assinada pelo Vogal-Secretário da Comissão, António Ferraz de Andrade, em que a comissão convoca Almada Negreiros a "comparecer [...] no próximo dia 10 do corrente, pelas 16 horas e 30 minutos [...] a fim de assentar-se definitivamente o início da pintura a fresco dos dois painéis no edifício da Matemática e trocar impressões [...] sobre o assunto"; a carta que no mês seguinte, em 26 de Outubro, o Engenheiro Director-Delegado, Augusto Louza Vianna, dirige ao pintor, chamando-lhe a atenção para o atraso dos frescos e pedindo que o pintor explicasse o atraso e pedisse a prorrogação do prazo. O próprio Ministro das Obras Públicas pede, em 21 de Maio de 1969, esclarecimentos sobre a situação dos painéis entregues a Almada Negreiros. Na sequência deste pedido, Louza Vianna envia uma carta ao ministro, a 26 de Maio, dizendo que Almada esteve em Coimbra no dia 22 e que "o Pintor [...] informou que vai dar, finalmente, início ao trabalho no próximo dia 30". "Os estucadores estão no edifício desde ontem à espera do pintor que ainda não chegou", informa, por carta datada de 25 de Junho de 1969, José dos Reis Gonçalves, engenheiro civil encarregado da obra. O artista chegará a Coimbra no dia 26 com a intenção de começar o painel a 27 de Junho: Almada Negreiros "chegou hoje e pretende iniciar amanhã o seu trabalho" (carta de José dos Reis Gonçalves, em 26 de Junho). O engenheiro escreverá outra missiva quando da finalização do primeiro fresco que, concludentemente, revela da fadiga do artista: "o Senhor Pintor Almada Negreiros terminou o seu primeiro painel [...], ausentando-se hoje para Lisboa a fim de descansar uns dias, prometendo regressar [...] no dia 15 para executar o segundo e último painel do mesmo edifício" (carta de 8 de Julho). Almada não voltará tão depressa como previa. Estava em Coimbra apenas no dia 2 de Agosto para, na semana seguinte, começar o segundo fresco (carta de José dos Reis Gonçalves, 2 de Agosto de 1969). O mesmo engenheiro informador comunicará, a 25 de Agosto, que os frescos estavam concluídos (ofício de José dos Reis Gonçalves, 25 de Agosto de 1969). Todos estes documentos integram o processo 611 da CAPOCUC (AUC).

[105] A obra foi acordada, em contrato, em Março de 1966 e previa-se o prazo de 9 meses para a sua execução. Em 1967, por despacho ministerial de 27 de Janeiro, concede-se mais 3 meses. Depois, porque se alteram as medidas, dá-se de prazo mais 120 dias a contar a partir de Junho de 1968, o que levaria a obra a findar em Outubro de 1968. É o abatimento do pintor que levará a prolongar a obra por mais 10 meses, perfazendo na totalidade mais dois anos e oito meses sobre o que de início se estipulava (AUC, CAPOCUC, processo 611).

[106] Este termo de quitação é redigido segundo formulário que fora enviado ao pintor pela Comissão de Obras.

[107] Referenciamos o seu desenho de 1922, incluído no n.º 1 da revista *Contemporânea*, que continha as expressões "Amor" e "1+1=1".

[108] Confronte-se a frase que Almada pronunciou numa intervenção pública na p. 257 de José-Augusto FRANÇA, *Almada Negreiros. O Português sem Mestre...*.

[109] Sobre a relação entre o pintor e a matemática (ou uma filosofia assente na reflexão dos números e da geometria) veja-se a obra de Lima de FREITAS, *Almada e o Número*, Lisboa, Arcádia, 1977, e, de José-Augusto FRANÇA, a obra que já indicámos, principalmente o seu capítulo VIII, "Ver e o número", p. 319 a 423. Quer numa, quer noutra, se aborda a problemática relacionada com os painéis de São Vicente.

[110] José-Augusto FRANÇA, *Almada Negreiros. O Português sem Mestre...*, p. 433.

[111] *Idem*, p. 398.

[112] Rui Mário GONÇALVES, "Pioneiros da modernidade", volume 12 de *História da Arte em Portugal*, 1986, p. 139.

[113] Expressão do mesmo autor da nota anterior, "De 1945 à Actualidade", volume 13 de *História da Arte em Portugal*, 1986, p. 18.

[114] São palavras de Raquel Henriques da SILVA, "Sinais de ruptura: 'livres' e humoristas", em «Do Barroco à Contemporaneidade», terceiro volume de *História da Arte Portuguesa* (direcção de Paulo PEREIRA), Lisboa, Temas e Debates, 1997, p. 380.

[115] Retirámos, para este período, as citações que José-Augusto FRANÇA também anotou na p. 213 do estudo *Almada Negreiros. O Português sem Mestre.*

[116] José-Augusto FRANÇA, p. 256 de *Almada Negreiros. O Português sem Mestre...*.

[117] Citado em José-Augusto FRANÇA, *Almada Negreiros. O Português sem Mestre...*, p. 258.

O Querer, o Desejar, o Conhecer
A Visão do *Outro* na Literatura de Viagens

Trabalho realizado por:

• ***Alexandre Manuel Teixeira Guedes da Silva Oliveira***

Universidade de Coimbra
Faculdade de Letras/Departamento de História

Sumário

Neste trabalho pretende-se efectuar uma abordagem geral do contributo da literatura, antropologia e etnografia nos Descobrimentos e Expansão Portuguesa.

É meu intuito encadear este discurso a partir da *Crónica da Guiné*, como o ponto de encontro do homem europeu/peninsular com o exótico, o imaginário, o conhecimento do *Outro* enquanto ser cultural. Abordaremos autores dos séculos XV e XVI, onde os elementos culturais são fundamentais, quer no respeitante à contribuição dos gramáticos portugueses para o estudo das línguas nativas, transpondo a cultura oral para a escrita, e ao mesmo tempo dotando de alfabetos os dialectos autóctones.

Neste modelo de aventura geográfico, como factor quantitativo e qualificativo no plano humano, moral, social e estético, surgiu similarmente a literatura de viagens como mais alto valor original da criação literária portuguesa e, ao mesmo tempo, conseguiu descobrir empiricamente contornos para a reflexão mais sistemática das sociedades.

Foi nesta tendência que a literatura de viagens se inseriu, numa visão pré-etnológica e etno-histórica, de distância entre o sujeito e o objecto da compreensão-interpretada, para validar uma explicação universalista do saber, no qual se arquitectaram quadros informativos profundos sobre diferentes áreas civilizacionais, quer do continente africano – Marrocos, Cabo Verde, Congo, Angola, Moçambique, Etiópia, – quer do continente asiático e Próximo Oriente – Terra Santa, Ormuz, Pérsia, Malabar, Índia, Indochina, China e Japão –, bem como do continente americano – Brasil, Florida entre outros –, que forneceram um imenso "banco de dados" respeitante à geografia, religião, mentalidades, cultura, etc.

A pelleja dos da ilha da Gomeira he com varas pequenas, assy como frechas, agudas e tostadas com fogo. Andam nuus sem nhûa cousa, de que teem pequena vergonha; scarnecem dos vestidos, dizendo que nom som outra cousa senom sacos em que se os homeês metem.

(...) Nom teem casas, mas vivem em covas e choças (...) A mayor parte do tempo despendem em cantar e bailar, porque todo o seu viço he folga sem trabalho[1].

Os primeiros estudos de antropologia, como ciência do homem em Portugal, encontram-se ligados directamente aos Descobrimentos e Expansão Marítima, iniciada no período de Quatrocentos. É já exemplo disso a *Crónica da Tomada de Ceuta* (1420)[2], onde o cronista-mor Gomes Eanes de Zurara (1420-1473/4), se referia aos augúrios, profecias e indícios astrais que os mouros de Ceuta davam como explicação da conquista efectuada pelos portugueses cristãos à sua cidade.

É esta visão do *Outro*, descrita na referida Crónica no capítulo XXV, "Como os mouros no outro dia olhavam os muros de Cepta e das rezoões que dezia em seu louvor", que Zurara vinculou uma síntese antropológica nascente, na percepção dos vencidos, e que João de Barros viria a retomar anos mais tarde, como de igual modo a grande parte da historiografia portuguesa do século seguinte, evidenciando na imagem e entendimento do *Outro* uma tipologia de encontro entre culturas.

Zurara efectuou uma interpretação conquanto incipiente e por vezes inocente na *Crónica dos Feitos da Guiné* (1453), reflectindo o imaginário, o exotismo, o inédito, o conhecimento através da descoberta. Vislumbremos algumas passagens da narração[3]:

"Queles moradores da ilha do Inferno[4]*, ca som abastados de trigo e cevada e legumes, com muytos porcos e ovelhas e cabras, e andam vestidos de pelles; mas nom teem casas, soomente choças em que pessam sua vida.*

(...) E estes som homeês fortes e ardidos, e teem molheres certas, e vivem mais como homeês que alguûs d'estes outros; pellejam huûs com os outros, no que he todo seu principal cuidado, e creem que há hi Deos."

O historiador introduziu inconscientemente uma poderosa fonte documental de quase inventário das formas de relacionamento da sociedade observada e seus modos de viver. Encontrava-se assim o caminho aberto para o conhecimento e compreensão do novo, do moderno, em suma do etnocentrismo, como personificação da figura natural do universalismo. Neste modelo de interpretação da linguagem e simbolismo da técnica pré-antropológica, nas suas diversas tentativas de entendimento e posterior explicação, se inseria a dificuldade para os mesmos poderem corresponder a uma realidade empírica[5], alada por parte do investigador.

Esta abertura para o hodiernismo na obra de Zurara, embora como tomada do universo cristão, com os seus referentes literários dimensionava a história como *res litterario*,

ou seja objecto literário. O historiador Luís Filipe Barreto sugere um quadro-síntese desta acção antropológica que se prende com uma etnologia prático-colonial afirmando: "todo o imenso esforço gradativo e contraditório intelectual e existencial da passagem duma atitude antropológica centrada a descentrada, duma concepção do homem apriorística e etnocêntrica a uma etnologia concreta, positiva e universal"[6].

Ainda que este conhecimento e compreensão do *Outro* seja de máxima importância, não podemos esquecer que foi neste período que surgiu um aumento progressivo do preconceito racial. O poder eclesiástico passou a reconhecer que a humanidade dos cristãos tinha apenas a ver com a cor da pele. Dilema disto mesmo é o acordo político estabelecido entre os portugueses e o rei do Congo, o qual se tornou o primeiro bispo negro africano ordenado em 1450, mas nenhum outro voltaria a ser eleito até aos inícios do século XX, sendo prática de que os nativos convertidos ao cristianismo de pele escura podiam receber formação teológica até ao nível de padre, mas nunca como elemento de pleno direito nas ordens religiosas missionárias (como a dos Jesuítas ou dos Dominicanos[7]). Foi nesta linha de parâmetros essenciais, para determinar os limites do humano, a aparência física, a cor, a inteligência, como também o uso da língua e da religião, que Pêro Vaz de Caminha, na missiva dirigida a D. Manuel expôs a narração do "achamento" do Brasil, na qual a qualidade literária nos remete para uma precisão descritiva e de animação nos contactos com os Ameríndios[8].

É neste paradigma do encontro com o *Outro*, através da Expansão Marítima, onde o conceito de homem se alargava notavelmente, que conduziu os nossos gramáticos portugueses a iniciar a partir do século XVI o ensino das línguas nativas no Brasil e no Oriente através do modelo de cartilha, introduzindo assim uma inovação metodológica e ao mesmo tempo pedagógica. Exemplo prático do emprego destas técnicas foi a *Cartilha de Tamul e Português*[9], publicada em Lisboa em 1554, da autoria dos gramáticos Vicente de Narareth, Jorge Carvalho e Thomé da Cruz, todos eles indígenas cristianizados, como vem consignado no respectivo prólogo da edição.

O método utilizado traduzia-se no triplo registo: na linha medial a frase encontra-se inteiramente escrita em tâmul, transliterado em alfabeto latino; na linha inferior a oração encontra-se escrita em português. As frases são de estrutura funcional e as fórmulas apresentadas consistem em modelos de exercícios estruturais, sendo a aprendizagem realizada não a partir de quadros gramaticais nem do vocabulário, mas sim ao nível das estruturas sintácticas[10].

Já a *Arte da Língua Malabar e Português*, atribuída ao jesuíta Henrique Henriques (?-1600) e escrita nos anos de 1548-1549, a metodologia utilizada é do *a b ê c ê* da língua malabar, efectuando a sua equivalência fonética entre o alfabeto latino e o alfabeto malabar, sendo desenhadas graficamente as suas variantes. Henrique Henriques foi portanto um intérprete e tradutor da língua malabar, assim como o seu sucessor José de Anchieta, igualmente jesuíta (1533-1597), que publicou na cidade de Coimbra, em 1595, a *Arte da Gramática da Língua mais usada na Costa do Brasil*, obra que representou a terceira abordagem das línguas exóticas feitas por gramáticos portugueses.

O mérito do padre José de Anchieta foi o de conseguir adaptar uma língua oral, como era o dialecto tupi, transcrevendo-a graficamente. Como refere a professora Maria Carvalhão Buescu: "assim, perfeita como a língua do Paraíso, a língua tupi alcança, segundo Anchieta e os seus pares, a perfeição que corresponde à pureza do seu povo, o *genus angelicum*, senhor dos reinos utópicos do Continente americano novo cenário das profecias"[11]. Neste espírito de criar um alfabeto próprio para a língua tupi, que passou a contar com um suporte *scripo*, revelou-se uma fonte que ultrapassou as barreiras do espaço-tempo, contribuindo Anchieta, mas igualmente todos os gramáticos portugueses, a partir da gramática clássica, para criar sistemas linguísticos diferentes dentro de um registo universalista como é apanágio da língua portuguesa.

Neste modelo de aventura geográfica, como factor quantitativo e qualificativo no plano humano, moral, social e estético, surgiu similarmente a literatura de viagens como mais alto valor original da criação literária portuguesa e, ao mesmo tempo, descodificador empírico para a reflexão sistemática de outras sociedades, levando assim explicitamente ao comparativo, que no dizer de Jean Copans é "material informativo e reflexivo acumulado, sintetizado sob a forma filosófica ou histórico-antropológica"[12], e que Paul Mercier reforça ao escrever que "recupera uma parte dos conhecimentos antigos do mundo mediterrâneo e irá desempenhar um papel fundamental organizando a descoberta do mundo"[13].

É portanto nestes relatos de aventuras, na qualidade de observadores e testemunhas oculares, factuais e autênticos em toda a sua extensão, que nos advogaram estes "viajantes etnógrafos" como João de Barros[14], Damião de Góis, Diogo do Couto[15], Fernão Lopes de Castanheda[16], e o seu expoente máximo Fernão Mendes Pinto, que através da cultura dos Descobrimentos desvendaram múltiplas formulações e influências doutros mundos.

A literatura de viagens transformou-se assim em contos extraordinários ou reais, de fronteiras entre o fabuloso e o imaginário, do mítico e do simbólico, fazendo parte do património comum da Humanidade. Real e fabuloso igualmente presente na construção excelsa de *Os Lusíadas*[17], como consciência do enunciador. Eis portanto o contacto com o desconhecido, e a sua assimilação dos novos conhecimentos e de novas expressões culturais, que, melhor do que ninguém, Fernão Mendes Pinto (1509-1583), registará e

projectará em panoramas pictóricos e virtuais, cheios de mistérios, de cidades marítimas e de bairros flutuantes ruidosos, do aparato religioso das procissões, dos templos religiosos, onde o aventureiro se movimentou não apenas no quadro da tolerância e igualdade, mas também da sobrevalorização[18], no qual, no dizer de Levi-Strauss, "a tolerância recíproca supõe realizadas duas condições (...) por um lado uma igualdade relativa, e por outro, uma distância física suficiente"[19].

Na obra *Peregrinação*[20], o mais intenso livro de viagens do século XVI, na reflexão efectuada por António José Saraiva, Fernão Mendes Pinto "não tem o preconceito da superioridade da sua civilização ou da sua raça, e por isso facilmente assume perante os orientais uma atitude admirativa e atenta"[21]. A visão da utilização de um discurso gerador do imaginário, nas palavras de Maria Carvalhão Buescu, é retratada igualmente como motor gerador onde a "utilização e até a instauração de outros códigos que envolvem a vista e o ouvido do leitor que lê a obra, projectando o som de instrumentos, das gaitas, dos sinos, da artilharia, dos ataques, dos tambores e da voz inarticulada (...) que parecem inerentes a uma simbólica analógica, até aqueles que constituem modelos particulares de determinado grupo ou sociedade"[22].

Foi nesta tendência que se inseriram os criadores da literatura de viagens, numa visão pré-etnológica e etno-histórica, de distanciação entre o sujeito e o objecto da compreensão interpretada, para validar a explicação universalista do saber, no qual arquitectaram quadros informativos profundos sobre as diferentes áreas civilizacionais, quer do continente africano – Marrocos, Cabo Verde, Congo, Angola, Moçambique, Etiópia –, quer do continente asiático e Próximo Oriente – Terra Santa, Ormuz, Pérsia, Malabar, Índia, Indochina, China e Japão –, bem como do continente americano, que proporcionaram um imenso "banco de dados" respeitante à geografia, religião, mentalidades e culturas. Como escreve Pouillon, "é enquanto essencialmente *Outro* que o *Outro* deve ser visto. O primeiro mérito da etnografia é fazer desta regra de aparência lógica um imperativo prático"[23].

Desertando do vínculo literário de características antropológicas, salientemos o contributo das primeiras experiências naturalistas, como a efectuada pelo jesuíta Luís Moreno, que diferenciou na ilha de Madagáscar, em 1613, os prossímios lemurídeos (primatas pouco evolucionados que ocupam uma posição muito próxima dos insectívoros) dos símios pequenos do continente africano, e sobretudo a reflexão etnológica e zoológica existente no *Tratado das Drogas e Medicina das Índias Orientais,* de Cristóvão da Costa[24].

A pluralidade das asserções de Cristóvão da Costa centrou-se em torno do *Outro* civilizacional, surgindo assim aptidões de aceitação de problemas teóricos e práticos do conhecimento médico dentro de uma epistemologia científica de diálogo civilizacional, avalizando-se assim o grau de saber dos Árabes, Indianos e especialmente Chineses, mas também as redes de analogia e diferença existentes entre Ocidentais e Orientais a propósito da prática clínica ou da farmacopeia[25], exemplo já dado por Garcia d´Orta nos seus *Colóquios dos Simples e Drogas da Índia*[26], embora Cristóvão da Costa estivesse longe da abertura antropológica enunciada por Garcia d´Orta. A fascinação de Cristóvão da Costa pela civilização chinesa foi um claro manifesto de absoluta positividade e valorização antropológica panegírica que ressaltou nas qualidades humanas fundamentais.

Nos finais do século XVIII, são contudo as viagens filosóficas que sobressaem, entre as quais as realizadas por João da Silva Feijó a Cabo Verde, de Manuel Galvão da Silva a Moçambique, de José da Silva e Ângelo Donati a Angola, com a finalidade de penetrarem no coração da África Negra, porquanto não esqueçamos que o reconhecimento dos colonos limitou-se ao longo da Expansão a esgravatar a faixa litoral, representando estas jornadas científicas um ponto fulcral não só para a compreensão antropológica, mas igualmente para o conhecimento da sua geologia, botânica e zoologia, sendo a de maior projecção a efectuada pelo naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira, ao interior da Amazónia e Mato Grosso (1783-1792), que forneceram um acervo significativo de colecções histórico-naturais.

Como referimos, a antropologia desenvolvida durante o período dos Descobrimentos e Expansão Marítima até finais da sociedade estamental foi reflectida dentro de uma estirpe cultural, centrado pela descoberta do exótico, do fantástico, e pela redescoberta dos três continentes, de todas as suas inúmeras civilizações e grupos étnicos, que muito contribui para o desenvolvimento e compreensão da civilização europeia.

Bibliografia citada

BARRETO, Luís Filipe, *Caminhos do Saber no Renascimento Português, Estudos de História e Teoria Cultural*, Imprensa Nacional-Casa da Moeda, Lisboa, 1985.

BARROS, João de, *Ásia, décadas*, 3 vols., Lisboa, 1953.

BUESCU, Maria Leonor Carvalhão, *Literatura Portuguesa Clássica,* Universidade Aberta, Lisboa, 1992.

CAMÕES, Luís de, *Os Lusíadas,* Porto, 1910.

CASTANHEDA, Fernão Lopes de, *História do Descobrimento e Conquista da Índia pelos Portugueses,* 2 vols. Porto, 1979.

COPANS; Jean *et al*, *Antropologia-Ciência das Sociedades Primitivas?*, Edições 70, Lisboa, 1974.

COSTA, Cristóvão da, *Tratado das Drogas e Medicinas das Índias Orientais,* Lisboa, 1961.

COUTO, Diogo do, *Ásia*, Clássicos Sá da Costa, 2 vols., Lisboa, s/d.

ENCICLOPÉDIA EINAUDI, "Anthropos", Imprensa Nacional-Casa da Moeda, vol. 5, Lisboa, 1985.

FONSECA, Branquinho da, *As Grandes Viagens Portuguesas*, Lisboa, 1966.

LEVI-STRAUSS, Claude, *Le regard éloigné,* Paris, 1983.

LIMA, Mesquitela, "Tentativa de construção de um modelo (teórico) para análises sócio-antropológicas em literatura oral, popular e tradicional", *Revista de Ciências Sociais e Humanas* da UNL, n.º 10, Lisboa, 1977.

MERCIER, Paul, *História da Antropologia,* Teorema, Lisboa, 1984.

ORTA, Garcia d', *Colóquios dos Simples e Drogas da Índia*, 2 vols., Lisboa, 1891-1895.

PINTO, Fernão Mendes, *Peregrinação,* Imprensa Nacional-Casa da Moeda, Lisboa, 1988.

POUILLON, *Race et histoire,* Paris, 1967.

SARAIVA, António José, e LOPES, Óscar, *História da Literatura Portuguesa*, Porto Editora, 16.ª edição, Porto, s/d.

ZURARA, Gomes Eanes de, *Crónica da Guiné,* ed. de A. J. Dinis, Agência-Geral das Colónias, Lisboa, 1949.

—, *Crónica da Tomada de Ceuta*, Clássica Editora, Lisboa, 1942.

Notas

[1] Gomes Eanes de Zurara, *Crónica da Guiné*, Lisboa, 1949, cap. LXXX.
[2] Gomes Eanes de Zurara, *Crónica da Tomada de Ceuta*, introdução, selecção e notas de Alfredo Pimenta, Lisboa, 1942.
[3] Id., *ibid.*, cap. LXXXI.
[4] Ilha do Inferno, actual ilha de Tenerife.
[5] Mesquitela Lima, "Tentativa de construção de um modelo (teórico) para análises socio-antropológicas em literatura oral, popular e tradicional", in *Revista da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas*, n.º 10, Lisboa, 1977, p. 215.
[6] Luís Filipe Barreto, *Caminhos do Saber no Renascimento Português, Estudos de História e Teoria Cultural*, Lisboa, 1985, p. 19.
[7] *ENCICLOPÉDIA EINAUDI*, "Anthropos", Lisboa, 1985, p. 22.
[8] Branquinho da Fonseca, *As Grandes Viagens Portuguesas,* 2.ª ed., Lisboa, 1966.
[9] São raros os exemplares desta Cartilha, sendo uma das existentes pertença da Biblioteca da Cartuxa de Évora.
[10] Maria Leonor Carvalhão Buescu, *Literatura Portuguesa Clássica,* Lisboa, 1992, p. 47.
[11] Id., *ibid.*, p. 54.
[12] Jean Copans *et al.*, *Antropologia – Ciência das Sociedades Primitivas?,* Lisboa, 1977, pp. 22-23.
[13] Paul Mercier, *História da Antropologia*, Lisboa, 1984, p. 30.
[14] João de Barros, *Ásia: décadas,* 9 vols., Lisboa, 1777-1778.
[15] Diogo do Couto, *Ásia*, 2 vols., Lisboa, s/d.
[16] Fernão Lopes de Castanheda, *História do Descobrimento e Conquista da Índia pelos Portugueses*, 2 vols., Porto, 1979.
[17] Luís de Camões, *Os Lusíadas,* edição comentada por Epifânio da Silva Dias, Porto, 1910.
[18] Luís Filipe Barreto, *op. cit.*, p. 196.
[19] Claude Levi-Strauss, *Le regard éloigné,* Paris, 1983, p. 44.
[20] Fernão Mendes Pinto, *Peregrinação,* Lisboa, 1988.
[21] António José Saraiva e Óscar Lopes, *História da Literatura Portuguesa*, 16.ª ed., Porto, s/d., p. 304.
[22] Maria Leonor Carvalhão Buescu, *op. cit.*, pp. 117-118.
[23] Pouillon, *Race et histoire*, Paris, 1967, pp. 92-93.
[24] Cristóvão da Costa, *Tratado das Drogas e Medicinas das Índias Orientais,* Lisboa, 1961.
[25] Luís Filipe Barreto, *op. cit.* pp. 192-193.
[26] Garcia d´ Orta, *Colóquios dos Simples e Drogas da Índia*, 2 vols., Lisboa, 1891-1895.

Os Oceanos
(página de internet)

Trabalho realizado por:
• *Eduardo José Rocha Medeiros*

Universidade de Lisboa
Faculdade de Letras/Departamento de Geografia



Para visualizar este trabalho, visite:
http://oceanosinfo.no.sapo.pt

Impacto da Carga Humana e Limites Sustentáveis na Praia de Faro

Trabalho realizado por:
• *Gonçalo Dias Aleixo Viegas*

Universidade do Algarve
Faculdade de Ciências do Mar e Ambiente

INTRODUÇÃO

1 – Âmbito do trabalho

O presente trabalho baseia-se num estudo de quase um ano, realizado no Parque Natural da Ria Formosa, no âmbito de um estágio final de curso da Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas. Neste trabalho apenas estão desenvolvidas algumas das questões que, naturalmente, estarão descritas no relatório final de estágio, ainda não apresentado na Universidade do Algarve.

Pretende-se, essencialmente, aferir o "estado de saúde" da Praia de Faro e medir os impactos associados à carga humana que acede a este sistema natural, fornecendo indicadores até agora inexistentes. Estes dados têm importância para os gestores costeiros, na medida em que ficam munidos de uma ferramenta conceptual que serve de base e que se pode revelar extremamente útil nas opções políticas.

Há uma necessidade urgente de defesa e salvaguarda da Praia de Faro e dos seus habitantes e de mudança de atitudes e consciência ambiental dos milhares de pessoas que, principalmente no Verão, acedem a este local em pleno Parque Natural da Ria Formosa.

2 – O Parque Natural da Ria Formosa

A Área Protegida do Parque Natural da Ria Formosa foi criada pelo Decreto-Lei nº 373/87, de 9 de Dezembro, que surgiu na sequência da criação da Reserva Natural da Ria Formosa (Decreto-Lei nº 45/78, de 2 de Maio).

O Parque Natural da Ria Formosa (PNRF) foi criado mais tarde, pelo Decreto Regulamentar nº 2/91, de 24 de Janeiro. O seu Plano de Ordenamento (POPNRF) encontra-se regulamentado pelo Decreto-Lei nº 19/93, de 23 de Janeiro.

Neste momento o POPNRF encontra-se em revisão, sendo apresentado no próximo ano, ano em que o Parque Natural celebra 25 anos de existência.

O Parque Natural da Ria Formosa é uma referência internacional, sendo uma importante zona húmida de aves migratórias. Particularmente por essa razão, está incluído na Rede Natura 2000, ao abrigo da Directiva 79/409/CEE (Directiva Aves), adoptada em Abril de 1979, que visa a protecção das aves migratórias, e da Directiva 92/43/CEE (Directiva Habitats), cujo objectivo é a conservação dos habitats naturais e da fauna e flora selvagens.

3 – Praias com uso balnear em áreas protegidas e no PNRF

A missão de um parque natural, na defesa e conservação da natureza, nem sempre é fácil, havendo conflitos diversos que impedem a concretização dos objectivos que levaram à sua criação. As zonas costeiras sofrem hoje uma grande pressão devido à diversidade de actividades económicas e sociais que ali se pretendem localizar.

Existem na extensa faixa costeira de cerca de 60 km do PNRF 25 praias de uso balnear (estando contemplados o lado-Ria e o lado-mar), sendo a Praia de Faro a mais procurada e a que apresenta os mais graves problemas a diversos níveis.

A nível de ordenamento do território das ilhas-barreira, ou em particular da Praia de Faro, poderá dizer-se que não houve nunca nenhuma estratégia bem definida e "amadurecida" para o desenvolvimento do local. Pelo contrário, tem-se assistido a um certo desleixo ao longo dos tempos e a sucessivos erros de gestão desta zona costeira, o que só permitiu que hoje se assista a um desenvolvimento desordenado e a um mal-estar instalado, tanto da população como das pessoas que usufruem da praia.

4 – O problema da Praia de Faro – a praia mais utilizada do PNRF

Segundo Dias (1990), a degradação antropogénica das formas costeiras naturais afecta o litoral já debilitado pela elevação do nível do mar e pela diminuição do abastecimento de sedimentos.

Na Praia de Faro destacam-se duas acções degradativas das estruturas naturais: o pisoteio das dunas e a construção no topo das dunas. O pisoteio destrói o coberto vegetal, o que leva ao aparecimento de cortes eólicos e facilita os galgamentos oceânicos.

As construções implantadas nas dunas da Praia de Faro, para além de terem destruído a própria estrutura dunar, aumentam as cargas exercidas e induzem vibrações conducentes a movimentos de massa (Dias, 1990). Para além disso, retêm sedimentos na zona onde estão localizadas, sofrendo por isso maior acção erosiva (não há reposição do sedimento retirado).

Nas tempestades de inverno, os galgamentos são frequentes, chegando a atingir em algumas zonas a parte central da Praia de Faro (estrada, parques de estacionamento e habitações). Todos os anos se encontram em risco de derrocada várias dezenas de habitações.

No Verão é a carga balnear que avoluma os problemas: cerca de 10 000 pessoas/dia provocam o pisoteio das dunas; o tráfico automóvel provoca o congestionamento da ponte e uma ocupação do interior da ilha completamente caótica – os

veículos ultrapassam em grande escala os locais destinados ao estacionamento, bloqueando ou ocupando vias pedonais, ou até mesmo a principal via de acesso; a imensa poluição atmosférica produzida no "pára-arranca" inevitável para sair da praia (típico de circuitos urbanos), o que leva a um desmedido consumo de energia (i. e., combustível).

A produção de esgotos e de RSUs (resíduos sólidos urbanos) torna-se também cada vez mais preocupante. De tal forma que numa outra ilha-barreira está em curso a construção de uma pequena ETAR. O marisqueio nas margens da praia (do lado da Ria) é praticado por centenas de pessoas, que, nas marés mais baixas, reduzem significativamente os *stocks* de bivalves.

5 – Metodologia adoptada para a análise do problema

Foram escolhidos quatro locais na Praia de Faro, de modo a concentrar o esforço da análise de alguns aspectos biofísicos da praia com mais atenção.

Calculou-se o índice de vulnerabilidade do cordão dunar com base na observação do sistema dunar, usando o método de *checklist* desenvolvido por Dias *et al.* (1994). Foram ainda considerados dados relativos aos perfis de praia e de susceptibilidade à erosão costeira obtidos para os mesmos quatro locais da praia por Pires (2000) e Martins (1997), respectivamente.

Finalmente, realizaram-se várias campanhas de contagens, que permitiram quantificar a carga balnear da Praia de Faro.

Com base na avaliação de todo o sistema, foram feitas algumas propostas para uma melhor gestão desta zona costeira.

DESENVOLVIMENTO

1 – Caracterização da Praia de Faro

1.1 – Geográfica

A Praia de Faro localiza-se na Península do Ancão, a qual constitui o extremo ocidental do sistema de ilhas-barreira da Ria Formosa. A zona do Ancão, onde começa esta península, limita o sector oriental de uma extensa faixa de arribas que se estende desde Olhos-de-Água ao Garrão.

A Península do Ancão (fig. 1), situada entre os paralelos 37° 03´e 36° 58´ norte e os meridianos 7° 57´ e 8° 02´ oeste, tem

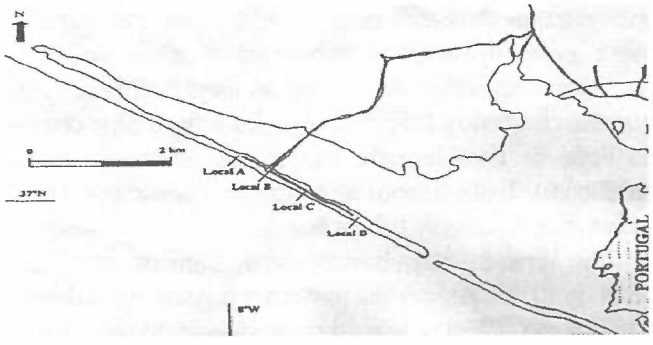


Fig. 1 – Localização da área de estudo (adaptado de Martins,1997).

orientação noroeste-sudeste e cerca de 10 km de comprimento. A este desta península, desenvolvem-se as restantes cinco ilhas-barreira da Ria Formosa, que terminam na Península de Cacela, a qual delimita e encerra o sistema lagunar.

1.2. – Geomorfológica

O Algarve possui três grandes unidades morfológicas, de norte para sul: a serra, o barrocal e o litoral.

A zona central e oriental do Algarve, ao contrário do oeste, é essencialmente anamórfico, onde extensas praias com dunas predominam, como é o caso da Península do Ancão (Martins, 1997).

Segundo Dias (1988), as areias que abastecem o sistema de ilhas-barreira da Ria Formosa são provenientes da erosão do sector de arribas entre Quarteira e o Ancão, contribuindo com cerca de 30 000 m^3/ano a 50 000 m^3/ano (Correia *et al.*, 1997), porque para nascente da extremidade ocidental deste sector a deriva litoral é interrompida principalmente pelos esporões de Vilamoura e Quarteira, e ainda as provenientes da plataforma continental adjacente.

Consideram-se ainda mais duas fontes: a deriva litoral proveniente de este e as descargas fluviais das bacias hidrográficas, tendo esta última um reduzido contributo.

1.3. – Clima

O litoral algarvio apresenta condições climáticas especiais, devido ao efeito moderador do Atlântico e à protecção oferecida pelas serras. O desenvolvimento este-oeste das serras serve de abrigo aos ventos e à precipitação dos quadrantes norte. Se no Verão o clima litoral meridional do Algarve é influenciado pelas brisas marítimas diurnas que amenizam as temperaturas, no Inverno, as serras de Monchique e do Caldeirão, que limitam os efeitos de massas de ar polar continental frio e seco, abrigam a faixa litoral da nortada que caracteriza, de forma geral, a faixa costeira ocidental.

O Parque Natural da Ria Formosa situa-se no domínio bioclimático mediterrâneo (Ribeiro, 1988).

A caracterização macroclimatológica da Praia de Faro é apoiada nos registos da estação climatológica de Faro/Aeroporto, a qual é representativa das condições climáticas médias ocorrentes na área, sendo o período estudado correspondente à normal climatológica de 1951-1980 (INMG, 1991).

Temperatura

No que respeita à temperatura média do ar, o clima é temperado, com valores que variam entre 10,0°C e 20,0°C – na estação climatológica Faro/Aeroporto, a temperatura média anual registada é de 17,0°C.

Em Janeiro, no mês mais frio, regista-se uma temperatura média de 12,0°C, sendo a correspondente ao mês mais quente (Agosto) de 23,2°C.

A temperatura média máxima atingida em Agosto é

28,9°C, enquanto que a correspondente do mês mais frio (Janeiro) atinge 7,9°C.

O Verão é quente, tendo 103 dias com temperaturas máximas superiores a 25°C. A temperatura máxima registada foi de 39,8° (Julho) (Daveau, 1985).

Precipitação

Os valores médios anuais de precipitação situam-se próximos dos 500 mm, valor limite entre um clima moderadamente chuvoso (500 mm a 1000 mm) e um clima semiárido (250 mm a 500 mm).

Na estação climatológica de Faro/Aeroporto, o valor médio anual da quantidade de precipitação é de 513,6 mm. Julho e Agosto são os meses mais secos do ano, com quantitativos de 0,3 mm e 4,8 mm, respectivamente.

O mês de Setembro, com quantitativo de precipitação mais elevado (14,3 mm), assinala a transição para o período chuvoso, que se inicia verdadeiramente no mês seguinte (PROCESL, 1999).

Regime de ventos

No litoral meridional do Algarve sente-se a nortada que, diminuindo a sua intensidade de oeste para leste, não se faz praticamente sentir na Praia de Faro. Na estação climatológica de Faro/Aeroporto, os rumos dominantes são de oeste (20,9 %) e noroeste (17,3 %), seguindo-se os rumos sudoeste (13 %) e este (12,6 %).

Nos meses de primavera e de verão, os ventos de oeste e sudoeste são mais frequentes. Se em Março, Abril e Agosto são os ventos de noroeste os mais frequentes, no final do Verão, Outono e Inverno são os de este.

Ventos com velocidade superior a 36 km/h ocorrem em 9 dias por ano, sendo a velocidade média do vento de 13,2 km/h.

As maiores velocidades médias registadas ocorrem nos rumos este (16,6 km/h), oeste (16,2 km/h) e sudoeste (16,1 km/h).

No Sotavento algarvio, é característico o vento de levante. Sopra de este ou sudeste, desde a Primavera até ao Outono, estando a sua ocorrência no Verão associada a valores de temperatura muito elevados. Este vento pode persistir vários dias, decrescendo a velocidade durante a tarde e aumentando durante a noite, sendo as maiores velocidades registadas de manhã. O vento de levante, que se encontra associado à persistência de vento forte de sudeste no estreito de Gibraltar, leva à formação de ondulação que pode atingir 4 m a 5 m de altura (PROCESL, 1999).

1.4 – Hidrologia

Agitação marítima

O clima de agitação marítima e o vento são os principais factores condicionantes dos processos verificados na Praia de Faro, existindo uma clara condicionante sazonal destes agentes (Ferreira *et al.*, 1997).

A onda incidente do Verão marítimo (de Abril a Setembro) tem a altura significativa média de 0,78 m, sendo a do Inverno marítimo (de Outubro a Março) de 1,15 m (IH/LNEC, 1994).

Durante o Inverno são frequentes ondulações altas, sendo relativamente comum a presença de ondas maiores do que 3 m de altura (Pires, 2000).

Ainda segundo o mesmo autor, os maiores temporais possuem em geral rumos provenientes de sudoeste, sendo a direcção predominante das ondas de oeste e sudoeste (68%) enquanto que as ondas provenientes de sudeste (levante) apenas ocorrem cerca de 25% (IH/LNEC, 1994).

Marés

O regime de marés na região da Ria Formosa é do tipo semidiurno (2 preia-mares e 2 baixa-mares diárias), sendo a amplitude variável entre menos de 1 m (marés mortas) e 3,3 m (marés vivas) (Andrade, 1990), pelo que pode ser situado no domínio mesotidal elevado (Ferreira *et al.*, 1997).

Correntes

As correntes de circulação geral têm pouca influência nos fenómenos sedimentares do litoral, enquanto que a deriva litoral é gerada pela rebentação das ondas e das correntes de maré, desempenhando um papel fundamental.

1.5 – Geologia

Em termos geológicos, a Ria Formosa é uma formação recente, datando do período do Holocénico. De um modo geral, distinguem-se duas formações litológicas dominantes: as aluviões fluviomarinhas (sapal) e as dunas litorais e areias eólicas que constituem o cordão litoral (PROCESL, 1999).

As areias de duna e areias de praia constituem a grande parte do sistema de ilhas-barreira da Ria Formosa. Às areias de duna estão associadas as areias de praia, as quais constituem a principal fonte de abastecimento das primeiras (PROCESL, 1999).

Granulometria

Liu *et al.* (1989) defendem que os tamanhos dos grãos de areia são consequência de uma resposta de equilíbrio ao regime hidrodinâmico do ambiente costeiro.

O diâmetro médio dos grãos na Praia do Ancão (também situada na Península do Ancão) é de 1 f, e se a variação mensal do diâmetro médio dos sedimentos é bastante reduzida para a duna e a alta praia, na média praia varia entre 0,8 f e 1,2 f (Teixeira, 1986). Amostragens de sedimento realizadas na Praia de Faro por Pires (2000) revelaram valores de 0,58 mm (0,81 f) para a duna e para a alta praia, 0,61 mm

(0,73 f) para a média praia e 0,95 mm (0,086 f) para a baixa praia.

Sismicidade e neotectónica

Para efeitos de quantificação da acção dos sismos considera-se o País dividido em quatro zonas, que por ordem decrescente de sismicidade são designadas por A, B, C e D. Os concelhos de Loulé e de Faro encontram-se incluídos na zona sísmica A, de maior risco sísmico.

Junto ao extremo ocidental da Península do Ancão, encontra-se uma falha activa certa com tipo de movimentação desconhecido que apresenta orientação geral noroeste-sudeste. Esta falha inicia-se próximo de S. Brás de Alportel, atravessa a cidade de Faro e continua pela Ria Formosa na direcção da Barra de S. Luís (entre a Península do Ancão e a Ilha da Barreta).

De referir ainda a existência de um pequeno diapiro activo, provável, a nordeste de Faro (PROCESL, 1999).

1.6 – Biologia

A Praia de Faro encontra-se bastante deteriorada, do ponto de vista ambiental. Em muitas zonas desta praia não existe cordão dunar, que, ao ser praticamente arrasado, foi dando lugar a inúmeras habitações. Assim sendo, não é fácil uma análise dos habitats uma vez que as comunidades não se encontram totalmente desenvolvidas, ou simplesmente já não existem. Mesmo assim, tentou fazer-se uma correspondência ao habitat primordial da praia, ainda anterior à intensa (e histórica) ocupação humana. Posteriormente, e ainda segundo a mesma lógica, fez-se uma correspondência aos habitats da Praia de Faro, obtendo-se desse modo uma fauna associada.

Flora

A Praia de Faro contempla quatro habitats que, segundo a Directiva Habitats, são os seguintes:

Habitat 1210 – Vegetação anual da zona intertidal
CAKILETEA INTERGRIFOLIAE R. Tx. & Preising *in* R. Tx. 1950 *corr.* Rivas-Martínez, Costa & Loidi 1992
Salsolo kali – Cakiletum maritimae Costa & Monsanet 1981 *corr.* Rivas-Martínez, Costa & Loidi 1992. Vegetação pioneira halonitrófila mediterrânica.

Habitat 2110 – Dunas móveis embrionárias
AMMOPHILETEA Br.-Bl. & R. Tx. 1943
Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis R. Tx. *In* Br.-Bl. & R. Tx. 1952 *nom. mut.* Comunidade formada pela gramínea rizomatosa *Elymus farctus* ssp. *Boreali-atlanticus* acompanhada por poucas espécies psamofílicas litorais.

Habitat 2120 – Dunas móveis do cordão litoral com *Ammophila arenaria* (dunas brancas)
AMMOPHILETEA Br.-Bl. & R. Tx. 1943
Loto cretici – Ammophiletum australis (Rivas Goday & Rivas-Martínez 1958) Rivas-Martínez 1964. Vegetação das cristas dunares a sul do Tejo.

Habitat 2130 – Dunas fixas com vegetação herbácea (dunas cinzentas)
AMMOPHILETEA Br.-Bl. & R. Tx. 1943
Artemisio crithmifoliae-Armerietum pungentis Rivas Goday & Rivas-Martínez 1958. Vegetação dunar camefítica a sul do Tejo.

Fauna

Como referido anteriormente, a artificialização da área de estudo expulsou a maior parte da fauna própria destes lugares. Apresenta-se de seguida a lista de fauna descrita por Lopes (1998) e PROCESL (1999) para a Praia de Faro, fazendo referência aos répteis, anfíbios e mamíferos, e às aves e peixes, respectivamente.

Anfíbios
Bufo calamita (Laurenti) – sapo corredor.
Discoglossus galganoi (Otth) – discoglosso.
Pelobates cultripes – sapo de unha negra.
Pelodytes punctatus – sapinho de verrugas verdes.

Répteis
Acanthodactylus erythrurus (Schinz) – lagartixa de dedos denteados.
Blanus cinereus (Vandelli) – cobra cega.
Chalcides bedriagal (Bosca) – cobra de pernas pentadáctila.
Chamaeleo chamaeleon (L.) – camaleão.
Coronella girondica (Daudin) – cobra bordalesa.
Lacerta lepida (Daudin) – sardão.
Podarcis bocagei (Seoame) – lagartixa de bocage.
Podarcis hispanica (Steindachner) – lagartixa ibérica.
Psammodromus algirus (L.) – lagartixa do mato
Psammodromus hispanicus (Fitzinger) – lagartixa do mato ibérica.
Vipera latastei (Bosca) – víbora cornuda.

Peixes
Syngnathus acus – cavalo-marinho.
Syngnathus abaster – cavalo-marinho.
Syngnathus typhle – cavalo-marinho.
Nerophis ophidion – cavalo-marinho.
Hippocampus hippocampus – cavalo-marinho.
Hippocampus ramelosus – cavalo-marinho.
Atherina presbyter – peixe-rei.
Blennius gattorugine – arremata.
Gobius niger – alcabroz.
Symphodus cinereus – bodião.
Symphodus bailloni – bodião.

Aves
Phalocrocorax carbo (L.) – corvo marinho de faces brancas.
Ardea cinerea (L.) – garça-real.

Falco peregrinus (Tunst) – falcão-peregrino.
Haematopus ostralegus (L.) – ostraceiro.
Glareola pratincola (L.) – perdiz-do-mar.
Charadrius alexandrinus (L.) – borrelho de coleira interrompida.
Pluvialis apricaria (L.) – tarambola dourada.
Vanellus vanellus (L.) – abibe.
Arenaria interpres (L.) – rola-maı.
Calidris alba (Pall.) – pilrito de areia.
Limosa lapponica (L.) – fuselo.
Numenius arquata (L.) – maçarico-real.
Numenius phaeopus (L.) – maçarico-galego.
Larus argentatus (Pontopp.) – gaivota argêntea.
Larus canus (L.) – gaivota parda.
Larus fuscus (L.) – gaivota de asa escura.
Larus marinus (L.) – gaivota grande.
Larus melanocephalus (Temm.) – gaivota do Mediterrâneo.
Larus minutus (Pall.) – gaivota pequena.
Larus ridibundus (L.) – guincho.
Sterna albifrons (Pall.) – gaivina anã.
Sterna hirundo (L.) – andorinha-do-mar.
Sterna sandvicensis (Lath.) – garajau.
Asio flammeus (Pontopp.) – coruja do nabal.
Upupa epops (L.) – poupa.

Mamíferos

Crocidura russula (Hermann) – musaranho de dentes brancos.
Crocidura suaveolens (Pallas) – musaranho.
Martes foina – fuinha.
Mus musculus (L.) – rato caseiro.
Mus spretus (Lataste) – rato das hortas.
Mustela nivalis (L.) – doninha.
Mustela putorius (L.) – toirão.
Rattus norvegicus (Berkenhaut) – ratazana de água.
Rattus rattus (L.) – rato.
Vulpes vulpes (L.) – raposa.

1.7 – Actividades humanas

Os primeiros utilizadores das ilhas-barreira eram pescadores e estavam ligados aos arraiais de pesca da sardinha. Segundo Bernardo *et al.* (2002), os primeiros registos, de que há conhecimento, de habitantes nascidos nas Ilhas da Armona e Culatra referem-se a 1891 e 1889, respectivamente, desconhecendo-se registos semelhantes para a Praia de Faro.

As primeiras casas para fins balneares na Praia de Faro surgiram no início do século passado, mas ainda na margem do lado da Ria. Depois, já em 1956, dá-se a desanexação do domínio público marítimo (DPM), a favor da Câmara Municipal de Faro, de uma vasta área da ilha. O ritmo da construção acelera, surgindo várias casas, que se vão situando cada vez mais próximas do mar. A crista da duna é arrasada para permitir a construção de uma larga estrada alcatroada, à volta da qual vão assentar construções mais pesadas e com fundações mais profundas.

Foi também construída uma ponte que permite o acesso a veículos, da zona terrestre à Praia de Faro. O primeiro efeito nefasto da ponte foi o corte do esteiro e uma rápida modificação da circulação das águas da Ria, outrora muito produtivas em todas as zonas da praia. Nos dias de hoje, a ponte é responsável por enormes filas de trânsito, que se avolumam no interior da praia (principalmente nos meses balneares).

Posteriormente à construção da ponte, e já no decorrer das últimas décadas, a autarquia procedeu à instalação de electricidade, água canalizada e esgotos.

Na Praia de Faro, a protecção do cordão dunar só teve lugar em 1987, aquando da colocação das primeiras paliçadas. Mais tarde, recorreu-se a este processo para proteger determinadas zonas da praia. Já em 1997, fez-se a abertura de uma nova Barra do Ancão devido ao assoreamento acelerado da barra então existente, que agora se encontra totalmente colmatada. Após uma rigorosa tempestade de inverno, a autarquia de Faro colocou (1998) um enrocamento ao longo de uma extensão de cerca de 200 m, coincidente com a crista da duna. Situado no lado poente da praia, este enrocamento tinha o objectivo de proteger as primeiras fiadas de habitações que ameaçavam derrocada eminente. Um parecer efectuado à informação nº 53/98 do ICN informa que este enrocamento tem orientação desfavorável relativamente ao processo erosivo, o que favorece as acções associadas à obliquidade da agitação local mais energética.

Já em 2000, procedeu-se a dragagens da Ria (junto à ponte da Praia de Faro), com posterior reposição de dragados para reforço do cordão dunar, e em 2001, deu-se a implantação de um passadiço, logo após o final da estrada alcatroada, no lado nascente da praia.

1.8 – Instrumentos do ordenamento do território com incidência na Praia de Faro

Plano de Ordenamento do Parque Natural da Ria Formosa (POPNRF)

A Área Protegida do Parque Natural da Ria Formosa foi criada pelo Decreto-Lei nº 373/87, de 9 de Dezembro, surgindo na sequência da criação da Reserva Natural da Ria Formosa (Decreto-Lei nº 45/78, de 2 de Maio).

Plano Regional de Ordenamento do Território do Algarve (PROTAL)

O Plano Regional de Ordenamento do Território do Algarve (PROTAL) foi aprovado pelo Decreto Regulamentar nº 11/91, de 21 de Março, e rectificado pela Declaração de Rectificação nº 145/91, de 26 de Junho. Actualmente, encontra-se em revisão.

Plano Director Municipal (PDM)

O PDM de Faro e o PDM de Loulé foram aprovados pelas Resoluções do Conselho de Ministros nº 174/95, de 19 de Dezembro, e nº 81/95, de 24 de Agosto, respectivamente.

Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC)

O POOC de Vilamoura-Vila Real de Santo António já foi elaborado, mas ainda não está aprovado. Contempla

algumas intervenções possíveis para a Praia de Faro, mas só o permite após a realização de um Plano de Pormenor para a Unidade Operativa de Planeamento e Gestão (UOPG) da Praia de Faro.

Domínio público marítimo (DPM)

Esteve em vigor até 1956, data a partir da qual a Praia de Faro foi desafectada do DPM, pelo Decreto-Lei nº 40 718, de Agosto de 1956.

Domínio privado do Estado

Aplicado às áreas desafectadas do domínio público marítimo para desenvolvimento de núcleos urbanos.

Rede Natura 2000

A Rede Natura 2000 vai ao encontro da política de conservação da natureza da União Europeia, à qual todos os Estados-Membros estão obrigados, tendo por base a Directiva 79/409/CEE (Directiva Aves), adoptada em Abril de 1979, que visa a protecção das aves migratórias, e a Directiva 92/43/CEE (Directiva Habitats), adoptada em Maio 1992, com o objectivo de conservação dos habitats naturais e da fauna e flora selvagens.

O principal objectivo da Rede Natura 2000 é a criação de uma rede ecologicamente coerente de áreas protegidas constituída por zonas de protecção especial (ZPE) destinadas a conservar as espécies e subespécies de aves da Directiva Aves e zonas especiais de conservação (ZEC) que visam conservar os habitats, animais e plantas da Directiva Habitats.

2 – Caracterização do uso da Praia de Faro

Análise da pressão humana sobre o território e identificação de alguns factores de degradação ambiental

Entre os factores de degradação ambiental que actuam na Praia de Faro, podem-se destacar os seguintes: o pisoteio, a construção no topo das dunas, o tráfico automóvel (e a poluição atmosférica associada). Os resíduos (RSUs produzidos nos meses balneares) e as capturas (a sobrexploração dos *stocks* pelo marisqueio) são outros factores importantes, mas não quantificados pelo trabalho.

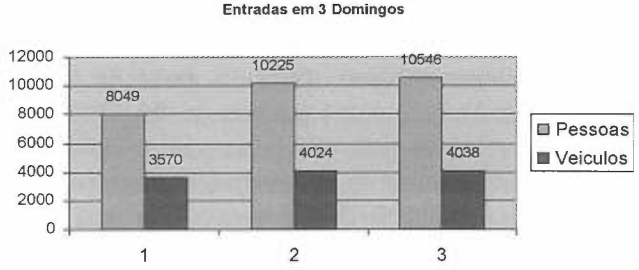
O pisoteio, como foi anteriormente referido, destrói o coberto vegetal da estrutura dunar, levando ao aparecimento de cortes dunares. Mais tarde (geralmente no Inverno), ocorrem galgamentos nas zonas mais frágeis da duna, onde existem os cortes eólicos. O pisoteio é bem visível em todas as zonas da praia. Toda a zona contígua à estrada alcatroada é claramente a mais afectada. As fiadas de casas mais próximas do mar têm geralmente pequenas passadeiras, caminhos ou escadas, que acedem directamente para o cordão dunar. Não há restrições para o uso destes pequenos acessos à praia. Há, porém, algumas zonas com paliçadas, tendo em vista a recuperação do cordão dunar. As que se situam no centro da praia estão já num elevado estado de deterioração. Não há sequer placas informativas sobre a importância das dunas. A maior parte dos turistas não entende, pois, a verdadeira razão da existência destas estruturas de defesa, servindo-se das mesmas para os mais diversos usos – como para campismo, para guardar material (mochilas, bicicletas, etc.) –, sintoma do baixo nível de sensibilização ambiental da população flutuante.

A construção é outro grave problema desta praia. Muitas das casas encontram-se no cordão dunar, o que provoca inevitavelmente a destruição das estruturas naturais originais. Ainda assim, e como se não bastasse, são estas casas as primeiras afectadas e em risco, na ocorrência de tempestades. Neste momento, a praia tem várias dezenas de casas da zona central em risco de derrocada eminente. Para além disso, existem ainda dois núcleos de habitações frágeis e clandestinas nas extremidades nascente e poente da praia habitadas por pescadores. A construção na Praia de Faro já chegou ao limite há muito tempo e excede a capacidade natural do sistema. O tráfico automóvel tem um efeito particularmente nocivo no Verão, quando grandes cargas balneares acedem ao sistema natural.

Pode não haver constatações válidas, em geral, em relação à capacidade de carga. Mas é certo que as estradas, carros, parques automóveis, hotéis, restaurantes e lojas, entre outros equipamentos, além de mostrarem o nível de desenvolvimento da área, têm um limite físico inegável (N. Mira & N. Gomes, 2002; H. Coccosis & P. Nijkamp, 1995). Para entender correctamente e saber controlar esse crescimento, é importante conhecer e quantificar as características inerentes à praia (N. Mira & N. Gomes, 2002).

Com base nas contagens realizadas no Verão, foi possível quantificar a carga balnear da Praia de Faro e, qualitativamente, distinguir diferentes cargas, como seja, as induzidas por pessoas e carros. Os dados são relativos a três domingos do Verão passado (8 de Junho, 4 de Agosto e 11 de Agosto), sendo o domingo o dia da semana com mais afluência de pessoas.

No gráfico 1 pode-se também concluir que a capacidade para o estacionamento de veículos automóveis se encontra lotada, razão pela qual se pode verificar um aumento do número de pessoas e, não, um aumento (significativo) do número de carros.



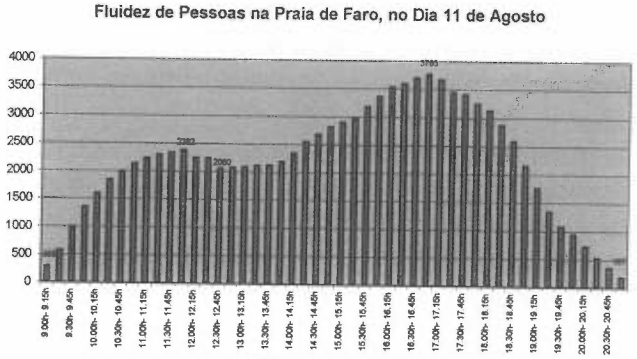
Gráf. 1 – O gráfico demonstra a relação entre as diferentes cargas (pessoas e veículos). É visível um aumento contínuo das cargas balneares, do 1º domingo (em Junho) para o 3º domingo (em Agosto).

Do mesmo modo, foi possível quantificar os períodos do dia em que se registavam as cargas máximas (tab. 1), o que se verificava geralmente no período da tarde, próximo das 16.30h.

Domingos 3 dias	Máx. no Sistema			Total
	08-Jun	04-Ago	11-Ago	
Nº de automóveis	745	887	958	**2590**
Nº de motociclos	62	129	136	**327**
Nº de bicicletas	22	63	40	**125**
Nº de pessoas	1970	3299	3765	**9034**

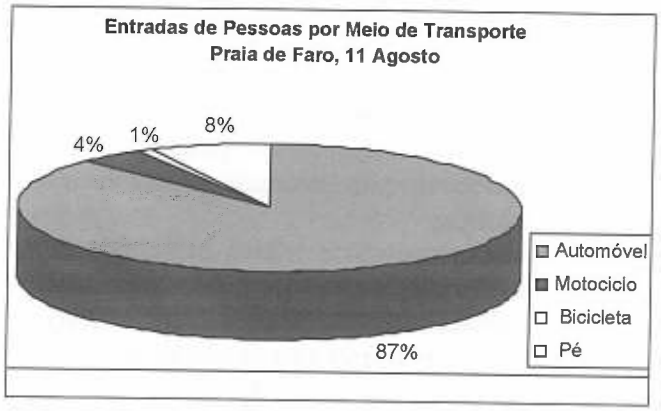
Tab. 1 – A tabela apresenta os máximos registados da carga no sistema, destacando-se o dia 11 de Agosto, que foi o dia com maior carga no Verão passado.

O padrão de distribuição das entradas (tanto de pessoas, como de carros) ao longo do dia é muito semelhante para todos os domingos, havendo dois picos de carga: 2382 pessoas às 11.45h e 3765 pessoas às 16.30h (gráf. 2).



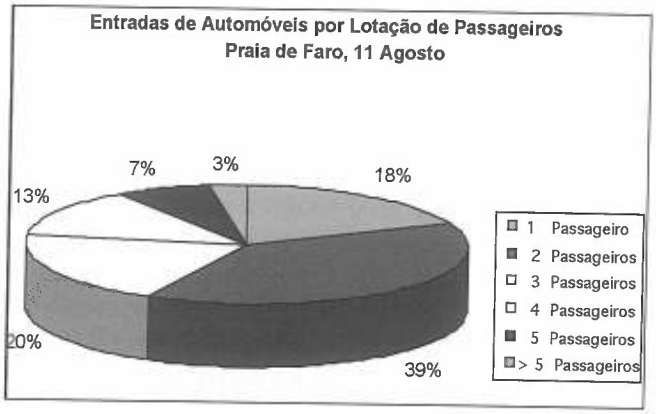
Gráf. 2 – Gráfico representativo da fluidez de pessoas na Praia de Faro para o dia 11 de Agosto de 2002, com o período do dia monitorizado das 9h às 21h.

Verificou-se também (gráf. 3) que havia uma clara preferência pelo automóvel como meio de transporte (87%), seguido pelas pessoas que atravessam a ponte a pé (grande parte proveniente do autocarro), que representam 8%. Os motociclos (4%) e as bicicletas (1%) são os meios menos utilizados para aceder à praia.



Gráf. 3 – Representação gráfica das entradas de pessoas por meio de transporte na Praia de Faro, no dia 11 de Agosto.

Do mesmo modo se pôde concluir que o veículo automóvel que entra na Praia de Faro (gráf. 4) transporta 2 passageiros em 39% das ocasiões. Segue-se o transporte de 3 passageiros (20%), 1 passageiro (18%), 4 passageiros (13%) e 5 passageiros (7%). Todos os veículos sobrelotados ou com lotação superior a 5 passageiros representam 3% das ocasiões.



Gráf. 4 – Entradas de automóveis por lotação de passageiros no dia 11 de Agosto de 2002.

Relativamente à análise de vulnerabilidade do cordão dunar, dos quatro locais escolhidos verificou-se que o local B (em frente ao parque de estacionamento central da ponte) não tem sequer duna. [A análise da morfologia da praia e da susceptibilidade da Praia de Faro à erosão costeira por Martins (1997) encontra-se nos anexos.] Assim sendo, a tabela 2 apresenta os resultados dos índices de vulnerabilidade do cordão dunar (IVCD) (calculados em 2002) dos restantes locais, acrescentando ainda os valores de Pires (2000) das cotas do topo do cordão dunar e do pendor médio da face alta da praia.

Local	Cotas do topo do cordão dunar (m ZH)	Pendor médio	Índice de vulnerabilidade
Local A	10,2	0,120	47%
Local B	6,7	0,117	–
Local C	7,4	0,115	63%
Local D	8,2	0,127	61%

Tab. 2 – Pendor médio do perfil da face alta da praia e cotas do topo do cordão dunar e respectivo IVCD, para os quatro locais de estudo.

Rapidamente se conclui que a face alta da praia tem um pendor médio muito reduzido e quase uniforme para todas as zonas da praia.

Constata-se então que é muito fácil ocorrerem galgamentos na Praia de Faro, bastando apenas que ocorra uma maré mais viva. As cotas do topo do cordão dunar são relativas ao zero hidrográfico, sendo um marco útil para futuras medições. Na Praia de Faro, a altura das dunas é raramente superior a 1 m. O IVCD sugere que se tomem medidas de protecção rápidas e eficazes, de modo a repor o sistema natural – a melhor forma de protecção da Praia de Faro.

3 – Evolução previsível da Praia de Faro

Cenário sem intervenção

Num cenário sem intervenção prevê-se o agravamento de todos os factores de degradação ambiental anteriormente descritos.

O pisoteio intenso ocorrerá se não existirem medidas de protecção do cordão dunar (como a restrição dos acessos pedonais ou a colocação de paliçadas), o que conduzirá a cortes eólicos de dimensão cada vez maior, que vão favorecer a ocorrência de galgamentos.

Com a subida do nível do mar e a acção erosiva (esta última com um ritmo acentuado na Praia de Faro), ter-se-á numa zona não intervencionada o inevitável desmoronamento das construções (casas, muros, etc.). As acções tempestivas de inverno provocarão galgamentos, e estes serão cada vez mais frequentes e intensos ao longo do tempo. As zonas mais afectadas serão as zonas desafectadas do DPM, com principal incidência na zona central da praia, onde existem as situações mais críticas.

A ilha-barreira encontra-se em migração para o interior do sistema lagunar e, também por isso, uma grande parte da praia (do lado-mar) será, num cenário sem intervenção, inevitavelmente destruída pela acção do mar.

CONCLUSÃO

Recuperação ambiental – recomendações

Relativamente ao cordão dunar, deve-se apostar fortemente em algumas zonas a naturalizar, de forma a obter ganhos para a natureza. Todas as estruturas pesadas, como enrocamentos, paredões ou muros, seriam demolidas, e em vez destas estruturas outras soluções teriam de ser encontradas.

Teoricamente, as zonas a naturalizar seriam aquelas que ainda revelam um pouco das características naturais deste local – como as extremidades da praia, onde existem os núcleos de pescadores.

Porém, os pescadores, como primeiros habitantes da ilha, não podem simplesmente ser ignorados e expulsos do local onde sempre viveram. Até porque têm sido, ao longo dos tempos, marginalizados pela autarquia através de sucessivas deslocações "forçadas" para as extremidades da praia. Seria então adoptada uma medida de carácter intermédio que contemplasse para a zona poente (núcleo de pescadores) a requalificação das habitações mais precárias e que não oferecem condições condignas de vida (que infelizmente ainda são algumas), com uma ligeira nova localização mais afastada da duna e mais próxima da estrada alcatroada. Implantar-se-iam paliçadas bem demarcadas, com painéis informativos.

Dever-se-ia construir um passadiço sobrelevado que fizesse a ligação da estrada referida com o núcleo de pescadores. Outra variante seria a ligação da Praia de Faro com a Praia da Quinta do Lago. Mas para que tal acontecesse, seria necessário um grande investimento e um estudo prévio mais detalhado sobre a viabilidade desse projecto e os impactos associados.

Todas as habitações na alta praia deveriam ser demolidas (numa 1.ª fase) e, mais tarde, as existentes no cordão dunar (numa 2.ª fase) – isto poderia ser aplicável a todas as zonas da praia. Se fossem casas de primeira habitação, as pessoas deveriam ser contempladas com uma nova habitação na zona desafectada do PDM e de preferência do lado da Ria. Caso fossem casas de segunda habitação, que se entendesse bem o enquadramento legal em causa e que se procedesse às respectivas indemnizações, se fosse esse o caso.

Relativamente ao outro extremo da praia, núcleo de pescadores (lado nascente), dever-se-ia proceder à deslocação de todas as casas do lado-mar para o lado-Ria. Neste sector o cordão dunar encontra-se bem definido, sendo a zona que tem as medidas de protecção mais fortes: através de um recente reforço da duna com dragados e colocação de novas paliçadas, sem esquecer o passadiço.

Outra solução, e ainda relativamente à problemática dos núcleos de pescadores, seria a deslocação das habitações e/ou requalificação para o interior do parque de campismo (zona pertencente à autarquia). A praia perdia um parque de campismo e ganhava duas novas áreas renaturalizadas.

Relativamente ao tráfico automóvel, como foi possível demonstrar anteriormente, este é extremamente avolumado nos meses balneares. Seria benéfico restringir o acesso automóvel aos turistas e, em vez disso, promover transportes públicos alternativos.

Seria construído um grande parque de estacionamento nas imediações do Aeroporto (a cerca de 2 km) e estabelecidas carreiras regulares de *minibus* (autocarros) com destino à praia. As carreiras deveriam ter várias paragens no interior da ilha, promovendo deste modo diferentes zonas de concentração para as cargas balneares. Para haver um real "escoamento" das pessoas que acedem à praia, seria necessário ajustar-se o número de veículos ao ritmo de entradas e saídas da praia, já determinado.

Outra alternativa seria a de implantar carreiras de barco, que assim poderiam fazer a ligação Faro-Praia de Faro. O cais de embarque seria junto ao Largo de S. Francisco, onde existe o maior parque de estacionamento de Faro, com capacidade para 600 lugares, e de onde saem carreiras de barcos para outras ilhas-barreira.

Na Praia de Faro seria necessário proceder a melhoramentos dos cais já existentes, preparando-os para servir uma grande carga balnear.

Deste modo, os transportes colectivos resolviam alguns dos problemas provocados pelo tráfico automóvel. Os níveis de poluição atmosférica associados ao tráfico automóvel seriam reduzidos (pode-se fazer uma simulação dos níveis de poluição atmosférica para a Praia de Faro usando a tabela do número de carros em anexo e a calculadora de emissões em http://gasa3.dcea.fct.unl.pt/gee/25feb/emicalc.asp

Poderá considerar-se a distância média de 3 km, em percurso urbano, a gasolina e com tempo médio de 30-45 minutos (ou 60-90 minutos, nas "horas de ponta").

O problema dos congestionamentos e o tempo gasto no percurso seria muito menor, o que conduz a uma poupança de energia (consumo de combustível). É economicamente mais rentável e ainda (no caso do barco) usufrui-se de um agradável passeio pela Ria.

Neste momento, a erosão e a subida do nível das águas do mar reduzem a área de praia, diminuindo, consequentemente, a capacidade de carga da praia. Perante a situação caótica a que se assiste nesta praia, muitos já defendem que o mar deve seguir, sem imposição humana, o seu rumo.

Um rumo na Rota do Futuro!

BIBLIOGRAFIA

Andrade, C. A. (1990). *O Ambiente de Barreira da Ria Formosa. Algarve--Portugal.* Tese de doutoramento. Universidade de Lisboa, 645 pp.

Bernardo, P.; Bastos, R.; Dias, J. A. (2002) "Historic roots for Barrier Island occupation in the Ria Formosa", in: *Littoral,* 2002, Porto.

Daveau, S. (1985). "Mapas climáticos de Portugal, nevoeiro e nebulosidade, contrastes térmicos". *Memórias do Centro de Estudos Geográficos,* nº 7, Lisboa.

Dias, J. A. (1988). "Aspectos geológicos do litoral algarvio". *Geonovas,* vol. 10, pp. 113-128.

Dias, J. A. (1990). "A evolução actual do litoral português". *Revista da Protecção Civil,* 1990.

Ferreira (1997). "Morfodinâmica e vulnerabilidade da Praia de Faro", in *Seminário sobre a Zona Costeira do Algarve*, EUROCOAST, Portugal, pp. 67-76.

H. Coccosis & P. Nijkamp (1995). *Sustainable Tourism Development.* Ashgate Publishing Limited, Hants, England.

Instituto Hidrográfico e Laboratório Nacional de Engenharia Civil (1994). *"Final Report of Sub-Project A: Wind Wave Climatology of the Portuguese Coast".* Report PO-WAVES 6/94-A, Instituto Hidrográfico, Lisboa, 80 pp.

Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (1991). *Normais Climatológicas da região de "Alentejo e Algarve" correspondentes a 1951-1980. O Clima de Portugal.* fasc. XL. vol. 4, 4.ª região, INMG, Lisboa.

Liu, J. & Zarillo, G. (1989). "Distribution of grain sizes across a transgressive shoreface". *Marine Geology*, 87, pp. 121-136.

Lopes, L. (1998). *Levantamento dos Anfíbios, Répteis e Mamíferos do Parque Natural da Ria Formosa,* PNRF.

Martins, JCT (1997). *Determinação da Susceptibilidade da Praia de Faro à Erosão Costeira.* Relatório de estágio da Licenciatura de Biologia Marinha e Pescas. Universidade do Algarve, Faro.

N. Mira & N. Gomes (2002). "Integrated Beach use management: SW Portugal study case". In *Littoral,* 2002, Porto.

Pires, CSAS (2000). *Estudo sobre o Comportamento de "Run Up" e Sua Possível Influência em Episódios de Galgamento, na Praia de Faro.* Relatório de estágio da Licenciatura de Biologia Marinha e Pescas. Universidade do Algarve, Faro.

PROCESL (1999). *Relatório de Caracterização de Situação de Referência-Estudo Ambiental do Projecto de "Requalificação do Sistema Lagunar da Ria Formosa".* ICN/PNRF, Lisboa.

Ribeiro, O. (1988). Geografia de Portugal, vol. II, *O Ritmo Climático e a Paisagem.* Edições Sá da Costa, Lisboa.

Teixeira, S. (1986). *Dinâmica dos Perfis de Praia das Ilhas - Barreira da Ria Formosa.* Relatório de estágio científico. Universidade de Lisboa, Lisboa.

Ordenamento e Ambiente dos Espaços Marítimos sob Jurisdição ou Soberania Nacional: Que Futuro?

Trabalho realizado por:

• *José António Velho Gouveia*

Universidade Nova de Lisboa
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Engenharia do Ambiente

Introdução

Assistimos, hoje, a uma cada vez mais acentuada tomada de consciência internacional sobre a importância que os espaços marítimos detêm na sustentabilidade da Terra e, por conseguinte, na própria existência humana no Planeta. Tanto a nível mundial como nacional, existem diversos factores que se constituem como ameaças ambientais a estes espaços, umas com origem no próprio oceano, outras de origem telúrica, sendo que todas concorrem de uma forma decisiva para a paulatina perda de qualidade ambiental do meio marinho.

Portugal, que partilhou as primeiras tentativas de ordenar os oceanos e que durante séculos os utilizou para os mais diversos fins, tem-se visto arrastar no presente por algumas tomadas de decisão importantes no que respeita ao ordenamento destes espaços. Urge, pois, que as questões relacionadas com os oceanos entrem definitivamente nas prioridades de quem tem prerrogativas de decisão neste âmbito. Nas palavras do comandante Serra Brandão, quando refere que *"o mar [será] o campo de batalha do [século XXI]: batalha política, batalha tecnológica, batalha jurídica e, até, batalha militar [...] porque nos oceanos reside a maior esperança de desenvolvimento sustentável da Humanidade"*, encontramos a essência do que serão as preocupações num futuro próximo referidas ao meio em questão. Todos os dias nos deparamos, aliás, com notícias que vêm justamente atestar a pertinência desta observação e que permitem perceber a importância destes espaços nas estratégias dos diferentes intervenientes, sejam Estados soberanos, grandes empresas multinacionais ou organizações não-governamentais com interesses no meio marinho.

Apresenta-se, neste pequeno trabalho, uma análise da situação ambiental dos espaços marítimos portugueses apontando problemas e respectivas causas, mas deixando indicações que possam contribuir para a eliminação ou prevenção destes problemas. Além de uma abordagem em termos de ordenamento, faz-se também uma identificação das principais fontes de preocupação ambiental dos nossos espaços marítimos e do interface litoral, estudando particularmente os acidentes com derrames de hidrocarbonetos ocorridos na nossa costa nos últimos 30 anos, ou seja, desde que a Direcção-Geral da Autoridade Marítima (DGAM), através do Serviço de Combate à Poluição no Mar por Hidrocarbonetos (SCPMH), os tem vindo a sistematizar numa base de dados. Para tal, recorre-se a ferramentas informáticas adequadas que permitem, além de uma caracterização completa destes acidentes, relacionar este tema com outra informação relevante tendo em vista o fim desejado. Pretende-se também mostrar que o nosso país não pode nem deve incompatibilizar o desígnio atlântico com o desígnio europeu, sob pena de ficarmos reduzidos a um insignificante ponto no Globo escudados numa "eurodependência" indesejável ou mesmo inadmissível.

1 – Situação actual dos espaços marítimos em termos de ordenamento

Portugal foi pioneiro, com o país vizinho, na apropriação dos espaços marítimos para seu uso preferencial tendo, desde muito cedo, ditado as regras que mais tarde viriam a estar na génese de uma política de ordenamento para os espaços marítimos mundiais. Além disso, tem mantido, ao longo dos tempos, uma preocupação em acompanhar os progressos internacionais na regulamentação destes espaços. Porém, no presente, estamos a deixar arrastar no tempo algumas questões que seria necessário ultrapassar o mais breve possível: a delimitação da nossa plataforma continental à luz dos preceitos da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUSDM) e a regulamentação da zona contígua. Esta Convenção permite aos Estados ribeirinhos "reclamar" para si uma plataforma continental que, no limite, se pode estender para lá das 200 milhas marítimas até ao máximo de 350 milhas náuticas (mn), ou 100 mn para lá da linha isobatimétrica dos 2500 m[1]. Também, relativamente à zona contígua, seria desejável proceder à sua regulamentação como a Constituição da República Portuguesa (CRP) prevê e como, aliás, se fez para os restantes espaços marítimos. Esta faixa com 12 mn de largura a partir do mar territorial serviria para o Estado tomar acções de repressão de actividades ilícitas como a emigração ilegal, o tráfico de drogas ou a poluição marinha, funcionando, desta forma, como uma "zona-tampão" relativamente aos espaços marítimos mais próximos de território.

Outro dos assuntos que, em termos de ordenamento, deve preocupar os decisores nacionais é a "manta de retalhos" que constitui o leque de organismos com competências na gestão dos espaços marítimos e do interface litoral, sendo unanimemente apontada como uma das problemáticas mais complicadas de resolver, tanto a nível nacional como global, no que toca a esta matéria. Este mesmo facto é referido pela Comissão Mundial Independente para os

Oceanos (CMIO), que aponta a multiplicidade de instituições que intervêm nesta gestão como um obstáculo à prossecução dos objectivos estabelecidos nas diferentes instâncias internacionais relacionadas com esta temática[2].

Se, por outro lado, atentarmos no disposto na CRP, reparamos que as competências nas áreas marítimas e costeiras se repartem pela AR, pelo Governo, pelas autarquias e pelos tribunais. É contudo sobre o Governo e as autarquias que recai a obrigação de intervir nestes domínios, que decorre da capacidade operacional de ambos. No quadro actual, são vários os ministérios que detêm competências no planeamento e gestão destes espaços: Ministério das Cidades, do Ordenamento do Território e do Ambiente, Ministério das Obras Públicas e da Habitação, Ministério da Defesa Nacional, Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Ministério da Saúde, Ministério da Economia, Ministério da Cultura e Ministério da Ciência e do Ensino Superior. Vendo o problema de outro ângulo, os organismos multiplicam-se: mais de 60 autarquias, cerca de 20 direcções regionais, outras tantas direcções-gerais, diversos institutos, 5 comissões de coordenação regional e 20 capitanias, além de organizações não-governamentais (ONG) e associações de cidadãos[3].

1.1 – Pressão demográfica sobre as zonas costeiras

Um dos problemas que desde logo se relaciona com a perda de qualidade ambiental destes espaços, pela pressão que sobre eles exerce, é o aumento da população a nível global, mas, sobretudo, nas áreas costeiras. Segundo estimativas do US Bureau of the Census, dos EUA, e de acordo com valores das Nações Unidas, a população mundial terá aumentado de cerca de 500 milhões de habitantes em 1500 para 2,52 biliões em 1950, sendo presentemente de mais de 6 biliões[4]. Ainda de acordo com a mesma fonte, as projecções actuais apontam para um aumento até aos 8 biliões até final do 1° quarto do século XXI, devendo atingir 9,3 biliões por volta do ano 2050. Com base em estudos da US National Imagery and Mapping Agency, concluiu-se que 37% da população existente em 1994 vivia a menos de 100 km da costa e aproximadamente 44 % a menos de 150 km da costa[5]. Calcula-se que esta tendência se tenha acentuado e que nas próximas décadas bem mais de 50% da população viva nesta estreita faixa costeira de cerca de 100 km.

No que respeita ao nosso país, e segundo dados do INE, a população portuguesa do continente cresceu de 1,120 milhões em 1527 para 9,833 milhões no ano 2001. A sua migração para o litoral tem sido uma constante, sobretudo nas últimas décadas do século XX. Porém, através dos elementos estatísticos disponíveis, a litorização já era um fenómeno conhecido aquando dos primeiros censos realizados no País. Analisando alguns dos primeiros elementos disponíveis sobre a população portuguesa, verificamos que entre 1864 e 1960 os concelhos com maior crescimento se encontram junto ao litoral, tendência, aliás, semelhante à que se tem sentido depois de então, sobretudo nas áreas metropolitanas de Lisboa e do Porto.

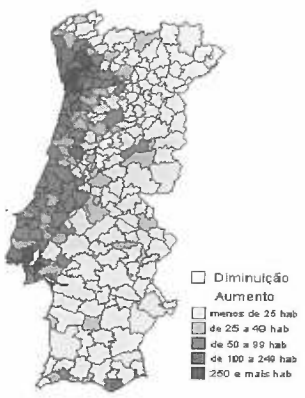


Fig. 1– Variação percentual da população portuguesa do continente, por concelhos, entre 1864 e 1960 (Fonte: INE).

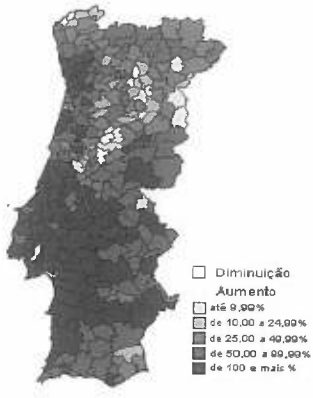


Fig. 2– Variação da densidade populacional no continente, por concelho, entre 1864 e 1960 (Fonte: INE).

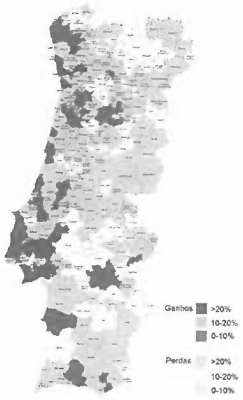


Fig. 3– Ganhos e perdas da população, por concelho, entre 1994 e 1999 (in GR, *n° 114, Set. 2000, p. 37).*



Fig. 4– N.° de fogos edificados anualmente por concelho entre 1994 e 1999 (in GR, *n° 114, Set. 2000, p. 35).*

Das figuras 1 e 2 constata-se que, à excepção de três concelhos do interior, todos os restantes sofreram um crescimento da respectiva população, sendo que os que registaram maior aumento se encontram no eixo Porto-Braga e na área metropolitana de Lisboa. Por seu turno, a figura 4 mostra a evolução da população portuguesa, em termos de ganhos e perdas, por concelhos, entre 1994 e 1999.

Outro factor que indica o movimento da população para o litoral é o número de fogos construídos, sendo que também este não deixa margem para dúvidas (fig. 4) acerca da tendência continuada de fugir para a estreita faixa costeira, destacando-se também aqui as áreas metropolitanas de Lisboa e do Porto, o eixo Porto-Braga e ainda a zona entre o Porto e Aveiro, onde tem havido um aumento acentuado da população residente. Este movimento da população para o litoral teima em continuar não obstante as medidas que os últimos Governos têm implementado para o travar. Os diversos incentivos atribuídos a quem pretenda

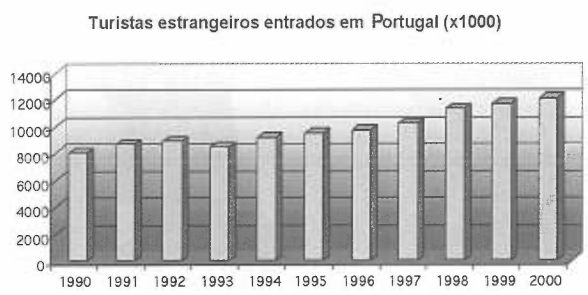


Fig. 5– Turistas estrangeiros entrados em Portugal entre 1990 e 2000 (Fonte: DGT, 2001).

desenvolver a sua actividade profissional no interior do País não têm sido suficientes para fixar as populações a estas terras – que não raras vezes são as suas terras de origem.

Uma das actividades que mais população tem trazido para o litoral, embora na maior parte das vezes com carácter sazonal, é o turismo que se constituiu como actividade à escala mundial depois da 2ª Guerra Mundial. Segundo a OCDE, o turismo é uma actividade económica de relevância na área dos países desta organização internacional, representando cerca de 30% do total de serviços exportados pelos mesmos[6]. Também no espaço europeu, de uma forma global, o crescimento anual do turismo ronda os 37%, valor bastante elevado se comparado com outras actividades económicas. Assim sendo, é fácil concluir que, a par de uma importante fonte de receitas para o País, acrescenta também um elevado potencial negativo no que toca à degradação dos recursos costeiros e marinhos. Esta pressão faz-se sentir sobretudo no Verão, que é justamente quando os problemas ambientais são mais notórios. Em toda a faixa costeira algarvia, onde neste período a população chega a crescer num factor de dez, diversas vezes as ETAR tiveram de efectuar descargas extraordinárias directamente em águas balneares. O turismo desregrado pode, assim, constituir, em vez de um benefício, um grave problema para o País, influenciando directamente os espaços costeiros e marinhos.

1.2 – Evolução da fisiografia costeira

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (PIAC), o nível médio das águas do mar deverá subir cerca de 12 cm até 2030 e 49 cm até 2100, sendo no Atlântico Norte que os efeitos destas subidas mais se farão sentir. Nos países do Sul da Europa espera-se que as temperaturas subam entre 1,5°C e 4,5°C[7]. Ainda a mesma fonte refere que a subida global do nível médio do mar deverá rondar os cerca de 5 mm/ano, com um grau de incerteza entre 2-9 mm/ano, para o século XXI, sendo esta taxa 2 a 5 vezes superior à verificada no século XX. O problema da subida do nível médio do mar tem estado a ser estudado com grande pormenor em todo o mundo. O organismo das NU responsável por recolher toda a informação disponível de modo a acompanhar de perto este assunto é a Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC), que lançou o Global Sea Level Observing System (GLOSS), um programa internacional com vista à monitorização do nível médio do mar através de uma rede mundial de locais onde a sua observação se faz de uma forma contínua.

Na nossa costa continental, as áreas mais sensíveis à subida do nível médio do mar encontram-se junto de estuários de rios, nomeadamente o do rio Lima, o do Cávado, o da Ria de Aveiro, o do Mondego, o do Tejo, o do Sado e o da Ria Formosa, e em zonas baixas e arenosas do litoral oeste. Tem-se falado muito em erosão nos últimos anos, mas em Portugal não são muitos os trabalhos realizados para estudar esta questão. Hoje, com recurso a modernas tecnologias, é mais fácil conseguir tal objectivo, mas nem assim se tem avançado muito nesta questão.

O Livro Branco sobre o Estado do Ambiente em Portugal [8] menciona valores para o recuo da linha de costa que vão desde cerca de 10 m/ano nos troços arenosos do Norte a 1-2 m/ano nas arribas do sotavento e a 1-2 mm/ano nas escarpas de rochas mais coerentes. Perante este panorama verifica-se que praticamente toda a faixa litoral do continente se encontra em risco de erosão mais ou menos acelerada consoante o local e o tipo de costa. Na origem deste problema estão factores de origem natural, mas sobretudo de ordem antrópica, seja pela induzida subida do nível médio do mar ou pela construção de barragens nos rios que atravessam o território nacional e que retêm os sedimentos que viriam alimentar as praias do litoral.

1.3 – A gestão dos recursos

A exploração dos recursos naturais existentes nos oceanos já gozou de períodos mais pacíficos que os actuais e sobretudo dos que hão-de vir. Do Árctico ao Antárctico, e das zonas superficiais às mais profundas, os oceanos contam com mais de 300 000 espécies, aí se encontrando algumas das formas de vida mais primitivas e os maiores mamíferos que hoje habitam a Terra [9]. No entanto, de acordo com a Food and Agriculture Organization (FAO) [10], mais de dois terços das espécies marinhas do Planeta encontram-se à beira da extinção, 60% das zonas pesqueiras estão sobreexploradas ou mesmo esgotadas, sendo que a única forma de recuperar os *stocks* seria deixar de pescar durante muitos anos. Desde 1960 que o consumo de peixe triplicou, sendo actualmente capturados mais de 100 milhões de toneladas por ano e produzidos apenas cerca de 25 milhões de toneladas em regime de aquicultura. Do total de capturas feitas no mar, cerca de um quinto é rejeitado e apenas cerca de uma centena de espécies tem interesse comercial. No que a Portugal diz respeito, é conhecido que a actividade pesqueira é exercida desde há muitos anos, como o comprovam as cartas de foral medievais passadas a comunidades piscatórias ou as dízimas e tributos que os pescadores pagavam à Coroa ou à Igreja. As nossas águas foram, aliás, sempre ricas em peixe, o que muito contribuiu para a dieta

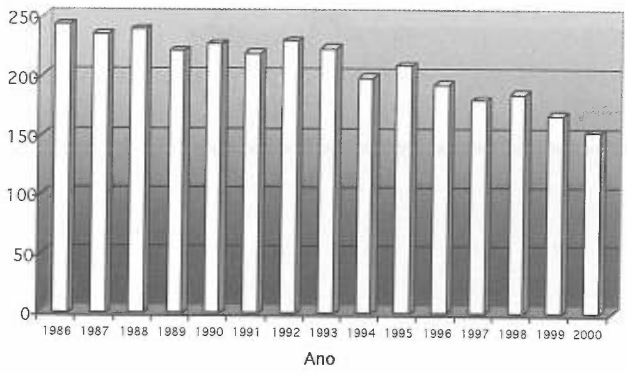


Fig. 6 – Capturas em pesqueiros nacionais entre 1986 e 2000 (Fonte: DGPA, 2001).

dos povos que habitavam o território continental português. Principalmente a costa voltada a oeste, devido ao *upwelling*, constituiu uma enorme fonte de recursos piscícolas que foram aproveitados para o desenvolvimento económico do País durante os últimos séculos.

Hoje, possuindo a maior ZEE da Europa comunitária, a segunda maior da Europa e uma das maiores do mundo, Portugal tem não só prerrogativas de exploração, mas também a responsabilidade, perante a população do Planeta, de levar a cabo uma gestão eficaz e sustentável dos recursos ali existentes. Um marco muito importante neste sector deu-se com a adesão de Portugal à Europa comunitária. Se houve que obedecer a imposições comunitárias, também se viu uma preocupação com a gestão dos recursos a nível supranacional, o que constituiu um factor positivo. É que a política comum das pescas obrigou a novas regras em quatro domínios principais: a gestão e conservação concertadas dos recursos internos; mercado para os produtos da pesca; políticas estruturais e instrumentos financeiros de apoio, e política externa de acordos. Em Portugal, tal como na UE, apenas cerca de 1% de PIB se deve ao sector piscícola. Assim, é difícil que o sector ganhe vitalidade para puxar para si formas de luta susceptíveis de captar a atenção de investidores ou mesmo do próprio Governo. No nosso país a situação apresenta uma tendência para estabilizar em níveis bem inferiores aos de alguns anos atrás, quer se trate do número de embarcações que compõem a frota de pesca, quer do volume de capturas nos nossos pesqueiros (fig. 6).

Os recursos dos oceanos e das zonas costeiras não se confinam à fauna e à flora ali existentes. Diversos outros recursos abundam nestas áreas, correndo o risco de se perderem uns e de não se aproveitarem devidamente os outros.

Embora no momento presente ainda não sejam exploradas grandes quantidades de recursos inertes dos oceanos, crê-se que os reservatórios submarinos de cobre, níquel, cobalto, manganés, zinco, prata, ouro e outros minerais sejam muito maiores do que os existentes em território continental [11]. Como as técnicas de exploração têm sofrido grandes aperfeiçoamentos, tem sido possível ir cada vez mais fundo na exploração de tais recursos. Desde os primeiros navios utilizados neste campo, como o *Challenger* [12] e o *Joides Resolution* [13], até às modernas plataformas petrolíferas, o homem tudo tem feito para aproveitar os recursos marinhos. Recentemente, a utilização de hipertermófilos tem estado a tornar-se uma importante fonte de rendimentos para as companhias de biotecnologia, sendo que mais de uma dúzia de firmas em todo o mundo examinam ou exploram microrganismos das profundezas do mar, enquanto outras planeiam fazê-lo num futuro próximo [14].

No caso português, não existe nenhum inventário conhecido com este tipo de recursos nem se sabe se os que já são conhecidos podem vir a ser explorados com rentabilidade. No entanto têm sido efectuados trabalhos de prospecção que apontam para algumas zonas de interesse, sobretudo na exploração de petróleo e gás natural. Há mesmo cerca de 30 empresas deste sector interessadas neste tipo de explorações e dispostas a gastar centenas de milhões de euros nos nossos fundos marinhos em profundidades superiores a 200 m. Este interesse surgiu na sequência de alguns trabalhos recentemente realizados na costa que indiciam boas perspectivas neste domínio. No próximo ano (2003) deverão mesmo ser assinados os contratos que resultarem do concurso aberto em 2002.

A nossa costa possui ainda outras características muito favoráveis ao eventual aproveitamento da energia das ondas e da energia eólica, sendo que de uma e de outra já existem tentativas realizadas para um aproveitamento com rentabilidade efectiva para o País. O Governo assumiu o compromisso de produzir até 2010 39% de energia a partir de fontes renováveis, valor correspondente a 3100 MW. Como as estimativas apontam para que o conjunto das energias fotovoltaica, geotérmica e de biomassa atinja cerca de 1200 MW e a eólica 1000 MW, ainda restam 900 MW para outro tipo de fonte, como, por exemplo, a das marés.

O oceano, sobretudo nas águas costeiras, gera grandes quantidades de energia através da chegada das ondas à costa. Este facto esteve na origem dos primeiros estudos efectuados com o intuito de tentar aproveitar essa energia, estudos que têm sido realizados por vários investigadores um pouco por todo o mundo, sendo de realçar o trabalho desenvolvido por cientistas portugueses. Alguns países com situações geográficas mais privilegiadas e desprovidos de fontes de energias convencionais têm-se lançado mais afincadamente que os restantes nesta tentativa sem que os resultados até agora tenham grande visibilidade. Exemplos são o caso da Dinamarca e da Holanda, onde já se trabalha neste âmbito há alguns anos.

Portugal é também um dos países interessados na energia das ondas, partilhando o interesse com os países mencionados, em muito devido ao regime de ondulação e vaga existente na nossa costa do continente voltada a oeste. No nosso país, os primeiros passos na área da investigação com vista ao aproveitamento da energia das ondas deram-se em 1978 no IST e depois em 1983 no INETI [15]. Logo

em 1986, uma equipa de investigadores do IST, do INETI e da Heriot – Watt University (Escócia) visitaram o arquipélago dos Açores, com vista a estudar a possibilidade de construir aí uma central de energia das ondas, tendo identificado, em 1987, um local apropriado na parte noroeste da ilha do Pico (Porto Cachorro).

Reparando no interesse que este tipo de energia alternativa suscitava, a Comissão Europeia, em 1991, criou o Programa Joule, abrindo o caminho para a construção de uma futura Central Piloto Europeia a construir logo que terminados os trabalhos preliminares de uma equipa internacional formada para o efeito. Um dos locais que segundo esta equipa apresentava potencialidades para implantar a central seria justamente Porto Cachorro, na Ilha do Pico. Portugal viria, mais tarde, a liderar algumas propostas apresentadas à CE em 1993-95, de onde resultavam dois contratos (1994-96 e 1996-97) com o objectivo final de construir a central piloto na ilha do Pico.

Há bem pouco tempo, inserido no âmbito do Programa Joule, foi publicado, em suporte digital, o "Atlas Europeu da Energia das Ondas", no qual participaram investigadores portugueses, nomeadamente do Departamento de Energias Renováveis do INETI/ITE. Este Atlas teve como objectivo tentar encontrar locais de interesse para aproveitamento da energia das ondas, sendo que em águas portuguesas foram identificados diversos locais com estas potencialidades. Entre os cerca de 1000 km de costa com potencial identificada em todo o mundo, Portugal tem 50 km com grande potencial para este fim. Segundo o mesmo Atlas, o nível de potência média anual no Atlântico Norte cresce de 25 MW/km na parte mais a sul coberta pelo Atlas (perto das Canárias) até 70 MW/km em zonas do quadrante noroeste ao lago da Escócia e da Irlanda. Em termos globais, estima-se que possam vir a ser aproveitados cerca de 38-57 GW [16].

Presentemente, tem sido intenso o trabalho desenvolvido nesta área. O IST e o INETI participaram em 12 projectos dos 16 que existem na Europa, liderando 6 deles. Neste sentido, foi também elaborado o "Atlas Nacional do Clima das Ondas e da Energia" para território continental português, onde, mais uma vez, se fazem notar as potencialidades nacionais neste tipo de energia. No seguimento destas iniciativas e trabalhos, já foi autorizada a implantação das infra-estruturas necessárias para a operação de um sistema de produção de energia eléctrica através da força do mar [17].

Apesar dos estudos e dos trabalhos efectuados, e até de alguns bons resultados conseguidos até agora, nenhum outro tipo de energia conseguiu afigurar-se como uma verdadeira alternativa aos combustíveis fósseis. Porém, há quem acredite que essa alternativa existe e reside congelada no fundo dos oceanos. Trata-se de hidratos de metano que, segundo especialistas norte-americanos, serão a verdadeira energia do futuro. Segundo os mesmos investigadores, estima-se que as reservas desses compostos chegariam para mais 350 a 3500 anos com base nos actuais consumos de energia. Imaginemos, assim, as potencialidades deste gás para o futuro.

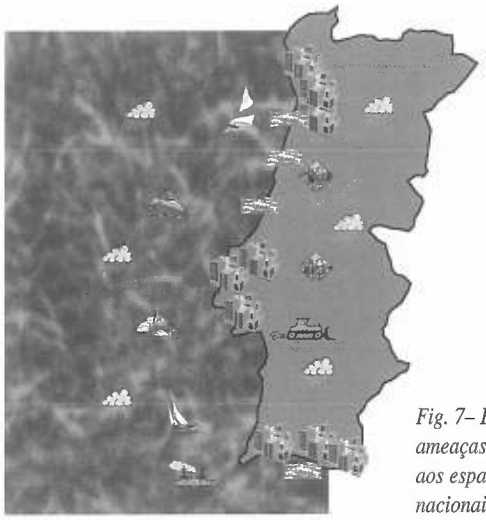


Fig. 7– Principais ameaças ambientais aos espaços marítimos nacionais.

2 – Principais factores contribuintes para a degradação ambiental dos espaços marítimos nacionais

Apesar de apenas na segunda metade do século XX a poluição ter preocupado efectivamente o homem, esta não é um fenómeno moderno nem exclusivamente devido à actividade humana, sendo, sim, anterior ao próprio homem [18]. A poluição é indubitavelmente a face mais visível de todos os problemas ambientais com que nos deparamos hoje em dia. Já vimos que o interface costeiro e o meio marinho recebem substâncias poluentes vindas de terra e do mar que quase sempre resultam das diversas actividades antrópicas. Desde os efluentes urbanos e industriais à grande quantidade de resíduos sólidos e desde os efluentes da agricultura, do lado da terra, aos esgotos de porões de navios e aos grandes derrames de hidrocarbonetos, do lado do mar, tudo contribui para que se tenham atingido os níveis de poluição que hoje são do conhecimento geral.

Nos últimos anos, têm sido feitos muitos esforços para resolver a questão, mas as medidas tomadas a nível governamental têm falhado sistematicamente. Na maior parte das vezes, andamos a reboque de iniciativas tomadas em instâncias internacionais ou, mais recentemente, da regulamentação emanada da União Europeia e que se aplica a todos os Estados-Membros, obrigando-nos a esquecer a passividade que tão bem nos caracteriza. O certo é que, a par de alguma preocupação antiga a nível interno, Portugal faz parte do grupo de países que se vincularam às grandes convenções que visam contribuir para este mesmo desiderato.

No caso português, as ameaças ambientais do interface litoral estão de há muito identificadas (fig. 7) e o trabalho levado a cabo no sentido de as eliminar ou, pelo menos – e esta é talvez a forma mais sensata de abordar a questão –, de as minimizar tem sido muito incipiente, ficando muito aquém do desejável.

A tentativa de definir poluição, e mais especialmente a poluição marinha, foi feita em vários instrumentos e em vários anos tendo encontrado sempre obstáculos a uma definição peremptória e definitiva. Pelo seu carácter abran-

gente, a definição que foi adoptada pela Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI) e citada em Estocolmo, em 1972, na Conferência sobre Ambiente Humano e que serviria ainda de suporte para a definição a que se chegou na CNUSDM, em 1982 [19], que é hoje, por excelência, a definição utilizada por todos os organismos relacionados com esta problemática é a seguinte:

"Poluição do meio marinho significa a introdução pelo homem, directa ou indirectamente, de substâncias ou de energia no meio marinho, incluindo os estuários, sempre que a mesma provoque ou venha a provocar efeitos nocivos, tais como danos aos recursos vivos e à vida marinha, riscos à saúde do homem, entrave às actividades marítimas, incluindo a pesca, e às outras utilizações legítimas do mar, alteração da qualidade da água do mar, no que se refere à sua utilização, e deterioração dos locais de recreio."

Quanto aos tipos de poluição, Jean Claude-Lacaze agrupa-os em três tipos predominantes: química (sais nutritivos em excesso, substâncias tóxicas); biológica (micróbios das águas utilizadas, espécies trazidas de mares longínquos e proliferando nas zonas de transplantação), e física (poluição térmica, poluição radioactiva, poluição petrolífera, etc). O mesmo autor chama, no entanto, a atenção para o facto de as fronteiras entre os três tipos não serem rigorosas devido à susceptibilidade de incluir algumas formas de poluição em mais que um dos tipos [20].

Por seu turno, a CMIO, tendo como fonte Weber (1993), faz outro tipo de distinção considerando seis tipos de poluição marinha: nutrientes (efluentes de esgotos, agricultura e silvicultura, emissões de centrais eléctricas, automóveis, etc.); sedimentos (erosão provocada pela prospecção mineira, silvicultura, agricultura, desenvolvimento costeiro, etc.); toxinas persistentes (lançamentos industriais, águas residuais, pesticidas, metais pesados, etc.); hidrocarbonetos (automóveis, indústria, petroleiros e transportes marítimos, perfurações petrolíferas); plásticos (redes de pesca, desperdícios, resíduos industriais e de aterros); isótopos radioactivos (submarinos nucleares, resíduos militares rejeitados, emissões de centrais térmicas, resíduos industriais e hospitalares) [21].

2.1 – Poluição por matérias radioactivas

A poluição por matérias radioactivas é considerada a mais perigosa para o equilíbrio do meio ambiente e para a saúde humana. A primeira descarga de material radioactivo no mar ocorreu em redor das ilhas Farallones, ao largo da baía de S. Francisco, na Califórnia. Considerando o oceano o local ideal para efectuar a deposição deste tipo de resíduos, os EUA ali deixaram os restos da descoberta do átomo e da primeira bomba atómica. Só entre 1946 e 1970 os EUA[22] depositaram no fundo dos oceanos 107 000 contentores de lixo radioactivo, estimando-se que globalmente esta actividade tenha atingido $4{,}3 \times 10^{15}$ Bq [23] de material radioactivo afundado [24]. A deposição destes materiais no fundo do mar teve início em 1944 e provinha de hospitais, dos projectos de investigação científica e das indústrias. Durante vários anos foram depositados indiscriminadamente no mar até ao aparecimento de convenções internacionais que proibiram tal prática. No Atlântico Norte os países europeus depositaram o seu lixo radioactivo numa área a cerca de 700 km das costas da Irlanda, da Espanha e de Portugal e a uma profundidade média de 4400 m [25].

Acrescente-se que nos EUA se tem acompanhado de perto o evoluir da situação nos locais de despejo através de descidas com câmaras que permitem colher imagens dos recipientes lá depositados, tendo-se encontrado fracturas em cerca de 25% dos contentores examinados.

Em 12 de Novembro de 1993, face ao descontrolo da situação com estes materiais na ex-URSS, 37 dos 42 Estados-Partes da Convenção de Londres decidiram pôr fim ao despejo de lixos radioactivos nos oceanos, acordo este que diversas vezes tem sido violado, pelo menos com lixos de baixo teor radioactivo. Refira-se que nem tudo se sabe a este respeito. Calcula-se que um número significativo (algumas centenas) de submarinos nucleares se encontrem assentes no fundo do mar contendo, além dos próprios reactores, uma grande quantidade de armas nucleares sujeitas à inexorável acção corrosiva da água do mar [26].

2.2 – Poluição por efluentes

De origem telúrica são 77% dos materiais poluentes que entram nos oceanos, apesar de as normas nacionais e internacionais serem cada vez mais exigentes quanto ao tratamento dos esgotos industriais e urbanos. Esta poluição é preocupante devido às enormes proporções que tem tomado pela cada vez maior pressão populacional sobre as zonas costeiras, movimento este que traz consigo a implantação de mais infra-estruturas e indústrias susceptíveis de causarem poluição. A CMIO, com base em elementos fornecidos pelo Grupo Conjunto de Peritos sobre os Aspectos Científicos da Poluição do Ambiente Marinho, refere as diversas fontes de poluição marinha, bem como as respectivas contribuições, como se apresenta na tabela 1 [27].

Produção *off-shore*	1%
Transportes marítimos	12%
Despejos no mar	10%
Subtotal de fontes no oceano	*23%*
Escoamento e descargas terrestres	44%
Atmosfera	33%
Subtotal das fontes terrestres	*77%*
Total	**100%**

Tabela 1 – Fontes de poluição marinha.

No nosso país, as mais antigas leis e respectivas alterações que tratam da poluição das águas datam de



Fig. 8 – Mancha junto à boca do exutor submarino da SIMRIA (S. Jacinto).

1868, 1892, 1914 e 1946. Nos termos do artigo 441º do Código Civil de 1868, de 22 de Março, *"as pessoas autorizadas a fazer uso de um curso de água não podem poluir de nenhuma maneira a água que não consumirem, ao ponto de a inutilizarem para as outras pessoas que também têm o direito de a utilizar"* [28]. Também o Decreto nº 5787, de 10 de Maio de 1914, sobre a utilização dos recursos hidráulicos públicos, estipulava que *"as instalações industriais situadas junto a recursos hidráulicos públicos, que utilizem água parada ou corrente, podem utilizar esse recurso para as suas necessidades [...] na condição de que a água não utilizada não seja estragada [poluída], pela adição de produtos ou substâncias que a inutilizem para outros fins. A água em excesso reenviada para a corrente principal depois de ser utilizada para fins agrícolas ou industriais não deverá conter substâncias nocivas para as culturas, para a saúde pública ou para os peixes"* [29].

Outra grande contribuição de efluentes que vão parar directa ou indirectamente ao meio marinho é a dos de origem urbana [30]. Além de um sem-número de tubos e canos que transportam efluentes directamente para o mar sem qualquer tipo de tratamento, também existem casos em que os efluentes sofrem um tratamento em ETAR antes de serem para ali despejados. Exemplos disto são a SANEST (Saneamento da Costa do Estoril) e da SIMRIA (Saneamento Integrado dos Municípios da Ria, SA). No presente, estas duas empresas são, no nosso país, os maiores contribuintes em termos de efluentes que têm como destino o meio marinho e procedem, através de organismos técnicos competentes para o efeito, a uma monitorização ambiental das águas e sedimentos em zonas marítimas próximas dos respectivos exutores.

2.3 – Poluição por resíduos



Fig. 9 – Aspecto da praia da Fonte da Telha em Março de 2002.

Os oceanos continuam a ser os maiores reservatórios de lixo do mundo. Trazidas pelos cursos de água, ou ali introduzidas directamente pelo próprio homem, grandes quantidades de resíduos sólidos chegam em cada dia ao mar e às praias. Nos oceanos crê-se que existam milhões de quilómetros de redes de pesca abandonadas responsáveis pela morte de grandes quantidades de peixe que lá ficam enredados. A poluição por resíduos sólidos tem crescido muito nos últimos anos. De entre todos os materiais, os plásticos têm sido os que mais precupações causam ao meio ambiente. Estes materiais são o fruto de um desenvolvimento não planeado, apenas preocupado com o progresso económico e com o bem-estar imediato das populações. Todos os dias se gera 1 milhão de toneladas de resíduos perigosos no mundo, 90% dos quais nos países industrializados [31]. No caso dos plásticos, estima-se que estes sejam responsáveis, em cada ano, pela morte por prisão ou ingestão de cerca de 100 000 mamíferos marinhos e 1 000 000 de aves.

Em Portugal, a questão dos resíduos foi objecto do Decreto-Lei nº 488/85, de 25 de Novembro, primeiro normativo a tratar desta matéria, que seria revogado pelo Decreto-Lei nº 310/95, de 20 de Novembro. Mas o passo mais significativo dado com vista a erradicar as lixeiras e a proceder a uma correcta política em matéria de resíduos resultou da publicação do Decreto-Lei nº 239/97, de 9 de Setembro [32]. No mesmo ano, o Governo aprovou o Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU), que identificou, entre outras tarefas prioritárias, a necessidade de acabar com as mais de 300 lixeiras existentes na altura a céu aberto e a necessidade de uma recolha selectiva eficaz baseada na instalação de ecopontos e ecocentros por todo o País. Neste sentido, refira-se que a tendência actual vai no sentido de prevenir, reciclar, gerir e explorar, monitorizar, mas também, numa dose substancial, de educar os potenciais poluidores para a sensibilidade e importância desta questão.

2.4 – Poluição devida à navegação (poluição por hidrocarbonetos)

Desde os primórdios da humanidade que o homem usa o meio marinho para satisfazer algumas das suas necessidades mais elementares. Desde a simples recolha dos recursos visíveis, passando pela exploração de recursos desconhecidos, até à sua utilização como meio de intercomunicar com todos os povos do Planeta, o homem cedo vislumbrou no mar um manancial de oportunidades para facilitar a sua existência na Terra. Se as primeiras embarcações que serviram para o homem se deslocar neste meio se moviam a remos ou até só empurradas pelas correntes, mais tarde passou a utilizar-se a força do vento, até que, em finais do século XVIII, se utilizou a máquina a vapor. O primeiro navio movido com este tipo de propulsão foi construído em 1783 pelo francês Jouffroy d'Arbbans, sendo que a partir dali quase todos os navios, pelo menos comerciais, passaram a contar com tal invenção. A propulsão mecânica – marco de crucial importância nesta evolução – surgiria com os trabalhos do alemão Rudolf Diesel nos motores de combustão interna em 1892 e a sua aplicação a navios

pensou-se a partir de 1904 quando os resultados de vários testes foram dados por satisfatórios. O primeiro navio mercante a instalar motores a diesel foi o *Selandia*, construído em 1911, nos estaleiros da Burmeister & Vain.

A partir daqui, o último grande invento neste âmbito foi a propulsão nuclear, que foi utilizada pela primeira vez no submarino atómico norte-americano *Nautilus*, em 1954. A sua aplicação a navios de superfície deu-se, em 1963, no navio mercante, também norte-americano, *Savannah*. Foi, pois, durante todo o século XX que os problemas ambientais com origem na navegação marítima surgiram entre o rol de preocupações com o meio marinho, tendo-se acentuado nas últimas décadas a despeito dos esforços internacionais levados a cabo por inúmeras organizações relacionadas com esta questão para os evitar ou minimizar.

Embora existam dúvidas quanto à quantidade exacta de materiais poluentes vertidos no mar pela operação de navios, por derrames acidentais ou por descargas deliberadas no meio marinho, em 1987 estimou-se que a quantidade de petróleo que os petroleiros lançam, anualmente, neste meio se aproxima dos 1,5 milhões de toneladas [33]. O comércio por via marítima registou, em 1999, o seu décimo quinto ano consecutivo de crescimento, atingindo mais de 5,23 biliões de toneladas, apesar de a taxa de crescimento se ter ficado pelos 1,3%, o valor mais baixo desde 1987 (UNCTAD, 2000). A tendência tem sido para um crescimento paulatino, embora não muito acentuado (Statistics Norway, 2000). Este aumento da navegação marítima a nível mundial tem consequências óbvias para o ambiente marinho. Uma delas surge, desde logo, com os índices cada vez mais elevados de poluição gerados por esta actividade.

Para caracterizar este tipo de poluição, encontramos elementos na ITOPF [34], numa base de dados que contém mais de 9000 acidentes registados desde 1974. Destes elementos retira-se que a maior percentagem de acidentes correspondem a derrames inferiores a 7 t (85,4%), os que se situam entre 7 t e 700 t correspondem a 11,4% e os maiores de 700 t a 3,3%. Analisando a causa, constata-se que os acidentes mais pequenos têm origem em operações de carga e descarga e que os maiores se devem a colisões e encalhes. Segundo a mesma organização, 92% dos acidentes ocorridos mundialmente têm lugar em águas portuárias ou nas suas proximidades. No caso nacional, os dados apontam para resultados, em termos gerais, semelhantes, conforme veremos mais adiante. Embora cada pequeno incidente/acidente possa parecer negligenciável, o facto é que milhares destes correspondem a grandes quantidades de produtos poluentes que entram no meio marinho. Mas os que indubitavelmente suscitam maiores preocupações são os grandes acidentes que podem causar derrames verdadeiramente prejudiciais para o meio em questão. No caso nacional, a percentagem relativa destes acidentes é, felizmente, bastante inferior à da base de dados da ITOPF e corresponde apenas a cerca de 1% dos que ocorreram nas nossas águas.

Com o crescimento do movimento marítimo de mercadorias, sobretudo do transporte de petróleo e seus derivados, e devido ao não cumprimento das disposições legais que a nível internacional têm apertado cada vez mais o cerco aos prevaricadores, começaram a suceder-se grandes acidentes que rapidamente alertaram, pelo seu enorme mediatismo, as instâncias ambientais de todo o mundo para a necessidade de envidar todos os esforços no sentido de se evitarem.

Uma dessas primeiras medidas teve origem num grupo de trabalho constituído em 1961 pelos Institutos de Navegação da Grã-Bretanha e da França e por um organismo congénere da Alemanha que tinha por objectivo estudar formas de regular o tráfego marítimo em áreas de grande convergência de navios, com particular acuidade no estreito de Dover. Do trabalho levado a cabo por este grupo, cujo relatório foi publicado em Outubro de 1962, e no seguimento da Conferência de Eastbourne sobre Segurança e Confiança dos Transportes Marítimos e Aéreos, surgiram as primeiras medidas com vista a garantirem uma maior segurança dos navios nas zonas mais congestionadas. Neste sentido, diversos relatórios da década de 60 recomendaram a implementação de esquemas de separação de tráfego (EST) primeiramente no mar Báltico, no mar do Norte, no estreito de Dover e no estreito de Gibraltar.

Em Portugal, as primeiras medidas para ordenar o tráfego que cruza as nossas águas marítimas foram tomadas com a implementação dos EST estabelecidos pela IMCO em 1968 no cabo da Roca e no cabo de S. Vicente. Uma vez que estes se encontravam muito junto à costa, foram propostos e aprovados, agora pela International Maritime Organization (IMO) [35], novos EST para alguns locais do continente português onde se incluía o afastamento dos já existentes e o estabelecimento de um outro nas Berlengas que entrou em vigor em 1979. Actualmente, existem EST nos mesmos locais [36], mas ainda demasiado próximos da costa, sobretudo o do cabo de S. Vicente. Apesar do movimento de tráfego existente na nossa costa, a IMO apenas permite o seu afastamento desde que existam meios costeiros capazes de controlarem o tráfego e de constituírem ajudas à navegação válidas para os navios, facto que até aqui não foi possível concretizar.

Não existindo dados concretos sobre o volume do tráfego que passa nos EST nacionais, tinha-se até 1987 um valor médio para o EST da Roca que apontava para 69 navios/dia. Registos efectuados nesse ano por uma equipa do IH [37] mostraram valores inferiores, havendo, contudo, que duvidar destes últimos devido ao curto período de amostragem. Deste estudo resultaram os elementos constantes na tabela 2. Deve salientar-se que um considerável número de navios não passa nos EST, preferindo zonas mais próximas da costa, sendo este facto mais preocupante no caso do cabo de S. Vicente, onde 20,4% passaram na zona de tráfego costeiro (ZTC), isto é, a menos de 5 milhas da costa. Foi também neste local que se registou o maior número de navios com seguimento não uni-

Local	Período de amostragem	Resultados
Cabo Carvoeiro	11-15MAI87	Nº médio navios por dia = 59 Petroleiros = 9 (12%) Carga geral = 60 (80%) Pesca = 2 (2,7%) Recreio = 0 Outro tipo = 4 (5,3%)
Cabo da Roca	20-22ABR87	Nº médio navios por dia = 62 Petroleiros = 8 (19,5%) Carga geral = 29 (70,7%) Pesca = 0 Recreio = 0 Outro tipo = 4 (9,8%)
Cabo de S. Vicente	23ABR/9MAI87	Nº médio navios por dia = 59 Petroleiros = 9 (12%) Carga geral = 60 (80%) Pesca = 2 (2,7%) Recreio = 0 Outro tipo = 4 (5,3%)

Tabela 2 – Elementos sobre o tráfego marítimo nos EST nacionais (fonte: IH, 1986).

forme – 37,2%, contra os 9,6% da Roca e os 4,5% do Carvoeiro –, denunciando a presença de grande número de embarcações (de pesca e outras) nesta zona.

Tem-se referido em várias instâncias nacionais a necessidade de afastar os EST nacionais sem se ter, no entanto, indicado para que distância exacta, referindo-se apenas a pertinência do assunto com a obrigação de proteger ambientalmente as costas portuguesas. Voltaremos a este assunto propondo tal afastamento com base em dados concretos e em informação compilada para o efeito, cientes, porém, de que apenas quando Portugal dispuser de um sistema de controlo de tráfego costeiro a IMO poderá aceitar esta pretensão. Até lá, resta-nos ter esperança de que nenhum grande acidente ocorra nas nossas águas e próximo da costa.

Os sistemas de Vessel Traffic Service (VTS) e Vessel Traffic Management and Information Services (VTMIS) encontram-se entre os meios colocados ao serviço de vários países para *"improve the safety and efficiency of vessel traffic and to protect the environment"* [38]. O VTS permite seguir em contínuo a rota dos navios desde que entram na área de cobertura até que atracam nos portos, além de fornecer aos controladores outro tipo de informação, como origem e destino, inspecções efectuadas e respectivas datas, etc., constituindo-se deste modo, e só por si, como um grande meio dissuasor para os navios que pretendam efectuar limpezas ou outras descargas nas águas costeiras de outros Estados.

Em Portugal, as primeiras diligências levadas a cabo para estudar a instalação de um sistema com estas características datam de Abril de 1994, quando entre o Ministério da Defesa Nacional (MDN) e o Ministério da Administração Interna e o ex-Ministério do Mar (MM) se redigiu um despacho conjunto que nomeava um grupo de trabalho para proceder à elaboração de uma proposta de plano integrado de VTS. Não muito tempo depois, o MDN e o ex-MM celebraram um protocolo onde o ex-MM assumiu a responsabilidade da elaboração do plano de VTS nacional, onde se incluía uma componente costeira e uma outra portuária, sendo que a 27 de Setembro de 1995 a então Direcção-Geral de Portos, Navegação e Transportes Marítimos abria um concurso público para adjudicação da elaboração de um plano integrado de VTS [39]. Desde então, o processo não teve o andamento célere que deveria ter tido e apenas em Maio deste ano a Assembleia da República recomendou que o Governo, através dos organismos responsáveis, dotasse os principais portos do País de VTS portuários até ao final de 2001 e implementasse também o VTS costeiro até 2004 [40]. Finalmente, em Julho deste ano, foi lançado, pelo então Instituto Marítimo Portuário (IMP), um concurso público para adjudicação do fornecimento e montagem de equipamentos, *software*, demais serviços e assistência à implementação do Sistema Nacional de Controlo de Tráfego Marítimo no continente, bem como à implementação de alguns outros VTS portuários. Este sistema do VTS costeiro, ainda segundo aquela entidade, custará ao País perto de 100 milhões de euros – factura pesada, pensarão alguns, mas imprescindível para quem conhece a vulnerabilidade da nossa costa. Como refere o coordenador nacional do projecto dos VTS, *"os custos reais da instalação, operação e manutenção dos VTS são os acidentes, a perda de vidas, a poluição provocada por derrames de hidrocarbonetos, a inoperacionalidade dos portos ou terminais, prejuízos na actividade turística, etc."*[41]

3 – Acidentes de poluição em águas portuguesas: um caso de estudo

O SCPMH da DGAM vem registando todos os acidentes que lhe são reportados pelas entidades marítimas com responsabilidade nesta matéria, designadamente as capitanias dos portos, desde 1971. A informação mais importante relativa a cada acidente encontra-se sistematizada numa base de dados que, entre outros campos, conta com os seguintes: ano, mês, departamento marítimo, capitania, local do acidente, material poluente, origem do material poluente, causas e consequências do acidente ou do derrame e volume do derrame em litros. Até Setembro de 2002 foram registados nesta base de dados 1703 acidentes, mas apenas os ocorridos até Julho de 2001 são objecto de estudo neste trabalho.

A base de dados apresenta algumas deficiências que, em alguns casos, impedem uma análise rigorosa dos registos. No entanto, pela sua natureza, bem como pelo período que abrange, constitui-se como uma valiosa fonte de infor-

mação, que deverá ser mantida e melhorada, facto que, aliás, está presentemente em curso.

Na análise efectuada, nem todos os campos foram considerados relevantes para o fim pretendido, daí terem apenas sido seleccionados como variáveis a tratar os seguintes: "ano", "mês", "departamento marítimo", "capitania", "local" (aqui entendido como um porto ou o mar), "poluente", "origem", "quantidade", "causa", "consequências" e "combate (efectuado/não efectuado)". Numa primeira fase fez-se o tratamento estatístico dos dados que permitiu tratar quantitativamente o grande número de registos existentes na base de dados, bem como cruzar as diversas variáveis seleccionadas, de modo a retirar as conclusões que mais interesse demonstrassem (figs. A-1 a A-14)[42]. Em seguida, através da ferramenta de SIG ARCVIEW, procedeu-se à implantação geo-referenciada de todos os acidentes que ocorreram no mar, tendo-se obtido as imagens das figuras 10, 11, 12 e 13.

Como se pode verificar nas figuras que compõem o anexo II, o ano de 1990 foi o que registou um maior número de acidentes no mar, com um total de 132 casos, encontrando-se valores substancialmente elevados também em 1989, 1991, 1992, 1993 e 1995 (fig. A-1). Foi na área do Departamento Marítimo do Centro que ocorreu o maior número dos mesmos, com 61% do total, seguido do Departamento Marítimo do Norte e depois da ZEE – aqui interpretada como sendo toda a área fora das zonas portuárias (fig. A-2). Na análise da variável "mês" não se encontraram quaisquer correlações interessantes com as restantes variáveis (fig. A-6). Quanto ao "local", refira-se que é nos cinco principais portos que os acidentes mais acontecem, sendo que Lisboa se destaca com quase metade de todos os acidentes (41%). Segue-se o "mar", com 25%, e os restantes portos, que, conjuntamente, têm 10% dos acidentes (fig. A-3). Utilizando o mesmo critério da ITOPF para agrupar os acidentes por "quantidade" de poluente derramado, chega-se à conclusão que os acidentes de onde resultaram derrames de mais de 700 000 l têm uma pequena expressão (0,6%), os que envolvem derrames de 7000 l a 700 000 l chegam a 3,3% enquanto os mais pequenos, inferiores a 7000 l, correspondem a 34,8%. Saliente-se o facto de a grande maioria dos incidentes não ter no registo qualquer quantidade associada ou ter a indicação de "desconhecida" (fig. A-8). No que toca ao "poluente", verifica-se que a maior quantidade (37%) corresponde a derrames de óleo e seus derivados (resíduos oleosos e misturas oleosas), seguindo-se-lhe, com 32%, o diesel/*fuel oil*. O crude surge em 6% dos casos e a nafta em 5% dos mesmos (fig. A-7). Na "origem" dos acidentes estão navios não especificados (de todos os tipos), com 48%; empresas/indústrias/fábricas/infra-estruturas portuárias, com 18%; e navios petroleiros, com 9%. Desconhece-se a origem de 24% dos acidentes e a devida a algas e outras origens não têm expressão digna de registo (fig. A-9). No que toca às "causas", encontramos operações de abastecimento/transfega/descargas com 14% das ocorrências, lavagens, esgotos e fugas, com 13%, outras, causas com 6%, encalhes ou colisões, com 3%, e causas imputáveis directamente a erro humano, com 2%. De notar que também aqui a maior fatia fica nas causas desconhecidas, com 62% (fig. A-5). Interessante é constatar que só a partir de 1993 o número de acidentes que foram alvo de acções de "combate" passou a ser francamente superior ao que não teve este desfecho (fig. A-10). Cruzando a variável "local" com "combate (efectuado/não efectuado)", Leixões e Aveiro aparecem como portos onde houve mais acidentes sem terem sido alvo de acções de combate do que o contrário, constatando-se que em Lisboa e Sines aconteceu o oposto e que em Setúbal o número de uns e de outros é semelhante. Deve ser destacado o resultado obtido para o local "mar", onde houve muito mais acidentes em que não foram tomadas quaisquer acções de combate do que o contrário (fig. A-11). Este facto deve-se à falta de meios navais para combate à poluição no mar, situação que se espera venha a ser alterada com a construção de um navio de combate à poluição [43]. Na figura A-12 verifica-se que não estão registadas na base de dados quaisquer "consequências" para 77% dos acidentes, aparecendo depois 14% de casos onde as manchas derramadas se dispersaram. Com alguma expressão surgem ainda 5% de casos onde foram poluídas docas e/ou portos e 3% onde as praias também foram afectadas em termos de poluição. Agrupando a variável "origem" com o "local", ressaltam alguns elementos com interesse, como seja o facto de aparecer no mar a maior percentagem de acidentes com origem desconhecida, o que, mais uma vez, nos leva a concluir que é necessário investir em meios para operarem no mar (fig. A-13). A figura A-14 dá-nos o volume relativo do número de acidentes que ocorreram na área de cada capitania.

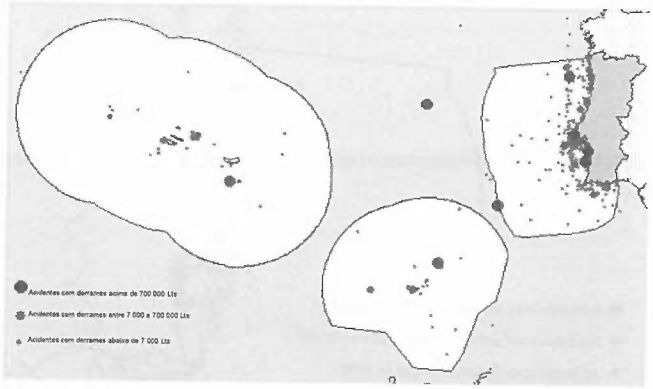


Fig. 10 – Acidentes ocorridos nos espaços marítimos nacionais entre 1971 e Julho de 2001.

Da análise das figuras 11, 12 e 13 conclui-se que os acidentes ocorridos no período para o qual existem registos surgem ao longo dos corredores de tráfego actuais e no acesso aos portos de Leixões, Aveiro, Lisboa e Sines, embora haja um grande número que teve lugar entre os corredores e a costa – nas zonas de tráfego costeiro. De salientar que um dos locais mais críticos é a zona de tráfego

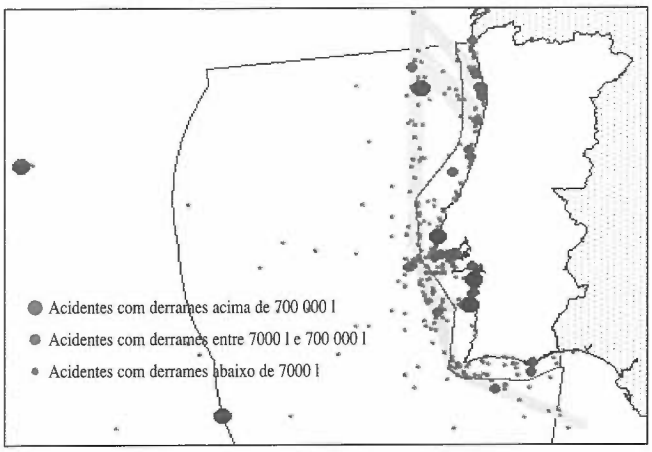


Fig. 11 – Acidentes ocorridos na ZEE de Portugal continental entre 1971 - Jul. 2001 (note-se o alinhamento dos acidentes ao longo de corredores e nos acessos aos principais portos). A linha a verde representa o MT.

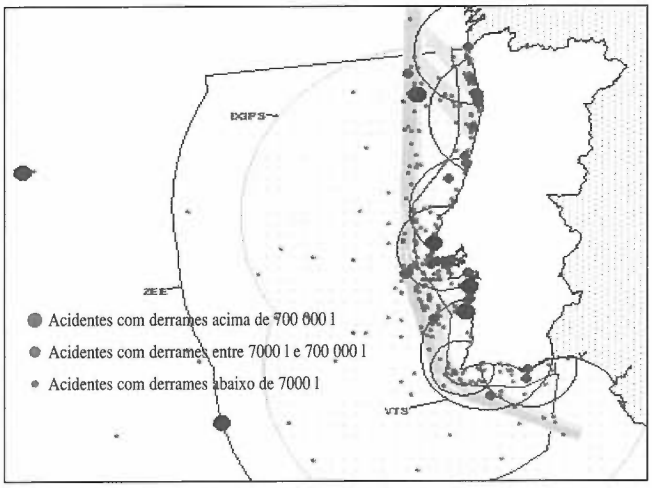


Fig. 12 – Corredores de tráfego existentes nesta data e corredores propostos, resultantes de um afastamento dos actuais. Nesta figura representaram-se, além da linha do MT, uma linha correspondente ao alcance do sistema DGPS (200 milhas náuticas) e o alcance esperado para o VTS costeiro. Aqui confirma-se que os acidentes ocorrem, maioritariamente, ao longo dos corredores de tráfego e nos locais de acesso a Leixões, Aveiro, Lisboa e Sines.

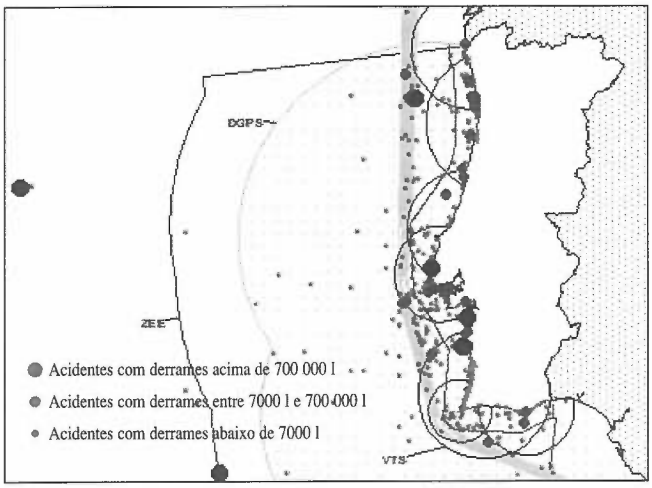


Fig. 13 – Corredores propostos. Note-se que muitos dos acidentes caem agora para dentro dos corredores representados. Com este afastamento espera-se poder proteger a costa e as zonas portuárias em caso de acidentes de grandes dimensões. Repare-se ainda na proximidade entre muitos dos acidentes e as áreas protegidas ao longo da costa. Os corredores propostos encontram-se praticamente na sua totalidade fora do MT.



Fig. 14 – Imagens de alguns acidentes ocorridos nos espaços marítimos nacionais.

costeiro do EST do cabo de S. Vicente pela sua proximidade à costa e por ali existir o Parque Natural da Costa Vicentina (fig. 13). Neste local, o facto de o EST se encontrar muito junto à costa – cerca de 5 milhas marítimas – faz com que toda a área compreendida entre Sines e Lagos corra sérios riscos de ficar poluída no caso de algum acidente de grandes dimensões ali ocorrer.

Para combate à poluição no mar, existem meios espalhados um pouco por todo o País. Embora o SCPMH seja quem detém mais equipamentos e material para este efeito, os departamentos marítimos, as capitanias e as administrações dos portos também podem efectuar o combate a pequenos derrames que possam ocorrer nas suas áreas de jurisdição.

O Plano Mar Limpo [44] constitui a base da organização nacional de combate à poluição no meio marinho e a sua execução é da responsabilidade da DGAM, através do respectivo SCPMH. Neste âmbito, têm sido efectuados diversos simulacros com vista a entrosar os esforços e as capacidades de todas as entidades que têm responsabilidades nesta matéria. Subsistem, contudo, receios de que um grande acidente possa ocorrer nos nossos espaços marítimos até que, efectivamente, existam meios capazes para uma intervenção eficaz. Até lá, será desejável que tal não suceda, pois as suas consequências seriam imprevisíveis. Lembre-se, a este respeito, que os danos pessoais, materiais e ambientais contabilizados no acidente do *Exxon Valdez*, que encalhou no Alasca em 1989 – mesmo não sendo dos maiores derrames já ocorridos – ascendem a mais de 2,1 milhões de euros (mais de 400 milhões de contos)!

Considerações críticas finais

Os espaços marítimos e o interface oceano-território de Portugal continental encontram-se, hoje, numa situação bastante fragilizada em termos ambientais. Embora não tendo atingido um estado crítico em termos de poluição, há motivos para crer que no futuro próximo tal situação se venha a degradar. As pressões que mais têm afectado estes

espaços estão invariavelmente relacionadas com causas antrópicas: elevados índices de construção perto da costa; implantação de indústriáis de grande potencial poluidor; construção de barragens nos cursos de água que atravessam o território que, retendo o fluxo normal de sedimentos, aceleram o processo da erosão costeira; a construção – por vezes deficientemente estudada – de obras portuárias que directa ou indirectamente intervêm no transporte dos sedimentos ao longo da costa; a descarga de efluentes urbanos e industriais sem tratamento ou com tratamento inadequado; a falta de meios de controlo da navegação portuária e costeira que possam ajudar a regular o tráfego de navios e embarcações contribuindo, deste modo, para a protecção dos ecossistemas costeiro e marinho, bem como para a preservação ambiental das nossas praias e estuários; e a falta de alguns meios considerados de grande necessidade para o combate à poluição nestes espaços.

Em termos de ordenamento, qualquer estratégia para os espaços marítimos portugueses deverá ser enquadrada pela CNUSDM, que estabelece os preceitos a ter em conta na definição e organização destes espaços. Daqui deveria resultar um Plano de Ordenamento dos Espaços Marítimos Portugueses onde se identificariam todos os espaços marítimos nacionais e onde se regulamentariam os direitos e deveres do Estado nos mesmos. Perante os problemas encontrados na gestão destes espaços, pode parecer que o seu futuro não se avizinha fácil. Desde uma organização dos espaços que garanta a sua preservação e a sua exploração sustentável, passando por medidas ambientais rigorosas e eficazes, longo é ainda o caminho a percorrer. Ainda neste campo, é importante que os trabalhos de harmonização do direito interno com a CNUSDM, atribuídos a uma comissão criada através da Resolução do Conselho de Ministros nº 98/2000, de 13 de Julho, sejam levados a cabo rapidamente, servindo como ponto de partida para questões mais específicas. De seguida, é necessário acelerar o processo de delimitação da plataforma continental e regulamentar devidamente a zona contígua identificando o que o Estado Português pretende para estes espaços. Há ainda a realçar na CNUSDM o facto de ter reservado toda a parte XII para instituir normas destinadas à protecção do meio marinho [45]. O artigo 192º estabelece que *"os Estados têm a obrigação de proteger e preservar o meio marinho"*. Relativamente à questão da sobreposição de competências, é urgente criar um organismo supraministerial com poder efectivo – tanto regulamentador como fiscalizador – para intervir nesta área. Com a actual indefinição e partilha de poderes, a responsabilidade dilui-se e nunca se chegará a alcançar resultados positivos nesta matéria.

No que toca à poluição, muito há também a fazer, havendo que intervir tanto de lado de terra como do mar. Relativamente à de origem telúrica, não será de mais relembrar que apenas com uma fiscalização eficaz e com um sistema de incentivos às indústrias mais poluidoras será possível reduzir as quantidades de materiais poluentes que anualmente entram no nosso meio marinho. A acreditarmos no PDR 2000-2006, alguns dos problemas que hoje se fazem sentir serão resolvidos a breve trecho, como é o caso das águas residuais que até 2006 atingirão 90% de atendimento às populações e da carga poluente do meio hídrico que deverá ser reduzida em cerca de 80%. Refira-se que neste campo é necessário que as ETAR existentes funcionem em pleno e que outras sejam construídas a breve trecho. O mesmo Plano prevê também, em matéria de resíduos, que 98% da população esteja atendida com tratamento e destino final adequados para os RSU, que 100% dos resíduos industriais perigosos e banais tenham recolha e destino final adequado e que 100% dos resíduos hospitalares sejam objecto de procedimento semelhante. É preciso, no entanto, que tudo isto seja cumprido!

Já quanto à poluição de origem marinha, a grande maioria dos problemas está identificada, mas também não tem solução à vista. A par de uma idade das frotas mundiais relativamente avançada, contam-se outras grandes questões, como as bandeiras de conveniência, que fazem com que muitos navios operem sem as condições mínimas exigidas pelas organizações internacionais responsáveis, e carências de vária ordem, como a deficiente formação dos marítimos e a inexistente sensibilidade dos mesmos e das empresas que os empregam para as questões ambientais. No caso nacional é de salientar a falta de meios de controlo da navegação que tardam em chegar, mas que, quando existirem, terão um papel crucial na segurança marítima e, por conseguinte, na prevenção da poluição marinha.

Os perto de 1700 acidentes registados na base de dados da DGAM ocorreram maioritariamente nas áreas portuárias, nos acessos aos portos e ao longo dos corredores de tráfego.

Relativamente à questão de saber se as estruturas existentes no âmbito do PML são ou não adequadas, conclui-se que as mesmas estão bastante bem organizadas, havendo a apontar falta de meios humanos e materiais, conforme se constata nos relatórios dos exercícios que têm sido efectuados com o objectivo de entrosar todos os intervenientes de modo a obter, em caso real, resultados positivos. Ainda a este respeito deve realçar-se o facto de a maior percentagem de acidentes que não foram objecto de qualquer tipo de combate ter ocorrido no mar, o que reforça a necessidade de investir nesta área, designadamente na construção de navios com capacidade de combate à poluição no mar.

Referências bibliográficas

BAPTISTA, José M. V. – "Por uma navegação mais segura", in *Jornadas Técnicas do VTS, Mar*, Boletim do IMP (suplemento), nº 5, ano 2, Janeiro/Março, Lisboa, 2001.

BARROS, James e JOHNSTON, Douglas M. – *The International Law of Pollution*, The Free Press, New York, 1974

BRANDÃO, Eduardo A. Serra – *Um Novo Direito do Mar*, Edições Culturais da Marinha, Lisboa, 1984.

BRANDÃO, Eduardo A. Serra – "A apropriação dos oceanos"(comunicação apresentada à Academia de Marinha em Novembro 1995), in *Anais do CMN*, Nº 7 a 9, Jul.-Set. 1996.

BROAD, William J. – *Os Mistérios do Mar (Investigando as Profundezas Subaquáticas)*, Publicações Europa-América, Mem Martins, 1999.
BUSH, David M.; *et al* – *Living by the Rules of the Sea*, Duke University Press, Durham, 1996.
CARVALHO, Virgílio de - *A Importância do Mar para Portugal*, Bertrand Editora e Instituto da Defesa Nacional, Venda Nova, 1995.
CHUMBINHO, Rogério Antunes; ABREU, Manuel Pinto de – O ambiente marinho e a sociedade de informação, in *Anais do CMN*, Nºs 4 a 6, Abr.–Jun. 1998, pp. 327-339.
COLLINS, Ken – Towards a cleaner marine environment – European Community priorities for protection, in *MPB*, vol. 29, Nºs 6-12, 1994, pp. 641-643.
COMISSÃO MUNDIAL DO AMBIENTE E DO DESENVOLVIMENTO (CMAD) – *O Nosso Futuro Comum*, Meribérica/Liber, Editores Lda, Lisboa, 1991.
COMISSÃO MUNDIAL INDEPENDENTE PARA OS OCEANOS – *O Oceano Nosso Futuro*, relatório da CMIO, Expo 98 e Fundação Mário Soares, Lisboa, 1998.
COMISSÃO NACIONAL CONTRA A POLUIÇÃO NO MAR – *Comunicação sobre Política de Resíduos em Portugal*, Lisboa, 1983.
DIAS, Caetano – Poluição, in *Anais do CMN*, Nºs 10 a 12, Out.-Dez. 1993, pp. 725-756.
DIOGO, Luís da Costa; JANUÁRIO, Rui – *Direito Internacional do Mar e Temas do Direito Marítimo*, Áreas Editora, Lisboa, 2000.
DIOGO, Luís Manuel Gomes da Costa – A nova filosofia da segurança a partir do mar. O quadro político global e os vectores sócio-humano e económico, in *Anais do CMN* Nº 1 a 3, Jan.-Mar. 2000, pp. 47-76.
FALCÃO, António F. O. – Central de energia das ondas na Ilha do Pico, Açores, in *VIII Congresso Ibérico de Energia Solar*, Porto, Maio 1993, pp. 739-744.
FAO – *O Estado das Pescas no Mundo*, relatório da FAO, 1999.
FERNANDES, J. Baganha; LIMA, Sofia – Risco da ocorrência de derrames petrolíferos na costa portuguesa, in *Anais do CMN* Nº 7 a 9, Jul.-Set. 1994, pp. 539-553.
FERREIRA, J. Medeiros – Posição de Portugal no Mundo, colecção "Portugal, os Próximos 20 Anos", IV vol., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Junho 1988.
FONSECA, Moura da – Apontamentos sobre a evolução dos transportes marítimos, in *Anais do CMN*, Nº 10 a 12, Out.-Dez. 1984, pp. 627-649.
GABINETE DO SEC. ESTADO ADJUNTO DO MINISTRO DO EQUIPAMENTO, DO PLANEAMENTO E DA ADMINISTRAÇÃO DO TERRITÓRIO – Política marítimo-portuária rumo ao século XXI (Livro Branco), Lisboa, 1999.
HEITOR, João A. Alves – Controlo da poluição marítima em zonas portuárias, in *1º Congresso da Água: "O Estado da Água em Portugal"*, Lisboa, Março 1992, pp. 147-155.
IMO – Resolution A. 857 (20) (Guidelines for Vessel Traffic Services), adoptada em 27 de Novembro de 1997.
INSTITUTO HIDROGRÁFICO – *Operação Radar para Recolha de Elementos de Tráfego Marítimo nos EST dos Cabos da Roca, S.Vicente e Carvoeiro*, Rel. Ft–SN–010/87, Abril-Maio 1987.
INSTITUTO HIDROGRÁFICO – REL. TEC. FINAIS QP 06/85, Dez 1985 (referente a 1984 e 1985) a Ago2000.
ITOPF – Technical Recommendations for Establishing a National Contingency Plan Against Pollution of the Coastline of Portugal by Oil, 1981.
LACAZE, Jean-Claude – *A Poluição dos Mares*, Instituto Piaget, Lisboa, 2000.
LANGENHAGE, Brigitte; SEIDEL, Karsten – Safeguarding the future marine environment of europe, in *MPB*, vol. 29, N.os 6-12, 1994.
MARTINS, Afonso d'Oliveira – *Textos Básicos de Direito do Mar*, Associação Académica da FDL, Lisboa, 1991.
MATTHEWS, G. J. – International law and policy on marine environment protection and management (trends and prospects), in *MPB*, vol. 25, Nº 1-4, 1992.
MEADOWS, Donella H., *et al* – *Além dos Limites (da Catástrofe Total ao Futuro Sustentável)*, Difusão Cultural, Lisboa, 1993.
MELO, Fernando Luís dos S. T. de – *Estratégia de Combate à Poluição Marítima por Hidrocarbonetos em Portugal (Análise de Riscos e Localização de Equipamento)*, tese de mestrado (não publicada), Lisboa, 1996.
MINISTÉRIO DO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS - *Plano Nacional da Política de Ambiente*, Lisboa, 1995.
MINISTÉRIO DO EQUIPAMENTO, DO PLANEAMENTO E DA ADMINISTRAÇÃO DO TERRITÓRIO – *Portugal, Uma Visão Estratégica para Vencer o Século XXI (Plano Nacional de Desenvolvimento Económico e Social 2000-2006)*, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Regional, Dezembro 1998.
MINISTÉRIO DO PLANEAMENTO – *Portugal, Plano de Desenvolvimento Regional 2000-2006*, Dezembro 1999.
MARN – *Relatório do Estado do Ambiente 1999*, Lisboa, 2000.
MARTINS, Afonso d'Oliveira – *Textos Básicos de Direito do Mar*, Associação Académica da FDL, Lisboa, 1991.
MOISEEV, P. A. – *The Living Resources of the World Ocean*, Israel Programme for Scientific Translation, Ltd, Jerusalém, 1971.
OCDE – *Coastal Zone Management (Integrated Policies)*, Paris, 1993.
OCDE – *Pollution des Eaux et de l'Air (la situation en Europe et aux etats-Unis)*, Paris, 1957.
OLSON, Theodore A.; BURGESS, Fredrick J. – *Pollution and Marine Ecology*, Interscience Publishers, New York, 1967.
PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS (IPCC) – *Special Report on the Regional Impacts of Climate Change (An Assessment of Vulnerability)*, 1999.
PARK, P. Kilho, *et al* (1983) – *Wastes in the Ocean*, vol. 3, Vermont, 1983.
PARLAMENTO EUROPEU – *The Common Maritime Policy*, 1996.
PONTES, Maria Teresa – *Atlas Europeu de Energia das Ondas*, in *VIII Congresso Ibérico de Energia Solar*, Porto, Maio 1993.
RIBEIRO, J. Félix. *et al* – *Portugal 2010, Posição no Espaço Europeu (uma reflexão prospectiva)*, Departamento de Prospectiva e Planeamento, Lisboa, Setembro 1995.
RICHEY, M. W. – *The separation of traffic at sea*, in *The Journal of Navigation*, 50 (3), 1997.
SANTOS, Cristina; CATARINO, J. – *Monitorização Ambiental do Emissário Submarino da Guia: A – Relatório técnico 1999; B – Análise da Série Temporal 1997-1999*, ITA 5/2000, Junho 2000.
STATISTICS NORWAY – *Statistical Yearbook of Norway*, 2000.
UNCTAD (UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT) – *Review of Maritime Transport*, 2000.
UNEP – *Global Environment Outlook*, 1999.
US BUREAU OF THE CENSUS – *World Population at a Glance: 1998 and Beyond*, Jan. 1999.
WENK, Eduard, Jr. – *The Politics of the Ocean*, University of Washington Press, Seattle, 1972.

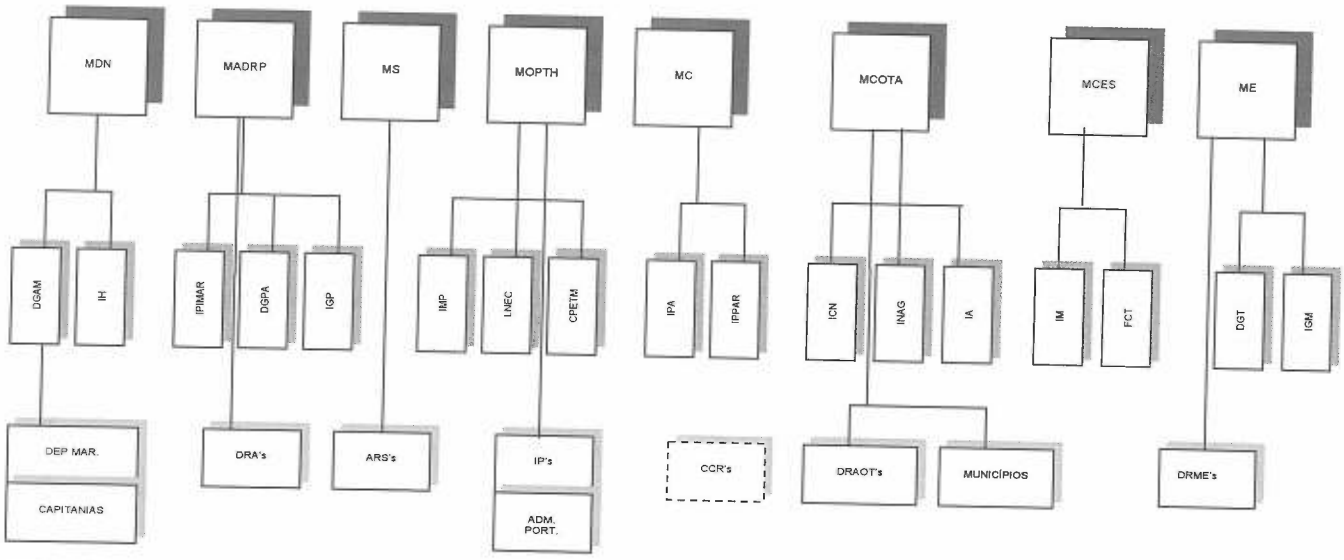
Notas:

[1] Refira-se que Portugal se encontra entre os 32 países que, segundo a ONU, tem possibilidade de reivindicar este direito.
[2] CMIO, *O Oceano Nosso Futuro*, 1998, p. 140.
[3] Cf. anexo I.
[4] US Bureau of the Census, *World Population at a Glance: 1998 and Beyond*, 1999.
[5] CMAD, *O Nosso Futuro Comum*, 1991.
[6] OCDE, *Coastal Zone Management (Integrated Policies)*, Paris, 1993.
[7] Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas, *IPCC Special Report on the Regional Impacts of Climate Change (An Assessment of Vulnerability)*, 1999.
[8] MARN, Abr. 1991.
[9] Moiseev, *The Living Resources of the World Ocean*, 1971.
[10] Relatório da FAO, *O Estado das Pescas no Mundo*, 1999.
[11] William Broad, *Os Mistérios do Mar*, 1997.
[12] Navio britânico que em 1872 terminou a 1ª grande viagem de investigação à volta do mundo, realizada entre 1872 e 1876, e que, além dos trabalhos de prospecção, permitiu a identificação de 4717 novas espécies marinhas.
[13] Navio com grande capacidade de perfuração dos fundos marinhos cujo limite de perfuração chegou aos 2111 m abaixo do leito marinho.

[14] William Broad, ob. cit., p. 380.
[15] António F. O. Falcão, *Central de Energia das Ondas na Ilha do Pico*, Porto, Maio 1993, pp. 739-744.
[16] Maria Teresa Pontes, *Atlas Europeu de Energia das Ondas*, Porto, Maio 1993, pp. 733-738.
[17] Portaria nº 711/2001, de 12 de Junho.
[18] James Barros et Douglas M. Johnston, *The International Law of Pollution*, New York, 1974.
[19] CNUSDM, artigo 1º.
[20] Lacaze, *A Poluição dos Mares*, 2000, p. 29.
[21] CMIO, ob. cit., p. 194.
[22] Apresentam-se valores para os EUA porque se desconhece muito do que se tem passado com outras potências, sobretudo com alguns países da ex-URSS.
[23] Unidade de radioactividade. Para se ter uma ideia desta grandeza refira-se que 1 l de água do mar contém 13 B_q e 1 kg de sedimentos do fundo do oceano contém 40-1500 B_q.
[24] P. Kilho Park *et al.*, *Wastes in the Ocean* (vol. 3, *Radioactive Waste in the Ocean)*, 1983, p. 5.
[25] Idem, ibidem, p. 5.
[26] Caetano Dias, *Poluição*, 1993.
[27] CMIO, p. 27.
[28] OCDE, *Pollution des Eaux et de l'Air (la Situation en l'Europe et aux états-Unis)*, 1957.
[29] Idem, ibidem.
[30] Este assunto é enquadrado na legislação nacional através do Decreto/Lei nº 152/97, de 19 de Junho – que transpôs para o direito interno a Directiva nº 91/270/CEE, do Conselho, de 21 de Maio – alterado pelo Decreto/Lei nº 72/2001, de 26 de Maio.
[31] Meadows, *Além dos Limites*, 1993, p. 98
[32] Esta iniciativa, bem como a da elaboração do PERSU, surge na sequência da doutrina emanada da Directiva Quadro dos Resíduos, nº 75/442/CEE, de 15 de Julho de 1975, que obrigava os Estados-Membros a elaborar planos de gestão dos resíduos.
[33] CMAD, in *O Nosso Futuro Comum*, p. 292.
[34] Cf. www.ITOPF.com/stats.html
[35] A IMO sucedeu à IMCO.
[36] Decreto-Lei nº 200/86, de 22 de Julho – Berlengas; Decreto-Lei nº 3/92, de 18 de Janeiro – cabo da Roca; Portaria 775/92, de 10 de Agosto – cabo de S. Vicente.
[37] IH, Rel. FT-SN-010/87.
[38] A definição de VTS consta da Resolução A.857 (20) da IMO adoptada em 27 de Novembro de 1997.
[39] *Diário da República* nº 224, de 27 de Setembro de 1995, pp. 18 465 e 18 466.
[40] Resolução da Assembleia da República nº 38/2001, de 31 de Maio.
[41] José Baptista, *Por uma Navegação mais Segura*, 2001.
[42] Cf. anexo II.
[43] Navio que está previsto ser construído até 2004 nos Estaleiros Navais de Viana do Castelo. Cf. Despacho Conjunto nº 15/2000, de 19 de Dezembro. A este respeito deve salientar-se que não será facilmente justificável dispor de um ou mais navios exclusivamente dedicados ao combate à poluição no mar, interessando sim que pelo menos dois dos navios a atribuir à Marinha Portuguesa no âmbito do Programa dos Navios de Patrulha Oceânica possam contar com capacidade orgânica para este fim. Este aspecto é sobremaneira importante porquanto os navios estariam dotados de mais uma capacidade que, não interferindo grandemente com as suas capacidades para o desempenho das missões principais que lhe estiverem atribuídas, lhes poderá garantir uma resposta, quando necessário, em tempo muito reduzido e de forma quase autónoma.
[44] Resolução do Conselho de Ministros nº 25/93, de 15 de Abril.
[45] CNUSDM, artigos 192º-237º.

Anexo I

Instituições com competências na gestão dos espaços marítimos e no litoral*



DGAM – Direcção-Geral da Autoridade Marítima
IH – Instituto Hidrográfico
IPIMAR – Instituto de Investigação das Pescas e do Mar
DGPA – Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura
IGP – Inspecção Geral das Pescas
IMP – Instituto Marítimo-Portuário
LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil
CTPME –Comissão do Planeamento de Emergência do Transporte Marítimo
IPA – Instituto Português de Arqueologia
IPPAR – Instituto Português do Património Arquitectónico
ICN – Instituto da Conservação da Natureza
INAG – Instituto da Água
IA – Instituto do Ambiente
IM – Instituto de Meteorologia
FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia
DGT – Direcção-Geral do Turismo
IGM – Instituto Geológico e Mineiro
DEP. MAR. – Departamento Marítimo
DRAs – Direcções-Gerais da Agricultura
ARSs –Administrações Regionais de Saúde
IPs – Institutos Portuários
ADM. PORT. – Administrações Portuárias
CCRs – Comissões de Coordenação Regionais
DRAOTs – Direcções Regionais do Ambiente e do Ordenamento do Território
DRMEs – Direcções Regionais do Ministério da Economia

*** Este quadro institucional está a ser reformulado na decorrência da Lei Orgânica do actual Governo, pelo que deve ser visto como provisório.**

Anexo II

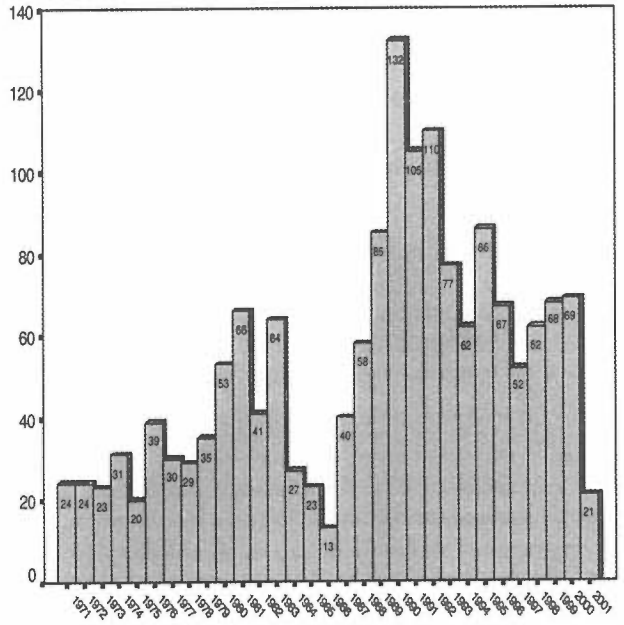


Fig. A-1 – Nº de acidentes por ano ocorridos em águas nacionais.

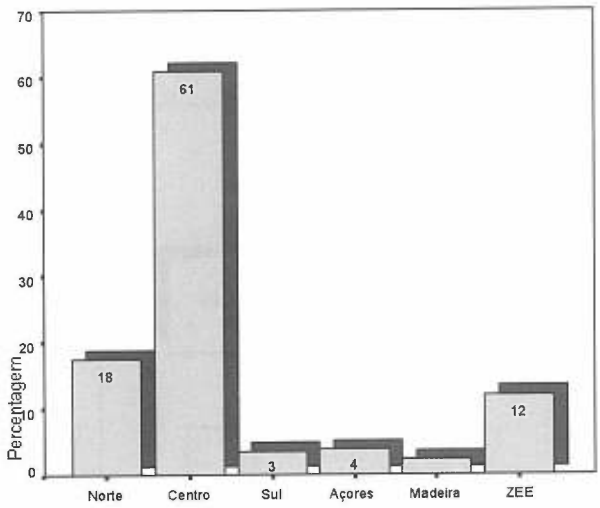


Fig. A-2 - Percentagem de acidentes por departamento marítimo.

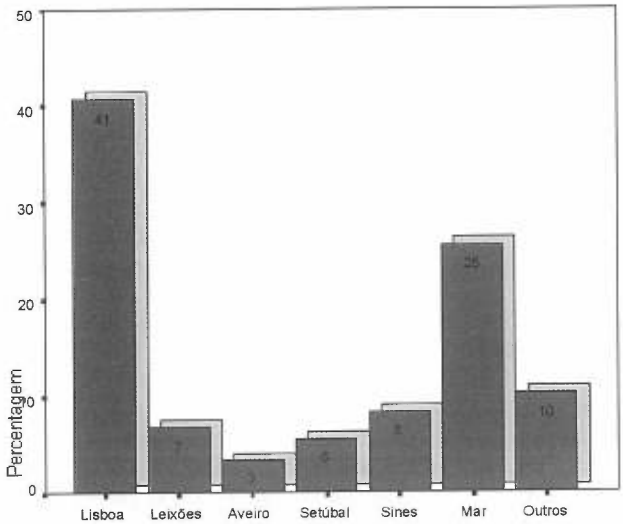


Fig. A-3 – Percentagem de acidentes por local (portos ou mar).

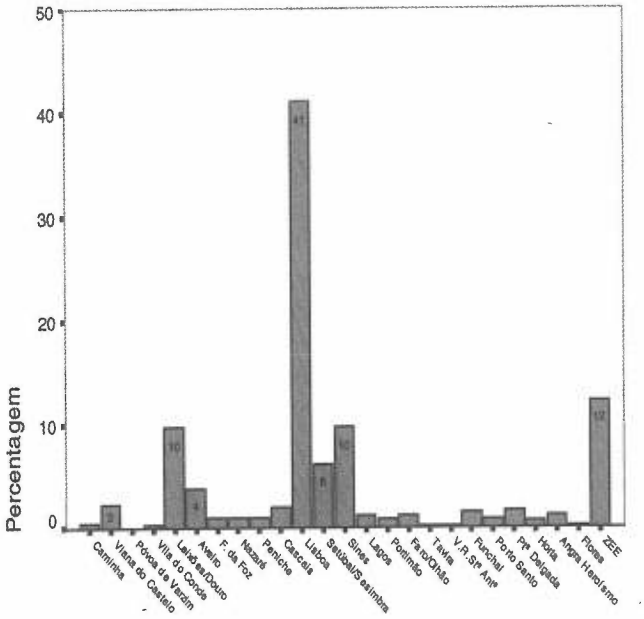


Fig. A-4 – Percentagem de acidentes por capitania.

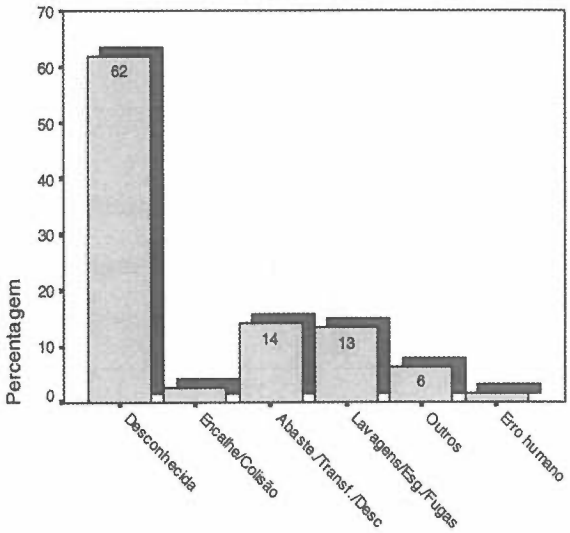


Fig. A-5 – Percentagem de acidentes de acordo com a respectiva causa.

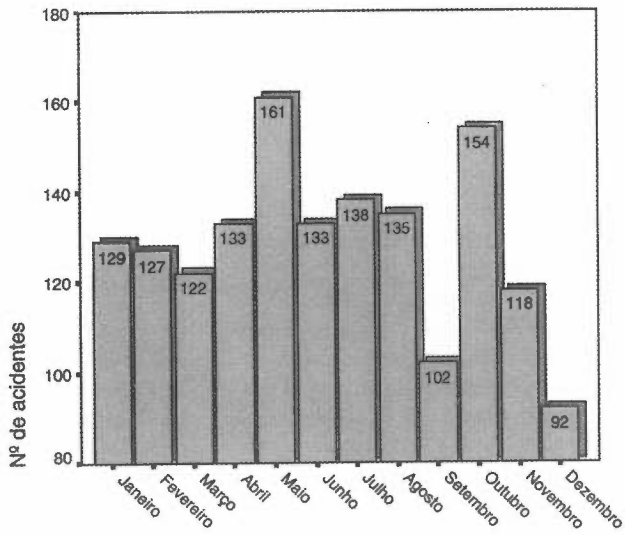


Fig. A-6 – Nº de acidentes por mês.

Anexo II

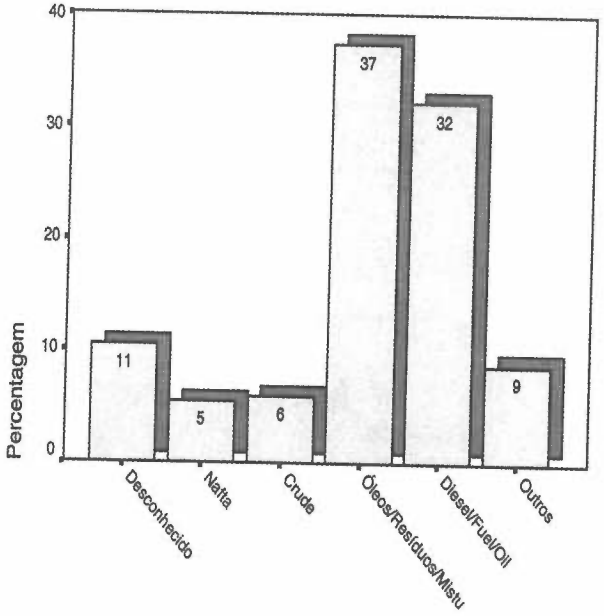


Fig. A-7 – Percentagem de acidentes de acordo com o material poluente.

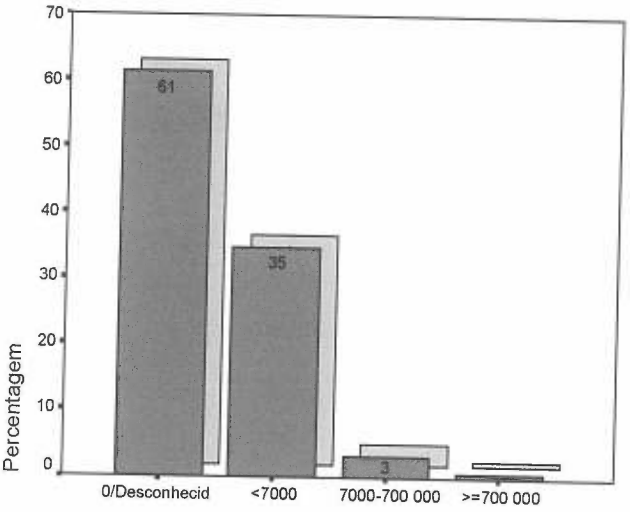


Fig. A-8 – Percentagem de acidentes por quantidade (litros).

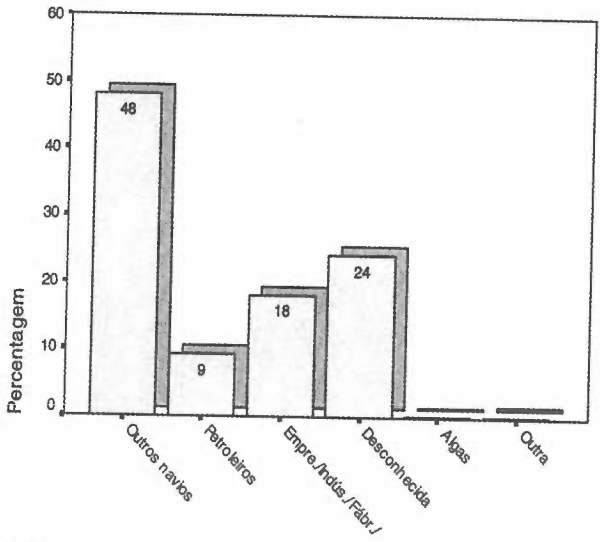


Fig. A-9 – Percentagem de acidentes por origem.

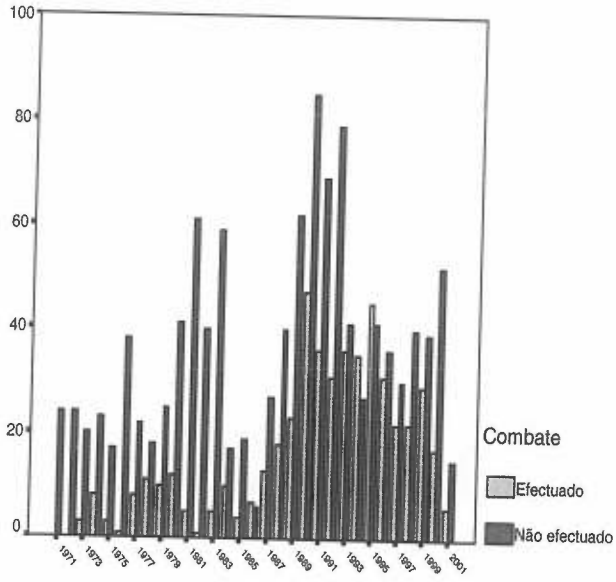


Fig. A-10 – Percentagem de acidentes onde foram tomadas medidas de combate à poluição.

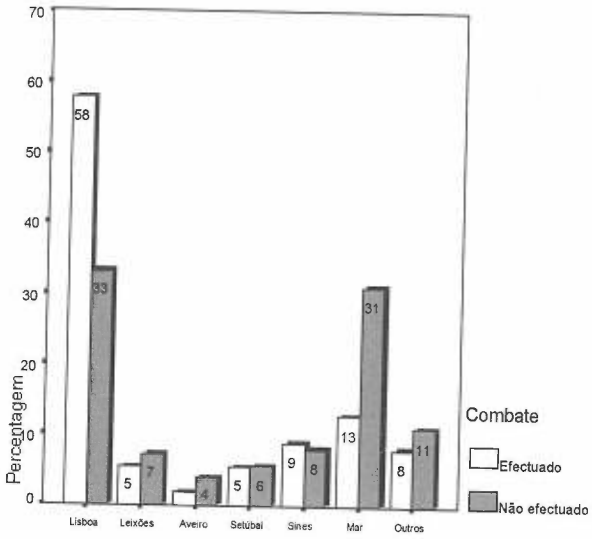


Fig. A-11 – Percentagem de acidentes, por local, onde foram tomadas medidas de combate à poluição.

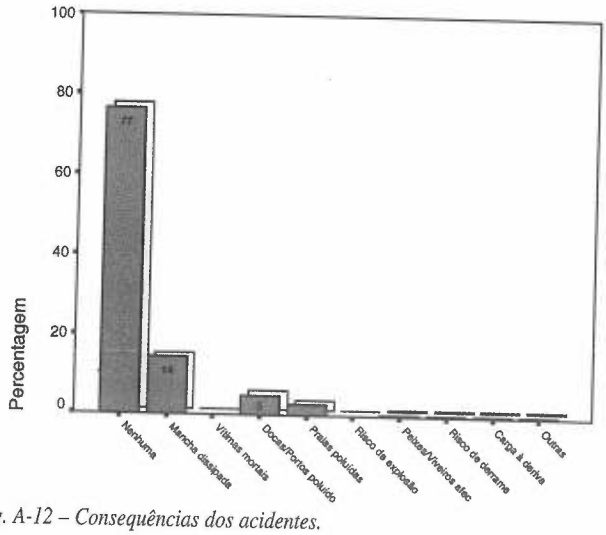


Fig. A-12 – Consequências dos acidentes.

Anexo II

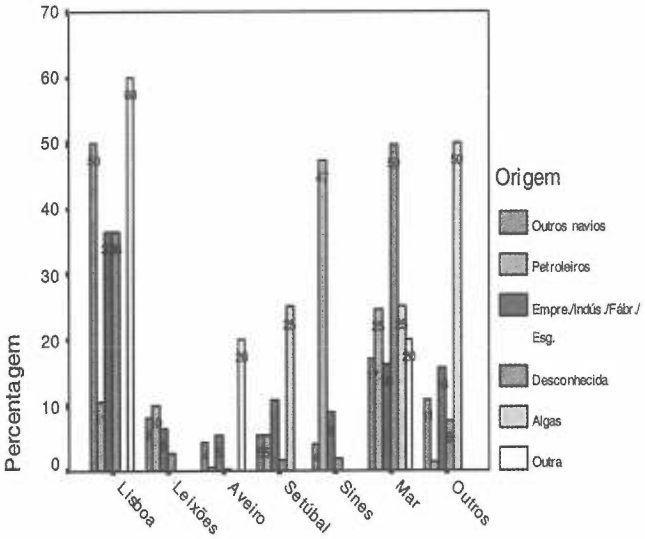


Fig. A-13 – Origem dos acidentes por local.

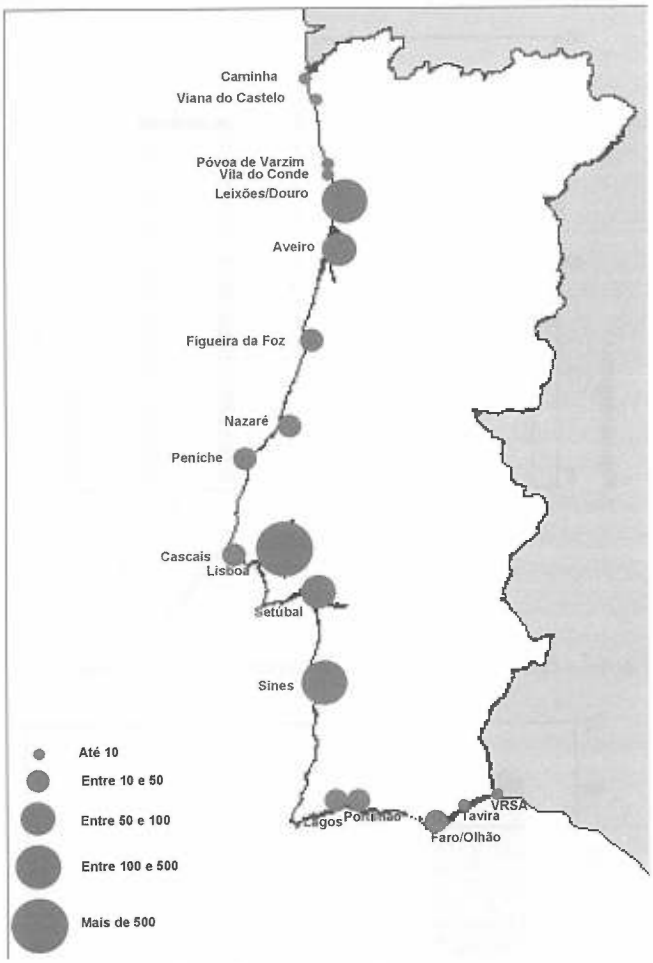


Fig. A-14 – Volume de acidentes por capitania.

Humanidade: do Local ao Planetário

Trabalho realizado por:
• *André S. Ribeiro*

Universidade Independente
Faculdade de Ciências de Engenharia

Sumário

Afirma-se que Portugal gerou a primeira globalização planetária. Diz-se que a descoberta das estradas marítimas trouxe o encontro de povos e culturas.

Sabe-se, da teoria dos sistemas, que sistemas com muitos agentes, que atinjam um determinado grau de conectividade e um limiar de quantidade de informação, sofrem uma transição de fase, isto é, uma mudança de estrutura.

Portugal, através da criação de uma rede de comunicações por estradas do mar, provocou uma transição de fase no sistema "sociedade humana mundial", em que uma das consequências foi, na Europa, a transição da localidade para a globalização.

Propomos o estudo da conectividade e informação do sistema "humanidade", de 1450 d. C. a 1543 d. C., para estudar, se sim ou não, a descoberta das estradas do mar pelos Portugueses trouxe, para o sistema, um novo comportamento.

Criámos um modelo do mundo, dividido em vizinhanças, de formas geométricas simples, ligadas por ligações simples, caso existam.

Estas vizinhanças podem-se ligar caso haja uma viagem por mar entre elas, ou seja, caso uma rota tenha sido estabelecida. Assim poderemos verificar se a variação na conectividade e na quantidade de informação associada ao sistema e criada pela interacção entre as diversas vizinhanças é suficiente para uma transição de fase.

Neste trabalho utiliza-se a matemática da teoria dos sistemas para provar que a descoberta dos Portugueses trouxe uma mudança de fase nas relações entre os povos.

Mostra-se que os resultados são independentes da escolha das dimensões da vizinhança, comparando dois casos cujas vizinhanças são de dimensões distintas.

Mostra-se, ainda, que a descoberta das estradas do mar levou à globalização da humanidade na Terra. Ou seja, a estrutura do sistema, "humanidade", passou de localizada a global após a descoberta das vias marítimas feitas pelos Portugueses.

Introdução

Um sistema é constituído por elementos que interagem. A estrutura do sistema, em cada momento, não depende dos elementos, mas sim das suas interacções [1].

A mudança de estrutura no sistema é então ditada pelo número e pela natureza das interacções. Esta alteração pode ser evidenciada ou pela penetração, pelo número, de uma determinada interacção ou pela quantidade de informação que um observador externo veja acontecer no sistema, à medida que a nova interacção vai aumentando o número de elementos do sistema que ela vai ligando [2, 3, 4, 5].

Quando o número de interacções do novo tipo representa 1/e (~ 36%) do número total de interacções do sistema dá-se, se o sistema for fechado, uma alteração irreversível da sua estrutura [6, 7].

Estes resultados da teoria dos sistemas estão previstos no primeiro parágrafo deste trabalho. A utilização da matemática da teoria dos sistemas requer um modelo para o Planeta e para as suas populações humanas.

No modelo presente neste trabalho, os elementos são vizinhanças contíguas que cobrem a orla costeira.

As populações em cada uma dessas vizinhanças constituem, então, o elemento para a teoria dos sistemas. A interacção é a estrada do mar que as liga. Este modelo de sistema planetário e das populações humanas é apresentado no segundo parágrafo.

Uma vez adoptada uma cronologia, é então possível calcular, para cada ano, o tamanho da área ligada pelas estradas do mar e, também, a evolução da quantidade de informação que cada ser humano ia tendo relativamente a todos os outros seres humanos do Planeta. Os resultados são apresentados no terceiro páragrafo.

Quando se mostram os resultados em forma gráfica é por demais evidente que entre 1415 a 1543 (d. C.) se dá uma transição de fase no sistema.

O tamanho da humanidade ligada pelo mar, ou seja, pela nova interacção, cresceu, no nosso modelo, uma ordem de grandeza e, na realidade, em termos de população, várias ordens de grandeza.

Mas para que a transição de uma estrutura para outra seja irreversível, a quantidade de informação medida por um observador externo tem que ter ultrapassado para além do seu valor máximo.

Os resultados obtidos evidenciam que a quantidade de informação da descoberta dos Portugueses gerou uma transição irreversível da humanidade: da fase local saltou-se para a fase planetária.

Estas conclusões constam do último parágrafo.

1. Teoria dos sistemas

O mesmo sistema pode existir em várias estruturas. A passagem de umas para outras faz-se, num sistema fecha-

do, pela natureza das interacções prevalecentes [1]. Há, pelo menos, dois métodos para medir a ocorrência desta transição entre estruturas.

1.1 – A descrição analítica de mudança de estrutura

Os elementos, os componentes de um sistema, interagem. A interacção engendra a ligação entre os elementos. O número de elementos, m, ligados por interacções, n, determinam o tamanho, S, do maior agregado do sistema, ou seja, o número de elementos, *l*, ligados entre si; S = *l*.

A estrutura do sistema passa a ser a estrutura i quando se dá um crescimento abrupto do número de elementos ligados pela interacção i. Ou seja, a estrutura do sistema é a i quando $S_i(m, n_i) << S_i[m, n_i+(n_i/e)]$ em que n_i é o número de interacções do tipo i.

O andamento do tamanho do maior agregado em função do número de interacções ilustra a transição de fase que ocorre no sistema quando o número de interacções, n, passa um valor limiar (fig. 1).

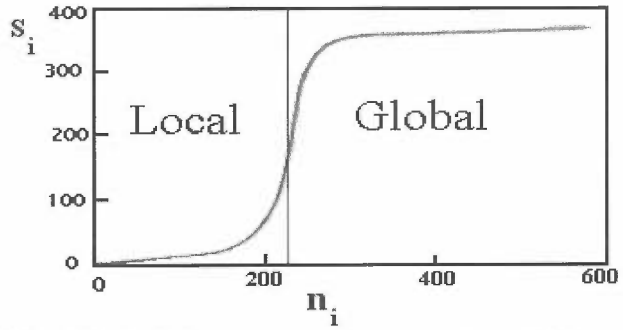


Fig. 1 – Variação de S_i com o aumento de n_i para um sistema de 400 agentes em que as ligações entre os agentes são colocadas aleatoriamente ao longo do tempo. Transição de fase do local ao global.

Esta transição de fase corresponde, no sistema, a uma substituição de estrutura e uma correspondente alteração do comportamento do sistema. De facto, as propriedades do sistema passam a ser outras de tal forma diferentes que não são explicáveis a partir das anteriores.

1.2 – A descrição pela quantidade de informação

A quantidade de informação, tal como medida por um observador exterior, dá, também, conta da mudança de estrutura do sistema à medida que mais elementos ficam ligados pela interacção do tipo i. Se σ_i for o número de elementos ligados pela interacção i, então a quantidade de informação do sistema, H_i, é dada por [1]:

$$H_i = (\sigma_i/m).\ln(\sigma_i/m) \qquad (1)$$

Se no sistema existir mais de um tipo de ligação, a quantidade de informação, H, será a soma das quantidades de informação, H_i, geradas pelos diferentes tipos de interacção de tal forma que:

$$H = \Sigma H \qquad (2)$$

Quando o observador escolhe apenas uma interacção, então o resultado é o expresso na figura [2, 1, 6, 9, 10].

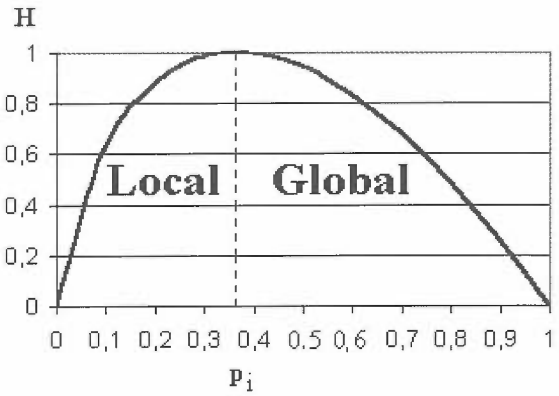


Fig. 2 – Função quantidade de informação relativista normalizada a 1/e. Apenas as mensagens escolhidas como importantes pelo observador são somadas $p_i = \sigma_i/m$. Transição de fase do local para o global.

A partir da figura 2 reconhece-se que para σ_i = m/e também se dá uma transição na estrutura do sistema. Se o sistema for fechado, terá carácter irreversível.

Espera-se, então, que a mudança de estrutura ponha em evidência um comportamento emergente do sistema, i. e, um comportamento não explicável pelas propriedades do sistema quando em outras estruturas.

2. O modelo

Na perspectiva dos sistemas, os elementos da humanidade são grupos de indivíduos que se integram numa estrutura que depende da natureza da interacção entre os grupos.

Construir um modelo que tenha em conta todos os seres humanos, tomados individualmente, seria possível e, em última análise, desejável. Assim, neste modelo, os elementos são as populações que vivem numa mesma vizinhança cuja área, de geometria quadrada, possui extensão variável e pode ser tão pequena quanto se queira.

O elemento do sistema, neste modelo, é a população na vizinhança $\{x \pm \Delta x, y \pm \Delta y\}$ de um ponto (x, y) sobre o Planeta (ver figura 3). As vizinhanças são justapostas até preencher toda a orla marítima com populações significativas.

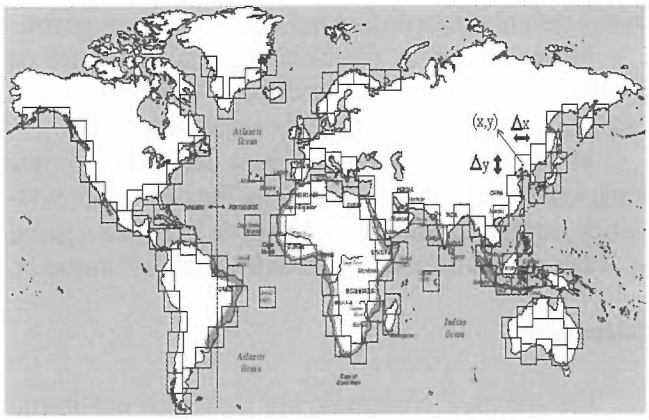


Fig. 3 – Mapa-mundo com as 134 vizinhanças que cobrem toda a orla marítima povoada ($\pm\Delta x$ = 840 km, $\pm$ Δy = 840 km).

Para que haja interacção duradoura tem que haver um modo de interacção que se repita a intervalos regulares durante a vida de cada ser humano.

O veículo da interacção, no nosso modelo, é a estrada do mar. Sempre que há uma viagem de descoberta pelo mar que entra em cada vizinhança, em cada quadrado, o tamanho do maior agrupamento crescerá e mais um elemento terá a característica de ligado.

As ligações serão a representação das interacções entre os diversos interpostos comerciais, ou "vizinhanças de influência", estabelecidos pelos Portugueses. No modelo, qualquer ligação, uma vez estabelecida, tem um carácter permanente.

Um agrupamento consiste num conjunto de vizinhanças ligadas directa ou indirectamente entre si, sendo que não pode existir mais do que uma ligação entre duas vizinhanças.

As vizinhanças das calotes polares, não sendo habitadas, não interferem na estrutura da sociedade humana, na medida que não existem concentrações de populações para ligar a outras regiões do Globo.

Igualmente, vizinhanças do interior dos continentes não entram no cálculo. Essas vizinhanças, caso possuam alguma população, ir-se-ão ligar às vizinhanças costeiras por meio de estradas terrestres.

3. Método de cálculo

Divide-se toda a orla costeira habitável, de todos os continentes, em vizinhanças todas iguais, justapostas. Essas vizinhanças representam as zonas dentro das quais se encontra um conjunto de populações que já comunicam entre si devido à pequena distância entre elas.

Consideram-se agregadas todas as vizinhanças ligadas directa ou indirectamente. Indirectamente implica ser possível uma mensagem de uma vizinhança chegar a outra, através de outras ligações que ambas possuam a outras vizinhanças.

Para determinar, em cada instante, o tamanho do maior agrupamento e a quantidade de informação do sistema utilizou-se, para todos os casos, um mesmo procedimento.

No cálculo considera-se que, para além de Portugal se ligar directamente a cada uma das vizinhanças com entrepostos estabelecidos, os navios portugueses propiciam a ligação de todos os entrepostos comerciais também entre si.

O método para obter a evolução da conectividade e quantidade de informação ao longo do tempo consiste em uma série de fases distintas:

Divide-se a orla costeira dos continentes (habitável) em vizinhanças, áreas quadradas, todas iguais. Cada área quadrada representa uma vizinhança dentro da qual as populações já se encontram ligadas e constituem um elemento;

Conta-se, em cada ano, o número total de vizinhanças, m, e o número de vizinhanças ligadas a Portugal, σ_i, que coincide com S, o tamanho do maior agrupamento.

Por fim, calcula-se a quantidade de informação, H, em cada ano, utilizando a relação (1).

Para verificar se os resultados dependem, ou não, da dimensão das vizinhanças fez-se o cálculo para vizinhanças de dimensões distintas.

No modelo, presente neste trabalho, a orla costeira foi dividida, no caso das áreas menores, em segmentos de área quadrados de 840 km x 840 km (18x18 unidades mínimas de comprimento do programa Microsoft Paint 2001, Windows Millennium Edition) (anexo 4)[8]. As áreas maiores são 2 vezes superior em comprimento e largura, ou seja, uma área 4 vezes superior.

4. Resultados

Uma vez estabelecida, por escolha, uma cronologia (anexo 1), é então possível, para cada dimensão de vizinhança de um ponto, calcular, para cada ano, no período de 1415 d. C. - 1543 d. C., por um lado, o tamanho do maior agrupamento (S) e, por outro, a quantidade de informação (H) que um observador externo mediria no sistema.

Duas vizinhanças de dimensões distintas foram utilizadas para mostrar a independência dos resultados relativamente à dimensão das vizinhanças.

Foram utilizadas uma vizinhança de 840 km x 840 km, sendo a orla costeira habitada preenchida com 134 vizinhanças, e uma vizinhança de 1680 km x 1680 km, sendo a orla costeira habitada preenchida com 51 vizinhanças.

No primeiro caso Portugal ligou 77 vizinhanças, isto é, 57% do total de vizinhanças definidas, e no segundo caso foram ligadas 38 vizinhanças, ou seja, 70,1% do número total de vizinhanças.

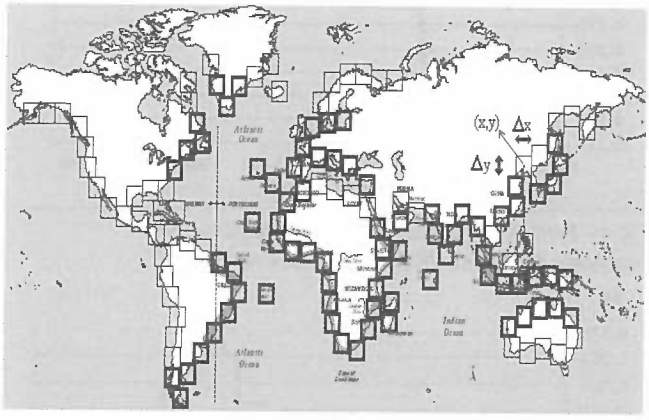


Fig. 4 – Mapa-mundo com as vizinhanças ligadas a Portugal, assinaladas a cor (com linhas mais grossas), desde que se estabeleceu o primeiro contacto (vizinhança de 840 km x 840 km) de 1415 d. C. a 1543 d. C.

O resultado do cálculo do tamanho do maior agrupamento para cada ano é representado graficamente nas figuras 5 e 5a. No anexo 2, estão as tabelas com os valores numéricos.

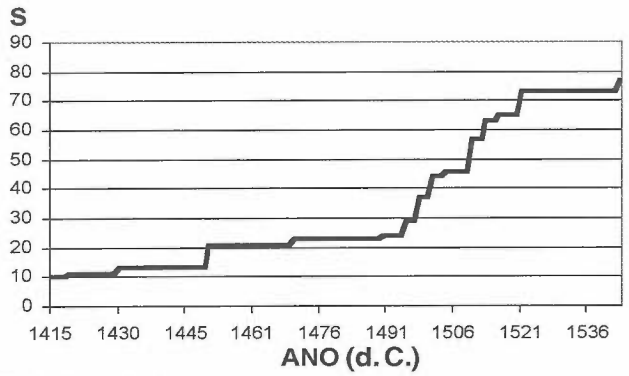


Fig. 5 – Tamanho do maior agrupamento (S) no tempo (vizinhança de 840 km x 840 km) de 1415 d. C. a 1543 d. C.

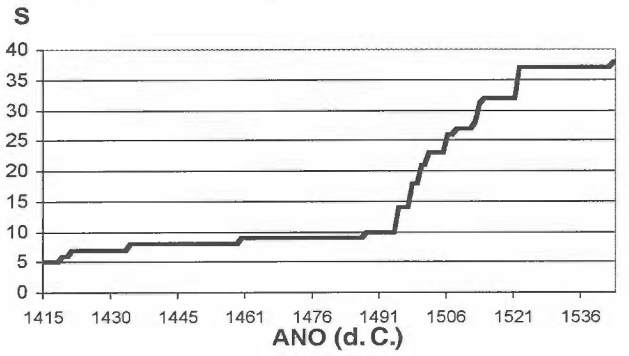


Fig. 5a – Tamanho do maior agrupamento (S) no tempo (vizinhança de 1680 km x 1680 km) de 1415 d. C. a 1543 d. C.

Nas figuras 6 e 6a representa-se a quantidade de informação do sistema para cada ano, para as mesmas dimensões das vizinhanças. O anexo 3 contém as tabelas com os valores numéricos.

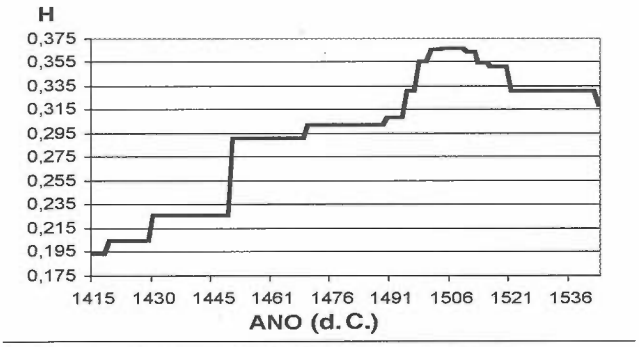


Fig. 6 – Evolução da quantidade de informação (H) no tempo (vizinhança de 840 km x 840 km) de 1415 d. C. a 1543 d. C.

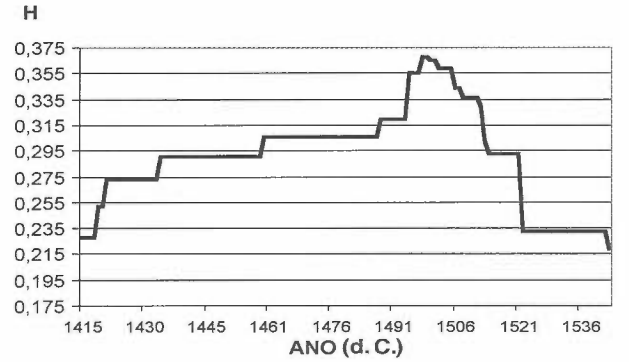


Fig. 6a – Evolução da quantidade de informação (H) no tempo (vizinhança de 1680 km x 1680 km) de 1415 d. C. a 1543 d. C.

5. Conclusões

A descoberta das estradas do mar feita por Portugal de 1415 d. C. a 1543 d. C. produziu uma transição de fase na humanidade. A comparação entre a evolução ao longo do tempo do tamanho do maior agrupamento (S) para vizinhanças de diferentes dimensões mostra que nem a forma da curva, nem o momento em que se dá o salto no tamanho do maior agrupamento são afectados. Pode então concluir-se que as dimensões escolhidas para a vizinhança de cada ponto não afectam os resultados.

Os resultados expressos na figura 4 indicam uma transformação na estrutura do sistema. No caso presente, o comportamento da humanidade passou de local a global.

Quando se examina a evolução da quantidade de informação (figs. 5 e 5a), para além de uma conclusão em tudo semelhante à já expressa no que diz respeito à escolha apropriada das dimensões de vizinhança em torno de cada posição do nosso modelo, fica demonstrada a irreversibilidade da transformação de estrutura da humanidade.

Os resultados obtidos, quer quanto ao tamanho do maior agrupamento, quer relativamente à quantidade de informação do sistema, mostram que depois das descobertas das estradas do mar tinha que emergir na humanidade um comportamento novo.

De facto, a partir de 1543 d. C., a humanidade passou do local ao global.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. F. Carvalho Rodrigues pela orientação, sugestões, correcções, discussões e acompanhamento participativo nos trabalhos.

Ao Ex.mo Sr. Almirante Rogério de Oliveira, Presidente da Academia da Marinha de Portugal, pela cronologia sugerida e aplicada neste trabalho e sugestões quanto à bibliografia a utilizar.

Ao Professor Vítor Simões pelas sugestões relacionadas com os aspectos cognitivos da apresentação do trabalho.

Anexos

Anexo 1 – Principais explorações marítimas e descobrimentos portugueses

Anexo 2 – Evolução do tamanho do maior agrupamento no tempo (partes I e II)

Anexo 3 – Evolução da quantidade de informação no tempo (parte I e II)

Anexo 4 – Escala do mapa-mundo

Referências

[1] CARVALHO RODRIGUES, F., e DOCKERY, J., 1996, "Defining Systems Based on Information Exchange: Structure from Dynamics", *BioSystems* **38**, 229-234.

[2] *Investigations*, Stuart A. Kauffman, Oxford University Press, 2000.

[3] *Hidden Order*, J. Holland, Addison Wesley, 1995.

[4] *Linked: The new science of networks*, Albert-Lazlo Barabasi, Perseus Publishing, Abril de 2002.

[5] *Nexus: Small Worlds and ground breaking science of networks*, Mark Buchanan, W. W. Norton & Company, 2002.

[6] CARVALHO RODRIGUES, F., 1989, "A proposed entropy measure for assessing combat degradation", *J. Opl. Res. Soc.* (RU), **40** (8): 789-93.

[7] CARVALHO RODRIGUES, F.,1990-1991, "Função de coesão de estruturas baseadas em informação", *Memórias da academia*, tomo XXXI, Academia das Ciências de Lisboa.

[8] Instituto Geográfico do Exército de Portugal, http://www.igeoe.pt/

[9] CARVALHO RODRIGUES, F., 1989, "A proposed entropy measure for assessing combat degradation", *J. Opl. Res. Soc.* (UR), **40** (8): 789-93.

[10] CARVALHO RODRIGUES; F., DOCKERY, J., e WOODCOCK, A. E. R., 1992, "Models of combat with embedded command and control: Casualty based entropy calculations as a combat predictor", chapter 2.5, in *The Military Landscape, Mathematical Models of Combat*, Woodhead Press, Cambridge, RU.

Anexo 1

Principais explorações marítimas e descobrimentos portugueses

1415: Conquista da cidade de Ceuta.

1419: Descoberta de Porto Santo e Madeira, por João Gonçalves Zarco e Tristão Vaz Teixeira.

1421: Primeiras viagens de reconhecimento da costa africana para além do cabo Não.

1427: Descoberta do grupo oriental dos Açores por Diogo de Silves.

1434: Gil Eanes transpõe o cabo Bojador (27° Lat. N., Sara Ocidental) até então considerado como o limite convencional do mundo.

1441: Nuno Tristão navega até ao cabo Branco (20° 46´ Lat. N., Mauritânia).

1444: Nuno Tristão descobre o rio Senegal (16° Lat. N.). Dinis Dias atinge o cabo Verde (Senegal) e a ilha das Palmas (Gorée Island, 14° 45´ Lat. N.). Início da construção da fortaleza de Arguim. Diogo Afonso levanta o primeiro padrão de madeira no cabo Branco.

1456: Cadamosto, veneziano ao serviço do Infante, navega até à Guiné e Diogo Gomes explora os rios da Guiné.

1460: Morte do Infante D. Henrique (13 de Novembro). Pedro de Sintra descobre a Serra Leoa (Sierra Leone) e navega até ao cabo Mensurado. Diogo Gomes e António de Nola descobrem algumas ilhas orientais de Cabo Verde (Santiago, Fogo, Maio, Boavista e Sal).

1462: Diogo Afonso descobre as ilhas ocidentais de Cabo Verde (S. Nicolau, Sta. Luzia, Sto. Antão, S. Vicente e Brava).

1470: Soeiro da Costa atinge o cabo das Três Pontas (Cape Three Points, Gana).

1471-1472: João de Santarém e Pêro Escobar descobrem as ilhas de S. Tomé, Príncipe e Ano Bom, explorando a costa africana até à foz do rio Níger. Primeiros navegadores europeus a passar o equador.

1472: Fernando Pó descobre os Camarões e a ilha Formosa (ilha de Fernando Pó).

1474: Lopo Gonçalves e Rui de Sequeira descobrem o rio Gabão, o cabo de Lopo Gonçalves (Cape Lopez) e atingem o cabo de Santa Catarina (Cape Saint Catherine).

1483: Diogo Cão descobre o rio Congo (Zaire) e explora a costa de Angola até ao cabo do Lobo (Cabo de Sta. Maria, 13° 26´ Lat. S.) e à ponta dos Farilhões (22° 10´ Lat. S.).

1485-1486: Terceira viagem de Diogo Cão, até ao cabo do Padrão (Cape Cross 21° 50´ Lat. S.) e à ponta dos Farilhões (22° 10' Lat. S.).

1488: Bartolomeu Dias descobre a passagem do Sueste, a África do Sul e o cabo da Boa Esperança. Desembarque na angra de S. Brás (Mossel Bay, 3 de Fevereiro) e a exploração da costa até ao rio do Infante (Gret Fish River). Pêro da Covilhã visita Cananor, Calecute e Goa, na Índia (1488), Sofala, na costa oriental africana (Moçambique, 1489), e interna-se na Etiópia (1491).

1495-1496: Pedro Barcelos e João Fernandes Lavrador exploram a costa da Gronelândia (Terra do Lavrador, nas cartas náuticas antigas).

1497-1498: Descoberta do caminho marítimo para a Índia, por Vasco da Gama. Chegada à Terra do Natal (25 de Dezembro de 1497), a Mombaça (7 de Abril de 1498) e a Calecute (20 de Maio de 1498). Regresso a Lisboa (1499).

1499: Primeira viagem de Gaspar Côrte-Real à Gronelândia e à Terra dos Côrte-Reais (Terra Nova, Canadá).

1500: Segunda expedição marítima à Índia, capitaneada por Pedro Álvares Cabral. Descobrimento do Brasil (22 de Abril) e da ilha de Madagáscar (10 de Agosto).

1501: Segunda viagem de Gaspar Côrte-Real à Terra Nova. Exploração das costas da Florida por portugueses (mapa dito de "Cantino").

1501-1502: Terceira expedição marítima à Índia, capitaneada por João da Nova. Descobrimento das ilhas de Santa Helena (15 de Abril) e da Ascensão (5 de Maio). Viagem de Miguel Côrte-Real à Terra Nova.

1502-1503: Quarta expedição marítima à Índia, capitaneada por Vasco da Gama. Descobrimento das ilhas Seichelles e Almirante.

1506: Sexta expedição marítima à Índia, capitaneada por Tristão da Cunha. Descobrimento das ilhas Tristão da Cunha. D. Lourenço de Almeida chega a Ceilão (Sri Lanka).

1508-1509: Décima expedição marítima à Índia, capitaneada por Diogo Lopes de Sequeira. Chegada a Samatra e a Malaca (1509).

1510: Conquista de Goa por Afonso de Albuquerque.

1511: Conquista de Malaca por Afonso de Albuquerque.

Descoberta das ilhas Mascarenhas.

1512: Francisco Serrão atinge as ilhas Molucas e Timor.

1513: Jorge Álvares chega à China (foz do rio das Pérolas).

1514: João de Lisboa descobre o rio da Prata, na costa da América do Sul.

1522: Cristóvão de Mendonça chega ao continente australiano. Fernão de Magalhães descobre a passagem do Sudoeste (estreito de Magalhães).

1543: Chegada dos Portugueses ao Japão (ilha de Tanegashima), tendo fundado a cidade de Nagasaki em 1571.

Anexo 2

Evolução do tamanho do maior agrupamento no tempo (partes I e II)

Parte I

	Nº Vizinhanças	Nº max ligações
Nº Vizinhanças da Rede	134	8911
Nº Vizinhanças sem influencia	57	1596
Nº Vizinhanças com influencia	77	2926

Evolução em fases

Tempo Real	Tempo	Nº Vizinhanças	Tamanho maior agrupamento (S)	Nº max ligações
1415	1	10	10	45
1420	2	1	11	55
1430	3	2	13	78
1450	4	8	21	210
1470	5	2	23	253
1490	6	1	24	276
1495	7	5	29	406
1498	8	8	37	666
1501	9	7	44	946
1504	10	2	46	1035
1507	11	0	46	1035
1510	12	11	57	1596
1513	13	6	63	1953
1516	14	2	65	2080
1519	15	0	65	2080
1521	16	8	73	2628
1524	17	0	73	2628
1527	18	0	73	2628
1532	19	0	73	2628
1537	20	0	73	2628
1543	21	4	77	2926

Evolução ano a ano

Tempo Real	Nº Vizinhanças	S
1415	10	10
1416	10	10
1417	10	10
1418	10	10
1419	1	11
1420	1	11
1421	1	11
1422	1	11
1423	1	11
1424	1	11
1425	1	11
1426	1	11
1427	1	11
1428	1	11
1429	1	11
1430	2	13
1431	2	13
1432	2	13
1433	2	13
1434	2	13
1435	2	13
1436	2	13
1437	2	13
1438	2	13
1439	2	13
1440	2	13
1441	2	13
1442	2	13
1443	2	13
1444	2	13
1445	2	13
1446	2	13
1447	2	13
1448	2	13
1449	2	13
1450	8	21
1451	8	21
1452	8	21
1453	8	21
1454	8	21
1456	8	21
1457	8	21
1458	8	21
1459	8	21
1460	8	21
1461	8	21
1462	8	21
1463	8	21
1464	8	21
1465	8	21
1466	8	21
1467	8	21
1468	8	21
1469	8	21
1470	2	23
1471	2	23
1472	2	23
1473	2	23
1474	2	23
1475	2	23
1476	2	23
1477	2	23
1478	2	23
1479	2	23
1480	2	23
1481	2	23
1482	2	23
1483	2	23
1484	2	23
1485	2	23
1486	2	23
1487	2	23
1488	2	23
1489	2	23
1490	1	24
1491	1	24
1492	1	24
1493	1	24

1494	1	24
1495	5	29
1496	5	29
1497	5	29
1498	8	37
1499	8	37
1500	8	37
1501	7	44
1502	7	44
1503	7	44
1504	2	46
1505	2	46
1506	2	46
1507	0	46
1508	0	46
1509	0	46
1510	11	57
1511	11	57
1512	11	57
1513	6	63
1514	6	63
1515	6	63
1516	2	65
1517	2	65
1518	2	65
1519	0	65
1520	0	65
1521	8	73
1522	8	73
1523	8	73
1524	0	73
1525	0	73
1526	0	73
1527	0	73
1528	0	73
1529	0	73
1530	0	73
1531	0	73
1532	0	73
1533	0	73
1534	0	73
1535	0	73
1536	0	73
1537	0	73
1538	0	73
1539	0	73
1540	0	73
1541	0	73
1542	0	73
1543	4	77

Parte II

	Nº Vizinhanças	Nº max ligações
Nº Vizinhanças da Rede	54	1431
Nº Vizinhanças sem influencia	16	120
Nº Vizinhanças com influencia	38	703

Evolução em fases

Tempo Real	Tempo	Nº Vizinhanças	Tamanho maior agrupamento (S)	Nº max ligações
1415	1	5	5	10
1419	2	1	6	15
1421	3	1	7	21
1427	4	0	7	21
1434	5	1	8	28
1441	6	0	8	28
1444	7	0	8	28
1456	8	0	8	28
1460	9	1	9	36
1488	10	1	10	45
1495	11	4	14	91
1498	12	4	18	153
1500	13	3	21	210
1501	14	0	21	210
1502	15	2	23	253
1506	16	3	26	325
1508	17	1	27	351
1512	18	1	28	378
1513	19	3	31	465
1514	20	1	32	496
1522	21	5	37	666
1543	22	1	38	703

Evolução ano a ano

Tempo Real	Nº Vizinhanças	S
1415	5	5
1416	5	5
1417	5	5
1418	5	5
1419	1	6
1420	1	6
1421	1	7
1422	1	7
1423	1	7
1424	1	7
1425	1	7
1426	1	7
1427	0	7
1428	0	7
1429	0	7
1430	0	7
1431	0	7
1432	0	7
1433	0	7
1434	1	8
1435	1	8
1436	1	8
1437	1	8
1438	1	8
1439	1	8
1440	1	8
1441	0	8
1442	0	8
1443	0	8
1444	0	8
1445	0	8
1446	0	8
1447	0	8
1448	0	8
1449	0	8
1450	0	8
1451	0	8
1452	0	8
1453	0	8
1454	0	8
1456	0	8
1457	0	8
1458	0	8
1459	0	8
1460	1	9

1461	1	9
1462	1	9
1463	1	9
1464	1	9
1465	1	9
1466	1	9
1467	1	9
1468	1	9
1469	1	9
1470	1	9
1471	1	9
1472	1	9
1473	1	9
1474	1	9
1475	1	9
1476	1	9
1477	1	9
1478	1	9
1479	1	9
1480	1	9
1481	1	9
1482	1	9
1483	1	9
1484	1	9
1485	1	9
1486	1	9
1487	1	9
1488	1	10
1489	1	10
1490	1	10
1491	1	10
1492	1	10
1493	1	10
1494	1	10
1495	4	14
1496	4	14
1497	4	14
1498	4	18
1499	4	18
1500	3	21
1501	0	21
1502	2	23
1503	2	23
1504	2	23
1505	2	23
1506	3	26
1507	3	26
1508	1	27
1509	1	27
1510	1	27
1511	1	27
1512	1	28
1513	3	31
1514	1	32
1515	1	32
1516	1	32
1517	1	32
1518	1	32
1519	1	32
1520	1	32
1521	1	32
1523	5	37
1524	5	37
1525	5	37
1526	5	37
1527	5	37
1528	5	37
1529	5	37
1530	5	37
1531	5	37
1532	5	37
1533	5	37
1534	5	37
1535	5	37
1536	5	37
1537	5	37
1538	5	37
1539	5	37
1540	5	37
1541	5	37
1542	5	37
1543	1	38

Anexo 3

Evolução da quantidade de informação no tempo
(partes I e II)
Parte I

	Nº vizinhanças	Nº max ligs
Nº vizinhanças total	134	8911
Nº vizinhanças sem influencia	57	1596
Nº vizinhanças com influencia	77	2926

Evolução em fases

Tempo Real	Tempo	Nº Zonas	S	nº max ligs	Info
1415	1	10	10	45	0.193676
1420	2	1	11	55	0.205219
1430	3	2	13	78	0.226325
1450	4	8	21	210	0.290445
1470	5	2	23	253	0.302492
1490	6	1	24	276	0.308021
1495	7	5	29	406	0.331237
1498	8	8	37	666	0.355344
1501	9	7	44	946	0.365676
1504	10	2	46	1035	0.367038
1507	11	0	46	1035	0.367038
1510	12	11	57	1596	0.363604
1513	13	6	63	1953	0.354824
1516	14	2	65	2080	0.350928
1519	15	0	65	2080	0.350928
1521	16	8	73	2628	0.330886
1524	17	0	73	2628	0.330886
1527	18	0	73	2628	0.330886
1532	19	0	73	2628	0.330886
1537	20	0	73	2628	0.330886
1543	21	4	77	2926	0.318363

Evolução ano a ano

Tempo Real	Nº vizinhanças	S	Info
1415	10	10	0.194
1416	10	10	0.194
1417	10	10	0.194
1418	10	10	0.194
1419	1	11	0.205
1420	1	11	0.205
1421	1	11	0.205
1422	1	11	0.205
1423	1	11	0.205
1424	1	11	0.205
1425	1	11	0.205
1426	1	11	0.205
1427	1	11	0.205
1428	1	11	0.205
1429	1	11	0.205
1430	2	13	0.226
1431	2	13	0.226
1432	2	13	0.226

1433	2	13	0.226
1434	2	13	0.226
1435	2	13	0.226
1436	2	13	0.226
1437	2	13	0.226
1438	2	13	0.226
1439	2	13	0.226
1440	2	13	0.226
1441	2	13	0.226
1442	2	13	0.226
1443	2	13	0.226
1444	2	13	0.226
1445	2	13	0.226
1446	2	13	0.226
1447	2	13	0.226
1448	2	13	0.226
1449	2	13	0.226
1450	8	21	0.29
1451	8	21	0.29
1452	8	21	0.29
1453	8	21	0.29
1454	8	21	0.29
1456	8	21	0.29
1457	8	21	0.29
1458	8	21	0.29
1459	8	21	0.29
1460	8	21	0.29
1461	8	21	0.29
1462	8	21	0.29
1463	8	21	0.29
1464	8	21	0.29
1465	8	21	0.29
1466	8	21	0.29
1467	8	21	0.29
1468	8	21	0.29
1469	8	21	0.29
1470	2	23	0.302
1471	2	23	0.302
1472	2	23	0.302
1473	2	23	0.302
1474	2	23	0.302
1475	2	23	0.302
1476	2	23	0.302
1477	2	23	0.302
1478	2	23	0.302
1479	2	23	0.302
1480	2	23	0.302
1481	2	23	0.302
1482	2	23	0.302
1483	2	23	0.302
1484	2	23	0.302
1485	2	23	0.302
1486	2	23	0.302
1487	2	23	0.302
1488	2	23	0.302
1489	2	23	0.302
1490	1	24	0.308
1491	1	24	0.308
1492	1	24	0.308
1493	1	24	0.308
1494	1	24	0.308
1495	5	29	0.331
1496	5	29	0.331
1497	5	29	0.331
1498	8	37	0.355
1499	8	37	0.355
1500	8	37	0.355
1501	7	44	0.366
1502	7	44	0.366
1503	7	44	0.366
1504	2	46	0.367
1505	2	46	0.367
1506	2	46	0.367
1507	0	46	0.367
1508	0	46	0.367
1509	0	46	0.367
1510	11	57	0.364
1511	11	57	0.364
1512	11	57	0.364
1513	6	63	0.355
1514	6	63	0.355
1515	6	63	0.355
1516	2	65	0.351
1517	2	65	0.351
1518	2	65	0.351
1519	0	65	0.351
1520	0	65	0.351
1521	8	73	0.331
1522	8	73	0.331
1523	8	73	0.331
1524	0	73	0.331
1525	0	73	0.331
1526	0	73	0.331
1527	0	73	0.331
1528	0	73	0.331
1529	0	73	0.331
1530	0	73	0.331
1531	0	73	0.331
1532	0	73	0.331
1533	0	73	0.331
1534	0	73	0.331
1535	0	73	0.331
1536	0	73	0.331
1537	0	73	0.331
1538	0	73	0.331
1539	0	73	0.331
1540	0	73	0.331
1541	0	73	0.331
1542	0	73	0.331
1543	4	77	0.318

Parte II

	Nº Vizinhanças	Nº max ligs
Nº Vizinhanças total	54	1431
Nº Vizinhanças sem influencia	16	120
Nº Vizinhanças com influencia	38	703

Evolução em fases

Tempo Real	Tempo	Nº Zonas	S	nº max ligs	Info
1415	1	5	5	10	0.227685
1419	2	1	6	15	0.251772
1421	3	1	7	21	0.272577
1427	4	0	7	21	0.272577
1434	5	1	8	28	0.29057
1441	6	0	8	28	0.29057
1444	7	0	8	28	0.29057
1456	8	0	8	28	0.29057
1460	9	1	9	36	0.306108
1488	10	1	10	45	0.319459
1495	11	4	14	91	0.354878
1498	12	4	18	153	0.367572
1500	13	3	21	210	0.36536
1501	14	0	21	210	0.36536
1502	15	2	23	253	0.35813
1506	16	3	26	325	0.34347
1508	17	1	27	351	0.3367
1512	18	1	28	378	0.329204
1513	19	3	31	465	0.302608
1514	20	1	32	496	0.292448
1522	21	5	37	666	0.232815
1543	22	1	38	703	0.219237

Evolução ano a ano

Tempo Real	Nº Vizinhanças	S	Info
1415	5	5	0.22768507
1416	5	5	0.22768507
1417	5	5	0.22768507
1418	5	5	0.22768507
1419	1	6	0.25177249
1420	1	6	0.25177249
1421	1	7	0.27257664
1422	1	7	0.27257664
1423	1	7	0.27257664
1424	1	7	0.27257664
1425	1	7	0.27257664
1426	1	7	0.27257664
1427	0	7	0.27257664
1428	0	7	0.27257664
1429	0	7	0.27257664
1430	0	7	0.27257664
1431	0	7	0.27257664
1432	0	7	0.27257664
1433	0	7	0.27257664
1434	1	8	0.29057005
1435	1	8	0.29057005
1436	1	8	0.29057005
1437	1	8	0.29057005
1438	1	8	0.29057005
1439	1	8	0.29057005
1440	1	8	0.29057005
1441	0	8	0.29057005
1442	0	8	0.29057005
1443	0	8	0.29057005
1444	0	8	0.29057005
1445	0	8	0.29057005
1446	0	8	0.29057005
1447	0	8	0.29057005
1448	0	8	0.29057005
1449	0	8	0.29057005
1450	0	8	0.29057005
1451	0	8	0.29057005
1452	0	8	0.29057005
1453	0	8	0.29057005

1454	0	8	0.29057005
1456	0	8	0.29057005
1457	0	8	0.29057005
1458	0	8	0.29057005
1459	0	8	0.29057005
1460	1	9	0.30610607
1461	1	9	0.30610607
1462	1	9	0.30610607
1463	1	9	0.30610607
1464	1	9	0.30610607
1465	1	9	0.30610607
1466	1	9	0.30610607
1467	1	9	0.30610607
1468	1	9	0.30610607
1469	1	9	0.30610607
1470	1	9	0.30610607
1471	1	9	0.30610607
1472	1	9	0.30610607
1473	1	9	0.30610607
1474	1	9	0.30610607
1475	1	9	0.30610607
1476	1	9	0.30610607
1477	1	9	0.30610607
1478	1	9	0.30610607
1479	1	9	0.30610607
1480	1	9	0.30610607
1481	1	9	0.30610607
1482	1	9	0.30610607
1483	1	9	0.30610607
1484	1	9	0.30610607
1485	1	9	0.30610607
1486	1	9	0.30610607
1487	1	9	0.30610607
1488	1	10	0.31945893
1489	1	10	0.31945893
1490	1	10	0.31945893
1491	1	10	0.31945893
1492	1	10	0.31945893
1493	1	10	0.31945893
1494	1	10	0.31945893
1495	4	14	0.35487757
1496	4	14	0.35487757
1497	4	14	0.35487757
1498	4	18	0.36757196
1499	4	18	0.36757196
1500	3	21	0.36536014
1501	0	21	0.36536014
1502	2	23	0.35912985
1503	2	23	0.35912985
1504	2	23	0.35912985
1505	2	23	0.35912985
1506	3	26	0.34346973
1507	3	26	0.34346973
1508	1	27	0.33669994
1509	1	27	0.33669994
1510	1	27	0.33669994
1511	1	27	0.33669994
1512	1	28	0.32920375
1513	3	31	0.30260767
1514	1	32	0.29244846
1515	1	32	0.29244846
1516	1	32	0.29244846
1517	1	32	0.29244846
1518	1	32	0.29244846
1519	1	32	0.29244846
1520	1	32	0.29244846
1521	1	32	0.29244846
1522	5	37	0.2328154
1523	5	37	0.2328154
1524	5	37	0.2328154
1525	5	37	0.2328154
1526	5	37	0.2328154
1527	5	37	0.2328154
1528	5	37	0.2328154
1529	5	37	0.2328154
1530	5	37	0.2328154
1531	5	37	0.2328154
1532	5	37	0.2328154
1533	5	37	0.2328154
1534	5	37	0.2328154
1535	5	37	0.2328154
1536	5	37	0.2328154
1537	5	37	0.2328154
1538	5	37	0.2328154
1539	5	37	0.2328154
1540	5	37	0.2328154
1541	5	37	0.2328154
1542	5	37	0.2328154
1543	1	38	0.21923725

Anexo 4
Escala do mapa-mundo

Em termos do número de *pixels* (pontos que constituem as linhas), as vizinhanças têm por dimensões:

18 x 18 (pontos)

Sendo que o comprimento de Portugal de Norte a Sul é de 12 pontos, o que equivale a 560 km [1], a área das vizinhanças é dada por:

$$\begin{matrix} 12 - 560 \\ 18 - x \end{matrix}$$

- $x = 840$ km

- Área das vizinhanças menores = 840 km x 840 km

Assim, a área das vizinhanças maiores (com o dobro de comprimento e largura) é dada por:

18,2x18,2 = 36x36 (pontos)

ou seja:

Área das vizinhanças maiores = 1680 km x 1680 km

[1] - http://www.quercus.pt/praias/litoral1.htm

A Aquacultura – Estado Actual e Perspectivas Futuras

Trabalho realizado por:
• *Sílvia Fernandes*

Universidade de Évora
Departamento de Ciências do Ambiente/Aquacultura

1. Introdução

O Homem, com o objectivo de melhorar a sua qualidade de vida, procurou sempre o desenvolvimento constante. No entanto, associado a este desenvolvimento, ocorreu um aumento exponencial da população humana, tendo sido estimada pelas Nações Unidas a existência de cerca de 6 mil milhões de indivíduos, no fim do século XX (Henriques, 1998). Naturalmente que este crescimento da população não tem sido acompanhado pelo aumento proporcional da produção de alimento, provocando um défice geral de proteína (Henriques, 1998; Naylor *et al.*, 2000).

Uma das actividades que mais têm contribuído para o aumento da produção de proteína tem sido a pesca, que muito beneficiou com os desenvolvimentos tecnológicos resultantes da Segunda Guerra Mundial (ecossonar para a detecção dos cardumes, melhoria das transmissões e localização via rádio, desenvolvimento dos sistemas a diesel das embarcações, melhoria dos métodos de navegação, aperfeiçoamento dos métodos de captura, etc.).

O pescado e os seus produtos não têm, no entanto, uma componente muito significativa na dieta humana. Apenas duas classes de pescado são realmente importantes para o Homem: as de elevado valor económico, como o caso do salmão, o atum e alguns crustáceos, e as de baixo valor económico, nos países pobres. O Bangladesh é um exemplo destes últimos, visto que 80% da proteína animal que se consome é na forma de pescado, de baixo valor económico (Barnes & Huges, 1995).

As pescas atingiram 100 milhões de toneladas, tidos como limite máximo suportável pelos oceanos, o que implica que variadas populações se encontrem sobreexploradas (Barnes & Huges, 1995; Naylor *et al.*, 2000). Este facto, inevitavelmente, terá de ser corrigido a fim de evitar o esgotamento dos recursos haliêuticos. A aquacultura poderá ser fundamental neste sentido, pois apesar de estas duas actividades serem competitivas, também poderão ser complementares e portanto praticadas em simultâneo (Henriques, 1998). Assim, a aquacultura poderá servir de suporte às pescas ou contribuir para o repovoamento dos mares, restaurando assim a riqueza pesqueira de uma determinada zona de pesca e/ou aliviando a pressão exercida sobre algumas espécies através da oferta de alternativas ao consumidor (Henriques, 1998; Pereira, 2001; Troel, 2001).

Esta actividade debate-se ainda, nos dias de hoje, com diversas contrariedades. O impacto que tem sobre o meio ambiente é elevado, manifestando-se sobre diversas formas: introdução de espécies exóticas, libertação de compostos orgânicos e inorgânicos para a água, proliferação de doenças, entre outras.

A aquacultura é sem dúvida uma actividade em expansão, e como tal dever-se-á aproximar a uma actividade que decorre de forma sustentável, sem colocar em causa o meio ambiente e os recursos haliêuticos.

2. A aquacultura como uma actividade diversificada

A aquacultura engloba todas as actividades cuja finalidade seja a produção, o processamento e a comercialização de organismos aquáticos de água doce, salobra e salgada (fig. 1). Contudo, em termos mais restritos, refere-se à utilização e manipulação de massas de água naturais e artificiais com o objectivo de produzir espécies requeridas pelo Homem para a sua alimentação (Dinis *in* Henriques, 1998).

Esta actividade permite a criação de postos de trabalho e a produção de animais para repovoamentos com objectivos desportivos, comerciais ou conservacionistas. No interior dos países, a criação de postos de trabalho tem particular relevância, visto que a maioria da população residente trabalha no sector primário, ao que estão associados rendimentos baixos e sazonais.



Fig. 1 – Produção aquícola em águas continentais.

A produção de animais para repovoamentos tem vindo a aumentar nos últimos anos, com o aumento da crise ecológica. No entanto, todas as situações de repovoamento devem ser prontamente analisadas, pois se em águas continentais esta solução ainda poderá ter alguma viabilidade, em águas marinhas torna-se completamente impossível realizá-la com algum sucesso.

Espanha é um dos países europeus que tem vindo a apostar na produção de espécies para repovoamento, observável na aquacultura pública de Badajoz, que se dedica à cultura de tencas, bogas e barbos, carpas, entre outras.

Em França, o repovoamento do esturjão *Acispenser sturio* L. tem obtido um enorme sucesso, provocando uma produção exagerada de juvenis em aquacultura.

A aquacultura insere-se em três diferentes tipos de sistemas de cultura: regime extensivo, regime semi-intensivo e regime intensivo.

O regime extensivo é o tipo de cultura mais primitiva e aproveita exclusivamente as condições naturais disponíveis e onde o controlo de produção é praticamente inexistente. A espécie que se deseja cultivar é capturada no meio natural na forma juvenil ou larvar ou então entra de forma passiva nos tanques utilizados. Durante a fase de engorda, os indivíduos recorrem ao alimento existente no meio natural. No final desta fase, o aquacultor limita-se a esvaziar os tanques e/ou a capturar a(s) espécie(s) cultivada(s) (Henriques, 1998; Naylor *et al.*, 2000).

No regime semi-intensivo ainda subsiste um nível de controlo baixo sobre o sistema de produção, como consequência das condições do meio natural. As densidades de carga utilizadas são mais elevadas que no caso anterior e recorre-se à tecnologia existente para aumentar a eficiência de crescimento da espécie cultivada. Neste tipo de cultura já se recorre à tecnologia de reprodução artificial para a obtenção de ovos e juvenis. Na fase de engorda efectuam-se amostragens e calibragens frequentes de forma a optimizar o crescimento, sendo frequente a inclusão de suplementos alimentares no sistema aquícola de forma a ser maximizado o rendimento durante esta fase de crescimento (Henriques, 1998; Naylor *et al.*, 2000).



Fig. 2 – Sistema de produção intensivo.

A cultura em regime intensivo caracteriza-se pela utilização de elevadas densidades de carga, existindo um rigoroso controlo de todos os parâmetros de produção (fig. 2). Este tipo de produção requer tecnologia avançada, e como tal os custos iniciais serão sempre muito elevados, ocorrendo no entanto um aumento da produção. Neste tipo de cultura a espécie é alimentada recorrendo exclusivamente a alimento artificial. Para aumentar o rendimento do crescimento recorre-se frequentemente a metodologias de maneio avançadas, como calibragens e amostragens sucessivas. No sistema intensivo controla-se ainda, de forma mais ou menos efectiva, a tecnologia da reprodução e do crescimento, permitindo um controlo elevado de todo o ciclo, podendo chegar-se à independência total das condições naturais e à progressiva melhoria genética da produção (Henriques, 1998; Naylor *et al.*, 2000).

A intensificação dos sistemas de produção implica naturalmente o aumento da densidade de indivíduos em cada tanque, a que se associa maiores necessidades nutricionais e aumento da produção de detritos orgânicos que potenciam a proliferação das doenças (Pereira, 2001).

O declínio generalizado dos *stocks* pesqueiros provocou um rápido crescimento da produção aquícola (Bond, 1996). Entre 1987 e 1997 a aquacultura mais do que duplicou, tanto em valor como em volume (Naylor *et al.*, 2000; Spenser, 2002; Troell, 2001). Deste modo, a aquacultura mundial tem-se desenvolvido consideravelmente nas últimas décadas (Harvey, 2000), representando na actualidade cerca de 20% do total de produção de pescado a nível mundial (Henriques, 1996; Naylor *et al.*, 2000). Assim, a produção passou de 6,7 milhões de toneladas em 1984 para 18,7 milhões de toneladas em 1994, representando a actividade produtora de alimentos que regista o maior crescimento em todo o mundo.

A expressão monetária que esta actividade tem é também muito elevada. No ano de 1988, a aquacultura obteve um rendimento de 22,45 mil milhões de dólares, registando-se um aumento de 67% até 1994, correspondendo a um rendimento de 33,54 mil milhões de dólares.

Em 1991 estimou-se que a aquacultura produzisse 20 milhões de toneladas no ano 2000 e 62 milhões de toneladas em 2025, para poder suportar o aumento da população humana.

País	Milhões de toneladas	Importância relativa
China	10,60	57%
Índia	1,67	9%
Japão	0,74	4%
Indonésia	0,74	4%
Tailândia	0,56	3%
EUA	0,37	2%
Filipinas	0,37	2%
Rep. Coreia	0,37	2%
Europa	1,12	6%
Outros	2,05	11%

Tab. 1 – Produção aquícola por área geográfica, em 1994, excluindo as plantas aquáticas (Almeida, 2002).

Relativamente à situação mundial em 1994, o país que maior contributo deu para a produção total de aquacultura foi a China, com 57%, seguida da Índia e Japão, com 9% e 4%, respectivamente (tab. 1). Segundo Guo (2000), a China tem desenvolvido a produção aquícola a um ritmo anual de 16%.

Espécie	País e importância relativa (%)	Produção total (t)
Salmão atlânt.	Noruega 73,9 RU 19,6	363 107
Truta-arco-íris	França 20,2 Dinamarca 16,9 Itália 16,6 Polónia 23,6 República Checa 23,1	242 693
Carpa	Alemanha 16,8 Hungria 8,8 Bulgária 7,8 França 6 Roménia 5,4	83 223
Carpa-prateada	Roménia 76,2 Hungria 11,1 Bulgária 10,8	10 101
Dourada	Grécia 54,4 Itália 18 Espanha 15,7	17 254
Robalo	Grécia 56,4 Itália 21,3 França 15,7	16 901

Tab. 2 – Principais espécies cultivadas na Europa em 1995 (Almeida, 2002).

Do mesmo modo que a aquacultura regista um crescimento acentuado, o número de espécies cultivadas e o número de países que se dedicam à aquacultura também aumentaram.

Assim, de entre as espécies animais mais cultivadas (tab. 2 e fig. 3), contam-se os peixes de água doce (diversos ciprinídeos e tilápias), os moluscos (principalmente ostras e mexilhões), os crustáceos (principalmente o camarão-tigre), o *milkfish* e os peixes diádromos (na sua maioria salmonídeos) (Henriques, 1998; Naylor *et al.*, 2000).

Produção aquícola mundial em 1994

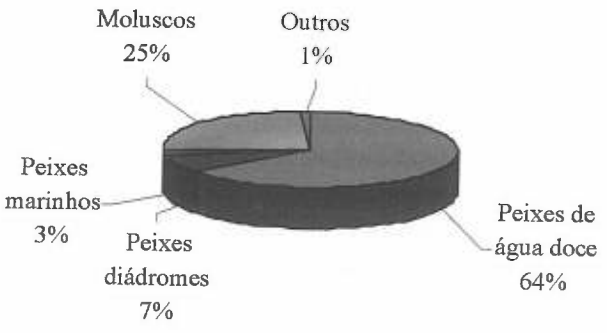


Fig. 3 – Representação da produção aquícola mundial por categoria de espécie, excluindo as plantas aquáticas, em 1994 (Almeida, 2002).

País	Produção *per capita* (kg)	Pescado/ proteína animal (%)
Islândia	92,7	30,4
Ilhas Féroe	88,1	52,6
Portugal	57,3	24,3
Noruega	46,5	25,3
Espanha	39,1	17,9
Finlândia	32,8	15,5
França	27,1	8,2

Tab. 3 – Produção (desembarque e cultivo) de pescado per capita *e contribuição em termos de proteína animal disponibilizada em 1993 (Almeida, 2002).*

No que diz respeito às relações com o meio ambiente, tem sido prestada especial ênfase a esta área nos últimos anos, fruto de uma crescente inquietação global que levou ao estabelecimento de determinadas regras, as quais têm por objectivo a integração ecológica das "indústria limpas". Neste contexto, a aquacultura apresenta-se com um potencial que preenche estes requisitos, prevendo-se inclusivamente que o próximo passo no desenvolvimento aquícola seja dominado pela integração entre a protecção do ambiente e a exploração dos recursos vivos, possibilitando assim um desenvolvimento sustentado da aquacultura e das pesca e consequentemente a recuperação dos recursos vivos nos oceanos e a preservação da biodiversidade (CCE, 2001).

3. Os problemas associados à actividade aquícola

Como já foi referido, a actividade aquícola encontra-se num período de expansão. Este desenvolvimento pode constituir uma ameaça ecológica, nomeadamente sobre a sustentabilidade das pescarias oceânicas.

É sabido que determinadas actividades aquícolas (e. g. produção de salmão e camarão) podem provocar destruição de *habitats*, produção de detritos orgânicos, introdução de espécies exóticas, proliferação de doenças e elevada pressão sobre as espécies pelágicas devido a um elevado requerimento de rações constituídas por farinhas à base de peixe. O conjunto destes factores poderá provocar rapidamente uma grave redução das populações naturais (Naylor *et al.*, 2000).

No entanto, a produção de espécies herbívoras ou filtradoras, como é o caso da carpa e dos moluscos, contribui fortemente para a sustentabilidade das populações selvagens. Deste modo, a produção aquícola poder-se-á tornar num paradoxo, em que por um lado é uma solução alternativa na produção de proteína e por outro um factor relevante no colapso dos *stocks* pesqueiros mundiais.

Entre 1986 e 1997, das cinco espécies mais capturadas, quatro eram utilizadas na produção de farinhas para aquacultura. Entre estas conta-se a anchoveta do Peru, a anchova japonesa, a anchova europeia, todas pequenas espécies pelágicas (Naylor *et al.*, 2000).

Espécies cultivadas	Produção (Kt)	Produção com componentes alimentares (% peso)	Alimentação baseada em peixe (%)	Taxa de conversão média	Consumo de peixe natural/ peixe produzido
Peixes marinhos	754	50	50	2,2	5,16
Enguia	233	50	50	2	4,69
Camarão marinho	942	77	30	2	2,81
Salmão	737	100	45	1,5	3,16
Truta	473	100	35	1,5	2,46
Tilápia	946	35	15	2	1,41
Milkfish	392	20	10	2	0,94
Catfish	428	82	10	1,8	0,84
Carpa-alimentação	6 985	35	8	2	0,75
Carpa-filtradora	5 189	0	-	-	-
Moluscos	7 321	0	-	-	-
Total	24 400				1,90

Tab. 4 – Quantidade de inputs *de peixe natural usado na alimentação das dez espécies mais cultivadas em 1997 (Naylor* et al., *2000).*

Segundo Naylor *et al.* (2000), uma elevada percentagem das aquaculturas intensivas e semi-intensivas utilizam entre 2 e 5 vezes mais ração do que seria necessário, para a produção. No entanto, os sistemas de cultivo extensivos não utilizam rações de farinhas à base de peixe, embora normalmente sejam adicionados à água nutrientes para estimular o crescimento de algas e outros organismos que servem de alimentação aos peixes.

Os peixes herbívoros, omnívoros e carnívoros necessitam da mesma quantidade de proteína por unidade de peso. No entanto, os peixes de águas continentais herbívoros e omnívoros, como a carpa, utilizam as proteínas vegetais e as gorduras de uma forma mais rentável que os carnívoros. Muitas espécies cultivadas possuem uma taxa de conversão extremamente elevada, ou seja, necessitam de uma grande quantidade de alimento para aumentarem de peso. Em média, as espécies cultivadas necessitam de cerca de 1,9 kg de alimento de peixe por cada aumento de unidade de peso. Apenas 3 de 10 espécies analisadas por Naylor *et al.* (2000) necessitam de menos quantidade de alimento para o mesmo efeito; no entanto, os peixes carnívoros necessitam entre 2,5 e 5 mais biomassa como alimento do que a que é produzida (tab. 4).

A capacidade de a aquacultura se impor como uma alternativa aos produtos capturados depende essencialmente das políticas de pesca. Visto que existe produção de pescado em aquacultura, os subsídios dados aos pescadores deverão ter em consideração os efectivos populacionais das espécies capturadas. Ou seja, o subsídio dever-se-á realizar de forma a diminuir o esforço de pesca sobre determinadas espécies que se encontrem em perigo de extinção. É um facto, que nos dias de hoje, tal não acontece, e um bom exemplo do estado das pescas actuais é o salmão, pois o aumento da sua produção, durante a década de 90, provocou apenas uma redução do seu valor comercial entre 20% e 50%, não se tendo registado qualquer redução na exploração pesqueira (Naylor *et al.*, 2000). Na verdade, verificou-se um aumento de 27% de capturas de salmão entre 1988 e 1997.

É um facto que a expansão da aquacultura é cada vez mais vista como uma ameaça para outras actividades. O sector do turismo é particularmente crítico em relação à aquacultura, acusando-a de ocupar espaço em detrimento das actividades recreativas e de produzir resíduos prejudiciais para a qualidade das águas balneares.

Sem dúvida, a produção em tanques dentro de água provoca um acentuado aumento da eutrofização da água devido à libertação dos produtos de excreção dos peixes e à decomposição do alimento excessivo que é colocado nos tanques. Por outro lado, ocorre um aumento do consumo de oxigénio devido ao aumento da taxa de fornecimento da matéria orgânica (Aure & Stigebrandt, 1990; Spenser, 2002).

Na última década, a aquacultura europeia foi afectada pela concorrência do comércio internacional. O valor médio por quilograma de todos os produtos aquícolas registou uma diminuição, o que incentivou uma maior produtividade e gerou abordagens inovadoras em matérias de comercialização (Naylor *et al.*, 2000).

No entanto, algumas das disposições legislativas adoptadas na última década, designadamente os requisitos em matérias de protecção do ambiente e da saúde, também aumentaram os custos de produção, provocando uma redução nos meios financeiros disponíveis para efeitos de comercialização e promoção (Naylor *et al.*, 2000).

3.1 – Os problemas de ordem sanitária

Um dos problemas que se levantam com a produção aquícola é a elevada taxa de mortalidade a que se assiste e que muitas vezes é o resultado de problemas de natureza sanitária.

Como qualquer outro tipo de indústria de produção animal em que seja necessário a manutenção dos animais em cativeiro, os animais estão sujeitos a uma elevada taxa de incidência de doenças e de lesões físicas (Almeida, 2002). Tendo em consideração que o objectivo das pisciculturas é a maximização da produção (kg/m^3 ou kg/ha), é essencial que os animais se encontrem em bom estado de saúde, principalmente porque um peixe com qualquer tipo de deficiência não é atractivo ao consumidor (Almeida, 2002).

Actualmente ainda pouco se sabe sobre patologias de peixes e como poderão ser tratadas. Este facto está particularmente agravado em Portugal, onde não existem veterinários com formação em patologias de peixes e moluscos e à limitada investigação que se realiza nos institutos científicos.

As causas conhecidas das doenças de peixes são (Almeida, 2002):

- Natureza hereditária: malformações esqueléticas, ausência de bexiga gasosa, etc.;
- Agentes físicos: traumatismos mecânicos (manipulações, triagens, etc.), choque térmico (queimaduras por frio ou calor, etc.), diferenças de pressão, energia radiante (ultravioletas, raios X);
- Agentes químicos: pesticidas, herbicidas, metais, PCBs, hidrocarbonetos, etc.;
- Deficiências nutricionais: deficiente qualidade nutricional das farinhas e/ou quantidade insuficiente;
- Perturbações ambientais: deterioração da qualidade da água, luminosidade desadequada (intensidade ou fotoperíodo);
- Agentes patológicos: bactérias, fungos e parasitas.

O controlo das doenças é feito principalmente por prevenção e raramente por tratamento e profilaxia (Pereira, 2001). A água deverá ser constantemente monitorizada em termos de oxigénio dissolvido, *pH*, amónia, nitritos e nitratos, presença de matéria orgânica (restos de alimento e fezes) na água ou nos sedimentos e ser analisado o funcionamento do circuito hidráulico e eventual carga excessiva para o sistema.

Quando necessário, são colocados no meio desinfectantes ou agentes destruidores de organismos patogénicos que podem ser de natureza física (e. g., secagem ao sol dos tanques de terra) ou de natureza química (e. g., hipoclorito de sódio ou azul-de-metileno). É também comum a aplicação de vacinas durante a fase juvenil (Almeida, 2002).

As autoridades mundiais a nível de sanidade animal, nomeadamente a OIE (Office International des Epizooties), assumem actualmente uma postura diferente relativamente à sanidade nos sistemas de produção em aquacultura. Algumas doenças de peixes, moluscos e crustáceos aparecem actualmente na lista de doenças de declaração obrigatória (UE e OIE) que pretendam controlar de uma forma activa o contágio às zonas vizinhas.

A União Europeia criou um regulamento (91/67) que obriga os produtores de todas as espécies animais a efectuarem inspecções sanitárias periódicas. Dentro deste regulamento inserem-se todos os animais aquáticos e tem como finalidade principal o estabelecimento de zonas livres de determinadas doenças.

Portugal, como país-membro da UE, terá de fazer cumprir todas as suas directivas. Na verdade, pouco se tem feito até ao momento, sendo urgente a criação de um sistema que permita introduzir a inspecção sanitária no meio aquícola.

4. A aquacultura em Portugal

É sabido que em Portugal os recursos haliêuticos se encontram em franca regressão devido à excessiva exploração a que ficaram sujeitos. Esta redução é perceptível pela diminuição do consumo de pescado (fig. 4). Quando foi aplicada a Política Comum de Pescas a Portugal, a aquacultura foi encarada como um método alternativo de produção para consumo humano, no entanto, ainda hoje representa apenas 5% do total consumido. De facto, a partir de 1986, data em que Portugal aderiu à CEE, a piscicultura marinha começou-se a desenvolver visto que se poderia recorrer a fundos comunitários e existia uma disponibilidade de locais resultantes do abandono da actividade salineira (Santinha *in* Henriques, 1996).

O nível de produção apenas recentemente apresentou os resultados dos investimentos realizados, devido principalmente à introdução dos sistemas intensivos de produção (fig. 5).

Produção para consumo humano (capturado e cultivado) entre 1988 e 1998

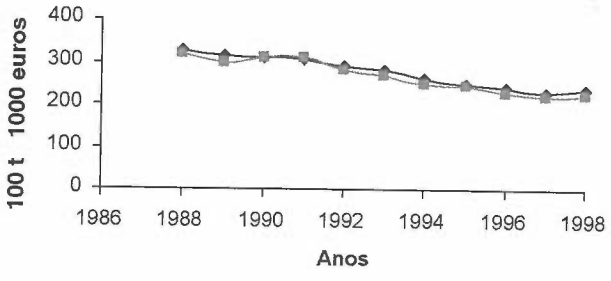


Fig. 4 – Produção de produtos marinhos para consumo humano (capturado e cultivado), entre os anos 1988 e 1998, em Portugal. A linha a preto corresponde à produção em volume e a linha a laranja à produção em valor (Lopes, 2000).

Portugal, devido às características geográficas, apresenta um potencial único para a actividade aquícola e ainda para o desenvolvimento da cultura de novas espécies com interesse comercial. Em Portugal, a aquacultura é uma

actividade centenária, apesar de só recentemente se ter iniciado com objectivos claramente industriais.

Em simultâneo com a aquacultura industrial, prevalece ainda uma actividade aquícola artesanal com vários séculos. Esta última ocorre em regime de policultura extensiva e realiza-se nos tradicionais "viveiros". Os "viveiros" apareceram com o reaproveitamento das salinas abandonadas, ou nas pequenas lagoas isoladas e protegidas no litoral, em estuários ou "rias". Os alevins selvagens entram na aquacultura de forma natural, aí crescem recorrendo unicamente ao alimento existente no meio natural e à renovação de água assegurada pelas marés.

A aquacultura nacional baseia-se na produção de truta e enguia em águas continentais e dourada, pregado, robalo, amêijoa, ostra e berbigão em águas oceânicas. Durante a década de 90, a produção aquícola em Portugal sofreu alguma flutuabilidade. A diminuição da produção global entre 1992 e 1997 deve-se principalmente à diminuição da produção de amêijoa, resultado da degradação constante da qualidade da água. Em 1998 a produção aquícola registou um aumento acentuado, que se deveu principalmente ao aumento da produção de amêijoa.

Produção aquícola em Portugal entre 1990 e 2000

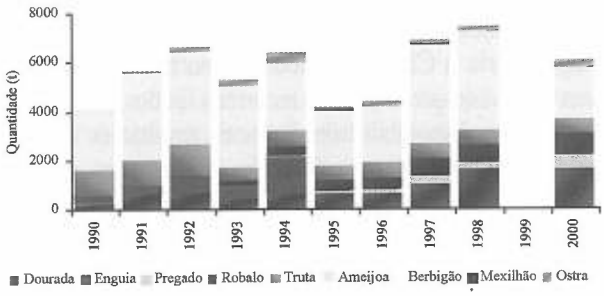


Fig. 5 – Volume de produção aquícola nacional entre os anos de 1990 e 2000. No ano de 1999 não existem quaisquer registos (Almeida, 2002).

A partir de 1992, a produção de robalo e dourada expandiu-se consideravelmente, estabilizando-se no fim da década de 90. No fim da década de 90, o pregado sofreu um aumento na sua produção apesar de esta ainda ser pouco expressiva. Este aumento poderá significar uma tentativa de uma nova forma de exploração económica em aquacultura. Em termos de rendimento da produção aquícola também ocorreram fortes oscilações que se assemelham às variações da produção global. Estas oscilações económicas devem-se à variação do rendimento da amêijoa, do robalo, da dourada e do pregado. Em 1995 e 1996 foram registados os menores rendimentos da década em termos de amêijoa, o que se deve à diminuição da produção. Assistindo-se a uma redução da produção e do rendimento de um produto, pode-se concluir que esta indústria não se rege pelas leis da oferta e da procura, sendo portanto bens complementares. O robalo, a dourada e o pregado sofreram um aumento do rendimento resultante do seu aumento de produção. A produção de enguia encontra-se hoje fortemente reduzida apesar de a espécie ter um elevado valor económico. Este facto deve-se aos problemas que estão associados ao seu ciclo de vida, visto que é uma espécie catádroma (fig. 6).

O início da cultura em águas continentais coincidiu com a introdução das primeiras espécies exóticas nas bacias hidrográficas nacionais (e. g., tenca). A presença da tenca em Portugal pensa-se que seja o resultado da aclimatação que foi feita em granjas agrícolas de algumas ordens religiosas, uma vez que esta espécie era muito apreciada na alimentação, podendo também ser utilizada nos períodos de abstinência.

Rendimento das produções aquícolas em Portugal entre 1990 e 2000

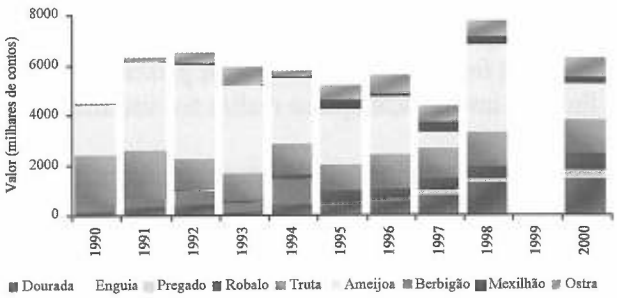


Fig. 6 – Rendimento das aquaculturas existentes em Portugal entre os anos de 1990 e 2000 (Almeida, 2002). No ano de 1999 não foram realizados inquéritos.

Actualmente, a cultura em águas continentais está centrada na produção de truta-arco-íris [*Onchorynchus mykiss* (Walbaum, 1792)] e de enguia-europeia (*Anguilla anguilla* L.). O cultivo de truta-arco-íris teve o seu início em 1896, na Estação Aquícola de Vila do Conde (actual Centro Aquícola do Rio Ave), que introduziu no nosso país a espécie originária dos EUA, a fim de repovoar os cursos de água nacionais. No entanto, apenas em 1968 surgiu a primeira unidade privada para fins de consumo. Em 1994, existiam 27 unidades privadas em actividade e três postos aquícolas estatais a funcionar em regime intensivo e que no conjunto produzem aproximadamente 2000 t/ano. A maioria destas unidades localiza-se na Região Norte do País (62%), uma vez que esta região apresenta condições edafoclimáticas ideais (mais frio e humidade) para a cultura desta espécie.
A cultura da enguia-europeia em águas continentais iniciou-se em Portugal na década de 80, com algum fracasso. Em 1994, existiam apenas três unidades em actividade (Pombal, Alcobaça e Odemira) a funcionar em regime intensivo e que possuíam na sua totalidade uma capacidade de produção de cerca de 600 t/ano. Encontravam-se também licenciadas sete unidades que produziam enguias em águas salobras em regime extensivo ou semi-intensivo (Ria de Aveiro, Figueira da Foz, estuário do Tejo e estuário do Sado), com uma capacidade de produção de aproximadamente 500-600 t/ano. A impossibilidade de encerrar o ciclo biológico é sem dúvida o maior problema da cultura desta espécie.

A cultura em águas oceânicas distribui-se ao longo de toda a costa portuguesa, com especial incidência nos estuários dos rios (Mondego, Sado, Tejo e Mira e na Ria de Aveiro) e em toda a costa algarvia.

A piscicultura marinha em Portugal sofreu um forte impulso a partir da década de 90, com a utilização de tecnologia moderna e melhoria dos sistemas de produção, que vieram a reflectir-se no aumento da produção. As espécies cultivadas são essencialmente o robalo *Dicentrarchus labrax* L. e a dourada *Sparus aurata* L., em regime semi-intensivo, e o pregado *Scophthalmus maximus* L., em regime intensivo. No conjunto, a piscicultura marinha produz actualmente cerca de 1000-1200 t/ano, distribuídas por 103 empresas licenciadas em actividade.

Produção de juvenis nas aquaculturas em 1997

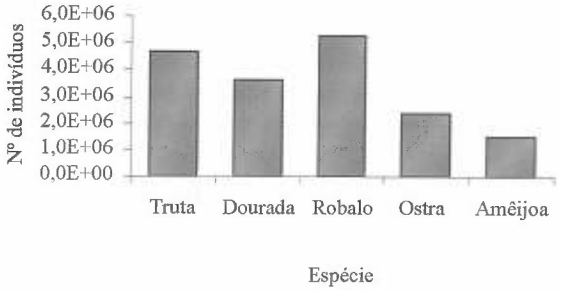


Fig. 7 – Produção de juvenis nos estabelecimentos nacionais de aquacultura licenciados no ano de 1997 (Almeida, 2002).

A cultura de moluscos realiza-se em parques (viveiros) ou em cordas suspensas (*long line*), estando a maioria das empresas localizadas no Algarve (ria Formosa), em Aveiro (ria de Aveiro) e no estuário do Sado. As principais espécies de moluscos cultivadas são a amêijoa *Rudiatapes decussatus* e a ostras *Crassostrea gigas* e *Ostrea edulis* L. A produção nacional de moluscos é bastante irregular e difícil de estimar, no entanto, segundo a DGPA (Almeida, 2002), a capacidade instalada de produção rondará as 5000 t/ano, distribuídas por 1680 unidades licenciadas em actividade (figs. 8 e 9).

A cultura tradicional de bivalves realiza-se da mesma forma, em áreas protegidas, principalmente no Sul do País, sendo os bivalves semeados no fundo dos "viveiros", onde se enterram e crescem utilizando o alimento disponível no meio natural. Relativamente aos crustáceos, apenas no final da década de 60 se realizaram os primeiros estudos sobre a cultura de camarão em Portugal, atendendo-se à selecção da espécie autóctone para fins de cultivo. Contudo, apenas em 1985 com a introdução do camarão-japonês *(Penaeus japonicus)* foi possível desenvolver a técnica com vista à produção comercial. No início da sua produção obteve-se um rendimento de 1200 kg/ha no Centro e Sul do País, com uma produção de 5 t em 1990. No entanto, após esta data registou-se um declínio desta actividade, existindo apenas uma empresa em 1995, no estuário do rio Guadiana, que mantém a produção desta espécie.

Estabelecimentos aquícolas licenciados em 1999

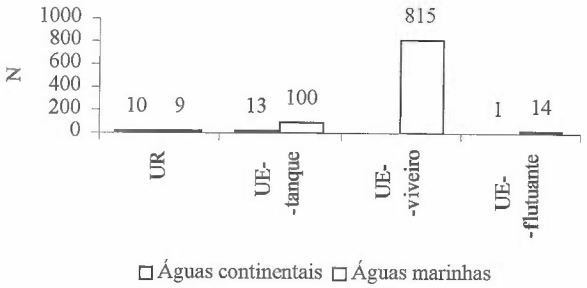


Fig. 8 – Estabelecimentos aquícolas licenciados no ano de 1999 em águas continentais (n=24) e marinhas (n=938) onde UR e UE correspondem, respectivamente, a unidade de reprodução e unidade de engorda (Almeida, 2002).

Regime de exploração dos estabelecimentos de aquacultura licenciados em 1999

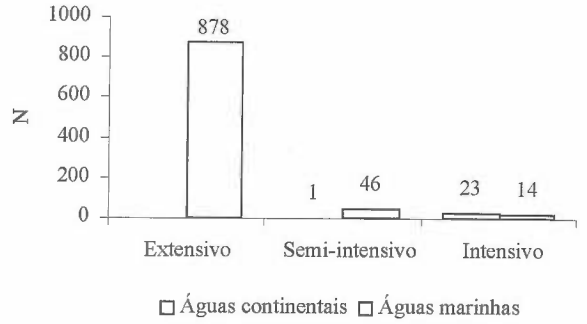


Fig. 9 – Regime de exploração dos estabelecimentos de aquacultura licenciados no ano de 1999 em águas continentais (n=24) e em águas marinhas (n=938).

5. As perspectivas futuras da aquacultura

Neste momento, parece óbvio que a contribuição da aquacultura na satisfação das necessidades proteicas é muito elevada. No entanto, alguns tipos de culturas provocam um aumento do total de capturas de pescado (Naylor *et al.*, 2000; Troel, 2001). Assim, a contribuição potencial da aquacultura na redução do impacto sobre os recursos haliêuticos diminui consideravelmente com o aumento da produção de espécies carnívoras e com a manutenção de práticas aquícolas que provocam a destruição de *habitats* costeiros, poluição orgânica, inorgânica e biológica (Naylor *et al.*, 2000; Troel, 2001). Para a continuação do desenvolvimento da aquacultura será necessário a existência de ecossistemas aquáticos bem conservados quer sejam marinhos ou continentais. Segundo Naylor *et al.* (2000), as prioridades da aquacultura num futuro próximo deverão ser: *i*) expansão da produção de peixes que se encontrem num baixo nível da cadeia alimentar; *ii*) redução da quantidade de ração de farinhas constituídas à base de peixe e de *inputs* de gorduras de peixes; *iii*) desenvolvimento integrado dos sistemas de produção; *iv*) promoção de práticas que minimizem os impactos que as aquaculturas têm sobre o meio ambiente e a gestão dos recursos naturais.

5.1. Produção de peixes de baixo nível trófico

As carpas e os moluscos marinhos representam mais de três quartos da produção global em aquacultura, enquanto que a tilápia, o *milkfish* e o *catfish* contribuem com apenas 5% da produção total. Desta forma, as espécies herbívoras representam 19,8 milhões de toneladas de peixe não capturado.

Segundo Naylor *et al.* (2000), a perda de ecossistemas aquáticos bem conservados provocou uma intensificação dos sistemas de cultivo, sendo agora comum o acrescento de farinhas constituídas à base de peixe na alimentação da carpa e da tilápia. Tendo em consideração o enorme volume de produção destas espécies na Ásia, pode-se concluir que a pressão sobre os recursos pelágicos irá aumentar consideravelmente.

Os governos mundiais deverão tomar medidas que favoreçam as aquaculturas que produzam espécies de baixo nível trófico e também controlar a expansão da produção de espécies carnívoras de alto valor comercial como o salmão e o camarão (Naylor *et al.*, 2000). Por outro lado, dever-se-á apoiar a investigação científica sobre os requerimentos nutricionais das espécies herbívoras e omnívoras de forma a ser minimizado o *input* de matéria orgânica. Sabe-se hoje que a substituição de gorduras de peixe por gorduras vegetais é tecnicamente possível, apesar de estar comprovado que a introdução de gorduras animais na alimentação dos herbívoros favorece a resistência imunitária (Naylor *et al.*, 2000).

5.2. Redução das farinhas de peixe e dos *inputs* de gorduras de peixe na alimentação

A alimentação é o processo que envolve maiores custos na actividade aquícola, e portanto o melhoramento da eficiência alimentar nestes sistemas de produção é uma prioridade. O preço das rações tem sofrido um aumento acentuado e pensa-se hoje que com o aumento da procura há tendência de este se acentuar. Se a produção se tornar cada vez mais dependente das farinhas e das gorduras de peixe, e atendendo a que se acentuarão os custos das rações, a aquacultura passará a ser uma actividade de baixos lucros e a sua viabilidade poderá mesmo ser posta em causa (Naylor *et al.*, 2000). A solução poderá passar por uma alteração na origem dos produtos, ou seja, o aumento da proporção de produtos de origem vegetal na ração. No entanto, especialmente em espécies carnívoras esta solução poderá estar limitada, visto que as proteínas vegetais possuem proporções inapropriadas de aminoácidos, assim como podem ter pequena baixa digestibilidade proteica (Naylor *et al.*, 2000).

5.3. Integração dos sistemas de produção

Os sistemas de policultura têm sido utilizados desde há já alguns séculos. Actualmente, quatro das espécies mais produzidas são cultivadas nos mesmos tanques na China: carpa herbívora (herbívora sobre macrófitas), carpa comum *Ciprinus carpio* (omnívora/detritívora), *bighead* (filtradora do zooplâncton). Este tipo de sistemas utiliza eficazmente os recursos alimentares existentes e a água disponível em termos de profundidade, provocando reduções de custos e aumento da produtividade. Os sistemas integrados podem também ser utilizados com as espécies de elevado valor comercial, como o salmão e o camarão, de forma a serem reduzidos os efluentes e maximizar a produtividade (Naylor *et al.*, 2000). Variados estudos indicam que a produção de mexilhão aumenta significativamente em locais com efluentes de aquaculturas semi-intensivas e intensivas, reduzindo desta forma os nutrientes e a matéria particulada que atinge o meio ambiente. A produção de salmão no Chile é um exemplo destas policulturas: a cultura é realizada em conjunto com *Gracilaria chinelensis* (alga vermelha agarófita) que remove grandes quantidades do azoto e do fósforo dissolvido na água resultante da produção do salmão (Naylor *et al.*, 2000).

A utilização de moluscos com a finalidade de redução da carga orgânica presente nos efluentes deverá ser analisada, visto que a presença de moluscos em produções intensivas de peixe pode resultar em algumas consequências negativas para a saúde humana.

5.4. Promoção de aquaculturas viáveis ecologicamente

O crescimento das aquaculturas a longo prazo implica a minimização do seu impacto sobre o meio ambiente e sobre os *stocks* pesqueiros. Em termos de impacto sobre o meio ambiente dever-se-á estimular a instalação de aquaculturas em locais menos sensíveis ecologicamente, evitando a linha de costa e o estuário, que é local de *nursery* para variadas espécies, tratamento de águas residuais e recirculação da água (Naylor *et al.*, 2000).

É sabido que os países mais pobres possuem políticas que não congratulam os problemas ecológicos; assim, é necessário que os fundos internacionais contemplem a reabilitação de ecossistemas degradados pelas aquaculturas assim como a protecção dos ecossistemas costeiros (Naylor *et al.*, 2000).

A estratégia de exploração dos recursos haliêuticos que se irá tomar será determinante para a depleção ou aumento dos efectivos populacionais pela aquacultura. A criação de planos de gestão que congratulem a exploração sustentável dos recursos haliêuticos, a promoção de desincentivos financeiros para os poluidores dos ecossistemas litorais e a adopção de tecnologias de produção não poluentes serão medidas que se deverão tomar rapidamente. Provavelmente, a produção aquícola em águas continentais é aquela que se encontra com maiores problemas de viabilidade, tanto para o sector privado como

para o público. Assiste-se hoje a uma completa degradação destes ecossistemas, o que levanta graves problemas para a viabilidade da produção de carpa e de tilápia nos países asiáticos (Naylor *et al.*, 2000).

6. Considerações finais

Em suma, a aquacultura tem cada vez mais um papel determinante na produção de proteína e poderá mesmo tornar-se imprescindível com o aumento da população humana. É, sem dúvida nenhuma, uma importante fonte de rendimento e, em termos globais, possui cada vez uma maior expressão económica.

Contudo, a aquacultura não deixa de ser uma indústria à qual se associam graves consequências ecológicas e que se assume como uma outra fonte de exploração dos recursos haliêuticos.

No entanto, é possível associar o desenvolvimento económico e social às práticas ecológicas. Assim, a tecnologia dos sistemas de produção deverá ser conduzida no sentido da maximização do lucro e da minimização do impacto ambiental, sempre com base nos princípios do desenvolvimento sustentável.

7. Referências bibliográficas

ALMEIDA, P., 2002, *Aquacultura*, textos de apoio da disciplina de Biologia Marinha II da Universidade de Évora. Évora.

AURE, J., & STIGEBRANDT, A., 1990, "Quantitive estimates of eutrophication effects of fish farming in fjords", *Aquaculture*, 90: 135-156.

BARNES, R., & HUGES, R., 1995, *An Introduction to marine ecology*, Blackwell Science, 2nd Edition.

BOND, C., 1996, *Biology of fishes*, Saunders College Publishing, 2nd Edition, USA 750 pp.

CCE – Comissão das Comunidades Europeias, 2001, *Livro Verde sobre o Futuro da Política Comum de Pescas*, vol. I, Bruxelas.

GUO, X., 2000, "Aquaculture in China: two decades of rapid growth", *Aquaculture Magazine*, 27: 36.

HARVEY, D., 2000, "Aquaculture outlook", *Aquaculture Magazine*, 46-55.

HENRIQUES, M., 1998, "*Manual de Aquacultura*", Departamento de Produção Aquática, Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, Universidade do Porto, Porto, 207 pp.

LOPES, R., 2000, *Portugal country report on seafood consumption*, relatório para a União Europeia sobre o estado da aquacultura em Portugal.

NAYLOR, R.; GOLDBURG, R.; PRIMAVERA, J.; KAUTSKY, N.; BEVERIDGE, M.; CLAY, J.; FOLKE, C.; LUDCHENCO, J.; MOONEY, H., & TROELL, M., 2000, "Effect of aquaculture on world fish supplies", *Nature*, 405: 1017-1023.

PEREIRA, F., 2001, Os problemas associados à aquacultura, "*Actas das 1.as Jornadas de Actualização das Ciências do Meio Aquático*, ICBAS, Porto.

SPENSER, B., 2002, "Environment impacts of aquaculture", *Aquaculture*, 203: 397-398.

TROEL, M., 2001, "Sustainable Development of Fisheries and Aquaculture", *Actas das 1.as Jornadas de Actualização das Ciências do Meio Aquático*, ICBAS, Porto.

Factores de Risco de Natureza Psicossocial na Manutenção de Aeronaves

Trabalho realizado por:
• *Diamantino Fortio Lopes*

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
Centro de Estudos de Engenharia Mecânica

"Os acidentes não acontecem por acidente"

O iceberg

O trabalho sempre se caracterizou por conter em si mesmo os factores causais dos acidentes de trabalho (AT) e das doenças profissionais (DP); neste contexto, importa definir o que é uma situação perigosa e destrinçar o que são os riscos associados a essa situação. Enquanto o perigo é uma característica inerente às infra-estruturas produtivas e ao processo de trabalho, o risco é uma combinação da probabilidade e das consequências da ocorrência de um acontecimento perigoso; neste sentido, o risco depende das medidas de prevenção que tenham sido incrementadas nos locais de trabalho.

$$\text{RISCO} = \frac{\text{PERIGO}}{\text{MEDIDAS DE PREVENÇÃO}}$$

Estas medidas de prevenção e protecção colectivas estão englobadas numa estratégia que começa na redução do perigo na própria fonte e vai até aos chamados equipamentos de protecção individual (EPIs), com vista a diminuir, na medida do possível, e numa abordagem imediata, a probabilidade de ocorrência de acidentes.

No longo prazo, a formação/educação aliada a uma correcta organização do trabalho/gestão deverá ter um papel primordial.

Desde 1995 que a Organização Mundial de Saúde (OMS) preconiza a integração da produtividade nas actividades de saúde e segurança.

O facto de ser uma actividade multidisciplinar, que vai da medicina à engenharia, e que objectiva a prevenção, eliminação ou limitação de riscos de que possam resultar acidentes de trabalho ou doenças profissionais, contribui para a extrema importância da higiene e segurança do trabalho (HST).

Quando atendemos aos acidentes de trabalho e às doenças profissionais estamos apenas a referir a parte visível do *iceberg*, já que na sua parte invisível estarão outros factores que, embora não determinantes como os primeiros, são de extrema importância devido à sua extensão, o que contribui para potenciar a situação, a saber: doenças relacionadas com o trabalho, ou seja, doenças onde o trabalho não foi decisivo, mas para as quais concorre conjuntamente com outros factores; as doenças agravadas pelo trabalho, onde o trabalho não teve qualquer influência nas causas, mas apenas no seu desenvolvimento; por fim, num contexto mais alargado, estão os factores mais abrangentes, como os novos processos de trabalho, a fadiga e o stress.

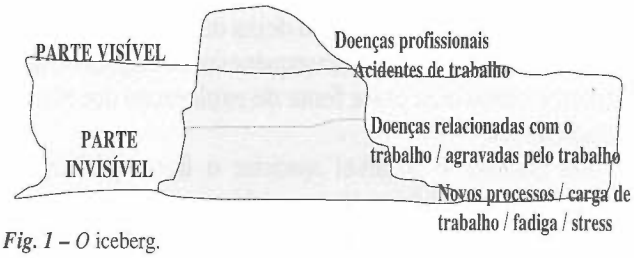


Fig. 1 – O iceberg.

Enquadramento estatístico dos acidentes de trabalho

Define-se como sendo acidente de trabalho[1] o acidente que se verifique no local e tempo de trabalho e produza directa ou indirectamente lesão corporal, perturbação funcional ou doença de que resulte a morte ou a redução de capacidade de trabalho ou de ganho.

A própria lei admite algumas extensões deste conceito, considerando também como AT certos acidentes ocorridos fora do local de trabalho, como os que acontecem no percurso de e para o local de trabalho [2].

No nosso país, os AT mais do que uma definição legal, são uma realidade trágica, só no ano 2000 morreram 287 pessoas no desempenho da sua actividade profissional.

Em 2001 perderam a vida em acidentes de trabalho 185 trabalhadores e, ainda, segundo dados da Inspecção-Geral do Trabalho (IGT), no final de Setembro de 2002, estavam já contabilizados 151 acidentes mortais.

Estas estatísticas, embora aterradoras, podem não reflectir a realidade, pecando por defeito, uma vez que só são contabilizados os acidentes mortais registados no local de trabalho; assim, se alguém morre passados dias no hospital, já não é contabilizada como vítima de acidente de trabalho.

A juntar às vítimas, registam-se todos os anos em Portugal cerca de 30 000 novos deficientes resultantes de acidentes de trabalho, segundo o Departamento de Estatística do Trabalho, Emprego e Formação Profissional (DETEFP) [3].

Este quadro sombrio resulta de cerca de 370 000 acidentes de trabalho por ano (dados do Instituto para o Desenvolvimento e Inspecção das Condições de Trabalho – IDICT) e faz de Portugal o segundo classificado do *ranking* de acidentes de trabalho na União Europeia, logo atrás

da Espanha; segundo dados do EUROSTAT relativos a 1998 e agora publicados [4], indicam que no nosso país 5,5% de pessoas por cada 100 000 empregados sofreram acidentes que implicaram uma ausência do local de trabalho de pelo menos 3 dias.

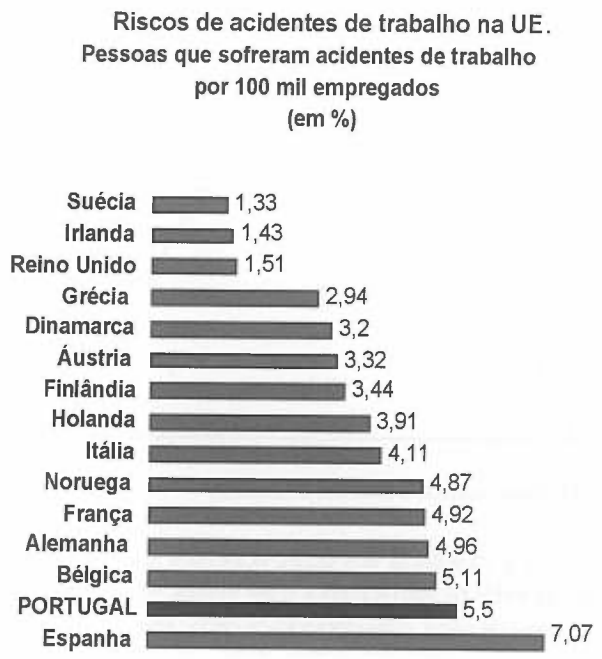


Fig. 2 – Riscos de acidentes de trabalho na UE.

Segundo as estatísticas da IGT em 16 de Agosto deste ano (2002), já se haviam registado 129 acidentes mortais, sendo estes liderados pelo sector da construção civil (62), seguido pela indústria (34).

Aliás, neste particular, dos sectores com maior incidência de acidentes mortais no trabalho, acompanhamos a tendência da União Europeia. (estatísticas europeias relativas aos acidentes de trabalho – ESAW – EUROSTAT).

Construção civil	62
Indústria	34
Agricultura**	15
Transportes e armazenagem	9
Electricidade, gás e água	2
Serviços prestados às empresas	2
Comércio por grosso	2
Pescas	1
Comunicações	1
Serviços pessoais e domésticos	1
Total	**129**

Fig. 3 – Acidentes de trabalho mortais por sector (2002).*

* Informação reputada a 16 de Agosto.

** Inclui silvicultura e exploração florestal.

Voltando às estatísticas nacionais referentes a meados de Agosto deste ano, nas 129 vítimas mortais registadas verificou-se que as principais causas de morte foram as quedas em altura (45) e o esmagamento (38).

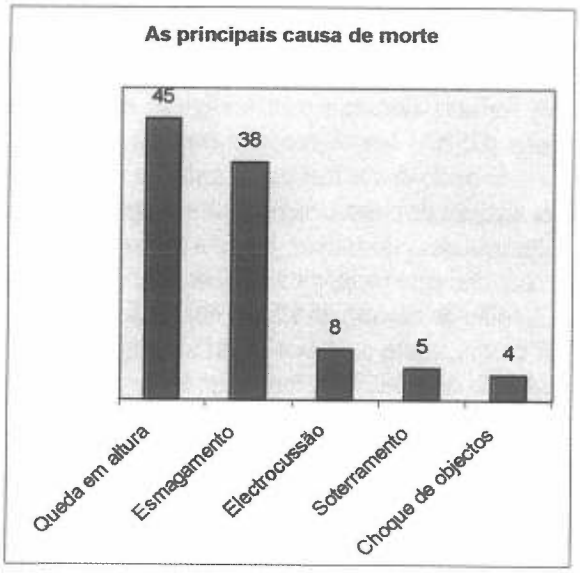


Fig. 4 – Acidentes de trabalho mortais por sector de actividade económica e principais causas de morte.

Os custos dos acidentes de trabalho

Existem variados métodos de cálculo dos custos dos acidentes de trabalho que têm evoluído ao longo do tempo, sendo hoje em dia novamente privilegiada uma análise custo-benefício.

Um dos métodos mais simples e mais antigos é o método de H. W. Heinrich [5], que divide os custos em custos directos (Cd) e custos indirectos (Ci). Os custos directos ou segurados englobam salários, indemnizações, gastos médicos e prémios de seguro.

Os custos indirectos são mais vastos e consideram-se aproximadamente quatro vezes superiores aos directos. Da soma de ambos resultam os custos totais (Ct).

$$Ct = Cd + Ci$$

Embora com muitas limitações, este método dá uma ideia aproximada dos custos dos acidentes de trabalho, sendo sempre mais difíceis de contabilizar os custos indirectos por abrangerem factores mais difíceis de quantificar, como o tempo perdido pelo sinistrado e por outros trabalhadores e o tempo necessário à selecção e preparação de um substituto para o acidentado.

Na realidade, existem ainda os chamados custos intangíveis [6], como:

– perdas de bem-estar;
– dor e sofrimento;
– perda de oportunidade de emprego;
– ansiedade na evolução da lesão ou doença;
– repercussões da morte, por exemplo, para os familiares.

Como se depreende, estes custos, embora importantes, dificilmente serão quantificados.

Ainda assim, apenas os custos suportados pelas companhias de seguros referentes a acidentes de trabalho são gigantescos – no longínquo ano de 1991, ascenderam a 41 milhões de contos, em Portugal, sendo idêntica a situação a nível internacional.

A Agência Europeia para a Higiene e Segurança no Trabalho (OSHA) lançou recentemente um *software* [7] que avalia o impacto dos acidentes de trabalho nas empresas e realiza análises de custo-benefício, demonstrando os benefícios das medidas preventivas, já que a prevenção reduz custos e contribui para melhorar a *performance* das empresas.

A folha de cálculo da OSHA sugere formas de quantificar custos, como os danos sobre a imagem da empresa e a reduzida capacidade de inovação; a consultoria e outros elementos são avaliados e comparados com os custos dos acidentes com o intuito de atestar que a prevenção dos acidentes é mais vantajosa que a reparação dos danos.

O que fazer?

Os acidentes de trabalho são um pesado fardo para a sociedade tanto do ponto de vista económico (em Portugal representam cerca de 3% do PIB) como do ponto de vista humano. Como tal, a melhoria da saúde e segurança no local de trabalho apresenta vantagens económicas para as empresas, trabalhadores e sociedade em geral.

Muitas vezes não é fácil convencer as entidades empregadoras destas vantagens; nesse campo o supracitado *software* da OSHA pode ser uma ferramenta valiosa.

Mas a prevenção tem que ser mais ambiciosa do que a redução imediata dos danos, tem que investir a montante do mercado de trabalho, ou seja, na formação dos jovens antes da sua integração no mundo laboral; assim, conjuntamente com o Ministério da Educação, acaba de lançar o Programa Nacional de Educação para a Segurança e Saúde no Trabalho (PNESST) com o objectivo de incluir os conteúdos de SHST nos currículos do ensino básico, secundário e superior, não esquecendo a necessária formação de professores.

No imediato, a estratégia passa por uma gestão estruturada num ciclo de qualidade que avalia, planeia, executa, verifica e corrige, se necessário.

Não podemos esquecer que os acidentes de trabalho assentam numa estrutura piramidal, em que no topo estão os menos frequentes (acidentes de trabalho mortais), seguidos dos acidentes graves, depois os acidentes menos graves e finalmente na ampla base da pirâmide os quase-acidentes [8].

Os quase-acidentes são de extrema importância porque são a base da pirâmide, sendo responsáveis pela ocorrência de todos os outros mais gravosos. Daí ser primordial não descurarmos o registo de todos os quase-acidentes, por mais insignificantes que sejam, para podermos ter a percepção do que se está a passar na base e podermos agir em conformidade, sobretudo em antecipação de outros efeitos mais graves.

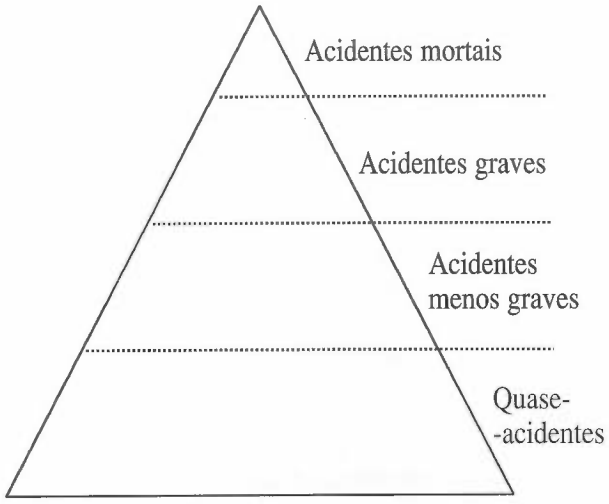


Fig. 5 – Quase-acidentes e acidentes de trabalho.

Para a existência dos quase-acidentes, e por maioria de razão de todos os outros efeitos mais graves, muito contribuem os factores de risco, considerando-os como sendo todos os factores (ou exposições) que podem afectar adversamente a saúde.

Os factores de risco são variados e vão desde os factores de ordem profissional aos de natureza psicossocial, e é sobre estes últimos que nos iremos debruçar, enquadrados na área específica da manutenção de aeronaves.

Estatísticas da aviação naval americana [9] referentes ao período de 1995–1999 mostram que os custos dos incidentes ascenderam a 3,3 biliões de dólares (Navy and Marine Corps), tendo sido perdidas 22 aeronaves só no ano de 1999 e 120 vidas humanas.

Nos anos 80, a US Navy conduziu pesquisas com o objectivo de identificar factores comuns aos incidentes, acabando assim por isolar sete perícias comportamentais a cuja ausência estavam associadas as ocorrências, como sejam:

- tomada de decisão;
- assertividade;
- análise de missão;
- comunicação;
- liderança;
- flexibilidade/adaptabilidade;
- atenção distribuída.

A partir dos estudos da Marinha, a Continental Airlines iniciou um programa de *workshops* de dois dias, para o pessoal da manutenção, cobrindo a rotina organizacional, comportamento assertivo, estilos de liderança, gestão do stress, tomadas de decisão e relações interpessoais, os resultados após três anos de CCC (*crew coordination concepts*) foram notáveis:

- dois terços da força de trabalho tinham recebido formação (1200 trabalhadores);

- os custos dos danos derivados da manutenção foram reduzidos em 66%;
- redução drástica das lesões por acidentes de trabalho.

Não é humano errar?

Na manutenção de aeronaves não pode haver margem para erros, porque o preço a pagar é muito elevado. Por um lado, as aeronaves são equipamentos muito dispendiosos e, por outro, os acidentes nesta área estão normalmente associados a perdas de vidas humanas.

Nesta importante actividade estão presentes os factores de risco mais variados. Um estudo orientado para a aviação comercial [10] concluiu que:

- 15% dos acidentes eram devidos a falhas de manutenção;
- 20% a 30% de paragens de motor em voo;
- 50% dos atrasos e cancelamentos de partidas eram devidos a falhas de manutenção.

Entre as principais causas dos erros humanos estão a falta de comunicação, a falta de recursos ou de conhecimentos, o desrespeito pelas normas, a fadiga e o stress.

É sobre estas últimas que vamos agora centrar a nossa atenção. Quanto à fadiga, não devemos adoptar uma concepção unicista pois as suas causas são múltiplas, como sejam, factores musculares, sensoriais, endócrinos, psicossociológicos, e as suas consequências são também diversas: de ordem física, orgânica e psicossomática.

Segundo Lagrange [11] *"la fatigue, chez l'homme sain et normal, est une diminution du pouvoir fonctionnel des organes, provoquée par un excès de travail et accompagnée d'une sensation caractérisée de malaise".*

As manifestações de fadiga são, por um lado, somáticas, objectivas, e podem resultar, por exemplo, numa diminuição do rendimento, por outro, são psicológicas e subjectivas; estas duas ordens de fenómenos podem aparecer isolados ou podem coincidir, sendo que a fadiga nervosa é mais difícil de detectar que a fadiga muscular.

Embora o cérebro e o corpo formem uma unidade indissociavelmente integrada, como explicou A. Damásio [12], *"à medida que nos desenvolvemos, o funcionamento dos circuitos cerebrais que representam o nosso corpo em modificação e as suas interacções com o mundo parecem depender das actividades em que o organismo se empenha e da influência dos circuitos biorreguladores inatos que, por sua vez, é função da reacção destes últimos às actividades em questão".*

Nos anos 80, a Organização Mundial de Saúde reconheceu os factores psicossociais no trabalho como determinantes [13]: *"Isto é assim para as ciências da saúde em geral e para a saúde ocupacional em particular, já que os factores psicossociais estão entre os mais importantes dos que influenciam a saúde total da população trabalhadora."*

Em 1985 a queda de um DC8 da Arrow-Air causou 250 vítimas, tendo sido apurada como causa para o desastre o esquecimento de uma operação importante por parte da tripulação, após mais de 57 horas de voo.

A fim de remediar as más práticas das companhias aéreas em matéria de descanso do pessoal e de manutenção das aeronaves, as autoridades americanas criaram o ASRS – Air Safety Reporting System, onde, a coberto do anonimato, as pessoas davam sugestões e assinalavam os seus erros e infracções, evitando sanções e fornecendo informações para a política de prevenção.

Os ingleses adoptaram uma fórmula idêntica – o CHIRP (Confidential Human Factor Incident Reporting Program). Neste caso, também se alcançaram bons resultados.

O conhecimento de centenas de episódios de incidentes devidos à fadiga e ao stress permitiram a evolução dos instrumentos de bordo e a organização dos voos.

O stress* profissional

Desde que o médico Hans Selye "descobriu" o stress em 1936 denominando-o de síndroma geral de adaptação (SGA), multiplicaram-se as investigações sobre esta temática, conduzindo, hoje em dia, a uma autêntica avalanche de informação sobre o stress (sobretudo na internet), o que se torna absolutamente stressante para quem pretende abordar o assunto. Na actual sociedade, de abundância de informação (diariamente 7000 novos itens na biblioteca do Congresso dos Estados Unidos), segundo Jeff Davidson no seu *The Complet Idiot's Guide to Managing Stress* (1977), no momento actual é impossível um indivíduo ter a pretensão de «saber tudo», sendo mais aconselhável conhecer apenas o que é relevante!

Genericamente, stress é uma resposta inespecífica dada pelo nosso organismo a qualquer pedido de adaptação a uma situação nova. Ou seja, é um processo pelo qual as pessoas se ajustam, física e psicologicamente, a um determinado ambiente.

O stress pode influenciar, positiva ou negativamente, o nosso modo de sentir e a capacidade para realizar tarefas ou enfrentar determinadas situações.

Um pouco de estímulo, stress positivo ou eustress, pode promover uma sensação tonificadora de bem-estar e de domínio das situações.

Proporciona estados de atenção, de concentração e de motivação muito satisfatórios e positivos, potenciadores de melhores níveis de *performance*.

Elevados níveis de stress negativo ou distress exigem uma sobrecarga para além das nossas forças, denunciando respostas psicológicas (emocionais, comportamentais, cognitivas) e fisiológicas (dores de cabeça, fadiga e transpiração) desagradáveis. A longo prazo, o stress causa lesões nos sistemas

*Stress significa pressão e desde o século XVII que está associado à engenharia (Robert Hook) querendo dizer "deformação a que um objecto está sujeito sob o efeito de uma determinada carga".
Este conceito é facilmente extrapolável para os seres humanos, sendo aqui adoptado o termo inglês, apesar da recente introdução na língua portuguesa da palavra **stresse**!

cardiovascular, digestivo e nervoso e nas defesas imunitárias, conduzindo a patologias como o enfarte e a depressão.

O stress negativo leva-nos, não só a cometer erros, como cria dificuldades ou inibe a sua correcção. De uma maneira geral, conduz à desatenção, desconcentração e desmotivação, reduzindo as capacidades de raciocínio e de actuação, pondo em causa a proficiência individual em particular e a de um grupo em geral.

Resultam da monotonia das tarefas e da competição excessiva, originando estados de fadiga precoce, potenciando eventuais acidentes e doenças profissionais, quando o seu efeito se prolonga no tempo.

O stress profissional (SP) faz-se sentir quando as exigências colocadas pelo ambiente de trabalho excedem a capacidade dos trabalhadores para as suportarem (ou controlarem).

O stress profissional é responsável por mais de 25% da taxa de absentismo durante duas ou mais semanas e as maiores queixas associadas ao trabalho são as dores lombares e o stress (28%) [14].

O stress profissional deve ser encarado como um sintoma de um problema de organização da empresa e não como um sinal de fraqueza individual.

Os custos do stress

Nos Estados Unidos, em 1993, estimou-se o custo global do stress para a economia americana em 200 mil milhões de dólares (dados do BIT, citados por Denis Ettighoffer e Gérard Blanc in *Síndrome de Cronos,* de 1998).

Segundo as estatísticas relativas a 1999, o SP custa anualmente aos Estados-Membros da UE 20 mil milhões de euros [15]. E mais de 50% dos trabalhadores dos países industrializados referem estar sujeitos ao stress.

No Japão, o stress provoca *karôshi* (morte pelo trabalho), literalmente, morte no local de trabalho de trabalhadores que já não deixam os seus locais de trabalho. Segundo o Ministério do Trabalho japonês, houve 76 *karôshi* no ano fiscal de 1995-1996. De acordo com o jornal *Nihon Keizai Shimbun,* o número oficioso eleva-se a 488 mortes. O Governo Japonês, para atacar este fenómeno, legislou que os bancários, por exemplo, deixam de fazer mais de vinte horas suplementares por mês. A seguradora Nihon Seimei proibiu a utilização de telefone e do fax depois das 19 horas [16].

Casos reais
Operação Crocodilo

Em 1998, durante o conflito militar na Guiné-Bissau, em plena foz do Geba, ao ser efectuado um teste funcional de uma manutenção de rotina na aeronave foi activado, acidentalmente, o sistema de flutuação de emergência, (fig. 6), felizmente sem consequências para as pessoas que se encontravam no local.



Fig 6 – Uma imagem inédita: Lynx MK95 *no convés de voo, com os quatro flutuadores de emergência.*

Atente-se, na figura 7, na proximidade dos botões, o que devia ser activado e o que foi inadvertidamente activado; acresce que foi a primeira vez e única, até à data, que se verificou este tipo de ocorrência. O que talvez não seja indiferente ao facto é o estar reunido um conjunto de circunstâncias que conduziram a elevados níveis de stress/fadiga, a saber: uma elevada carga de trabalho, a equipa de profissionais da manutenção assegurava as operações de voo durante o dia e realizava a manutenção necessária à noite – era uma situação de alto risco, pois tratava-se de uma missão em pleno conflito armado; o navio chegou mesmo a ser alvejado (embora sem consequências). Salienta-se ainda o facto de algumas operações de manutenção terem de ser efectuadas no exterior do navio, portanto, sem qualquer protecção. Além disso, devido à saída inopinada do navio, este não estava preparado logisticamente para uma longa permanência na zona, pelo que, na altura do incidente, já não existia tabaco a bordo, factor stressor para os fumadores. Por outro lado, havia o factor incerteza em relação ao término da missão, tinha passado já mais de um mês e o navio permanecia na zona, não se sabendo até quando. Em suma, estavam reunidas as condições para a ocorrência de erros humanos.

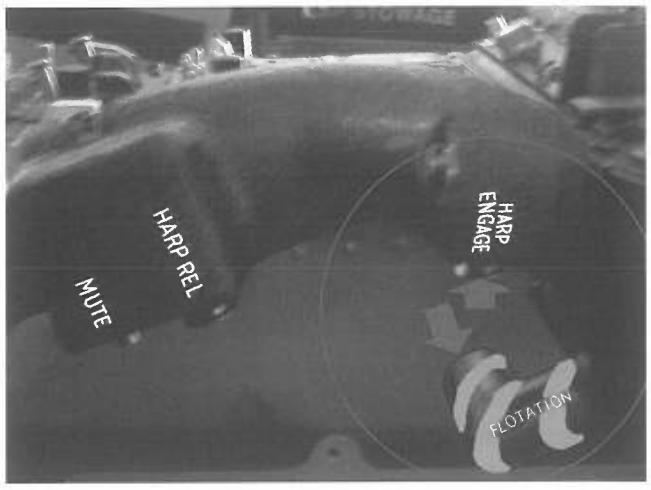


Fig. 7 – Pormenor do collective lever.

O "casamento", esse factor de risco

Outro caso emblemático e reincidente da manutenção de aeronaves é o ilustrado na figura 8, de um acidente recente na Royal Navy. Durante os preparativos para o voo, o homem da manutenção, ao descer do *cockpit,* ficou com a aliança presa no mecanismo de ejecção da porta do *cockpit,* como se pode observar na figura 9 [17].

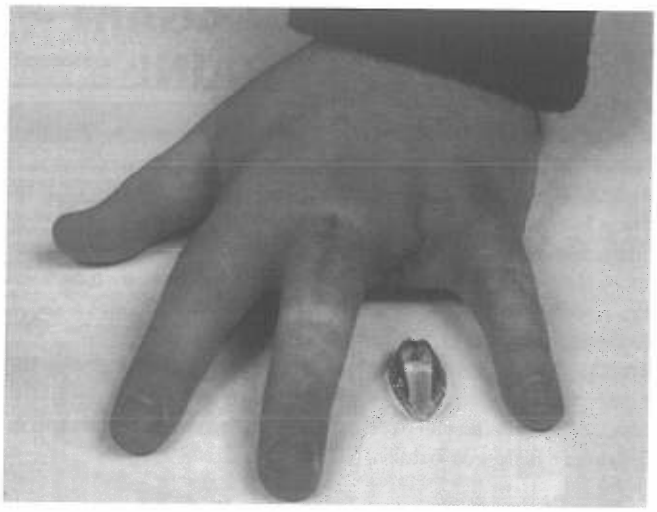


Fig. 8 – "Vão-se os dedos ficam os anéis".

Este é um acidente típico devido a factores comportamentais, que tem a ver com uma predisposição para responder sempre com o mesmo tipo de comportamento face a um certo estímulo social, neste caso, o matrimónio. O nosso comportamento (usar aliança) apenas consubstancia essa atitude cultural que "impede" que se tire a aliança do dedo, o que "faz" do casamento um factor de risco!

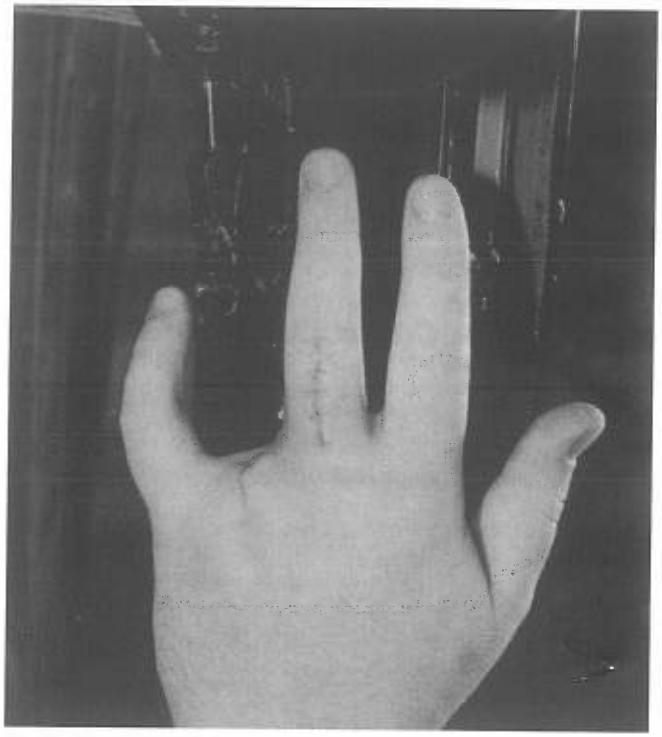


Fig. 9 – "Reconstituição".

Considerações finais

Contribuindo para traçar "as rotas do futuro", ao longo deste trabalho procurou-se realçar a crescente importância da higiene e segurança do trabalho como actividade pluridisciplinar cujo objectivo é a prevenção, eliminação ou limitação de riscos de que possam resultar acidentes de trabalho ou doenças profissionais, considerando a higiene e segurança no trabalho não como um custo de produção, mas como um investimento na competitividade das organizações.

Através da crueza dos números escalpelizou-se o actual panorama nesta área, tanto ao nível do nosso país como internacionalmente. Salientaram-se os enormes custos sociais subjacentes a esta problemática e também os passos positivos que vêm sendo dados neste domínio.

Foram abordados os factores que podem afectar adversamente a saúde e conduzir à ocorrência de acidentes de trabalho, dando-se especial relevância aos factores de risco de natureza psicossocial, considerados como base de toda esta problemática, pois no dizer de Jacques Christol [18] *"o operador humano é simultaneamente o elo mais frágil do sistema e o seu maior recurso em caso de disfunção"*.

O stress, a fadiga e o erro humano estiveram particularmente presentes através do testemunho de situações reais ligadas à manutenção de aeronaves.

Notas

[1] Nº 1 do artigo 6º do Decreto-Lei nº 100/97, de 13 de Setembro.

[2] Nº 2 do artigo 6º do Decreto-Lei nº 100/97, de 13 de Setembro, e n.os 2, 3 e 4 do artigo 6º do Decreto-Lei nº 143/99, de 30 de Abril.

[3] *Diário de Notícias* (p. 18), de 7 de Outubro de 2002.

[4] *Expresso,* edição 1562, de 5 de Outubro de 2002.

[5] Alberto Sérgio S. R. Miguel (1989), *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*, Porto Editora, p. 23.

[6] António Sousa Uva (2002), in *Gestão da Prevenção*, I curso de pós-graduação em HST, ISEL/CEEM.

[7] *"Inventory of socio-economic costs of work accidents"*, http://agency.osha.eu.int

[8] Também chamado **incidente**, ou seja, *acontecimento não planeado e não controlado no qual a acção ou reacção de um objecto, substância ou radiação resulta num dano pessoal ou probabilidade de tal ocorrência.*

[9] Dados do Naval Safety Center NAS Norfolk, Virginia.

[10] Citado no programa Groundcrew Coordination Trainning (GCT) – US Navy – School of Aviation Safety – Naval Postgraduate School – Monterey, Califórnia.

[11] Citado por H. Desoille *et. al.*, *Précis de Médecine du Travail*, p. 232, 6e édition, Masson, Paris, 1991.

[12] António R. Damásio, *L'Erreur de Descartes*, Paris, 1995, citado por Denis Ettigoffer e Gérard Blanc em *Síndrome de Cronos*, Instituto Piaget, 1998.

[13] WHO, *Psychosocial factors at work and their relation to health*, Raija Kalimo, *et. al.* Geneva, 1987.

[14] Inquérito de 2000, Agência Europeia de Segurança e Saúde do Trabalho.

[15] *Work – related health problem in EU,* 1998-1999, Eurostat Lux, 1999-2000.

[16] Richard de Vendrenil, «Les Japonais malades du travail», *L'Express*, 17 de Outubro de 1996.

[17] In *Cockpit, R. N. Flight Magazine,* issue nº 173.

[18] Jacques Christol, in *Revista Portuguesa de Gestão, Saúde e Segurança na Empresa do Futuro. A Emergência de Novas Exigências*, p. 64.

Bibliografia

BIRKENBIHL, Vera F., *Stress e Felicidade, Guia Prático para Conviver com o Stress na Vida Moderna*, Pergaminho, 2000.

BOYLE, K., CARPENTER, D., *et. al, Occupational Medicine*, US Air Force.

CARDOSO, Álvaro, *Stress no Trabalho, Uma Abordagem Pessoal e Empresarial*, 2ª ed., Revinter, Tijuca, 2001.

Cockpit , The Royal Navy Flight Safety Magazine, nº 173, Yeovil, 2001/2002.

DESOILLE, H., *et. al., Précis de Médecine du Travail*, 6e édition, Masson, Paris, 1991.

DURÃO, Álvaro, *Stresse e Trabalho*, "Semana Europeia do Stresse no Trabalho 2002", Lisboa, 2002.

Escola de Limitação de Avarias, Grupo nº 2 de Escolas da Armada, *Higiene e Segurança do Trabalho* (ASH01), texto de apoio.

ETTIGHOFFER, Denis, e BLANC, Gérard, *Síndrome de Cronos, Trabalhar Mal, Viver Mal*, Instituto Piaget, Economia e Política, 1998.

European Agency for Safety and Health at Work, Research on Work – Related Stress, Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2000.

European Commission, Directorate-General for Employment and Social Affairs, *Guidance on work-related stress, "Spice of Life – or Kiss of Death?"*, 1999.

Facts, Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho, *Stresse Relacionado com o Trabalho*, http://agency.osha.eu.int

MACEDO, Ricardo, *Manual de Higiene do Trabalho na Indústria*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1988.

MENDES, Aida Cruz, *Stress e Imunidade*, edição Formasau – Formação e Saúde, Lda., Coimbra, 2002.

MIGUEL, Alberto Sérgio S. R., *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*, Porto Editora, Porto, 1989.

NOVAIS, José, *O Homem e a Automação, Emoção versus Razão*, Escolar Editora, Lisboa, 2002.

RAMOS, Marco, *Desafiar o Desafio, Prevenção do Stresse no Trabalho*, Editora RH, Lisboa, 2001.

Revista da Aviação Naval, revista informativa de segurança de aviação, nº 56, Rio de Janeiro, 1997.

SERRA, Adriano Vaz, *O Stress na Vida de Todos os Dias*, 2ª ed., GC, Coimbra, 2002.

SILVA, João Pina de, e LIMA, Paulo Almeida, *Impacto do Stresse no Desempenho Individual: Um Estudo de Caso*, Escola Superior de Ciências Empresariais, Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal, 2002.

STROEBE, Wolfgang, e STROEBE, Margaret S., *Psicologia Social e Saúde*, Medicina e Saúde, Instituto Piaget, 1995.

UVA, A. S., *Gestão da Prevenção*, módulo IV do curso de pós-graduação de Segurança e Higiene do Trabalho, ISEL, CEEM, Lisboa, 2002/2003.

Pedro Nunes e a Consubstanciação do Ideal Renascentista em Portugal

Trabalho realizado por:
- *Paulo Varela*
- *Carlos Santos*
- *Vanda Cerqueira*

Instituto Superior Politécnico de Viseu
Escola Superior de Educação
Departamento de Comunicação Social

Introdução

Este trabalho visa contemplar a vida e obra de um memorável matemático português: Pedro Nunes.

Os nossos objectivos primordiais são a constatação da nova mentalidade científica resultante da Expansão Marítima Portuguesa e consequente contextualização da época. Tentaremos aproximar esta análise, o mais possível, do ramo da literatura.

Ao falarmos da Expansão Marítima Portuguesa não podemos deixar de mencionar a tão aclamada obra de Luís Vaz de Camões, *Os Lusíadas*, elaborando uma pequena reflexão sobre os feitos dos corajosos navegadores portugueses, que, na realidade, contaram com a ajuda do então cosmógrafo do reino, Pedro Nunes.

Nos séculos XV e XVI assiste-se a um renascer das artes e das letras que readquirem o seu antigo esplendor, daí a designação "Renascimento".

Pedro Nunes foi uma das figuras mais interessantes e marcantes do Renascimento português. Contestado por alguns e reconhecido por muitos, o professor da Universidade de Coimbra pode ser considerado o grande "navegador" do século XVI, embora jamais tenha ido aos mares.

A demonstração das características humanistas que habitam o cosmógrafo português será outro dos objectivos deste trabalho. Para tal, fazemos uso de uma pequena viagem face ao período de transição da Idade Média para a Idade Moderna, salientando as mais importantes transformações políticas, económicas, sociais e religiosas.

Pedro Nunes insere-se claramente na corrente humanista, tendo-se destacado na sua época pela defesa do experimentalismo e por uma nova atitude perante o mundo.

À passagem dos quinhentos anos do seu nascimento, é mais que justa a homenagem prestada a tão ilustre figura do panorama renascentista português.

Como herança, deixou-nos um vastíssimo legado que se estende desde a matemática até à cosmografia náutica. Se constatarmos que Pedro Nunes desempenhou um papel crucial, através da sua obra, na introdução da história da matemática em Portugal, começaremos a ter uma noção, ainda que reduzida, da verdadeira importância dos seus feitos.

Pedro Nunes e a consubstanciação do ideal renascentista em Portugal

Os Portugueses, ao alargarem o conhecimento do mundo, resultante dos Descobrimentos e consequentes viagens de exploração, concorrem de forma decisiva para o Renascimento científico, combinando a observação e a experiência às demonstrações matemáticas. Neste âmbito, foi notório o valioso e original contributo de Portugal para o incremento do Experimentalismo, tanto a nível teórico como prático, materializado em cartas de marear, mapas-múndi, globos, planisférios, tratados sobre a arte de marear, roteiros, obras de cosmografia, de medicina, de farmacologia, consequência da actividade de pilotos, astrólogos, matemáticos, cartógrafos e médicos.

A nova mentalidade científica, resultante da Expansão Portuguesa, levou à desagregação de algumas noções herdadas da Antiguidade, até então consideradas como imutáveis verdades. Por este motivo, os homens mais directamente ligados à empresa dos Descobrimentos (navegadores, cosmógrafos e médicos) completaram e corrigiram erros da ciência antiga, que durante tantos séculos se julgaram infalíveis. Refira-se, a título de exemplo, a refutação e a revolta de Diogo Gomes em relação à autoridade de Ptolomeu e a defesa, por parte de D. João de Castro, da prática e experiência directa em prejuízo da ciência livresca dos antigos. Também Camões, quer pela voz do Gama, quer nas exortações a D. Sebastião, assumiu o elogio da experiência, considerando-a como enquadrada na mentalidade renascentista e resultante de novos métodos de conhecimento.

Deste modo, a exactidão dos conhecimentos introduzidos nas representações cartográficas provocou uma completa revolução no saber, opondo à autoridade dos antigos a experiência dos modernos portugueses. Outros importantes vultos, como João de Barros e Damião de Góis, optaram por adoptar uma postura mais equilibrada em relação ao conflito mental que se verificava entre os antigos e os modernos. Em suma, a Ciência Moderna, regulada por postulados como a observação e a experiência, parece ser a consequência directa dos Descobrimentos e da Expansão.

Esta atmosfera de renovação encontra-se intimamente ligada a condicionalismos epocais que caracterizaram a passagem da Idade Média para o Renascimento.

O Renascimento é a designação atribuída aos séculos XV e XVI porque nesta época as artes e as letras readquiriram o seu antigo esplendor, renasceram. Foi um período em que se verificou um espírito de mudança, quer ao nível da mentalidade e do pensamento do próprio homem, como ao nível das produções artísticas.

Por oposição à Idade Média, tempo considerado de ignorância e de trevas, surge o Renascimento, no qual predominam um individualismo criador e um novo espírito crítico assentes numa nova perspectiva de encarar o Homem.

Passamos a acreditar nas capacidades e aptidões do homem enquanto indivíduo, enquanto sujeito da história e do progresso, nas suas potencialidades enquanto ser produtivo e criativo. Começa, então, a possuir um papel activo, de mudança, confrontando-se com a realidade através de uma postura inquiridora, crítica, julgando insuficientes os conhecimentos até então adquiridos (escolásticos e livrescos), desprezando-os e substituindo-os pela observação directa dos factos e pela experiência.

Esta nova mentalidade opõe-se ao teocentrismo existente na época medieval, caracterizada pela presença de Deus e da Igreja, que eram o centro do Universo, e denomina-se por antropocentrismo, comandado pela nova dimensão do Homem, que passa a ser o centro das atenções. Apesar de se considerar o Renascimento como um movimento intelectual de regresso ao passado, ele terá provocado, em muitos casos, um enorme salto para diante, dado que, por exemplo, o regresso aos antigos permitiu, paradoxalmente, a ultrapassagem da ciência deles herdada.

Em relação às produções artísticas, verifica-se uma reacção contra o barroquismo gótico e um retorno ao classicismo helenístico recém-descoberto. A Itália, berço deste estilo, foi o foco inicial, a partir do qual se traçaram e irradiaram as correntes e normas do mesmo, cujas principais características se materializam na arquitectura (começam a projectar-se novas formas), na escultura (adquire autonomia e aproxima-se de uma visão mais realista da vida) e na pintura (deixam de ser apresentadas unicamente cenas religiosas).

No que concerne à literatura, assiste-se a uma veemente reacção contra as bases morais e estéticas que, até então, davam forma à literatura medieval, dado que se pretendia, acima de tudo, restituir os textos à sua pureza original, tomando como base a Antiguidade greco-latina. Apesar de os clássicos serem estudados durante a Idade Média, eles não constituíam uma inspiração relativamente ao conjunto de valores que poderiam representar. O movimento da Renascença afirmou o culto da beleza e exaltou as faculdades humanas da vida terrena e da natureza. O entusiasmo pela Antiguidade levou à adopção de novos géneros e formas poéticas, motivados por um ideal e perfeição formais, à semelhança do que os clássicos da Antiguidade conseguiram – o classicismo.

A mitologia e o bucolismo pastoral foram reabilitados, relegando para segundo plano os propósitos didácticos típicos da época anterior, e deu-se ênfase ao psicológico, ao biográfico e à individualidade. Os escritores italianos foram o modelo preferido por toda a Europa e Petrarca (figura a que daremos o justo relevo mais adiante) foi a ponte obrigatória de todos os poetas.

O Renascimento pode considerar-se uma época de algum contraste, dado que coexistem o culto do individualismo e da criatividade em paralelo com a aceitação de modelos e técnicas, talvez por o escritor quinhentista não ser defensor apenas da "arte pela arte" mas pretender simultaneamente transmitir uma mensagem.

O Renascimento português caracteriza-se por um acentuado cosmopolitismo, que o faz encaminhar-se não só no sentido da Europa, mas igualmente no do Oriente, sendo essa, muito provavelmente, a sua maior originalidade.

Nesta mudança de mentalidades, podemos destacar uma trilogia: o Renascimento enquanto época que inclui as suas diferentes realizações, ou seja, na cultura, na técnica, na sociedade, etc.; o humanismo, a expressão cultural e filosófica do Renascimento, e o classicismo, a manifestação artística e, principalmente, literária do Renascimento. As diversas áreas do conhecimento adquiriram neste período uma revolução marcante traduzida nos mais variados aspectos:

– Regresso à Natureza – substituição da concepção teocêntrica pela antropocêntrica. O homem deixa de pensar o universo em função de Deus, tornando-se senhor do seu destino, enquanto a natureza por ele contemplada surge como um ente divinizado.

– Imitação clássica – retorno à cultura e civilização clássicas, o que favorece o estudo do grego e do latim, a recuperação do Direito Romano na jurisprudência, o triunfo do *dolce stil nuovo* na literatura, a preferência pelas formas arquitectónicas e decorativas greco-romanas na arte, etc. Este movimento recuperou a Antiguidade clássica levando à construção de uma nova mentalidade. Na Idade Média, os clássicos eram utilizados, unicamente, com propósitos didácticos, não constituindo, assim, qualquer tipo de inspiração para o Homem Medieval.

– Individualismo – colocado no centro do mundo, o Homem sente-se orgulhoso de todas as suas capacidades e tende a valorizar o espírito de iniciativa de cada indivíduo.

O Renascimento caracteriza-se por muitas e profundas transformações na vida e na visão de mundo do homem europeu. A classe social burguesa floresce, as cidades enriquecem e a economia europeia deixa de girar nas limitações feudais. Os horizontes geográficos alargam-se muito por obra da Expansão Ultramarina, consequência da centralização política e do mercantilismo.

O Renascimento em Portugal acentua-se, fundamentalmente, após a descoberta do caminho marítimo para a Índia. Nesta altura o poder político e económico encontrava-se centrado na figura do rei. Apesar das conquistas em termos de progresso por parte da burguesia, não foi o suficiente para evitar que a maior parte dos ganhos económicos fosse absorvida pelas rendas feudais impostas.

Portugal é o grande desbravador dos mares e teve o seu apogeu nos séculos XV/XVI com descobertas de vários caminhos marítimos – para a Índia, o Brasil e a

América. Com a descoberta de novos mundos, este país trouxe para o povo europeu muitos costumes que até então eram desconhecidos. A língua portuguesa torna-se um factor basilar de cultura e é uma das mais difundidas pelo mundo, consequência da colonização e da extensão das possessões coloniais.

Em Portugal, a assimilação das formas renascentistas deve-se em primeiro lugar a Sá de Miranda. Mas a grande personalidade do Renascimento português é Camões.

Em *Os Lusíadas* é evidente o poder do Homem sobre os Deuses, na conquista territorial e nos Descobrimentos. O Homem, mais concretamente, o povo português, conseguiu dominar o mar, ou seja, as forças de Neptuno, Deus do Mar.

O teocentrismo da Idade Média deu lugar ao antropocentrismo em que se conhece o Homem como Sujeito e Objecto de saber.

No Renascimento há ainda uma busca de novas regras. Aparece um súbito gosto pela novidade e pela descoberta do Mundo pelo Homem, conceito mais uma vez associado aos Descobrimentos.

O próprio Homem ganha um novo desejo de se conhecer melhor a si próprio e, sem esquecer Deus, centra as suas atenções em si mesmo, o que é evidente em *Os Lusíadas.*

Poderíamos, assim, relembrar que «passar o cabo das tormentas é desmistificar as partes desconhecidas do mundo», frase célebre da autora Yara Frateschi, autora que considera a existência de dois Adamastores: o primeiro, guardião dos mares e profeta de desgraças, e o segundo, uma vítima de um amor infeliz. O Adamastor é o fantasma petrificado dos terrores colectivos e individuais que é preciso ultrapassar, não só para chegar à Índia, mas também à Ilha dos Amores.

Neste episódio há drama e lirismo. O Adamastor não é um Deus, mas um gigante da Terra, é a representação do medo dos navegadores, uma alucinação subjectiva. O Adamastor apenas fala, é uma voz trazida pelo medo. Não age como fazem os Deuses do Olimpo, tem apenas uma existência fantástica e ilusória. O Gama representa a vontade de conhecer, que Adamastor nega (profecias que são feitas por alguém que também já foi castigado). Ao relatar a história dos Sepúlvedas, sublinha-se que a ousadia se paga com a privação e a penalização afectiva.

Este episódio funciona com uma espécie de abóboda arquitectónica do poema, em que vêm concentrar-se as grandes linhas da epopeia – real/maravilhoso: dificuldades de passar o Cabo; existência de profecias: História de Portugal; Lirismo: história de amor; e é, também, um episódio trágico, de amor e de morte. Mas é, acima de tudo, um episódio épico, em que se consolida a vitória do Homem sobre os elementos.

Contudo, a epopeia de Camões é também uma reflexão sobre a Expansão.

O Velho do Restelo simboliza todos os que se opõem aos Descobrimentos. Camões introduz a fala do Velho aquando da partida das naus de Lisboa, na despedida.

O Velho do Restelo dirige-se ao Rei e aos marinheiros, aos que procuram honra e aos cobiçosos. O texto deste episódio é significativamente portador de características épicas, pois enaltece os valores universais.

O Velho do Restelo, personagem central neste episódio, possui diversos argumentos para defender a sua posição, que se revela totalmente contra este grande feito do povo português que foram os Descobrimentos. Utiliza argumentos como o facto de, com a partida dos homens para o mar, as famílias ficarem em terra desoladas e destruídas. Chega mesmo a salientar por diversas vezes a ganância que augura poder levar à morte e atitudes, na boca do Velho menos correctas, como a prática do adultério.

Neste episódio, ressaltam os valores da crítica que revelam um Camões de profundo recorte humanista.

Recorde-se que, com o aparecimento dos ideais renascentistas e humanistas, a Idade Média ficou conhecida como um período obscurantista e decadente, situado entre a Antiguidade e o Renascimento. Só em meados do século XIX a Idade Média passou a ser reconhecida como etapa necessária da história da civilização ocidental. O humanismo do Renascimento não só foi a origem de todo o pensamento moderno, como constituiu um ponto de viragem nas preocupações com as falsas imoralidades e colocou ênfase na importância de se viver a vida com prazer. Foi também um período em que as artes e o conhecimento floresceram e que a Europa progrediu em termos civilizacionais, recuperando o seu atraso relativamente a outras partes do mundo.

É usual atribuir-se a designação de "humanismo" ao conjunto de doutrinas e tendências que consideram o Homem como instância superior e têm como meta o seu bem-estar e felicidade terrenos. O humanismo apresenta um novo ideal – o antropocentrismo –, atestado na máxima do sofista grego Protágoras: "O Homem é a medida de todas as coisas."

O conceito de humanismo deriva não apenas de *humanus,* mas também de *humanitas*, vocábulos que recuperam o ideal clássico que define o homem enquanto ser cultural. Para além do cariz profundamente filantrópico, este ideal defende a construção do Homem através dos actos e das letras.

A principal preocupação do humanista é construir um protótipo de cultura que ultrapasse o saber livresco do conceito de *auctoritas*, ou seja, autoridade, que caracteriza a cultura medieval baseada na leitura e no comentário de artigos de índole religiosa.

O Homem, pelos estudos dos autores clássicos, torna-se mais humano, desenvolve as suas capacidades morais, sociais e intelectuais, à semelhança dos modelos greco-latinos. Esta atitude de recuperação dos clássicos visa procurar um novo sentido de harmonia, de equilíbrio, de racionalidade, de modo a construir uma nova visão do mundo. Os clássicos inspiram não só admiração, mas também reverência, atribuindo a este homem novo uma visão antagónica à da Idade Média, associada à instabilidade, ao desequilíbrio, ao conflito e à desarmonia.

O humanismo é um ideal de valor filosófico que pretende construir um novo modelo de Homem. É um movimento plural, porque deriva de diferentes humanistas, por isso devemos falar de «humanismos». Na medida em que cada humanista tem uma corrente de pensamento específico, é útil considerar que o humanismo é um movimento que, genericamente, congrega múltiplas tendências, apesar de, todas elas, serem dominadas por um objectivo comum: um novo ideal de homem. O movimento humanista é particularmente atento à conturbação e amoralidade de vários elementos do clero, que contrastam, nos seus actos, com o conteúdo teórico dos evangelhos. Os humanistas defendem também um estudo filológico da língua, conceito afastado pelo saber escolástico.

O humanismo português, substancialmente influenciado por autores italianos, muito contribuiu para a recuperação das línguas clássicas entre nós e para uma nova concepção do homem e da história, da cultura e das ciências.

O nosso humanismo tem como pilar de formação a vinda para Portugal de conceituados humanistas estrangeiros, a convite de monarcas e universidades. É legítimo estabelecer como momento-chave a vinda de Cataldo Parísio Sículo, uma vez que é com a chegada deste teórico que verdadeiramente se assiste à introdução do humanismo integral no nosso país.

Este vulto introduz em Portugal o interesse pelas traduções dos clássicos, a defesa das bibliotecas públicas, o estudo do latim, grego e hebraico e a aplicação dos ideais humanistas na construção de um homem novo e de uma sociedade nova .

Sofrendo as influências dos autores gregos e latinos, cada vez mais lidos e apreciados, a literatura tende a refinar-se. A própria língua escrita passa por um aturado processo de latinização, sofisticando-se no decorrer dos séculos XV e XVI. A vasta e rica produção de obras durante o século XVI testemunha a força extraordinária que aquele movimento imprimiu ao desenvolvimento do espírito nos seus diversificados sectores, transformando, consequentemente, a sociedade portuguesa de uma forma decisiva.

A primeira concepção de humanismo é norteada por um conjunto de postulados, dos quais se destacam a busca da beleza e da perfeição, ao mesmo tempo que se afasta de uma realidade pouco inspiradora, preocupando-se o humanista com uma revolução cultural e não tanto social.

O humanismo de carácter antropocêntrico vai gradualmente ligar-se a questões de índole social, dado que este homem novo possui uma cosmovisão distinta da medieval. A relevância social do humanismo encontra-se atestada nas transformações políticas e ideológicas que acarretou. É legítimo considerar que o humanismo nasce exemplificado na figura do italiano Francesco Petrarca. Este autor percorreu os vestígios da antiga civilização latina, construindo progressivamente um desejo de redescoberta dos valores clássicos. Este vulto é um exemplo do primeiro humanismo dominado por preocupações artísticas, que dará lugar a um segundo tipo de humanismo que interliga as artes e as acções.

Este novo ideal deveria reflectir-se numa nova visão do mundo, o que implica uma intervenção social. Depois de Petrarca, diferentes vultos defenderam esta posição mais interventiva, dos quais destacamos Leonardo Bruni, Coluccio Salutati e Eneias Sílvio Picolomini. Estes autores revelar-se-iam fundamentais para a passagem do primeiro ao segundo tipo de humanismo, advogando a criação de escolas e universidades, escrevendo a príncipes e monarcas, aconselhando-os, advertindo-os e solicitando benesses.

Este segundo humanismo conhecerá diferentes ramificações, nomeadamente no campo literário, religioso e filosófico, onde destacamos Lorenzo Valla e Poggio Bracciollini. Sem abandonar as suas motivações de carácter filosófico e ideológico, esta nova dimensão do humanismo adquire um pendor substancialmente mais interventivo. Neste âmbito, destacamos o contributo de Poliziano e os seus estudos de inspiração filosófica, consolidando autores gregos e latinos, defendendo um espírito irénico, isto é, pacifista. Por outro lado, a concepção do amor patenteia a recuperação dos ideais platónicos, principalmente através do contributo de Marsílio Ficcino e Pico della Mirandola. Estes teóricos revelaram-se particularmente decisivos na edição e comentários de textos de Platão e na defesa da dignidade das letras.

As correntes do humanismo europeu têm como principal objectivo colocar a arte ao serviço da sociedade. Estas correntes encontram-se centradas em três núcleos relevantes: um núcleo do Norte da Europa, que inclui Erasmo, Melâncton e Clenardo; um segundo núcleo do centro da Europa, que inclui Thomas Moore, Buchanon, Lefèvre d'Étaples e Rabelais; e um terceiro núcleo centrado na Península, nomeadamente em Espanha, que inclui Cisneros, Nebrija, Luís Vives, Boscan e Garcilaso de la Vega.

Definido o objectivo, iniciam um processo profundo de defesa da pedagogia e de aconselhamento de figuras proeminentes das cortes europeias. Este lento processo de aproximação às esferas do poder é atestado em obras como *O Príncipe* de Nicolau Maquiavel.

Os humanistas têm como preocupações a formação dos espíritos, a renovação das mentalidades, o incremento da cultura e a formação dos clérigos. A concepção de pedagogia por eles defendida assenta no estudo do texto, na preocupação com os valores do cristianismo e na imitação dos antigos enquanto modelo e fonte de valores. Estes princípios podem ser encontrados, por exemplo, em Petrarca, que tenta sintetizar os tempos modernos e a Antiguidade clássica. Surge um contexto cultural específico, visando a reconstrução dos padrões culturais das cidades italianas que começam lentamente a assimilar as ideias dos diferentes círculos humanistas que se vão espalhando pela Europa.

Com o humanismo, o Homem deixa de ser perspectivado como uma alma em peregrinação, para se tornar numa entidade de corpo e espírito que deve procurar constantemente a sua valorização pessoal através do estudo, do trabalho e da utilização de dois dons supremos que lhe forma concedidos por Deus – o livre arbítrio e a razão.

Resumidamente, o humanismo irá estruturar-se nas seguintes correntes:

– A primeira corrente, designada de "fabro-erasmismo", integra as ideias de Erasmo de Roterdão, bem como de Lefèvre d'Étaples, apresentando uma preocupação marcadamente religiosa. Devemos, ainda, incluir nesta corrente as seguintes subcorrentes:

• *Corrente de espírito crítico* – cujo principal objectivo é a selecção técnica dos textos e a aplicação dos princípios filológicos e do exercício da racionalidade;

• *Corrente do humanismo reformador* – que defende o regresso às fontes e o respeito pelo texto original: a reforma da Igreja e dos seus ritos;

• *Corrente evangélica* – que interioriza a mensagem dos evangelhos, defendendo o regresso aos primeiros tempos do cristianismo, ou seja, respeitar o exemplo das vidas dos santos e servir a pureza de Cristo;

• *Corrente irénica* – que privilegia a defesa de ideais como o pacifismo e a conciliação das doutrinas, evitando cisões na Igreja;

– A segunda corrente, o "humanismo formal ou ciceroniano", inspira-se na influência do escritor latino Marco Túlio Cícero e dos seus preceitos teoréticos e práticos de análise textual. O texto é um exemplo em si mesmo e não tem apenas função didáctica. Reflecte o saber dos antigos, mas não é analisado como veículo de ideias. Profundamente filosófico, o humanismo ciceroniano identifica a qualidade de uma obra com a imitação de Cícero;

– A terceira corrente do humanismo, denominada de "naturalista", defende o primado da observação não apenas do Homem, mas também da Natureza. Constitui uma aplicação concreta dos valores clássicos, juntamente com o saber experimental.

Todas estas correntes chegaram a Portugal de forma distinta e com resultados também diferentes, após a verificação de algumas condições, das quais destacamos: o aprofundamento das relações com a Itália; a intensificação da actividade comercial e subsequentes contactos culturais; a ida de bolseiros portugueses para universidades estrangeiras; o aumento da relevância do Colégio das Artes, e a chegada, em 1485, de Cataldo Parísio Sículo ao nosso país.

Os ideais humanistas em Portugal encontram-se espelhados em distintas tipologias textuais, tanto nas letras como nas ciências. Princípios como a razão e a experiência vão ser adoptados em distintos ramos do conhecimento, bem como o próprio conceito de "humanista".

O humanismo, apesar de não ser uma filosofia, representou um movimento de glorificação do Homem, tornado no centro das atenções. Constituía, em sentido amplo, uma tomada de posição antropocêntrica em reacção ao teocentrismo que vigorou na Idade Média, época de predomínio da Igreja e da nobreza feudal.

A filosofia humanista deu origem a um homem com uma nova mentalidade que possuía como principais virtudes a coragem, a eficiência, a inteligência e o talento para acumular riquezas, elementos esses inteiramente de acordo com a ordem económica introduzida pela burguesia.

Esse Novo Homem, liberto das mais rigorosas tradições feudais, tinha uma grande capacidade de autonomia para expandir livremente a sua energia criadora e de procurar explicações racionais sobre o universo que o cercava. Os nobres e burgueses enriquecidos adquiriram condições de dar à cultura um apoio antes exclusivo da Igreja e dos grandes soberanos.

A necessidade de conhecimentos que habilitassem os burgueses a gerir e multiplicar as suas fortunas também os impelia na direcção da cultura. Juntaram-se portanto duas linhas com um mesmo fim: maior valorização da cultura e necessidade de uma educação mais prática do que a teologia medieval podia oferecer. Retornou-se assim à fonte do saber, a Antiguidade greco-romana, despojada dos acréscimos teológicos medievais, e adaptaram-se os seus ensinamentos à nova época.

No Renascimento, o humanismo representou também uma ideologia que, sem deixar de aceitar a existência de Deus, partilhava muitas das atitudes intelectuais e existenciais do mundo antigo, integradas com as contínuas descobertas sobre a Natureza e as novas condições de vida geradas pelo auge do comércio e da burguesia mercantil.

O humanismo combateu a ordem e a hierarquia do mundo medieval, no qual o papel do homem era sempre determinado pelo nascimento e pela Igreja. A sua perspectiva antropocêntrica trouxe o interesse pela investigação da Natureza e o culto da razão e da beleza característicos da cultura greco-romana, criando as bases do Renascimento artístico e científico dos séculos XV e XVI.

Pedro Nunes surge, neste contexto, como uma verdadeira consubstanciação de ideais. Uma das personalidades mais marcantes da geração posterior à de Duarte Pacheco, Pedro Nunes foi matemático, cosmógrafo e professor da Universidade de Coimbra.

Pedro Nunes nasceu em Alcácer do Sal, no ano de 1502, como o próprio declara na sua obra *Opera quais complectuntur*, quando afirma "anno Domini 1502 quo ego natus sum".

Pedro Nunes foi uma das figuras mais interessantes e marcantes do Renascimento português. Contestado por alguns e reconhecido por muitos, o professor da Universidade de Coimbra pode ser considerado o grande "navegador" do século XVI, embora jamais tenha ido aos mares.

Reconhecido como o mais importante cartógrafo e matemático do grupo de intelectuais reunidos pelo Infante D. Henrique no que simbolicamente se chamou a Escola de Sagres, Pedro Nunes deixou uma importante obra científica e também uma considerável obra poética e literária.

Em todas as suas obras ficou bem vincado o seu prodigioso génio. Mesmo as suas traduções eram acompanhadas de notas ou de comentários pessoais aos passos mais obscuros e aos de mais difícil interpretação.

O lugar de destaque que ocupa na cultura renascentista é representado sobretudo pelo facto de ter sido *o único lente* da Universidade a enfrentar resolutamente as complexas questões da filosofia natural, tal como foram equacionadas pela dinâmica dos Descobrimentos, contribuindo crucialmente para a introdução do rigor da geometria e da matemática no horizonte da cultura portuguesa do século XVI, não deixando de explicitar, ao fazer alusão, no *De crepusculis,* à «maioria dos filósofos do nosso tempo, que consideram de somenos o conhecimento da matemática».

Filho de judeus, o cosmógrafo somente conseguiu escapar às repetidas investidas contra os cristãos-novos conduzidas pela Inquisição graças à protecção do monarca D. João III, protecção que foi angariando ao longo de vários anos e que incidiu de 1531 a 1535 quando foi, chamado a Évora com a importante responsabilidade de ser tutor na corte do mesmo monarca, tornando-se assim professor dos membros da família real.

Durante esta permanência em Évora, o autor dedicou-se a estudos humanísticos, tendo composto poemas em latim e grego, línguas que revelou dominar muito bem. Após a aposentação, retomou a sua actividade poética. Também se dedicou a reflexões religiosas e deixou notas sobre a Ressurreição, a Anunciação, a multiplicação dos pães e outros temas do Novo Testamento.

Como verdadeiro exemplo das características renascentistas, em Pedro Nunes encontramos a utilização da matemática e da geometria, que se irão tornar ciências exactas e objectivas.

Assim, Pedro Nunes ficou registado na História de Portugal como uma das figuras mais representativas da matemática e como inventor do nónio, um instrumento empregado em astronomia, física e engenharia que se destina a avaliar grandezas lineares ou angulares que escapam à visão directa. Pedro Nunes era um apaixonado tanto pela astronomia como pela matemática, que teve de estudar a fundo para poder desenvolver os seus conhecimentos astronómicos.

É devido às suas obras que se considera Pedro Nunes como o mais genial matemático peninsular do século XVI, um dos maiores matemáticos mundiais do mesmo século e a maior glória matemática portuguesa de todos os tempos.

Pedro Nunes insere-se claramente na corrente humanista, tendo-se destacado na sua época pela defesa do experimentalismo e por uma nova atitude perante o mundo. Cursou e leccionou os chamados *studia humanitatis*, incluindo na sua formação o latim, o grego, a matemática, a astronomia, a metafísica e a medicina. Esteve também em contacto com diversos outros humanistas do seu tempo.

Em Dezembro de 1529, no mesmo ano em que assumiu o cargo de cosmógrafo, actividade que obrigou Pedro Nunes a trabalhar de forma muito estreita com os pilotos e navegadores portugueses que na altura sulcavam os mares do mundo, ficou ainda responsável por uma cadeira de Filosofia Moral, da Universidade de Lisboa. Posteriormente, em 1530, mais concretamente no mês de Janeiro, fica ainda encarregue da cadeira de Lógica e, entre os anos de 1531 e 1532, da cadeira de Metafísica.

Obteve a sua licenciatura em Medicina, pela Universidade de Lisboa, a 16 de Fevereiro de 1532.

A 16 de Outubro de 1544, foi passada a Pedro Nunes a provisão para "ler a cadeira" de Matemática na Universidade de Coimbra. Começa, então, uma nova fase na vida de Pedro Nunes, que, em Coimbra, estabelece residência fixa, acrescentando aos deveres que mantinha em relação ao cargo de cosmógrafo (e que o ligavam a Lisboa) as obrigações do magistério na cidade banhada pelo Mondego. Foi em Coimbra que conseguiu o ambiente propício ao desenvolvimento e à revisão definitiva da sua obra. Exerceu este cargo na Universidade de Coimbra até ser jubilado em 4 de Fevereiro de 1562.

Durante todos estes anos de actividade, Pedro Nunes não parou de acumular responsabilidades. Exerceu o cargo de cosmógrafo, o magistério universitário, a actividade administrativa e o trabalho de criação e revisão da obra que até então produzira, fosse em forma de traduções anotadas ou de manuscritos originais.

Um dos legados mais importantes deixados por este conceituado humanista é certamente o *Tratado da Defensão da Carta de Marear,* escrito em 1537. Aqui podemos admirar todo o esplendor do humanismo patente no autor, já que a exultação das navegações do reino português é exacerbado ao máximo e o elogio do navegador português inigualável.

Um nacionalismo extremo e uma descrição de todos os grandes feitos e ousadias praticados pelo povo português estão presentes em todo o documento. Nenhum outro povo se atrevera a desafiar novas terras, mares e povos guiando-se e sendo abençoado pelos céus e estrelas.

O medo fora olvidado de tal forma que nada importunou os Portugueses. Segundo Pedro Nunes, os nossos navegadores pertenciam a uma instância superior podendo apenas ser comparados com deuses. Apesar das ameaças dos antigos escritores que viam com medo este desenfreado poder de "dominar" os deuses, o humanista descreve com orgulho a derrota do temeroso cabo da Boa Esperança, que importunava a chegada à Índia.

O Homem é visto como um ser tão poderoso que é capaz de habitar seja em que região do Planeta for e capaz de assumir diferentes qualidades. Juntamente com as suas vigorosas naus, não restaria uma pequena ilha por descobrir.

Louva a coragem dos antigos navegadores, que mesmo sem o recurso às tecnologias existentes na altura se atiravam ao mar com uma coragem e determinação capazes de vencer quaisquer dificuldades.

Ptolomeu é alvo de crítica de Pedro Nunes e mais uma vez a exaltação dos feitos portugueses é levada a níveis quase divinos e não superada por ninguém, já que possuíam uma forma de descoberta ímpar e sem qualquer tipo de concorrência.

Assim, podemos constatar, por numerosos motivos, que Pedro Nunes foi uma figura imensamente respeitada em vários sectores da sociedade portuguesa da época.

Manteve a sua residência oficial em Coimbra até falecer, embora se deslocasse várias vezes a Lisboa, a pedido de D. João III. As suas deslocações à capital eram no âmbito do seu cargo de cosmógrafo e aconteciam quase sempre na altura da Primavera, quando as naus se preparavam para as viagens de longo curso, início de novas epopeias, de novas conquistas do conhecimento que Pedro Nunes bem sintetizou através da sua vida e pensamento.

Conclusão

No ano em que se comemora o quinto centenário do nascimento de Pedro Nunes é justo dedicar este colóquio não só aos seus feitos, mas também a toda a renovação mental que ele impulsionou.

A notabilidade da sua obra ficou para a posteridade, não só pelo nível de conhecimentos atingido, como pelas revoluções que esses mesmos conhecimentos permitiram.

Os horizontes perspectivados pela recuperação de ideais clássicos, nomeadamente ao nível da ciência, reflectem a cultura renascentista da época. É nesta altura que se assiste à perspectivação de abertura de novos horizontes, nomeadamente a expansão ultramarina, tendo Portugal desempenhado um papel inquestionável naquele tempo.

O pensamento pelo qual norteou a sua vida e a sua obra encontra-se densamente ligado aos ideais renascentistas. As profundas mudanças que ocorreram na visão do mundo face ao homem europeu, tiveram um grande contributo do cosmógrafo português. Considerado unanimemente como o melhor matemático do seu século, deixou inúmeras contribuições para a divulgação desta ciência. A história da matemática em Portugal teve o seu início, de forma decisiva, através da obra de Pedro Nunes.

Importa referir que apesar de a sua obra e feitos se associarem ao domínio teórico sobre a actividade náutica, revelar-se-iam mais tarde essenciais face ao carácter prático que lhes estava inerente.

A reunião destes factores leva-nos a considerar Pedro Nunes como um fruto do Renascimento. Uma evidência atestada a nível intelectual e pedagógico.

Bibliografia

CIDADE, Hernâni, *Lições de Cultura e Literatura Portuguesas*, Coimbra, Coimbra Editora, 1984.

COELHO, Jacinto do Prado, *Dicionário de Literatura*, 5 vols., Porto, Livraria Figueirinhas, 1985.

FERREIRA, M. Ema Tarracha, *Literatura dos Descobrimentos e da Expansão Portuguesa*, Biblioteca Ulisseia de Autores Portugueses, s./d.

GARIN, Eugénio, *O Renascimento–História de uma Revolução Cultural*, Porto, Colecção Universitas, Livraria Telos, 1983.

LOPES, Óscar, e SARAIVA, António José, *História da Literatura Portuguesa*, Porto, Porto Editora.

MARTINS, J. V. de Pina, "Sobre o conceito de Humanismo e alguns aspectos histórico-doutrinários da cultura renascentista", *Arquivos do Centro Cultural Português*, Paris, Gulbenkian, 2 (1970), pp. 507-555.

RAMALHO, Américo da Costa, *Estudos sobre a Época do Renascimento*, Coimbra, Instituto de Alta Cultura, 1969.

–,«O Humanismo português e a Itália», *Humanitas*, Coimbra, 33-34 (1981-1982), pp. 240-244.

–, *Estudos sobre o Século XVI*, Lisboa, Imprensa Nacional- Casa da Moeda, 1982.

–, *Para a História do Humanismo em Portugal, I*, edição do I. N. I. C., Coimbra, 1988.

SERRÃO, Joel, *Portugueses no Estudo de Salamanca, I, (1250-1550)*, Lisboa, 1962.

–, *Dicionário de História de Portugal*, 4 vols., Porto, Livraria Figueirinhas, 1989.

Infante D. Henrique, Pedro Nunes e a Questão dos Novos Saberes

Trabalho realizado por:
• *Ana Celeste Antunes Lopes da Silva*

Universidade de Lisboa
Faculdade de Letras/Departamento de História

Tendo como base a ideia dos "novos saberes na rota do futuro", são algumas as figuras da nossa história que podemos recordar, além de Pedro Nunes. Pelo que recordaremos aqui o Infante D. Henrique, uma das personalidades que mais tem vindo a ser colocada na "rota do futuro", como detentora de "novos saberes". Saberes esses que devemos ponderar e questionar.

Pretendemos então, ainda que brevemente, delinear a evolução historiográfica da imagem do Infante D. Henrique, seguida de uma abordagem à questão da Escola de Sagres, na qual questionaremos esses tais saberes. Num terceiro momento, com o intuito de pôr a par e simultaneamente em confronto temas como o poder da história, observaremos, com algum cuidado, o modo como foi retratado nas comemorações do V centenário da sua morte.

Num último momento abordaremos a projecção que o Infante D. Henrique teve na sua época, em contraposição com a de Pedro Nunes, na tentativa de lançar alguma problemática relativamente a esse mesmo poder da história, à sua capacidade de projectar ou fazer esquecer grandes figuras. Bem assim de temas como comemorar, comemorações, história, histórias e memória(s).

Retratos do Infante D. Henrique

(Re)Tratar o Infante D. Henrique é bastante complexo, pois são várias as observações já feitas a seu respeito e algumas até bastante contraditórias. Traçar-lhe um perfil concreto é quase impossível, pois se há homens cujo retrato a historiografia tem grandes dificuldades em delinear este é um deles. Se para uns é o verdadeiro cavaleiro medieval, defensor do ideal de cruzada, para outros é o primeiro homem moderno, detentor de saberes que fazem de si quase um visionário. Aquele que deu a conhecer o mundo ao mundo. Assim sendo, comecemos por observar o retrato feito por Gomes Eanes de Zurara, na *Crónica dos Feitos da Guiné*, fulcral não só por ser o primeiro, mas também por ser bastante longo, talvez o mais longo. Contudo, sublinhe-se desde já o carácter apologético da crónica, onde o Infante é o centro de tudo o que é escrito, motor dos *Feitos da Guiné*.

"[...] este nobre príncipe [o Infante D. Henrique] houve a estatura do corpo em boa grandeza e foi homem de carnadura grossa e de largos e fortes membros [...] E que posso dizer de sua grandeza senão que foi extrema entre todos os príncipes do Mundo! [...] foi príncipe sem coroa, segundo meu cuidar, que mais e melhor gente teve de sua criação."

Se fosse hoje, certamente Zurara não deixaria de referir, e até talvez sublinhar, que era um membro da Ínclita Geração. Porém, esta expressão merece ser analisada. Pois se a cada um dos Altos Infantes, assim referidos por Luís de Camões n'*Os Lusíadas,* cabe um distinto lugar na história, uma inegável grandeza, o facto de estarmos perante grandes figuras históricas, faz com que não as consigamos "conhecer na sua inteira e pura verdade" pois a lenda, o mito e a própria história "apossaram-se" deles. Assim sendo, não deixa de ser curioso que Henrique Barrilaro Ruas[1] se refira a D. Henrique de forma muito breve (bastante mais breve do que aos outros Infantes) e nada apologética. Dizendo mesmo que, enquanto D. Pedro, viajava pela Europa e D. Duarte escrevia o *Leal Conselheiro,* "D. Henrique estava plenamente consagrado às questões marroquinas e atlânticas"[2]... Faz-nos questionar sobre até que ponto estamos perante um homem de grande cultura. Apresenta-nos um homem humano, de alta cultura, para a época, mas a quem falta uma obra concreta que demonstre tanto saber e tantos conhecimentos como os que lhe são atribuídos. Não esquecendo que não se pode dar mais relevo a esta interpretação do que a todas as outras que se fazem ao Infante, é certo que esta não pode ser ignorada, quanto mais não seja por fazer pensar os mais desatentos leitores de história. E até mesmo quem lê Zurara, que nos diz:

"Sua casa foi em geral acolhimento de todos os bons do Reino, e muito mais dos estrangeiros, cuja grande fama fazia acrescentar muito as despesas."

Mediante o que ficou exposto note-se desde já que se fala aqui de cortesãos e de uma corte onde se respira o espírito da magnanimidade medieval.

"Todos os seus dias passou em grandíssimo trabalho [...] Duvidoso seria contar quantos pares de noites seus olhos não conheceram sono, e tão obstinado o corpo que quase parecia que reformava outra natureza. Tanta era a continuação do seu trabalho, e por tão áspera maneira, que, assim como os poetas fingiram que Atlas, o gigante, sustinha os céus com os ombros [...] assim as gentes do nosso reino traziam em vocábulo que os grandes trabalhos deste príncipe quebrantavam as altezas dos montes.

Que direi senão que as coisas que aos homens pareciam impossíveis, a sua continuada força as fazia parecer ligeiras.

Foi homem de grande conselho e autoridade, avisado e de boa memória, mas em algumas coisas vagaroso, já seja que fosse pelo senhorio que a fleuma havia em sua compleição ou por eleição de sua vontade movida a algum certo fim aos homens não conhecido. Havia o gesto sossegado e a palavra

mansa; constante nas adversidades e nas prosperidades humilde. [...]

Nunca em ele foi conhecido ódio nem má vontade contra alguma pessoa, por grave erro que lhe fizesse. E tanta era a sua benignidade acerca disto, que o censuravam os entendidos que falecia na justiça distributiva pois em todas as outras partes se havia igualmente [...]

Grande amor houve sempre à coisa pública destes reinos dispondo grande parte de seu trabalho por seu bom aviamento; e muito folgava de provar novas experiências, por proveito de todos, ainda que fosse com sua grande despesa. E, assim, se deleitava muito no trabalho das armas, especialmente contra os inimigos da Santa Sé; e assim, desejava paz com todos os cristãos."

Não é este ideal ecuménico medieval?...

"Geralmente era amado de todos [...] Suas respostas eram sempre brandas, com as quais muito honrava a condição de cada pessoa, sem apoucamento do seu estado.

Palavra torpe nem desonesta nunca foi ouvida de sua boca. Era muito obediente a todos os mandados da Santa Igreja, e com grande devoção ouvia todos seus ofícios [...] havia em grande reverência todas as coisas sagradas e os ministros delas tratava com honra e aproveitava com benefício.

Quase a metade do ano passava com jejuns, e as mãos dos pobres nunca partiam vazias de ante a sua presença. Certamente que católico nem religioso príncipe eu não saberei achar outro que a este possa fazer igual. Seu coração nunca soube que era medo, senão de pecar.

E porque das virtuosas obras e honestos costumes nascem os grandes e altos feitos, em este seguinte capítulo apanharei todas as coisas notáveis que fez por serviço de Deus e honra do Reino." [3]

Como não começar este pequeno estudo sem expor, quase na íntegra, o capítulo IV da *Crónica dos Feitos da Guiné*, se aqui se inspiraram todos quantos se dedicaram ao Infante D. Henrique? Inclusive o retrato das Comemorações do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique parece ter bebido aqui a sua essência e ainda noutros excertos, como por exemplo os que se seguem.

"Onde poderias tu achar um príncipe tão religioso, um príncipe tão católico, um príncipe tão prudente, tão avisado, tão temperado em todos os actos; onde acharias tanta magnanimidade, tanta franqueza, tanta humanidade, tanta fortaleza para suportar tantos e tão grandes trabalhos, pois por certo não havia homem em seu tempo que ousasse continuar a aspereza de sua vida!

Oh! Quantas vezes o achou o Sol assentado naquele lugar onde o deixara o dia antes, velando todo o arco da noite, sem receber nenhum descanso, cercado de gentes de várias nações (não sem achar proveito de cada um deles) [...]

Onde queres achar outro corpo humano que suportasse o seu trabalho nas armas [...]? Certamente eu creio que se a fortaleza se pudesse pintar, no seu rosto e nos seus membros se poderia achar a verdadeira forma. E não ainda em algumas certas coisas se mostrava forte, mas em todas. E qual fortaleza pode ser maior que a de aquele que se vence a si mesmo? [...]

Ó bem-aventurado Príncipe, honra do nosso reino [...]

Considero como recebias a todos; como os escutavas; como passavas a maior parte dos dias e noites, entre tantos cuidados, por dares proveito a muitos. Pelo qual conheço que as terras e os mares são cheios de teus louvores, pois tu, por continuadas passagens, fizestes ajuntar o Levante com o Ponte, para que as gentes aprendessem a comudar as riquezas." [4]

Rui de Pina, também coevo do Infante D. Henrique, "transmite uma visão menos lisonjeira da actuação de D. Henrique, em particular na expedição de Tânger, que redundou num fracasso de penosas consequências para o país, e do desenlace fatal de Alfarrobeira" [5]. Contudo, não deixa de reconhecer que apesar de tudo foi um príncipe com muitas e louvadas virtudes.

João de Barros (1496-1570) retratou o Infante D. Henrique com base, ou pelo menos inspirado, em Gomes Eanes de Zurara, sublinhando a pureza da sua alma e o facto de folgar e provar novas experiências [6].

Damião de Góis, à luz do seu quadro mental, do espírito da sua Europa, transformou o Infante D. Henrique num príncipe do Renascimento, estudioso de astrologia e cosmografia, empenhado nos Descobrimentos movido pela dúvida e pela vontade de saber. No seu parecer o Infante tudo alcançara com o estudo e fora este "Infante sábio" que planeara os descobrimentos – apresentados como um plano lógico por ele elaborado –, inclusive atribui-lhe o "plano das Índias". Na *Crónica do Príncipe D. João* afirma que " fundou ho Infante hua villa de nouo [...] E dali determinou demandar Nauios aho longo da costa d' Africa, com tençam de chegar aho fim de seus pensamentos, que era descobrir destas partes occidentaes há nauegação para a Índia Oriental."[7] Afirmações que levaram Francisco Fernandes Lopes a considerar Damião de Góis o teorizador do Infante enquanto o homem que delineara o "plano das Índias" e inventor dè um Infante que ultrapassaria em sabedoria científica quem na realidade deverá ter sido. Ainda assim esta teorização teve defensores acérrimos.

No período em que se desenvolveu a historiografia romântica, Henri Major editou, em 1868, um biografia panegírica do Infante, seguido de C. Raimond Beazlley, atribuindo ao Infante feitos gloriosos e o título de Príncipe, que na realidade nunca teve. Além disso a historiografia britânica, ao enaltecer as virtudes do Infante D. Henrique, enquanto propulsor dos descobrimentos, atribuiu-lhe o epíteto de *Navigator* [8], apesar de só ter realizado quatro viagens marítimas ao Norte de África e de se ter dedicado aturadamente a actividades de conquista territorial. E houve até anos em que a exploração da costa africana não teve seguimento. Entre 1415 e 1422, depois da conquista de Ceuta, o interesse do Infante pelo mar foi o tradicional, tinha uma armada ao seu

serviço que praticava guerra de corso, e além disso iniciou, de forma incipiente, o povoamento da Madeira. Por volta de 1422 começou então a enviar navios para explorar a costa africana, por certo com intuitos comerciais. Entre 1441-1448 é que o avanço para Sul começou a ser mais rápido; sem possibilidades de intervir em Marrocos prosseguia então pela costa saariana, pelo que se pode falar, a partir de então, de uma transformação no carácter da empresa. Até à sua morte, nos doze anos que se seguiram, parece ter-se dedicado à exploração comercial das terras descobertas [9]. Serão estes motivos para considerar o Infante D. Henrique de Navegador? E o motor de um plano que ele próprio delineou? Continuemos a observar os retratos do Infante sem esquecer esta perspectiva de análise dos descobrimentos portugueses. E de nos irmos questionando acerca dos seus saberes.

"A síntese de maior fôlego sobre a personalidade e obra do Infante ficou a dever-se a Oliveira Martins, em *Os Filhos de D. João I.*"[10] Desde a sua descrição física à psicológica, todo o texto parece inspirado em documentos que vão além das fontes conhecidas. Apresenta um Infante "alto e corpulento, de largos e fortes membros, com a pele tostada pelos sóis e ventanias, os cabelos negros, espessos, rijos e empinados, um bigode farto, negro também e hirsuto, este infante não era belo: pelo contrário" [11]. É assim o Infante D. Henrique aos olhos de Oliveira Martins. Mas que "sóis" e que "ventanias" lhe haviam tostado a pele?! Os que tostavam a pele dos marinheiros que percorriam distâncias consideráveis no Atlântico, ao largo da costa africana? Ou os que assolavam no cabo de Sagres, onde fitava o mar, na esperança de ter novas daqueles que concretizavam o seu plano? Madalena da Câmara Fialho afirmou que "o rosto [fora] queimado pelo sol de África e pelos ventos de Sagres"[12]. Lera os "pensamentos" de Oliveira Martins?! Ou estava realmente certa do que afirmava?! Seja como for, sublinhe-se que o Infante só viu o "sol de África" quatro vezes!

Prossegue Oliveira Martins: "faltava-lhe na fisionomia o encanto de bondade, sem o qual não há formosura. A dureza do seu olhar era antipática [apesar de Zurara dizer que só dava respostas brandas]. Descendia directamente do pai, no qual se vira em exemplo acabado de temperamento enérgico e tenaz, sem poesia, que sabe aliar a violência à astúcia quando o propósito formado o reclama para atingir um fim [...] A vontade manda exclusivamente em homens destes, pouco dados à contemplação [...] e o homem torna-se o instrumento do próprio desígnio."

Neste excerto parece estar presente o retrato do Infante de Rui de Pina, onde o carácter forte do Infante faz com que tome atitudes de certo modo recriminàveis, apesar de necessárias para levar a diante a sua vontade, o seu "plano". No entender de Oliveira Martins, faltava também ao Infante D. Henrique o "*gemuth*, misto de sentimentalidade afectiva, de emoção melancólica, de serenidade de ânimo contemplativa, de humanismo transcendente [...] era um peninsular espanhol, afirmativo, duro [...] prático [...] chegou a ser cruel [porém] a simpatia e a grandeza dos homens [...] está na empresa a que se devotaram. E como o plano do Infante era verdadeiro e fecundo [...] devemos-lhe, nós portugueses, uma segunda pátria; e deve-lhe a civilização europeia uma das suas três ou quatro conquistas fundamentais."[13] A análise desta frase levar-nos-ia ao explanar de uma questão perene sobre os descobrimentos: quais as suas causas?! Já muito se escreveu sobre este assunto, as respostas são múltiplas e bastante variadas, mas continua de pé a questão, pois o que Zurara nos diz não explica tudo. No entender de Luís Filipe Thomaz, historiador já aqui referido, se a autoria material se pode, de alguma forma, atribuir a Infante D. Henrique é a D. Pedro que se deve atribuir a autoria moral. E para tal terá convergido um conjunto de factores diversos, desde mentais a económicos, sociais e religiosos, dos quais resultou uma solução expansionista em novos moldes [14].

As cinco razões apontadas por Zurara que motivaram o Infante a "mandar buscar terras de Guiné": curiosidade geográfica; práticas comerciais com povos cristãos que encontraria; conhecer o poder dos Mouros; expandir a fé cristã e o desejo de salvar almas não cristãs, perdidas [15]; mereciam, e continuam a merecer, ser relidas e reanalisadas, pois estão-lhe inerentes realidades distintas, a par da religiosa surge-nos a comercial. E a curiosidade geográfica não se poderá aliar ao interesse comercial? No decorrer da expansão a sua historiografia revelou que a curiosidade de conhecer a terra estava intimamente ligada com o interesse de conhecer os seus recursos, para se proceder então à sua exploração, sempre com fins lucrativos. Seja de que modo for, ficam sempre em aberto diferentes interpretações das palavras de Zurara. Pelo que levantamos uma questão que nos parece pertinente: até que ponto estas causas são realmente uma inovação, reflexos portanto de novos saberes, de alguém que está a "visionar" o futuro de Portugal? Não nos parece...

Longe destas considerações, Oliveira Martins viu no Infante o "herói" que traçou um plano brilhante que se revelou fecundo e cujo "génio era constante nos casos adversos e alheio inteiramente à vaidade de gente débil. Modesto como os fortes são sempre [...] Na sua vida, o infante apresenta-nos um dos primeiros exemplares de asceta de ciência. Consumia os dias, velava as noites, estudando, indagando, meditando [...] em volta da realidade positiva e prática e do mundo, esboçado diante de seus olhos nos mapas rudes do tempo." [16]

"Concentrado e meditativo, amadurecia o seu projecto. Até que um dia, levantando-se da cama, num ímpeto de decisão terminante, mandou armar as barcas e aos escudeiros que partissem para o Sul, ao longo da costa marroquina... Impressionada a gente com o arrebatamento violento do Infante, atribuía-o a uma revelação milagrosa."[17] Descobriu Porto Santo! Mas, assim sendo, como se explica esta atitude, fruto de um ímpeto, de uma revelação milagrosa?... Não estava tudo planeado? Parece que as ilhas a oeste não estavam no seu plano...

Luciano Pereira da Silva, perante a descrição do Infante D. Henrique, de Oliveira Martins, disse somente: "Eis um formoso quadro, sem dúvida, mas tão inexacto como formoso[18]."

Só que a sua afirmação não fez tão grande eco quanto o quadro pintado por palavras de Oliveira Martins, pelo que este teve uma maior repercussão, pelo menos a curto prazo.

Afirmamos isto apesar da corrente anti-infantista, da qual se destacam Teófilo Braga e João Teixeira Soares, que pôs em causa de forma bastante dura a imagem lendária do Infante D. Henrique, o Navegador, negando mesmo que fora o propulsor dos descobrimentos. Defendeu que foram produto da acção de um povo e considerou, inclusive, que o Infante foi um "mau irmão", em virtude do que sucedeu em Tânger. O Infante não deixou de ser exaltado, até muito pelo contrário, pois "a geração que deu dos mais valiosos contributos para o desenvolvimento da história da expansão e dos descobrimentos formou-se no ambiente de exaltação patriótica que o Ultimatum tinha provocado e que a intervenção de Portugal, na I Guerra Mundial [...] reavivara"[19].

Em 1894 foram várias as homenagens feitas ao Infante D. Henrique, em sinal das comemorações do V centenário do seu nascimento. Todas elas de grande exaltação, e aproveitando o que Oliveira Martins escrevera podemos mesmo dizer que este ano se caracterizou por publicações [20] várias, que deram ainda mais cor, mais vida e mais glória àquele grande Infante. Todas elas importantes como elementos de glorificação do que o Infante "realmente" foi e de todo o seu projecto.

Como afirma a *História da Expansão Portuguesa no Mundo:* "retratos do Infante D. Henrique levaram a *personificar* nele toda a vida orgânica dum país"[21]. Ideia que precisava de ser revista, as fontes tinham de ser reanalizadas. No *Congresso do Mundo Português*, J. M. Cordeiro de Sousa questiona: "Porque negar pois a obra do Infante, quando os seus contemporâneos lha atribuem?"[22] Pois aqui questionamos essa "obra" que lhe foi atribuída e no nosso parecer mais pelos autores posteriores do que propriamente pelos seus contemporâneos. Já no caso de Pedro Nunes parece estarmos perante a situação contrária, mas isso veremos a seu tempo. Mas a nossa questão nada tem de inovadora, visto que enquanto uns continuavam a exaltar o Infante já outros tencionavam redescobri-lo. Neste sentido Duarte Leite é um autor incontornável, pois a sua história assenta na análise crítica das fontes, em prol da verdade histórica, como ele próprio afirmou [23]. Ao dedicar-se à história dos descobrimentos portugueses, e em especial às causas da expansão, concedeu um grande número de páginas à descrição de um novo Infante D. Henrique, analisando de forma aturada o que fora dito até então e expondo as suas concepções, o que o levou mesmo a fazer algumas críticas bastante acérrimas ao que outros haviam afirmado. O seu retrato do Infante acaba por surgir em contraposição com a visão de Joaquim Bensaúde [24]. Enquanto este ao olhar o Infante vislumbra um cruzado ascético e heróico, totalmente desinteressado dos fins lucrativos da exploração da costa de África, Duarte Leite faz ressaltar a actividade mercantil do Infante ao afirmar: "revelou o príncipe pertinácia e sagacidade política, mas não obcecação religiosa; nem a enxergamos noutros actos seus de grande vulto, que atestam singular tino administrativo e intuição comercial"[25]. Sintetiza de uma forma que podemos designar de única a figura do Infante D. Henrique, isto porque apesar do que afirmou muitos outros ainda voltariam a dar passos atrás para defini-lo de forma exacerbada. Para Duarte Leite "'foi uma figura notável, de larga visão, com senso prático, a quem se deve o grande impulso das colonizações das ilhas atlânticas e dos descobrimentos africanos, pondo grande interesse nas navegações porfiando, principalmente, em fazer derivar para Portugal os ricos produtos, o ouro, o marfim, a malagueta, que existiam nas terras misteriosas de Além-Mar. Simultaneamente foi um guerreiro e um homem de Estado'. E não se esqueceu de acrescentar mais tarde que o fervor religioso 'foi um dos traços dominantes, e nos últimos tempos o tornou um asceta penitente' "[26].

Jaime Cortesão [27], não tão longe quanto se possa pensar de Duarte Leite, considerou o Infante um "homem situado entre duas Idades"[28], ainda que o engrandeça enormemente. Todavia é a linha de pensamento de Duarte Leite que acaba por vingar, tendo como continuadores Vitorino Magalhães Godinho e Luís de Albuquerque, para quem o rigor científico é objectivo primordial.

Mediante o que foi exposto até aqui, é pertinente continuarmo-nos a questionar sobre quem foi afinal o Infante D. Henrique. Damião Peres fez um retrato bastante interessante da personalidade deste Infante, que considera perfeitamente humano e do qual afasta os cantos laudatórios[29]. Imagem aparentemente pouco concreta, repleta de contraposições, mas cheia de conteúdo. Não podíamos ignorá-la uma vez que procura manter um certo equilíbrio na análise desta figura histórica tão complexa.

Parece-nos também pertinente dizer desde já que o canto mais glorificante do Infante está ainda para ser referido, pois consideramo-lo toda a produção historiográfica e todos os acontecimentos que estiveram inerentes às comemorações do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique, no decorrer das quais se construiu uma imagem hagiográfica do Infante. Contudo, esta teve desde logo alguns opositores, mas estes serão assuntos a tratar mais adiante. Por agora resta-nos não concluir quem foi o Infante D. Henrique e referir apenas algumas considerações perante os retratos apresentados... por mais inconclusivas que sejam, pois todos os testemunhos dos contemporâneos do Infante tiveram um objectivo concreto, glorificá-lo e enaltecer os seus feitos, e como se isso não fosse suficiente para dificultar a compreensão da sua personalidade, houve autores, como pudemos verificar, que foram ainda mais além do que as próprias fontes afirmavam. Desta feita, o Infante foi crescendo, as suas virtudes aumentando e o seu retrato, inevitavelmente, acabou por ficar destorcido – e é um retrato distorcido que as comemorações de 1960 nos apresentam e que pretendemos analisar como tal. Pois não podemos esquecer que toda a produção historiográfica é invariavelmente influenciada pela conjuntura que a produz.

É certo que de forma mais ou menos exacerbada todos os que procederam a uma análise cuidada das fontes histórí-

cas acabaram por reconhecer valor ao Infante D. Henrique. Uns sobrevalorizando-o, tal como Oliveira Martins e Jaime Cortesão; outros consignando-lhe um papel mais modesto, como Duarte Leite, Vitorino Magalhães Godinho e Luís de Albuquerque[30]. Neste pequeno estudo afirmamos apenas – e talvez seja até de mais – que o Infante D. Henrique foi um homem que viveu numa época de transição, em que o mundo medieval começava a ser substituído pelo moderno. Pelo que foi um homem imbuído de valores medievais, mas cujas acções permitiram vislumbrar raios de modernidade [31]. Talvez estas afirmações não adiantem nada à compreensão deste homem e ainda menos à definição da sua personalidade, porém não conseguimos ir além disto mesmo. O Infante terá sido um homem que viveu de forma paradoxal, numa fase de transição da nossa história. Fase essa que levanta ainda hoje muitas questões e nos faz reflectir sobre várias realidades, uma delas a Escola de Sagres, fundamental para tentar perceber quais eram então os saberes que o Infante D. Henrique possuía e em que medida esteve na "rota do futuro", caso tenha estado.

A "Escola de Sagres"

A historiografia romântica do século XIX criou a ideia de que no início dos descobrimentos só foi possível depois de prévios e aturados estudos, realizados por iniciativa do Infante D. Henrique, em Sagres, onde este teria reunido geógrafos, cartógrafos e astrónomos de várias nacionalidades. Daqui nasceu a ideia de se considerar a existência de uma escola, a "Escola de Sagres", onde navegadores e pilotos portugueses obtinham uma aprendizagem teórica sobre como navegar nos novos mares, o que lhes garantiu êxito pleno na exploração da costa africana[32].

Todavia, há um facto curioso na origem desta "escola", é o de não ser referida nem durante a vida do seu suposto fundador, nem mais de um século depois da sua morte haver sequer uma breve referência à sua existência. Esta só "surgiu", só foi "descoberta", em 1625 e por um autor inglês. "Em 1625 escreveu Samuel Purchas que o Infante fundara, não esclarece onde, uma escola de marinharia, para cuja direcção mandara vir de Maiorca mestre Jácome, perito em navegações, cartas e instrumentos marítimos. Isto é mal copiado de um passo de João de Barros, que não fala de escola alguma, o autor inglês inventou-a por julgá-la condição necessária das notáveis navegações henriquinas [...] passou o instituto náutico à França, onde alguns escritores [...] o situam já em Sagres [...] um deles juntou à escola uma academia, de funcionamento paralelo." [33] Estava assim criada a "Escola de Sagres", talvez dos maiores mitos da nossa história e sem que os nossos historiadores se apercebessem da sua existência.

Questionemos desde já em que é que se baseou a sua criação? Numa má interpretação e/ou num erro de tradução!? Assim nos parece, de acordo com o que nos diz Duarte Leite e o que não nos disse João de Barros nem Zurara. O que não deixa de ser curioso, visto que este se refere a um grande número de homens sábios na corte henriquina, como já tivemos oportunidade de citar. Homens que na realidade eram cortesãos e que recebiam com a magnanimidade própria da tradição medieval. Além disso, Jaime ou Jácome de Maiorca só terá surgido nos documentos portugueses numa fase posterior, no *Esmeraldo de situ orbis* de Duarte Pacheco Pereira e numa das *Décadas* de João de Barros, na qual o mestre Jaime é apresentado como um cartógrafo muito "douto na arte de navegar", para Armando Cortesão foi mesmo um "distinto cosmógrafo, cartógrafo e construtor de instrumentos"[34]. Seja como for, o que parece de salientar é o facto de a cartografia em Portugal ter surgido em 1445 e nesta altura este Jaime de Maiorca talvez já nem fosse vivo... "E se vivia levou quase um quarto de século a transmitir a sua arte aos obtusos portugueses[35]."

Parece-nos mesmo é que a corte henriquina precisava mesmo de alguém, como o tal Jaime de Maiorca... E que tão bem coexistia com a ideia da existência de uma "escola de Sagres"...

Prosseguindo a história da "Escola de Sagres", constatamos que chegou a Portugal sob a forma da tal escola-academia, já situada em Sagres, isto em 1761. Aquando da criação do Colégio dos Nobres, sob o ímpeto de Pombal. O diploma que lhe deu início remontou a uma génese na época do Infante, em que se haviam fundado estudos, na vila de Sagres, de astronomia, geografia e navegação. Ideia que foi muito bem recebida no nosso país, de modo que foi crescendo e tornando-se cada vez mais sedutora e tida como realidade inquestionável[36]. Em 1894, no V Centenário do Nascimento do Infante D. Henrique afirmou-se que esta escola nunca teria existido. Contudo, estas afirmações não obstaram que a ideia da escola de Sagres continuasse a divulgar-se. Para tal deu grande contributo Oliveira Martins; recordando o que já ficou dito sobre o retrato que este fez do Infante D. Henrique, basta-nos agora sublinhar as preocupações científicas que lhe atribuiu, " um dos primeiros ascetas da ciência", para quem o cabo de Sagres era o local adequado para as suas reflexões, e diz mesmo que "abriu aí uma escola de náutica e cartografia"[37]. Escola essa que teria inerente uma "boa biblioteca". Biblioteca essa que à partida nos poderia elucidar acerca de quais eram então os conhecimentos do Infante e avaliar a modernidade dos seus saberes.

Oliveira Martins refere que "D. Pedro, de volta das suas viagens [1428] aumentara a biblioteca do irmão com o livro de Marco Pólo, veneziano, os mapas de Valseca e as obras de Jorge Purbach [...] e João Muller"[38] e diz até qual o contributo de cada uma destas obras para os estudos que supostamente se desenvolveram sob a orientação do Infante e com o contributo de Jaime de Maiorca. Porém estas observações merecem alguns comentários, com base em Luís de Albuquerque, que em breves linhas esclarece que Marco Pólo não teria certamente novidades para o Infante, visto que, à data da chegada do Infante D. Pedro a Portugal, já este havia sido divulgado por toda a Europa. Os mapas de Valseca, por sua vez, não podiam dar novidades acerca da costa de África e as obras de

João Muller são posteriores à morte do Infante. A somar a tudo isto há a referir que as *Teóricas* de Jorge Purbach só foram publicadas em 1460[39].

De forma complementar ao que ficou dito até aqui e sublinhando que não nos esclarece quanto aos saberes do Infante, há uma questão a colocar que nos parece bastante importante: para quê uma "Escola de Sagres"? O que é que havia para ensinar? Além da falta de documentos que fundamentem a existência desta escola, assente em conjecturas diversas, há algo fulcral a referir. Havia necessidade de se criar uma escola para ensinar o quê? Depois de Luciano Pereira da Silva ter atribuído ao Infante uma escola prática de marinharia e arte de navegação, de ter afirmado que a escola de Sagres "foram as pranchas das caravelas"[40], Luís de Albuquerque explanou de forma coerente e perspicaz – como foi de seu costume – esta questão. Ao aludir para a forma como evoluiu a progressão dos portugueses ao longo da costa africana constata-se que os mareantes portugueses do século XV partiram para o Atlântico com os conhecimentos que detinham do Mediterrâneo, pode mesmo dizer-se que se estes tiveram uma escola foi a do Mediterrâneo[41].

As soluções de navegação nos novos mares, face às novas correntes e aos novos ventos, surgiram a bordo das barcas, dos barinéis e das caravelas. Os medos e os receios de se embrenharem pelo oceano foram perdidos paulatinamente, à custa de experiências mais ou menos frutíferas, com maior ou menor êxito. A própria náutica astronómica nasceu desta realidade, da necessidade que os marinheiros tiveram de se localizarem em alto mar; pois foi para tal que começaram a recorrer à prática da determinação de uma coordenada a partir da observação de um astro [42], recorrendo primeiro à Estrela Polar e depois ao Sol.

Assim sendo para quê uma escola? O que ensinaria se os portugueses a cada dia que avançavam para Sul encontravam novas realidades, desconhecidas de todos os europeus? "O infante decerto nada conhecia dos regimes de ventos e correntes existentes em mares para sul do cabo Bojador, e só com poderes divinatórios, que decerto não teve, saberia que os seus marinheiros encontrariam a solução de os contornar e lançariam mão da astronomia mais elementar, para se não perderem no mar imenso." [43] Deste modo, como considerar necessária uma escola para o início dos descobrimentos? E ainda mais de um observatório? "Ora um observatório astronómico em tempos do infante é desde logo uma ideia suspeita; mas admitindo que D. Henrique tivesse assim esbanjado o seu dinheiro (ou o dinheiro da Ordem de Cristo), para que lhe servia tal observatório? [...] Que podiam fazer [...] em tão extravagante observatório? [...] Para que servia então um observatório em Sagres na primeira metade do século XV? [...] É claro que em Sagres não existiu nesse tempo qualquer observatório porque era de todo inútil." [44] Ao repetir as palavras de Luís de Albuquerque, que nos parecem sábias, sublinhamos que no início dos descobrimentos o saber era essencialmente empírico, as actividades não obedeciam ao carácter científico a que nos habituámos passados séculos. Indiscutivelmente o bom senso, a capacidade de percepção do que realmente foi cada época, de qual a sua atitude mental, é fulcral para apreender a sua essência. Apenas a aprendizagem prática era viável, pois ignoravam-se as dificuldades que se iriam enfrentar e vencer.

Pretendeu-se deste modo demonstrar que a existência da escola de Sagres parece não ter fundamento, apesar de ter sido "contada e recontada" nas mais diversas ocasiões, por estar inerente às tão discutidas causas da expansão portuguesa e à imagem de grande sábio, promotor dos descobrimentos portugueses, o Infante D. Henrique. E para finalizar este pequeno capítulo não podíamos deixar de recorrer mais uma vez às palavras de Luís de Albuquerque acerca da questão da escola de Sagres: "a 'Escola de Sagres' (ou preferentemente: 'de Lagos') existiu. De Lagos partiram, com efeito, navegadores que no dia-a-dia de bordo reconheceram ventos e correntes; ensaiaram as mais aconselháveis derrotas para as navegações desejadas [...]; e indagaram as condições a que deviam satisfazer os seus navios para vencerem do melhor modo as dificuldades que o mar ou o reconhecimento das costas lhes ofereciam. [...] Foi, pois, uma 'escola' prática em que marinheiros foram mestres e alunos."[45]

O Infante D. Henrique e a "Escola de Sagres" nas comemorações de 1960

Nas comemorações do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique, a sua figura saiu "das páginas da história para as da pura mitologia"[46]. Em prol da visão do Infante que o Estado Novo preconizou, própria da sua aposta na monumentalidade das suas obras e do próprio regime. O que nos faz reflectir acerca do poder da história, da sua capacidade de engrandecer ou de fazer esquecer determinadas personalidades da nossa história e de certo modo explica o porquê deste capítulo.

As comemorações do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique foram programadas e vividas por uma Nação em crise. Como afirma Adriano Moreira[47], no Congresso Internacional de História dos Descobrimentos, por ocasião das comemorações, a Nação voltou-se para o Infante quando viu em perigo a sua integridade. As comemorações decorreram no momento histórico em que se defrontava a mais séria das conjunturas ultramarinas vividas até então. Estávamos perante os primeiros sinais das lutas anticoloniais e em confronto com a União Indiana, por causa da exigência da retirada de Portugal dos territórios de Goa, Damão e Diu. Pelo que se verificou uma natural e instintiva afirmação nacional, de fidelidade ao génio tutelar da expansão. É com base nesta realidade que devemos partir para a análise das comemorações, tanto dos acontecimentos que as marcaram como dos discursos que foram proferidos no seu decorrer.

Uma leitura atenta das várias comunicações realizadas no dia 4 de Março de 1960, que marcou o início deste ciclo comemorativo, nos salões nobres dos vários municípios permite conhecer a obra henriquina, com um objectivo concreto: que cada português fique ciente do sentido do nosso passado

e desse modo proceda a um "exame de consciência nacional". Era preciso ter noção da epopeia missionária e civilizadora de Portugal, uma missão histórica inflamada pelo espírito de um homem, o Infante D. Henrique. Este chegou mesmo a ser apresentado como "a alma ecuménica da Nação" [48], face à possível desintegração do império ultramarino português; o que explica tamanha exaltação e glorificação na totalidade do império.

Exaltação e glorificação essas que foram publicadas entre 1961 e 1963, em quatro volumes. Enfim, um manancial incrível de informações relativas às comemorações que decorreram no império ultramarino português, com destaque para as cerimónias ocorridas na metrópole, sob a devisa de "Talent de bien faire", que fora a do Infante. Certamente também a Comissão pretendia realizar grandes e altos feitos ao comemorar o Infante. Actualmente, este manancial tem um duplo interesse, conhecer o Infante D. Henrique e conhecer a forma como foi visto e retratado em 1960, face à conjuntura referida. Nas comemorações estão presentes as vivências dos homens e das mulheres – mais dos homens – que viveram aquele período e cujos testemunhos estão muito pouco ou nada estudados e que nos cingiremos a delinear de forma breve e sem o alcance que o assunto merece.

O programa geral revela a realização de cerimónias cívicas e religiosas em homenagem ao Infante. A 4 de Março, em sinal de inauguração das comemorações nacionais, realizou-se um *Te Deum*, não só na Igreja dos Jerónimos, mas também em todas as sés diocesanas e nas principais igrejas matrizes, revelando desde logo o carácter universal das comemorações. Todavia, a sessão inaugural ocorreu na Assembleia Nacional, onde o Presidente da República, Almirante Américo Thomaz, que, "ao declarar inauguradas as comemorações henriquinas, evoca todos aqueles lavradores da terra e do mar, capitães ou marinheiros, sábios, missionários ou soldados, homens de pensamento e homens de acção, que pela sua fé, abnegação, arte ou firmeza de ânimo fizeram os oito séculos de História"[49]. Evoca a memória colectiva de um povo que se pretende uno, unido pela mesma história, pela acção de um homem de "espírito fraterno e igualitário", aquele que enaltecem, cívica e religiosamente. Estava-se a fazer história ou política?! Num outro seu discurso parece-nos fazer claramente política, ora vejamos: " Para que fosse um homem do mar a presidir às comemorações de meio milénio decorrido sobre a morte do Infante D. Henrique, caprichou o destino em colocar na chefia da Nação portuguesa um simples e pobre marinheiro, que tendo visto a luz do dia no ano em que ocorreu o quinto centenário do nascimento do Príncipe dos Descobrimentos, só dele herdou, e bem palidamente, a ânsia que sempre o dominou de engrandecer Portugal pelos caminhos do mar."[50] Discursaram também, naquela primeira tarde comemorativa do nascimento do Infante D. Henrique, o presidente da Comissão Executiva das Comemorações, José Caeiro da Matta[51], o representante da Academia da Marinha e o representante do Brasil, paralelamente às sessões comemorativas que ocorreram em todas as câmaras municipais do continente, das ilhas e de ultramar. Houve mesmo uma Comissão Ultramarina.

Nos dias seguintes as Universidades de Lisboa e do Porto realizaram também homenagens e lições sobre assuntos do âmbito henriquino e no mês de Agosto até cursos de verão foram promovidos sobre o Infante D. Henrique. No mês de Abril, além de exposições e lições públicas sobre o Infante, estreou um filme acerca da sua vida e obra.

Como não podia deixar de ser, as comemorações marcaram presença em Sagres, através, também aqui, de cerimónias religiosas e cívicas. Pudemos constatar assim a amplitude destes acontecimentos, que têm como objectivo penetrar na mente de todo o povo português. Desde o ensino primário ao superior, sem esquecer, obviamente, a Mocidade Portuguesa, todos os portugueses, desde muito cedo, passaram a conhecer o Infante. Porém, não pudemos esquecer que todas estas comemorações obedeceram aos anseios do governo vigente. Os descobrimentos, as suas causas, o seu detonador foi dado a conhecer da forma que o poder desejava, não houve grande espaço para a crítica da imagem que foi transmitida e que como já foi referido tinha um objectivo concreto, mediante a conjuntura interna do País. É através da leitura dos discursos proferidos que o leitor menos desatento se apercebe desta realidade e pode construir a imagem do Infante que se pretendeu divulgar.

A leitura mais superficial que se faça dos discursos proferidos no decorrer destas comemorações de 1960 revela, desde logo, uma ligação bastante íntima entre a história e a política. Ou melhor, a forma como o poder político fez uso da história para se afirmar e fazer veicular as suas ideias, daí o retrato – repetimos mais uma vez – do Infante D. Henrique enquanto impulsionador da vocação marítima e ecuménica de Portugal, que importava realçar. O Rev. Bernardo Xavier Coutinho, na Sé do Porto, considerou, tendo como base esta ideia, que "todos podem e devem celebrar o Infante [...] queremos cantar hoje melhor do que ninguém, com toda a nossa alma e o nosso melhor entusiasmo: *Te Deum laudamus!*"[52] Cantam um verdadeiro hino ao Infante, que glorificam quase como a um santo, e agradecem a Deus como se de uma dádiva se tratasse, por ter incutido na alma dos Portugueses o tal espírito ecuménico e marítimo e que os Portugueses deviam continuar a cultivar. No discurso deste homem da Igreja está presente a tese da espiritualidade das empresas do Infante, realçando assim a imagem do defensor do ideal de cruzada, da política de alianças com os príncipes cristãos e da propagação da fé; apesar de referir os factores económicos da expansão, acaba por considerar a não existência de lucros. De qualquer modo, e por mais discutíveis que as suas ideias sejam, são as virtudes daquele ser casto e abstémico que importam salientar... sem dúvida um exemplo a seguir. " Um verdadeiro anacoreta da ciência, vivendo modestamente sozinho, com os seus criados e os seus livros, cartas de marear e instrumentos de náutica."[53] Além disso, diz ainda que "o Infante Navegador, cruzado cristão no limiar da Idade Nova, consubstancia a época que o precedeu, como prepara aquela que é filha do seu

génio [...] Quem diz Infante D. Henrique, diz epopeia dos Descobrimentos, a tal ponto que é como *navegador* que a sua fisionomia ficou na história do mundo, ele que entre todos os Portugueses é, indiscutivelmente, com Fernando Bulhões, aliás, Santo António de Lisboa, o português mais universal que já existiu."[54] Com esta frase vem reforçar aquilo que já havíamos suspeitado, o Infante é colocado ao lado de um Santo, estava então a dar-se início à construção da imagem hagiográfica do Infante! Além disso, considera-o no limiar de uma nova época. O "estudioso de Sagres", que se encontra rodeado de "cartógrafos", "matemáticos" e "engenheiros navais" de várias nações e que delineou o plano das Índias – se bem que já tivemos oportunidade de questionar alguns destes aspectos – é visto como o glorioso cruzado ao serviço da Igreja, de Deus, em prol da expansão da fé, tal Santo António! Parece coexistir neste olhar sobre o Infante um misto de Infante-Génio e de Infante-Santo, pelo que "não é ousado [para o seu autor] concluir que muito deve o mundo à figura do glorioso Infante D. Henrique"[55] de inspiração genial, tenacidade heróica e fé intemerata que agiganta esta figura, das que mais impulsionou a vida social do mundo moderno e que condicionou o evoluir da história, isto para o Rev. Bernardo Xavier Coutinho.

Costa Pimpão, no decorrer de um acto cívico de homenagem ao Infante, promovido pela Câmara Municipal do Porto, reafirmou que se estava a comemorar um "homem que irrompeu das brumas do conhecimento medieval para a claridade da ciência moderna, que recolheu em si o incerto para nos transmitir o certo e impelir os outros a novas e decisivas certezas, que deu Portugal ao mundo e o mundo a esta Europa"[56], o que é razão mais do que suficiente para que os Portugueses tenham orgulho da sua Pátria – um dos pilares ideológicos do Estado Novo, a par da Família e de Deus –, a defendam e comemorem nesta data tão importante. Realça deste modo o patriotismo, que não podia ficar esquecido mediante a conjuntura que o País atravessava, e coloca em primeiro plano os aspectos espirituais e morais dos descobrimentos portugueses, à semelhança do que se devia fazer em 1960. O dinheiro não podia ser visto como um fim, tal como não fora para aquele homem, do qual sublinha também a sua vasta cultura, apesar de não a explicitar, que traçou as directrizes da política ultramarina e que os seus sucessores deviam prosseguir e agradecer. Deviam ou teriam mesmo de continuar a sua política? Esta ideia permite, a nosso ver, pôr em paralelo a realidade retratada com a realidade vivida por Costa Pimpão.

Uma das frases que no nosso entender sintetizou o espírito das comemorações foi proferida pelo Rev. Cónego Urbano Duarte, logo a 4 de Março, por ocasião das cerimónias de abertura das comemorações em Coimbra. "A obra do Infante D. Henrique situa-se em escala de projecção mundial. Analisá-la como simples aventura, embora heróica, de um povo seria crime de miopia intelectual. A luz que encheu 'a pequena casa lusitana' foi um sol que ousou entrar, segundo a linguagem de Fernando Pessoa, nos 'tectos negros de fim do mundo'. Só enquadrada na história do Universo conseguiremos dar conta da sua grandeza ecuménica. O homem das caravelas, mais que mercador ou aventureiro – 'o homem do leme' –, era um *Povo.*" [57] Mais palavras para quê? Pretendeu-se criar um paralelo entre o povo português e o Infante, na medida em que este faleceu enquanto homem mortal, mas aquele que o representa deve continuar a sua obra, de "projecção mundial" e "grandeza ecuménica". O Infante fora o primeiro a unir os portugueses de continentes diferentes e estes, agora das quatro partes do mundo, deviam unir-se para celebrá-lo. Sublinhando assim a consciência de que faziam parte da mesma Nação, que tinha de se manter unida para permanecer forte. Isto sempre sem esquecer que o Infante D. Henrique não fora apenas um homem de ideal e de fé, mas também um organizador, de temperamento imaginativo e emocional, segundo Alberto Araújo[58].

Como pudemos constatar, a imagem do Infante no seio das comemorações é composta de vários retratos de D. Henrique, que parecem complementar-se. Os sentimentos patrióticos parecem ter sido uma constante, glorificados enquanto estímulos da fé e confiança no destino da Pátria, quinhentista e da de 1960.

No IV e último volume de *Comemorações do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique* é definida e consagrada a sua imagem hagiográfica. Américo Cortez Pinto considerou que Santo António de Lisboa e o Infante de Sagres se completam na realização de uma obra comum. Santo António combate as heresias e o Infante, governador da Ordem de Cristo, abre novos caminhos para a conquista espiritual de novas almas, ambos em prol da unidade cristã! Tinham, sem dúvida, em mente o alargamento do Reino de Deus e uma certa vocação ecuménica [59].

Além deste aspecto são também consagradas, no vol. IV, as festividades ocorridas nas ilhas no decorrer das comemorações, onde, à semelhança do que acontecia no território continental, história e política caminhavam lado a lado, de mãos dadas. A Madeira é vista como "terra do senhor Infante, onde a sua clarividência adivinhou e colheu os primeiros grandes frutos da expansão atlântica"[60] e é a este local que várias autoridades públicas se deslocam para celebrar o Infante, "o incompreendido", segundo Manuel Lopes de Almeida, que viveu no limiar do mundo novo e que descreve como homem de "forte personalidade, a quem as canseiras, os desgostos, as dificuldades e até os insucessos não quebravam o impulso voluntarioso, foi homem de vida sacrificada"[61]. Cuja "vida de estudo, trabalho e dedicação correspondeu sempre ao lema expressivo, 'talent de bien faire', que livremente podemos traduzir como 'vontade de grandes e altos feitos'"[62]. Expressões que faziam exaltar o patriotismo que pulsava nos corações da gente lusa. Mas nas quais, no nosso entender, continuava a faltar o conteúdo histórico, afirmações válidas e capazes de contribuir para a evolução historiográfica. Não queremos com isto renunciar a sua importância para a análise do tipo de historiografia que se produzia.

António da Silva Rego proferiu, no nosso parecer, um discurso singular, no qual se dedicou a uma análise de conceitos operatórios inerentes à vida e obra do Infante, tais como expansão – conquista e expansão – descobrimentos, procurando integrá-los e interpretá-los à luz das acções concretas de D. Henrique. Deparamo-nos assim com uma preocupação de fazer história que vai além da exaltação e glorificação daquele ser quase sobrenatural e que, por isso mesmo, é de realçar . Considera que a "expansão-conquista bailou sempre na mente do Infante. Mas não o inibiu de pensar na expansão-descobrimentos. Seria esta, afinal, a verdadeira expansão portuguesa. Portugal prolongar-se-ia, além oceano [...] A outra, expansão--conquista, não passaria duma tentação, e grave"[63]. Importante parece-nos também o facto de duvidar do plano das Índias, quando afinal o que as comemorações pretendiam era exaltar a grandiosidade do Infante D. Henrique, e de recorrer a fontes – Gomes Eanes de Zurara e Rui de Pina – para fundamentar os seus pareceres.

Ainda assim, as características inerentes à personalidade de D. Henrique, que vão dando forma ao seu retrato no decorrer das comemorações de 1960, estão, no nosso entender, condensadas num poema realizado por Adelino J. da Silva d'Azevedo, *Anriquinas*[64]. E nas palavras do deputado Martinho da Costa Lopes, para quem o Infante D. Henrique é "dotado de uma vasta cultura, honesto, estudioso, vivendo o idealismo intelectual aliado admiravelmente à energia persistente e activa de realizador intimorato, que não recua nunca perante as maiores dificuldades, empreendedor e audacioso marinheiro, afeito às tempestades do mar, alma nobre, corajosa e generosa, coração magnânimo e generoso de sentimentos, adornado de virtudes cristãs que aprendera a cultivar logo no regaço materno dessa nobre figura de mulher e da mãe, D. Filipa de Lencastre, o Infante D. Henrique possuía, em admirável equilíbrio, um conjunto de qualidades e dotes invulgares que o colocavam acima do vulgar dos príncipes do seu tempo".

Relativamente à "Escola de Sagres", no decorrer das comemorações do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique, que é assunto que também nos importa referir, há a dizer, desde já, que os pareceres não foram unânimes. Sem nunca negar o carácter genial e sábio do Infante, nem todos os participantes nas comemorações defenderam a sua existência.

Tomás da Rosa, depois de se questionar acerca da personalidade do Infante[65], de considerá-lo "um homem prático, de equilibrada visão global e espírito coordenador e organizador; por outro lado, revelava-se um místico de proselitismo religioso"[66]. Defendeu que este, depois da conquista de Ceuta, instalou-se em Sagres com a sua Escola Náutica, rodeado de cientistas e de homens com prática de navegar [67], e afirmou mesmo que o carácter científico dos descobrimentos henriquinos e pós-henriquinos é inegável, tal como o enorme contributo dos Portugueses para o desenvolvimento da ciência e da arte de navegar, com base nos estudos de Joaquim Bensaúde. Carácter científico esse que se aliava de modo bastante satisfatório ao facto de o Infante ser versado em astronomia e em ciências exactas, qualidades que para Martinho da Costa estiveram na origem da "Escola de Sagres", à qual, mesmo assim, atribuiu um grande carácter de ordem prática, onde se dirigiam aqueles que pretendiam aprender a navegar. Aí se teriam formado os pilotos portugueses de grande envergadura, como Gil Eanes, Bartolomeu Dias, Vasco da Gama, Pedro Álvares Cabral, Afonso de Albuquerque, Fernão de Magalhães e tantos outros...[68] Depois de tudo o que foi dito parece-nos não ser necessário questionar esta ideia. Realmente todos eles terão saído de uma "escola", mas de uma "escola prática", terão sido filhos dos ensinamentos dos mares.

Armando Cortesão, por sua vez, reconheceu que a evolução do conhecimento foi em grande medida produto das navegações da exploração da costa africana e simultaneamente do Atlântico. Porém, acabou por fazer salientar o espírito científico do franciscanismo em Portugal, por certo sob a influência de Jaime Cortesão; e não deixou de lado a hipótese de ter delineado o plano das Índias. Contudo, não fala da "Escola de Sagres", apesar de a imagem do "Infante Sábio" estar consagrada.

Face ao que temos vindo a desenvolver, com base no que se disse no decorrer das comemorações de 1960, continuamos a ter na nossa frente um Infante de certo modo indefinido, porém, repleto de virtudes. Todas as suas acções revelam as qualidades de um homem único, genial, diríamos mesmo transcendente. Razão pela qual se forma uma imagem hagiográfica em torno da sua pessoa. E a partir do momento em que esta figura histórica passa para o plano do sobrenatural torna-se ainda mais indefinida e menos fiável para a análise histórica, ou melhor, a sua análise exige mais cautela.

Deparamo-nos com um Infante que vive entre duas Idades, símbolo da transição da época medieval para a moderna, com o qual concordamos, e que simultaneamente assume um carácter hagiográfico, do qual discordamos, visto que as suas acções se revelaram próprias dos homens, inclusive dos homens que erram, são ambiciosos e lutam para alcançar os fins a que se propõem. Homens que a história pode/consegue manipular, principalmente quando se alia à política, como tivemos oportunidade de constatar.

História(s), memória(s) e comemorações

"Se houve quem negasse a existência da 'Escola de Sagres' em 1960, não será essa negativa um escândalo antipatriótico? Seja o que for. É aquilo que nos parece corresponder à verdade. E do que nós precisamos não é de verdades patrióticas, mas de verdades verdadeiras porque mais dia, menos dia, ainda que muito vistosas hão-de acabar por ser motivo de zombaria."[69] Fazemos das palavras de Cruz Malpique as nossas palavras, o que nos preocupa é alcançar a verdade histórica, ainda que isso possa ser considerado de pouco patriótico. Razão pela qual é de sublinhar que em 1960, a par das comemorações do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique, se publicaram várias obras, de cunhos diversos,

de carácter mais ou menos glorificante do Infante, dando destaque à existência de preocupações com a veracidade histórica, que fazem pensar que esta data precisa de ser estudada historiograficamente, nas suas múltiplas vertentes. Pois só assim se compreende um Duarte Leite, um Damião de Peres, a par de um P. Manuel Marcelino da Conceição e de uma Madalena da Câmara Fialho, no seio de um espírito de grandiosidade patriótica, preconizada pelo Estado Novo.

Se o passado histórico, enquanto memória colectiva de um povo, é enaltecido pelo mesmo das mais diversas formas... Então, não é a própria história uma forma de perpetuar esse passado, esse ontem, mais ou menos glorioso? Porém, o passado pode ser memorizado, registado, documentado, analisado e até comemorado de diferentes maneiras, como temos tido oportunidade de verificar. Maneiras essas que precisam de ser analisadas sob dois pontos de vista, o da forma e o do seu conteúdo.

Sem querer adiantar nada de extraordinário ao que já se disse sobre a historiografia dos descobrimentos e da expansão portuguesa – ainda que consideremos relativamente pouco – há a sublinhar um aspecto de importância fulcral. A necessidade de se inserir cada autor, cada obra, cada página, e até cada linha, no seu contexto espácio-temporal, ao olharmos qualquer texto que seja. É inegável que a mesma realidade nos pode ser apresentada sobre os mais diversos olhares e por vezes, ainda que estejam assentes num fundo histórico verdadeiro, pode faltar-lhes alguma seriedade. Sem darmos exemplos concretos, basta-nos recordar toda a monumentalidade das comemorações de 1960. A quantidade de textos apologéticos, realmente comemorativos... que podem contribuir para as "memórias" de um povo, as "histórias" de um povo, de um modo diferente daquele que contribuem para a história desse mesmo povo. Visto que retratam mais a conjuntura em que foram produzidas, do que propriamente a realidade histórica inerente àquelas comemorações.

São realidades semelhantes a esta que merecem abordagens historiográficas bastante sérias, para que se leia um texto histórico, com olhos atentos e despertos para o acontecimento histórico em si. Este pequeno trabalho acabou por contribuir enormemente para que o nosso olhar ficasse pelo menos um pouco mais atento a estas realidades.

Se atendermos às comemorações do VI Centenário do Nascimento do Infante D. Henrique deparamo-nos com uma realidade já bem diferente da retratada neste trabalho, atenta ao que haviam sido as comemorações henriquinas anteriores e às novas preocupações historiográficas[70]. Pelo que consideramos que os aniversários e os centenários só são úteis quando constituem impulso para estudar os problemas, medir as directrizes e criticar as incertezas; caso contrário, dão alento a um espírito saudosista que não consegue ressuscitar os mortos, por mais esforços que faça[71]. "Comissões inacreditavelmente compostas, ausência de quaisquer planos ligados a uma concepção coerente e científica, sem os longos trabalhos preparatórios que se impõem" [72] pouco ou nada adiantam.

Em 1960, no decorrer das comemorações que temos vindo a analisar deparámo-nos com a imposição de interpretações oficiais, que acabaram por exilar e/ou marginalizar o estudo crítico da expansão portuguesa, ainda que este fosse realizado com qualidade.

É preciso saber comemorar a história, para que esta não se transforme num somar de histórias glorificantes que passa a compor a memória colectiva de um povo. O povo português não pode permitir que a sua memória histórica seja manipulada.

Eis uma realidade que nos parece de realçar e faz com que nos pareça pertinente trazer aqui este pequeno estudo. Não é no decorrer dos ciclos comemorativos que devemos reflectir sobre o poder da história? A verdade é que, se não podemos permitir que se continuem a alimentar mitos, também não podemos deixar que o tempo apague figuras da nossa história, tal como a de Pedro Nunes, e colocar uma questão: até que ponto Pedro Nunes, apesar de ter tido uma maior projecção no estrangeiro do que o Infante D. Henrique, nas respectivas contemporaneidades, não foi depois menos retratado e menos estudado que este?

Ora vejamos. Apesar de o infante D. Henrique não ter deixado uma obra concreta, um testemunho palpável da sua tão falada cultura e obra, a sua figura, a sua imagem historiográfica, viu-se crescer – qual balão insuflável – até pelo menos 1960. Já a de Pedro Nunes, que nos deixou vários testemunhos dos seus saberes, que apontam realmente para uma viragem no modo de ver o mundo, de observar e analisar a realidade, reconhecido por toda a Europa culta de então, não viu a sua imagem ser inflamada. Segundo nos pareceu, foi até pouco estudada.

Pedro Nunes deixou-nos impressas várias obras, inclusive algumas até impressas em Basileia, de entre as quais destacamos o *Tratado da Esfera*, uma tradução do de Sacrobosco, mas ao qual adicionou outras obras, nomeadamente dois pequenos tratados da sua autoria, o *Tratado de Certas Dúvidas de Navegação* e o de *Defensão da Carta de Marear* – ambos levantam questões sobre alguns problemas de navegação. Além destas destacamos ainda o *Libro de Algebra en Arithmetica y Geometria*, editado em 1567, em espanhol, mas que o autor diz já ter escrito anteriormente em português. A somar a estas deixou a *Defensão do Tratado de Rumação do Globo para a Arte de Navegar*.

Ainda que se possa questionar o alcance prático de algumas das suas teorias, é certo que se baseou em grande medida em problemas levantados pelos homens da prática, em questões que estes levantaram mediante as dificuldades de navegação com que se depararam. Inclusive em 1537, aquando da publicação do *Tratado da Esfera*, procurou responder a uma questão que Martim Afonso de Sousa lhe colocara após uma das suas viagens ao Brasil. De qualquer modo reconhecemos que "não é suficiente saber-se que Nunes escreveu sobre a astronomia náutica e sobre a cartografia para estarmos autorizados a afirmar que a sua interferência nas navegações portuguesas do século XVI foi altamente positiva"[73]. E mesmo sendo corrente a informação de que a sua actividade

de cosmógrafo foi fundamental para o aperfeiçoamento da arte náutica portuguesa da sua época, concordamos com as dúvidas de Luís de Albuquerque quanto à eficiência prática dos seus ensinamentos e que levaram até que entrasse em conflitos não só com pilotos, mas também com cartógrafos e até construtores de instrumentos de navegação. Além disso, não ignoramos que o facto de ter publicado tratados em latim significa que se destinavam a um público mais alargado e bem diferente daquele a que dirigia as suas orientações enquanto cosmógrafo-mor do reino.

Parece-nos claro que se tratava sim de um matemático, cujo espírito utilitário predominava sobre o especulativo, e por isso estava na "rota do futuro". Já relativamente ao Infante D. Henrique torna-se mais difícil chegar a esta conclusão; os seus saberes ficaram por esclarecer e se este esteve aliado ao início dos descobrimentos portugueses não parece ter sido por ser mais "moderno" do que os portugueses mais cultos de então. Se acabou por estar na "rota do futuro", parece que não foi por tê-lo "visionado", como alguns quiseram fazer crer. Mas talvez por simples circunstancialismo e posterior desenvolvimento da política expansionista portuguesa, com a qual é provável que não tenha sonhado e ainda menos com os seus resultados e consequências, sendo certo que algumas se arrastaram até aos nossos dias.

Falar de Pedro Nunes não é de modo algum tarefa mais fácil do que falar do Infante D. Henrique, pois apesar de a produção historiográfica a seu respeito ser menor também ela merece alguns reparos, ou melhor, uma nova e cuidada leitura, para que aproveitando este ciclo comemorativo se faça a sua história, com intuito de conhecer melhor as suas várias facetas.

"Pedro Nunes era um homem de formação teórica, sem dúvida imaginativo e autor de obras que lhe granjearam justo renome, mas de visão prática discutível"[74]. O grande matemático parece não ter conseguido dar grande contributo com as suas observações teóricas para a arte de navegar. Contudo, não tencionamos retirar-lhe todo o mérito que teve, a repercussão que a sua obra teve na Europa do século XVI, mas antes pesar e fazer realçar a sua figura, detentora de novos e grandes saberes, na rota do que hoje sabemos que foi o futuro e que Pedro Nunes não sabia que ia vingar, a matematização do real, seguida do espírito científico. Visto que se a formação teórica e erudita teve um grande peso em Pedro Nunes, este "nunca se submeteu cegamente às suas lições; bem pelo contrário, criticava-os e aperfeiçoava-os"[75]. E afirmamos isto sem querer atribuir-lhe qualidades e virtudes que não teve, para que não se caia em cantos laudatórios, como aconteceu ao Infante D. Henrique, aquando das comemorações do V centenário da sua morte.

Pretendemos deste modo demonstrar o poder da história, a força dos ciclos comemorativos e a importância da veracidade histórica para uma melhor compreensão do passado, tendo como pontos de partida, e de chegada, duas grandes figuras da nossa história, o Infante D. Henrique e Pedro Nunes. Ambos ligados à noção de "novos saberes" e de "rota do futuro", ainda que de modo distinto, como esperamos ter demonstrado.

Referências bibliográficas sobre o Infante D. Henrique, Pedro Nunes e a questão dos novos saberes

Fontes impressas

ZURARA, Gomes Eanes de
Crónica dos Feitos da Guiné, Lisboa, Publicações Alfa, 1989.

Bibliografia geral

Obras de referência

ALBUQUERQUE, Luís de, "Escola de Sagres", *Dicionário de História dos Descobrimentos Portugueses*, direcção de Luís de Albuquerque, vol. II [Lisboa], Círculo de Leitores, 1994, p. 961.

–, "Escola de Sagres", *Dicionário de História de Portugal*, dirigido por Joel Serrão, vol. III, Lisboa, Iniciativas Editoriais, imp. 1971, pp. 716-717.

–, "Infante D. Henrique", *Dicionário de História de Portugal*, dirigido por Joel Serrão, vol. II, Lisboa, Iniciativas Editoriais, imp. 1971, pp. 419-422.

–, "Náutica astronómica", *Dicionário de História dos Descobrimentos Portugueses*, direcção de Luís de Albuquerque, vol. II, [Lisboa], Círculo de Leitores, 1994, pp. 794-795.

–, "Pedro Nunes", *Dicionário de História de Portugal*, dirigido por Joel Serrão, vol. IV, Porto, Livraria Figueirinhas, 1984, pp. 407-408.

COSTA, João Paulo, "D. Henrique", *Dicionário de História dos Descobrimentos Portugueses*, direcção de Luís de Albuquerque, vol. I, [Lisboa], Círculo de Leitores, 1994, pp. 485-490.

MARQUES, Alfredo Pinheiro, "Historiografia dos Descobrimentos", *Dicionário de História dos Descobrimentos Portugueses*, direcção de Luís de Albuquerque, vol. I [Lisboa], Círculo de Leitores, 1994, pp. 492-498.

–, "Pedro Nunes", *Dicionário de História dos Descobrimentos Portugueses*, direcção de Luís de Albuquerque, vol. II [Lisboa], Círculo dos Leitores, 1994, pp. 809-812.

Obras gerais

ALBUQUERQUE, Luís de, dir., *Portugal no Mundo*, vol. 1, Lisboa, Publicações Alfa, 1989.

BETHENCOURT, Francisco, e CHAUDHURI, Kirti, dir., *História da Expansão Portuguesa no Mundo*, vol. 1, Lisboa, Círculo de Leitores, 1997.

BAIÃO, António, CIDADE, Hernâni, e MÚRIAS, Manuel, dir., *História da Expansão Portuguesa no Mundo*, Lisboa, Editorial Arcádia, 1939.

CORTESÃO, Jaime, *Os Descobrimentos Portugueses*, [Lisboa], Arcádia, [s. d.].

LEITE, Duarte, *História dos Descobrimentos. Colectânea de Esparsos*, organização, notas e estudo final de Vitorino Magalhães Godinho, vols. I-II, Lisboa, Edições Cosmos, 1958.

Medina, João, *História de Portugal dos Tempos Pré-Históricos aos Nossos Dias*, vol. IV, Amadora, Clube Editorial O Livro, 1995.

PERES, Damião, *História dos Descobrimentos Portugueses*, Porto, Vertente, 1959.

SERRÃO, Joaquim Veríssimo, *História de Portugal*, [s. l.], Editorial Verbo, imp. 1978.

SILVA, Luciano Pereira da, *Obras Completas*, vols. I-III, Lisboa, Divisão de Publicações e Biblioteca da Agência-Geral das Colónias, 1946.

Bibliografia específica

Infante D. Henrique e a "Escola de Sagres"

ALBUQUERQUE, Luís de, *Dúvidas e Certezas na História dos Descobrimentos Portugueses*, vol. I [Lisboa], Círculo de Leitores, 1991.

ALMEIDA, Fortunato de, *O Infante de Sagres*, Porto, Livraria Portuense de Lopes & C.ª, Sucessores de Clavel & C.ª, 1894.

BARATA, António Francisco, *Homenagem ao Infante D. Henrique no Quingentésimo Aniversário de Seu Nascimento no Porto em 4 de Março de 1394*, Lisboa, Livraria Ferreira, 1894.

BENSAÚDE, Joaquim, *A Cruzada do Infante D. Henrique*, Lisboa, Agência-Geral de Ultramar, 1960.
BEAZLEY, Charles Raimond, *O Infante D. Henrique e o Início dos Descobrimentos Modernos*, Porto, Livraria Civilização, 1945.
BROCHADO, Costa, *Henri le Navigateur*, Lisboa, Comissão Executiva das Comemorações do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique, 1960.

Comissão Executiva do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique, *Comemorações do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique*, 4 vols., Lisboa [s. n.], 1961-1963.
–, *Actas do Congresso Internacional de História dos Descobrimentos*, Lisboa, 1960.
Comissão Executiva dos Centenários, *Congresso do Mundo Português*, 19 vols. Lisboa, 1940.
CNCP, *Oceanos*, nº 17, Março 1994.
–, *Programa Infante 94. Porto 4 Março 94 a 4 Março 95*, [s. l.], CNCDP/ Câmara Municipal do Porto, 1994.
Comemorações Henriquinas em Vila Franca do Campo, separata do vol. XVI, 2.º semestre, 1960, da revista *Insulana*, Ponta Delgada, 1962.
CONCEIÇÃO, Marcelino da P., *O Infante de Sagres*, Porto, Tipografia Fonseca Ldª, 1960.
DINIS, A. J. Dias, OFM, *Estudos Henriquinos*, vol. I, Coimbra, [s. n.], 1960.
EÇA, Vicente de Moura Coutinho de Almeida de, *O Infante D. Henrique. A Arte de Navegar dos Portugueses*, 2.ª ed. rev. e aum., Lisboa, Imprensa Nacional, 1894.
FIALHO, Madalena da Câmara, *Sobrevivência do Infante D. Henrique*, separata *Oração de Sapiência Proferida na Cerimónia da Abertura Solene do Ano lectivo do Instituto de Odivelas*, em 29 de Outubro de 1960.
FREITAS, Jordão de, *O Infante D. Henrique no Promontório Sacro*, separata da *Revista de Arqueologia*, tomo III, Lisboa, 1938.
GODINHO, Vitorino Magalhães, *Ensaios II. Sobre História de Portugal*, 2.ª ed., Lisboa, Livraria Sá da Costa, 1978.
–, *Mito Mercadoria, Utopia a Prática de Navegar. Séculos XIII-XVIII*, Lisboa, Difel, 1990.
JOÃO, Maria Isabel, *O Infante D. Henrique na Historiografia*, Lisboa, Ministério da Educação para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1994.
LOPES, Francisco Fernandes, *Terçanabal e a "Escola de Sagres"*, Lisboa, Seara Nova, 1945.
MACHADO, Fernando Falcão, *O Infante D. Henrique e as Razões Determinantes dos Grandes Descobrimentos*, separatas do n.º 29 de *Jornal da Huíla*, 4 de Março de 1960.
MALPIQUE, Cruz, *A Escola Náutica do Infante*, separata do *Boletim da Biblioteca Pública Municipal de Matosinhos*, n.º 7, Matosinhos, 1960.
MARTINS, Oliveira, *Os Filhos de D. João I*, [s. l.], Guimarães Editores, imp. 1973.
MOTA, Avelino Teixeira da, *A Escola de Sagres*, separata dos *Anais do Clube Naval* (número especial), Lisboa, 1960.
NEMÉSIO, Vitorino, *Vida e Obra do Infante D. Henrique*, Porto, Vertente, imp. 1984.
RIBEIRO, Orlando, *O Infante e o Mundo Novo*, oração proferida no Solene Acto Académico com que, no dia 25 de Março de 1960, a Universidade de Lisboa se associou às comemorações do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique, Lisboa, 1961.
SANTOS, Isaías Eiras Gomes dos, *O Infante do Mar. Coordenadas e Dimensão de Uma Personalidade, Seu Enquadramento na Gesta dos Descobrimentos*, conferência proferida no Salão Nobre dos Paços do Concelho da Póvoa de Varzim, na sessão inaugural das comemorações do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique, 4-3-60.
SILVA, Manuel Ferreira da, P., *O Infante de Sagres e a Cruzada Missionária*, Beira [s. n.], 1960.
SOARES, Torquato de Sousa, *O Infante D. Henrique, Arauto da Idade Nova*, separata do número especial de *O Instituto*, dedicada às Comemorações Henriquinas, Coimbra, 1962.
THOMAZ, Luís Filipe F. R., *De Ceuta a Timor*, 2.ª ed., Algés, Difel, 1994.
VARETA, Bernardino, *A Eschola de Sagres e o Projecto do Instituto Naval Infante D. Henrique*, Porto, Typographia do "Comércio do Porto", 1894.

Pedro Nunes

ALBUQUERQUE, Luís de, *A Náutica e a Ciência em Portugal. Notas sobre as Navegações*, Lisboa, Gradiva, 1989.
–, *As Inovações na Náutica Portuguesa do Séc. XVI*, separata da *Presença de Portugal no Mundo*, Lisboa, 1982.
–, *As Navegações e a Sua Projecção na Ciência e na Cultura*, Lisboa, Gradiva, 1987.
–, *Ciência e Experiência dos Descobrimentos Portugueses*, Lisboa, Instituto de Cultura e Língua Portuguesa, 1983.
–, *Estudos de História*, vols. I-V, Coimbra, Imprensa da Universidade, 1974.
–, *Introdução à História dos Descobrimentos Portugueses*, 4.ª ed., Mem Martins, Publicações Europa-América, 1989.
–, *Sobre as Prioridades de Pedro Nunes*, separata de *Memórias da Academia de Ciências de Lisboa. Classe de Ciências*, tomo XVI, Lisboa, 1972.
BARBOSA, António, *Novos Subsídios para a História da Ciência Náutica Portuguesa da Época dos Descobrimentos*, Lisboa [s. n.], 1939.
COSTA, A. Fontoura da, *Pedro Nunes (1502-1578)*, Lisboa, Agência-Geral do Ultramar, 1969.
CUNHA, Maria de Fátima Vila Pouca e, *Subsídios para a Bibliografia de Autores Portugueses Referentes a Pedro Nunes*, separata do *Boletim da Biblioteca da Universidade de Coimbra*, vol. XXXIV, 3.ª parte, Coimbra, 1980.
GONÇALVES, J. Vicente, *Passos de Pedro Nunes ao Serviço do Rei*, separata das *Memórias da Academia das Ciências. Classe das Ciências*, tomo XXVI, Braga, 1985.
SILVA, Luciano Pereira da, *As Obras de Pedro Nunes. Sua Cronologia Bibliográfica*, separata do *Arquivo de História e Bibliografia*, vol. I, Coimbra, 1925.
VENTURA, Augusta Faria Gersão, *Pedro Nunes. Vida e Obras*, separata dos *Liceus de Portugal*, Lisboa, 1941.
VENTURA, Manuel Sousa, *Vida e obra de Pedro Nunes*, Lisboa [s. n.], 1985.

Historiografia dos descobrimentos

ALBUQUERQUE, Luís de, *Historiografia sobre a Náutica Portuguesa e os Descobrimentos*, separata de *A Historiografia Portuguesa de Herculano a 1950*, Lisboa, 1978.
FIGUEIREDO, Fidelino, *Historiografia Portuguesa do Século XX*, separata do n.º 20 da *Revista de História*, 1954.
MATOS, Sérgio Campos, *A Historiografia Portuguesa dos Descobrimentos no Séc. XIX*, separata de *Los 98 Ibéricos y el mar*, tomo II, *La Cultura en la Península Ibérica*, Madrid, 1998.
REGO, António da Silva, P., Rev., *Tendências da Moderna Historiografia Portuguesa*, separata do tomo I das publicações do *XXIII Congresso Luso-Espanhol*, Coimbra, 1-5 Junho de 1956.

Notas

1 Henrique Barrilaro Ruas, "A Ínclita Geração", *História de Portugal dos Tempos Pré-Históricos aos Nossos Dias*, dirigida por João Medina, vol. IV, Amadora, Clube Editorial O Livro, 1995, pp. 11-36.
2 *Ibidem.*
3 Gomes Eanes de Zurara, *Crónica dos Feitos da Guiné*, Lisboa, Publicações Alfa, 1989, pp. 15-17.
4 *Ibidem*, p. 22.
5 Maria Isabel João, *O Infante D. Henrique na Historiografia*, Lisboa, Ministério da Educação para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1994, p. 8.
6 *Vide ibidem*, p. 73.
7 Cit. *ibidem*, p. 75.
8 Vejam-se dois grandes nomes da historiografia do século XIX: Henry Major, *The Life of Prince Henry the Navigator*, e Raymond Bezley, *Prince Henry the Navigator*.
9 *Vide* Luís Filipe Thomaz, *De Ceuta a Timor*, pp. 28-35.
10 Maria Isabel João, *op. cit.*, p. 21.
11 Oliveira Martins, *Os Filhos de D. João I* [s. l.], Guimarães & Editores, imp. 1973, p. 77.
12 Madalena da Câmara Fialho, *Sobrevivência do Infante D. Henrique*, separata

Oração de Sapiência Proferida na Cerimónia da Abertura Solene do Ano Lectivo do Instituto de Odivelas, em 29 de Outubro de 1960, p. 5.

13 *Ibidem*, p. 78.

14 *Vide* Luís Filipe Thomaz, *op. cit.*, pp. 1-41.

15 *Vide* Gomes Eanes de Zurara, *op. cit.*, pp. 24-25.

16 Oliveira Martins, *op. cit.*, pp. 80-81.

17 João de Barros, cit. *ibidem*, p. 83.

18 Luciano Pereira da Silva, *Obras Completas*, vol. III, Lisboa, Divisão de Publicações e Biblioteca, Agência-Geral das Colónias, 1946, p. 9.

19 Maria Isabel João, *op. cit.*, p. 31.

20 Vejam-se algumas obras como exemplo, tais como: António Francisco Barata, *Homenagem ao Infante D. Henrique no Quingentésimo Aniversario de Seu Nascimento no Porto em 4 de Março de 1394*, Lisboa, Livraria Ferreira, 1894; Vicente de Moura Coutinho de Almeida Eça, *O Infante D. Henrique. A Arte de Navegar dos Portugueses*, 2.ª ed. rev. e aum., Lisboa, Imprensa Nacional, 1894, e Bernardino Vareta, *A Eschola de Sagres e o Projecto do Instituto Naval Infante D. Henrique*, Porto, Typographia do "Comércio do Porto", 1894.

21 António Baião, Hernâni Cidade e Manuel Múrias, dir., *História da Expansão Portuguesa no Mundo*, Lisboa, Editorial Arcádia, 1939, p. 319.

22 Comissão Executiva dos Centenários, *Congresso do Mundo Português*, vol. III, p. 103.

23 *Vide* Duarte Leite, *História dos Descobrimentos. Colectânea de Esparsos*, organização, notas e estudo final de Vitorino Magalhães Godinho, vol. I, p.371.

24 *Vide* Joaquim Bensaúde, *A Cruzada do Infante D. Henrique*, Lisboa, Agência-Geral do Ultramar, 1960; obra incontornável na análise da historiografia produzida sobre o Infante D. Henrique.

25 *Ibidem*, p. 72.

26 Cit. em Maria Isabel João, *op. cit.*, p. 35

27 Jaime Cortesão será sempre considerado um historiador sem paralelo da historiografia portuguesa, pois ora nos parece brilhante, ora nos parece surreal. A sua linha de raciocínio, por vezes, consegue deixar os leitores perplexos com tamanho brilhantismo, ou com tamanha falta de coerência.

28 *Ibidem*, p. 36.

29 *Ibidem*, p. 36.

30 Na sua opinião o "Infante D. Henrique não foi, realmente, um geógrafo, mas tudo mostra que a sua inteligência se abria à curiosidade geográfica; não foi cartógrafo, mas soube compreender e utilizar os merecimentos dos que o eram; não foi um missionário, mas promoveu o proselitismo cristão; não foi um cruzado, mas combateu contra os muçulmanos na conquista de Ceuta e na tentativa da de Tânger; não foi um descobridor, mas estimulou as navegações de descobrimento; não foi um mercador, mas impulsionou a exploração mercantil do ultramar português; não foi um economista, mas soube criar o intercâmbio de produções, tão característico da expansão ultramarina de Portugal. Sem ser enorme em um só aspecto, foi muito grande no conjunto deles." Damião Peres, *História dos Descobrimentos Portugueses*, Porto, Vertente, 1959, pp. 29-30.

31 *Vide* Maria Isabel João, *op. cit.*, p. 55.

32 *Vide* João Paulo Costa, "D. Henrique", *Dicionário de História dos Descobrimentos Portugueses*, direcção de Luís de Albuquerque, vol. I [Lisboa], Círculo de Leitores, 1994, p. 489.

33 *Vide* Luís de Albuquerque, " Escola de Sagres", *idem*, p. 961.

34 Duarte Leite, *op. cit.*, vol. I, p. 185.

35 Citações de Luís de Albuquerque, *Dúvidas e Certezas na História dos Descobrimentos Portugueses*, vol. I, [Lisboa], Círculo de Leitores, 1991, pp. 20-21.

36 *Ibidem*, pp. 21-22.

37 Caiu-se mesmo em grandes exageros, pelo que em 1877 o Marquês de Souza e Holstein, numa conferência que deu na Academia Real das Ciências de Lisboa, afirmou que " não se devia ao Infante propriamente um estabelecimento de ensino em Sagres, mas uma academia científica, entregue a problemas de geografia e navegação, e este parecer começou então a dominar". Duarte Leite, *op. cit.*, vol. I, p. 186.

38 Oliveira Martins, *op. cit.*, p. 91.

39 *Ibidem*, pp. 91-92.

40 *Vide* Luís de Albuquerque, *Dúvidas e Certezas na História dos Descobrimentos Portugueses*, vol. I [Lisboa], Círculo de Leitores, 1991, p. 26.

41 *Ibidem*, p. 27.

42 Francisco Bethencourt e Kirti Chaudhuri, dir., *História da Expansão Portuguesa no Mundo*, vol. 1, Lisboa, Círculo de Leitores, 1997, pp. 72 e segs.

43 Luís de Albuquerque, " Náutica astronómica", *Dicionário de História dos Descobrimentos Portugueses*, direcção de Luís de Albuquerque, vol. I [Lisboa], Círculo de Leitores, 1994, pp. 794-795.

44 Luís de Albuquerque, *Dúvidas e Certezas na História dos Descobrimentos Portugueses*, vol. I [Lisboa], Círculo de Leitores, 1991, p. 18.

45 *Ibidem*, p. 19.

46 *Ibidem*, pp. 26-27.

47 Maria Isabel João, *op. cit.*, p. 42.

48 Comissão Executiva das Comemorações do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique, *Actas do Congresso Internacional de História dos Descobrimentos*, Lisboa, 1960, pp. 127-129.

49 Comissão Executiva das Comemorações do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique, *Comemorações do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique*, vol. IV, Lisboa [s. n.], 1963, p. 92.

50 *Ibidem*, vol. II, p. 43.

51 *Ibidem*, vol. III, pp. 259.

52 Um político de formação jurídica, o que marca desde logo a ligação das comemorações com a política do governo vigente.

53 *Ibidem*, vol. II, pp. 51-52.

54 *Ibidem*, p. 58.

55 *Ibidem*, p. 59.

56 *Ibidem*, p. 65.

57 *Ibidem*, vol. III, p. 73.

58 *Ibidem*, p. 245.

59 *Ibidem*, vol. III, p. 30.

60 *Ibidem*, vol. IV, p. 52.

61 *Ibidem*, p. 69.

62 *Ibidem*, p. 76.

63 *Ibidem*, p. 99.

64 *Ibidem*, p. 237.

65 *Ibidem*, pp. 331-339.

66 Para defini-la recorreu às palavra do "insigne historiador Damião Peres".

67 *Ibidem*, vol. I, pp. 330-331.

68 Cf. Nuno Sampayo, que o vê na solidão de Sagres, a fazer uso das suas qualidades mestras: o espírito de visão e o de razão, que o conduziram ao misticismo e ao mercantilismo. *Ibidem*, vol. IV, pp. 343-344.

69 *Ibidem*, vol. IV, p. 65.

70 Cruz Malpique, *A Escola Náutica do Infante*, separata do *Boletim da Biblioteca Pública Municipal de Matosinhos*, nº 7, Matosinhos, 1960, p. 33.

71 Em 1994, a CNCDP dedicou-se ao Infante de uma forma bastante séria, as efemérides que estiveram inerentes à sua comemoração não foram de certo tão monumentais, mas revelaram-se de grande valor e contributo para a historiografia henriquina, a nível internacional. É preciso saber aproveitar as comemorações para fazer história, para apelar à sua prática de forma séria e não para fazer histórias.

72 *Vide* Vitorino Magalhães Godinho, *Mito Mercadoria, Utopia e Prática de Navegar. Séculos XII-XVIII*, Lisboa, Difel, 1990, p. 26.

73 *Ibidem*, p. 26.

74 Luís de Albuquerque, *A Náutica e a Ciência em Portugal. Notas sobre as Navegações*, Lisboa, Gradiva, 1989, p. 146.

75 *Ibidem*, p. 156.

76 *Ibidem*, p. 143. Idem, *As navegações e a sua projecção na ciência e na cultura*, Lisboa, Gradiva, 1987, p. 135.

Pedro Nunes
Humanismo e Inquisição

Trabalho realizado por:
• *Nuno de Pinho Falcão*

Universidade do Porto
Faculdade de Letras/Departamento de História

Senhoras e senhores:

A compreensão da vida e obra de Pedro Nunes passa pela compreensão da geração a que pertence e pelas problemáticas que esta encerra. Assim, esta comunicação, "Pedro Nunes, Humanismo e Inquisição", procura ser a recolha de algumas notas acerca do humanismo em Portugal e do seu choque com o Tribunal do Santo Ofício e a sua acção de controlo social e intelectual.

Portugal de Avis

A data de nascimento de Pedro Nunes não é um dado polémico na sua relativamente desconhecida biografia. De facto, o próprio refere na sua obra *Opera quae complectuntur* que nasceu no ano de 1502, ao que se sabe em Alcácer do Sal, no mesmo ano em que nasce o Infante D. João, futuro Rei de Portugal, e Damião de Góis, outra importante personagem do humanismo português. Isto no princípio do século XVI, um século promissor para a sociedade portuguesa, que nasce com a Índia e o Brasil e termina com o domínio dos Habsburgos de Espanha sobre Portugal.

Uma imagem desta época nascente é complexa pela multiplicidade de fenómenos sociais que se cruzam entre si, constituindo assim o retrato da sociedade portuguesa quinhentista. Desde 1495 reina em Portugal o Senhor D. Manuel I, que sucede no trono a seu primo e cunhado D. João II e que vem inaugurar uma época que beneficiando das riquezas orientais transforma a imagem que Portugal tinha de si e que transmitia ao mundo, que à época acabava por se resumir à Europa.

Logo em 1496, o ano em que o judeu Abraão Zacuto publica o *Almanach Perpetuum*, uma importante obra para a matemática, o novo soberano, no seguimento de consultas aos Reis Católicos sobre a possibilidade de casar com uma sua filha, decide expulsar dos seus Reinos e senhorios todos os judeus e muçulmanos, à imagem dos sobreditos soberanos, que em 1492 concluem um longo processo de uniformização religiosa com a expulsão final dos judeus dos seus Reinos. Deixa-lhes contudo uma saída, que prefere claramente e que é a sua conversão ao catolicismo, constituindo assim uma vasta classe de cristãos-novos, base de um grupo que até ao advento pombalino será continuamente importunado desde a instalação da Inquisição em Portugal. A expulsão acaba por ser um revés para a cultura e economia portuguesas, que vêem partir um importante sector económico e cultural, sendo que os que ficam estão numa situação precária, já que ainda que a sua conversão possa ser sincera serão sempre vistos com desconfiança pelos cristãos-velhos, que não acreditam na sinceridade das suas conversões.

Precisamente o pai de Pedro Nunes deveria ser um judeu converso, já que este era cristão-novo, e ainda que pela sua alta posição junto da Casa Real nunca tenha sido incomodado pelo Tribunal da Inquisição, dois dos seus netos serão perseguidos por este organismo.

Mas antes que a acção de D. João III, protector de Pedro Nunes, venha a implantar no Reino o Tribunal do Santo Ofício, a primeira metade do século XVI vai assistir a um amplo movimento social e cultural, talvez sem precedentes.

Para começar, é a própria concepção do mundo e dos seus espaços que se altera. Parece então que o mundo se alargou, pois se até ao século XV a visão mais ampla que a sociedade europeia tinha do espaço apenas compreendia a Europa, a Terra Santa, o Próximo Oriente e o Norte de África, eis que iniciado o século XVI o mundo europeu, muito pela acção dos Portugueses, descobre a África, a América, chega à Índia e já em 1517 os Portugueses chegam à China, instalando-se em Macau em meados desse século, abrindo assim novas realidades ao mundo europeu e estabelecendo uma forte corrente comercial que será os primórdios de uma economia mais globalizada.

Por outro lado, a Lisboa chegam muitos vestígios desses outros mundos, sedas, porcelanas, especiarias, marfim, escravos (que se tornaram um elemento presente na sociedade lisboeta de Quinhentos) e até animais exóticos, como elefantes e rinocerontes, que se tornam elementos de curiosidade, levando a que em 1514 D. Manuel I envie um elefante na embaixada de obediência ao papa Leão X. Isto cria em Portugal toda uma noção de riqueza jamais vista, com o soberano, no fundo o líder do movimento das Descobertas e o controlador das riquezas obtidas, a gastar largas somas numa corte luxuosa, em grandes planos de construção e criando um sistema de mecenato a artistas e literatos que virá a beneficiar os humanistas portugueses. Os nobres, na posse de comendas, de postos e cargos na corte, exército ou administração "colonial", gastam também largas somas de dinheiro, a exemplo da Coroa e dos grandes do Reino.

Todo o movimento das Descobertas que desde o primeiro quartel do século XV se tornou em desígnio nacional português teve consequências no seu tecido social. Repare-se, como exemplo, no próprio papel que as mu-

lheres têm na sociedade, pois o movimento dos Descobrimentos tem necessidade de efectivos humanos, quase invariavelmente elementos masculinos, afastando muitos homens do País. Com os homens afastados do lar por largos períodos de tempo, por vezes para sempre, a mulher, plebeia ou nobre, vai assumir um papel muito importante na condução da família, isto quando fica, ou no apoio à actividade do marido, isto quando parte com este. Surgem-nos também mulheres solteiras que embarcam para fora do espaço do reino, para casar, como as órfãs de el-rei, ou para levar uma vida aventurosa, caso de mulheres como Iria Pereira, a marquesa Isabel de Aguiar, as mulheres que bravamente ajudaram à defesa de Diu nos dois cercos, de 1538 e de 1546, ou Lucrécia Borges de Fialho, digna governadora da Índia portuguesa, por ser casada com Jorge Cabral, 11º governador da Índia. Porém, o papel jurídico da mulher não se altera, continuando subjugada totalmente aos elementos masculinos da família, pai, irmãos ou marido.

Por outro lado, surge-nos com o casal uma situação de alçada judicial da Igreja. Trata-se dos casos de bigamia, de mulheres que, tendo esperado por notícias do marido ausente e não as tendo obtido, ou obtendo-as falsas declarando a sua morte, vão contrair novo matrimónio, e acontecendo aparecer o seu primeiro marido gera-se uma situação que é punida por ser a quebra de um sacramento da Igreja.

Mas esta época que se situa entre os reinados de D. João II e de D. João III (ainda que pudéssemos antecipar um pouco a baliza cronológica) vai tornar Portugal visível no quadro europeu. Descobertas marítimas, riquezas, monumentos, centralismo régio e o aparecimento de uma corte expressiva, cultura rica e em franco desenvolvimento, tudo isto parece se conjugar, interligar e criar relações de dependência e interdependência entre si. Tudo isto tornou o Portugal de Avis uma época de desenvolvimento e cultura, de esperança e coragem únicas na História portuguesa.

Por algum motivo até ao presente há intelectuais que vêem esta época como um tempo dourado que se perdeu e que constituiu o ponto alto de Portugal. Veja-se Fernando Pessoa que, na *Mensagem*, usa esta época e as suas figuras para apresentar o seu ideal de um Portugal futuro grande pela cultura e pela liderança espiritual da humanidade. Chora-se o Portugal de Avis como em Castela se chora a Espanha dos Habsburgos.

O Humanismo renascentista

O humanismo é uma corrente intelectual que acompanha o vasto movimento cultural e intelectual que foi o Renascimento, estando-lhe intimamente ligado. Surge em Itália logo no século XIV, com, entre outros, Petrarca, um dos precursores do movimento humanista, espalhando-se no século seguinte por toda a Europa, incluindo Portugal, aonde terá chegado em meados desse século, e não só em 1537, com a transferência da Universidade para Coimbra, como foi advogado durante muito tempo.

Caracteriza-se este movimento basicamente por fazer ressuscitar a cultura greco-latina, ao mesmo tempo que estabelece uma separação, no campo da reflexão, entre o humano e o divino, em que os homens começam a tentar entender a natureza humana.

Numa primeira fase, o humanismo centra-se no "humanismo cívico", em que os humanistas estudam os clássicos para se formarem como cidadãos interventivos na vida pública do seu Estado. É o tempo de glória de Cícero, advogado, orador e político romano, cuja forma de ver a política e a vida do cidadão vai marcar esta primeira fase do humanismo. Numa segunda fase, surgem os *studia humanitatis,* em que o estudo dos clássicos se autonomiza e se torna um fim em si mesmo, pelo entendimento do acto da procura do saber sem outro fim que não fosse o de formar um homem culto.

Para o humanismo, e como o próprio vocábulo parece indicar, o centro das suas reflexões torna-se o ser humano, depois de uma Idade Média em que as preocupações intelectuais se viravam para a preservação do saber e a constituição de toda uma escolástica de cariz religioso, em que o centro do pensamento é quase sempre (exceptuando alguns casos de dedicação a outras problemáticas) Deus, a fé e a religião. Eis o mundo ocidental a transformar-se, iniciando uma corrente de pensamento que deixa de ver a problemática divina como o centro do pensamento intelectual e que vê lentamente o saber deixar de ser monopólio dos religiosos.

Novas formas de pensamento vão ser motivadoras de diversas alterações na sociedade, levando à constituição da Idade Moderna.

Na política vemos os soberanos europeus a desenvolver processos de centralização do poder nas suas mãos, retirando poderes e influência às tradicionais elites aristocráticas, ainda que estas se mantenham até ao século XIX como a principal força social na Europa, pois a sociedade poucas alterações sofre até ao advento dos liberalismos, quando, face à industrialização e ao aparecimento de uma sociedade de consumo em larga escala, a alta burguesia, com elevado poder de capital, assume a liderança da sociedade e acaba por forçar alterações no tecido social.

Grandes alterações e sobressaltos vai viver a Igreja Católica com as reformas protestantes, que, motivadas pelas atitudes indignas de algum clero, pela vontade de se livrar da esposa incómoda ou por simples questões de política, levam reis, príncipes, burgueses e plebeus, clérigos ou leigos, a constituírem fortes movimentos sociais, que se separam da Igreja de Roma, constituindo novos movimentos religiosos. A reforma protestante leva a uma reforma católica, com o seu ponto máximo no Concílio de Trento, onde se desenvolve toda uma mentalidade religiosa que vai marcar o catolicismo até ao século XX e da qual se encontram ainda hoje vestígios, a despeito do Concílio do Vaticano II.

A Europa deixou de estar virada para si mesma e parte à descoberta e conquista do resto do mundo, o que faz que

a influência deste pequeno continente esteja hoje dispersa um pouco por todo o planeta. Por poder, dinheiro, conhecimento ou para salvar almas, eis que o mundo cresce e ganha uma diversidade antes desconhecida, sem dúvida enriquecedora, e isto tendo em conta que os Europeus desde o fim do Império Romano pouco procuravam conhecer para além das fronteiras europeias e da Terra Santa.

O mundo europeu volta-se para o seu passado e daí encontra o caminho para o seu futuro. Esta é uma época em que a Roma pagã e a sua preceptora intelectual, a igualmente pagã Grécia, vão se encontrar com uma Europa cristã, que ainda assim percebe que esses pagãos lhes legaram uma valiosa herança cultural, que homens como Santo Agostinho tentaram demostrar não ser incompatível com o cristianismo.

Humanistas, espiritualmente herdeiros dos grandes teóricos pré-cristãos, dedicam-se a traduzir, comentar, publicar e divulgar toda a rede de pensamento clássica, sobretudo a de cariz humanista. O homem humanista, tal como antes dele os clássicos, dedica-se a analisar algumas grandes questões acerca da realidade do humano, questões como a liberdade do indivíduo na procura do saber (que antes estava algo vedada pela Igreja medieval, defensora de um conhecimento mais escolástico, de cariz teórico), a cidadania e a responsabilidade do indivíduo. Esta época marca também o início da expansão do conhecimento científico, que procura explicações para os mais diversos fenómenos, algo levado a cabo por homens como Leonardo Da Vinci e Nicolau Copérnico, para citar dois nomes célebres.

O humanismo, que acaba por se tornar contemporâneo das grandes reformas religiosas, vai tomar uma certa forma de libertação em relação ao ortodoxo pensamento religioso, pois antes desta corrente poucos eram os que apresentavam ideias que fugissem à tradicional lição da religião (até porque ensino e saber estavam nas mãos da Igreja e eram praticados quase exclusivamente para clérigos), apesar de não representar um corte com Deus ou com o cristianismo, pois os humanistas podiam não concordar com a doutrina da Igreja de Roma, mas continuavam a acreditar em Deus e em Cristo.

Resumindo um pouco tudo o dito acerca do humanismo, conclui-se que este movimento intelectual apresenta-se como a oposição à filosofia escolástica medieval, de elevado pendor religioso e que procurava conciliar toda a questão dogmática cristã com as filosofias clássicas, como as de Aristóteles e de Platão, ainda que para tal procedessem a uma sua reinterpretação para conciliar fé e razão.

Os humanistas vão fazer ressuscitar o mundo greco-romano, onde buscam inspiração e saber (este foi o grande período de desenvolvimento cultural e intelectual da Europa, constituindo a matriz para todo o Renascimento), ao mesmo tempo que procuram fazer evidenciar o valor e a dignidade do espírito humano, incitando ao uso da razão e do espírito crítico, advogando a sua supremacia sobre os dogmas, religiosos ou outros.

Com o humanismo, vemos a vitória da sede humana de conhecimento sobre a fé tradicional, que não questionava, apenas acreditava cegamente, levando o Ocidente a uma estagnação intelectual e os crentes aos limites da superstição.

Humanismo em Portugal

Durante muitos anos a historiografia punha o aparecimento do humanismo em Portugal na década de 30 do século XVI, mais propriamente com a mudança da Universidade de Lisboa para Coimbra, o que se deu em 1537, mas esta percepção alterou-se fazendo recuar o início do humanismo português do reinado de D. João III para a década de 80 do século XV, durante o reinado de D. João II. Isto porque se sabe que nesta época havia já em Portugal alguns mestres humanistas italianos emigrados. Falemos de Cataldo Parisi Siculo, ou então Cataldus Parisius Siculus de seu nome humanístico. Foi um humanista italiano, que segundo se sabe hoje se doutorou em Ferrara, cidade italiana com grande força cultural durante o humanismo. Cataldo chega a Portugal em 1485 para ensinar D. Jorge de Lencastre, filho bastardo de D. João II e, como tal, uma importante figura na corte portuguesa, considerando-se que esta vinda marca o inicio do humanismo em Portugal. Contudo, segundo alguns autores, esta data é apenas, e fundamentalmente, um separador temporal, de forma a facilitar o trabalho dos historiadores, pois já antes desta data, em 1481, um clérigo português, D. Garcia de Meneses, bispo de Évora, proferiu perante o papa Pio IV e o colégio dos cardeais um discurso que é considerado por Américo da Costa Ramalho como "uma das produções mais brilhantes do humanismo em Portugal". D. Garcia teve a particularidade de ter estudado em Itália, na Universidade de Perúsia, o que certamente contribuiu para a sua formação humanista.

Mas seria de Cataldo que viria sem dúvida a primeira grande influência humanista no nosso reino. Este emigrado foi, além de mestre do bastardo real, secretário de seu pai, D. João II, e do sucessor deste, D. Manuel I. De sua autoria podem-se contar discursos, poemas e cartas particulares que foram publicadas logo no primeiro quartel do século XVI. Isto leva-nos de imediato a pensar que grande deve ter sido o contributo deste homem para a difusão do humanismo em Portugal, já que alta era a sua posição na hierarquia da corte (pela sua proximidade aos soberanos) e porque não só as suas cartas, de inspiração humanista (o que é compreensível), foram publicadas, como os seus discursos eram realizados em momentos importantes da vida cortesã portuguesa, como o discurso proferido em 28 de Novembro de 1490, aquando da entrada solene em Évora da princesa Isabel, filha dos Reis Católicos e noiva do príncipe real D. Afonso.

Mas ainda antes de Cataldo, no reinado anterior ao da sua vinda, esteve em Portugal um outro mestre humanista italiano, Mateus de Pisano, que terá também deixado uma obra em prosa, escrita em 1460, e de inspiração humanista,

ainda que a sua real influência seja desconhecida, parecendo contudo pouca.

Assim começa-se a desenhar o início do humanismo português, derivado de duas correntes migratórias, a dos portugueses que em Itália contactaram com o humanismo e o assimilaram, e a dos italianos que do seu país natal vieram a Portugal e que estando ligados ao humanismo vão divulgá-lo entre nós. Importante esta corrente Portugal-Itália, e sem dúvida imprescindível, já que a Península Itálica, berço da velha Roma, é também a pátria do seu renascer cultural e intelectual, com o Renascimento e o humanismo.

A influência de Cataldo foi, como dissemos, importante para o humanismo português na sua fase de arranque, pois ele forma toda uma geração de humanistas, onde se podem integrar homens como o bastardo real e duque de Coimbra D. Jorge de Lencastre, o conde de Alcoutim D. Pedro de Meneses, ou Henrique Caiado, que depois de ter sido seu discípulo foi para Itália, onde se deu com grandes humanistas deste país e com membros das suas elites, deixando-nos nas suas obras uma lista do que seria o círculo de humanistas portugueses no Reino ou em Itália. De salientar, além dos acima descritos, Diogo Pacheco, doutor em Direito que viria a ser orador nas embaixadas de obediência aos papas Júlio II e Leão X, em 1505 e 1514, João Rodrigues de Sá Meneses, um nobre cultivado, como a ele se referia Cataldo, ou o amigo deste último D. Fernando Coutinho, bispo de Lamego e de Silves, com quem mantêm uma importante corrente epistolar, ou ainda homens como Rui de Pina, cronista-mor do Reino; Garcia de Resende ou o Doutor Martim de Figueiredo, este último uma figura grada que estudou em Itália e de quem adiante falaremos.

Todo este círculo de humanistas acaba por de uma maneira ou outra interagir com Cataldo, sendo por ele influenciado, como aliás o próprio lembra na sua obra *Querimonia*, um poema escrito entre 1495 e 1499, onde se queixa a D. João Manoel, camareiro-mor do rei D. Manuel I, do esquecimento a que fora votado aquando da morte de D. João II, altura em que deixara o serviço do Senhor Duque de Coimbra, afirmando Cataldo nesta sua obra que veio trazer ao reino de Portugal a cultura humanista, dizendo que se esforça por "repelir a inata barbárie" da sociedade portuguesa. Nestes poemas amargos escritos por um homem esquecido e a quem não pagavam já os salários, podemos ver que este se considerava de facto o pai do humanismo português, como parece aliás evidente na carta que escreve a D. Diogo de Noronha, tio de D. Pedro, já mencionado, onde se queixa da afronta que lhe teria feito o irmão D. António de Noronha, mais tarde conde de Linhares, que elogiara na presença do Rei D. Manuel um poeta francês de passagem pela corte portuguesa, e isto desprezando Cataldo, que considera o poeta estrangeiro como indigno de louvores.

Esta geração é aquela que surge em 1516 (um ano antes da morte de Cataldo) no cancioneiro de Garcia de Resende, é o mundo dos aristocratas cultos, dos clérigos emigrados e dos círculos da Corte, que o Cataldo Parisi Siculo tão bem soube trabalhar e desenvolver para a cultura humanista que integrou na alta sociedade portuguesa

Mas a suceder a esta geração veio uma outra de grandes humanistas portugueses, que farão sentir a sua influência durante o reinado de D. João III, nos quais se inclui o próprio Pedro Nunes, que nasce no mesmo ano do soberano, como já dissemos.

Esta geração, que vai marcar o humanismo português até ao final da dinastia de Avis, tem a particularidade de acompanhar já fenómenos sociais que a anterior não vivera. Logo em 1517 Martinho Lutero publica as suas teses, tomando uma posição que levará ao seu total afastamento do catolicismo em 1521. A Europa divide-se em católica na zona mediterrânica e em protestante (nas suas diversas facções) no Norte da Europa, isto obviamente a *grosso modo*. Esta crise religiosa da reforma protestante leva também a uma alteração do pensamento e até a uma radicalização do discurso.

D. João III, filho de D. Manuel I e da rainha D. Maria, sobe ao trono em 1521 e, no seguimento da atitude mecenática de seu pai, vai continuar a apoiar artistas e intelectuais, ainda que tenha herdado um reino com indícios de crise económica (gastara-se mais do que se podia) e o novo soberano seja pouco generoso nos gastos económicos, ao ponto de não permitir que sua irmã, a Senhora Infanta D. Maria, se case para não ter de pagar o dote, avultadíssimo, que era seu de direito.

O Humanismo desenvolve-se então, como antes, entre dois pólos principais, a Corte e a Universidade, que muitas vezes têm relações entre si. Assim se compreende a oração de sapiência proferida pelo conde de Alcoutim, D. Pedro, em 1504 na abertura da Universidade, quando contava apenas dezassete anos de idade, sendo que D. Pedro não era aluno da Universidade, menos ainda mestre, a quem competiria proferir tal oração. Outros humanistas mantiveram relações com a Corte e a Universidade, como é o caso de Martim de Figueiredo, que estudou durante anos em Itália e que, regressado, não só foi desembargador do paço como leccionou na Universidade em Lisboa.

Muitos foram os humanistas que leccionaram na Universidade, como o próprio Pedro Nunes, doutor em Medicina e catedrático em Matemáticas; André de Resende (tio do humanista homónimo André de Resende Falcão); os mestres do Colégio das Artes, vítimas mais tarde do Santo Ofício. Surgem-nos também, mais nos círculos da Corte, humanistas dedicados à poesia, fidalgos como Luís de Camões, o homem celebrado hoje como o génio da poesia portuguesa do século XVI.

Reis e intelectuais

Como vimos, muitos humanistas gravitam em torno da corte do soberano, exercendo junto da Coroa algum cargo, ou aí se encontrando simplesmente pela sua origem nobiliárquica. Diversos são os exemplos, como o de Cataldo,

que além de mestre do Duque de Coimbra foi secretário de latinidade dos Reis D. João II e D. Manuel I, ou de Martim de Figueiredo, que foi desembargador do Paço, de Luís de Camões ou do nosso ilustre matemático Pedro Nunes, para mencionar apenas alguns nomes. Sobre este último me debruço. Pedro Nunes é o exemplo de como alguém, abstraindo da sua origem judaica, pode pelo seu valor ser reconhecido na sociedade portuguesa do século XVI, chegando a ocupar cargos de grande relevo.

Em 1529, e depois de ter estudado em Salamanca, assume o cargo de cosmógrafo do Reino, ao mesmo tempo que era indicado para leccionar algumas cadeiras na Universidade, então ainda na capital. Em 1531, com 29 anos, é convidado pelo rei para dar aulas aos seus irmãos, os infantes D. Luís (pai do prior do Crato) e D. Henrique (futuro cardeal rei), aulas a que assistiam outros membros da Corte. No ano seguinte, Pedro Nunes torna-se licenciado em Medicina pela universidade, onde já lecciona, e em 1544 torna-se catedrático de Matemática na universidade, agora já em Coimbra. Em 1547, torna-se o primeiro cosmógrafo-mor do Reino, cargo que manteria até à morte, assumindo uma importante função junto da Corte, que à época se confunde com as estruturas de governo. Depois disto ainda foi professor do rei D. Sebastião, tendo falecido respeitado por muitos, e certamente invejado por alguns, quando contava 76 anos, a 11 de Agosto de 1578, ao que parece uma semana depois do desastre de Alcácer-Quibir, onde chega ao fim uma época. D. Sebastião morre nas areias africanas com a fina flor da nossa nobreza e, com a morte do cardeal rei, toda a legitimidade genealógica, D. Filipe II, rei de Espanha, torna-se o soberano de Portugal e dos seus vastos domínios. Mas também culturalmente algo se altera, eis que o humanismo renascentista torna-se pela Europa uma recordação do passado. Os humanistas portugueses começam a desaparecer. Camões terá morrido em 1580, dois anos depois do Dr. Pedro Nunes, e Damião de Góis já desaparecera em 1574.

Inquisição – génese

Parece-me difícil falarmos da cultura portuguesa do século XVI e não reflectirmos um pouco sobre um dos grandes entraves à actividade intelectual em todas as épocas em que funcionou. Falo evidentemente do Tribunal do Santo Ofício, a Inquisição.

A 20 de Abril de 1233, Gregório IX, pela bula *Licet ad Capiendos*, torna oficial e geral a prática das autoridades religiosas e civis de punirem os crimes contra a fé, como aliás já antes fora decidido no Concílio de Latrão de 1179 e ordenado pela bula *Ad Abolendaum*, onde Lúcio III ordena aos bispos que mantenham um inquisidor na sua diocese. Gregório IX coloca a Inquisição nas mãos dos Dominicanos, que se tornam os "polícias da fé", deles saindo homens como o famoso Bernardo Gui, bispo de Lodève, que escreveu o primeiro tratado destinado a inquisidores. Em 1252 Inocêncio IV, na bula *Ad Extirpenda*, institucionaliza definitivamente a Inquisição e permite o uso de tortura, sendo que a partir daqui o tribunal religioso torna-se um instrumento de poder temido que castiga aqueles que abandonam a ortodoxia da Igreja.

Depois de nos séculos XIII e XIV ter tido grande actividade na luta contra hereges como os cátaros, os valdenses, os hussitas ou outros que levassem muito a sério o seu confronto em relação à Igreja estabelecida, a chama inquisitorial foi-se apagando aos poucos até quase desaparecer em meados do século XV.

Mas a 1 de Novembro de 1478 Sisto IV assina a bula *Exigit sincerae devotionis affectus* que funda o Tribunal da Inquisição nos domínios dos Reis Católicos, a pedido destes, que argumentavam que nos seus Reinos existiam numerosos convertidos (judeus e muçulmanos) que não respeitavam os preceitos do catolicismo e mantinham as práticas religiosas ancestrais, defendendo os soberanos que o laxismo e a degradação moral chegavam mesmo aos prelados, que não puniam como deviam estes casos.

Sisto IV concede à Coroa o poder de nomear três clérigos como inquisidores para as dioceses e principais cidades, algo de inédito, pois até então competia à Igreja a nomeação de inquisidores. Assim se inicia o período moderno de acção inquisitorial, ao mesmo tempo que assistimos ao facto de um tribunal religioso até então sob a alçada directa da Santa Sé se tornar um elemento de poder político civil. Numa Espanha que ainda não o era, onde se pretendia unir os diversos Reinos na Espanha que hoje conhecemos, e numa época em que a identidade nacional se confundia com a identidade da Coroa e quando os soberanos tinham na Igreja um dos seus grandes suportes, e vice-versa, é natural que um tribunal como a Inquisição se torne um elemento político, acabando por ter uma função de controlador da vida pública e até de uniformização dos tecidos sociais, eliminando aquilo que era diferente ou contestava os padrões definidos pelo poder. Eis o centralismo político da época moderna em todo o seu esplendor.

A Inquisição portuguesa

Em Portugal, a instituição do Santo Ofício é bem mais tardia que em Espanha, sendo o culminar de um processo iniciado em 1496, quando D. Manuel I publica o édito de expulsão de judeus e muçulmanos do Reino, um dos passos para o seu casamento com a Infanta D. Isabel, a filha dos Reis Católicos e herdeira dos seus tronos.

Em 1515, o rei inicia conversações com a Santa Sé para instalar a Inquisição em Portugal, mas só em 1531, já no reinado de seu filho D. João III, se obtêm os primeiros resultados com a primeira fundação precária, com o bispo de Ceuta, D. Diogo da Silva, a ser nomeado inquisidor-geral.

A 23 de Maio de 1536 é emitida a bula *Cum ad nihil magis*, onde Paulo III vem criar em definitivo o tribunal português e nomeia três inquisidores-gerais, os bispos de

Ceuta, Coimbra e Lamego, permitindo ao Rei nomear um quarto de entre os clérigos mais letrados.

O fim do processo de fundação da Inquisição portuguesa vem quando, em 1547, a bula *Meditatio cordis* termina o corpo jurídico do tribunal, reconhecendo-lhe a jurisdição privativa (que o torna independente dos tribunais do cível e dos religiosos do ordinário) e permitindo-lhes o uso do processo sigiloso, contra o qual protestam veementemente os agentes dos cristãos-novos junto da Santa Sé.

A Inquisição e os humanistas

Sendo a censura da vida intelectual e o controlo dos intelectuais uma das funções do Santo Ofício, o choque entre alguns pensadores que fugiam à ortodoxia religiosa e a Inquisição era previsível.

Dois casos são de mencionar pelo carácter que assumiram, e que exemplificam uma vontade de alguns poderes de remeter a actividade intelectual dentro de limites aceitáveis. De notar que estes choques não são muito usuais, pois grande parte dos intelectuais humanistas portugueses estão ligados às elites e raras são as confrontações sérias aos poderes instituídos.

O primeiro caso é o dos professores do Colégio das Artes, em Coimbra. Fundado em 1548 por acção do humanista André de Gouveia e com o apoio e empenho de D. João III, este colégio assumiu-se na nova Universidade, que desde 1537 estava em Coimbra como um importante centro humanista, muito graças à presença de professores nacionais e estrangeiros de nomeada. Contudo, estes docentes vinham do estrangeiro, onde certamente tinham contactado com toda a questão religiosa que pela aquela altura animava a Europa, havendo mesmo alguns que não escondiam as suas simpatias pelas novas correntes religiosas surgidas a partir de toda a questão das indulgências.

Assim, desde a sua integração no colégio, estes docentes eram contestados por uma ala de ultracatólicos onde se deve mencionar Diogo de Gouveia, tio de André que criticava abertamente as escolhas e ideais do sobrinho, vendo nalguns docentes propagadores das heresias protestantes. Em 1550, quatro professores desta casa são presos pela Inquisição de Coimbra, acusados de não acreditarem em dogmas da Igreja e de professarem ideias pró-protestantes. São eles o escocês George Buchanan e os portugueses Diogo de Teive, Marcial de Gouveia e João da Costa.

O seu processo foi extraordinariamente rápido, demorando menos de um ano, e a sentença leve, devendo-se isto provavelmente ao facto de todos estarem ligados aos círculos intelectuais e universitários europeus. Tendo assumido parte das culpas que lhes eram imputadas e tendo abjurado perante os inquisidores das suas culpas, foram enviados para conventos onde pudessem cumprir as penitências que lhes eram impostas. Daqui veio Buchanan a fugir para a sua terra natal, onde veio a assumir-se como protestante, tendo os outros retomado as suas vidas sem outros grandes incómodos, sendo que Diogo de Teive assumiu o cargo de reitor do Colégio das Artes, no exercício do qual veio a entregar a sua condução aos jesuítas. Curioso destino que teve este Colégio das Artes e o seu edifício, pois fundado sob os desígnios de uma escola humanista de excelência, tendo como docentes professores extremamente progressistas, em 1555 e por ordem do soberano que o criara, é entregue aos cuidados da Companhia de Jesus, cujos membros se apresentam como campeões da ortodoxia católica e um dos grandes pilares de sustentação do papado. Contudo, para tornar o destino desta escola ainda mais surrealista, o seu edifício depois de colégio jesuíta viria ainda a ser a sede da Inquisição de Coimbra. Triste fim para uma casa que começou por ser um lar do humanismo.

O outro caso de confrontação Inquisição-humanistas é o do processo de Damião de Góis, fidalgo da pequena nobreza da Corte e importante figura do nosso humanismo, que fez uma parte do seu percurso fora do Reino, tendo a oportunidade de conhecer uma grande parte da Europa e contactar com grandes nomes do humanismo e da Reforma. De mencionar soberanos como Carlos V, que por serviços prestados lhe concede armas diferenciadas a si e seus descendentes, ou homens de religião, católicos como Santo Inácio de Loyola, ou protestantes como Lutero, para não falar das grandes mentes humanistas como a de Erasmo de Roterdão, de quem Góis foi discípulo e amigo.

Em 1523 (aos 21 anos), Góis é nomeado secretário da feitoria de Antuérpia, ponto de importantes transacções comerciais entre Portugal e a Flandres, a primeira detentora da grande riqueza comercial que representavam os bens vindos de África e da Ásia, a segunda um fortíssimo centro comercial, económico e cultural da Europa de então, onde pontificava uma burguesia próspera, activa e empreendedora. Aí trabalhou com os feitores João Brandão e Rui Fernandes de Almada e ocupou o cargo ininterruptamente até 1529. Depois disto, Damião de Góis assume algumas missões diplomáticas ao serviço de D. João III em 1529 e 1531, que o levaram a Inglaterra, Polónia e Dinamarca. Em 1533, o Rei nomeia-o tesoureiro da Casa da Índia, cargo que não ocupa por muito tempo, voltando no ano seguinte a viajar pela Europa, agora a título particular, aproveitando para escrever e publicar as suas obras, ao mesmo tempo que convive com os grandes nomes do humanismo europeu do século XVI.

Em 1545 regressa a Portugal, onde vem assumir o lugar de mestre do príncipe real D. João e posteriormente, em 1548, o de guarda-mor da Torre do Tombo, cargo à frente do qual se mantém até ser processado pela Inquisição em 1571.

O seu processo na Inquisição tem a sua mais remota origem numa denúncia que em 1545 Simão Rodrigues, provincial da Companhia de Jesus, fazia perante a Inquisição de Évora acusando-o de ser adepto de Lutero, personagem que Góis conheceu em 1531, numa viajem que fez, e com quem terá comido, bebido e permanecido durante dois dias em Wittenberg, mantendo posteriormente corrente epistolar. Por outro lado, era acusado de não

cumprir os preceitos exigidos a um católico, como ir à missa, confessar-se e jejuar, além de recusar o papel do papado e as indulgências por este concedidas. Esta denúncia não originou consequências à época, pois Damião de Góis não só tinha o apoio do rei, que nele confiava implicitamente, como podemos ver pelos cargos que lhe oferece, como era amigo do cardeal infante D. Henrique, inquisidor-mor do Reino.

Mas em 1571 a situação interna do Reino havia-se alterado. D. João III morre em 1557, sucedendo-lhe o neto D. Sebastião, de três anos, ocupando a regência, primeiro a rainha viúva, D. Catarina de Áustria, e mais tarde o cardeal infante. Em 1568 o rei assume o trono, iniciando nova época na governação. A influência do cardeal e da rainha viúva desce à medida que o rei se apoia nos seus conselheiros. Por outro lado, a publicação da *Crónica do Rei D. Manuel I* em 1566-1567, obra de Góis, provocou algumas reservas pelas críticas feitas na obra. Assim, sem o apoio da Coroa, Damião de Góis torna-se um alvo para a Inquisição, que aproveita para lhe levantar o processo que não pudera quase trinta anos antes.

É preso a 4 de Abril e permanecerá nos cárceres durante cerca de vinte meses. Nesse período irá ser julgado pelas acusações feitas em 1545 e renovadas em 1550.

Damião de Góis vai confessar-se culpado argumentando que as acusações eram resultado da sua insensatez de jovem e que posteriormente pelo contacto com "homens doutos e catholicos" havia-se tornado um homem religioso e praticante. É condenado a abjurar *de forma* junto da mesa do Santo Ofício, a confisco de bens e a cárcere perpétuo em local a designar pelo Infante D. Henrique, que o envia para o Mosteiro da Batalha, aonde chega em Dezembro de 1572. Faleceu em Alenquer, localidade de onde era originário, a 30 de Janeiro de 1574.

Muito mais se poderia dizer acerca do seu processo já estudado, mas o mais importante a reter é que este acontece numa época em que Portugal entra já em crise, cultural, mas também económica e a breve prazo política. A Inquisição começa a controlar a vida intelectual do País, estabelecendo um padrão aceitável que vai de um modo ou de outro ajudar a uma estagnação cultural que se manterá por muito tempo.

Judeus e cristãos-novos em Portugal

Falar de Inquisição leva-nos inevitavelmente a falar da comunidade judaica e da sua sucessora, a comunidade de cristãos-novos, a mais célebre vítima do Santo Ofício.

A existência de judeus no território português é bastante anterior à própria nacionalidade. A convivência com as comunidades cristãs nem sempre foi fácil, mas apesar disso os judeus foram mantendo as suas actividades, ainda que as leis os obrigassem a usar símbolos distintivos humilhantes e a viver separados em judiarias.

Durante a primeira dinastia, os judeus portugueses vão manter o seu *modus vivendi* tradicional, tendo contudo fortes ligações com os cristãos, e os membros da elite judaica vão até ter contactos privilegiados com a Coroa, que lhes concede alguns benefícios, pelo menos, nos reinados de D. Afonso III e de seu filho D. Dinis.

Diversas são as notícias que demonstram a má vontade da população portuguesa em relação a esta comunidade, muito pelo facto de estes constituírem um grupo à parte em relação ao panorama nacional, um pouco como ainda hoje assistimos para com outras comunidades cuja a identidade enquanto tal seja *diferente*. Contudo, a questão da perseguição à comunidade judaica e de cristãos-novos não passa só do simples ódio popular muitas vezes exacerbado pelas prédicas inflamadas de alguns clérigos mais intolerantes. A preponderância económica, científica e até cultural que esta comunidade muitas vezes assumiu congregava contra ela ódios de pessoas, algumas até poderosas, que não viam com bons olhos o seu poder financeiro ou o facto de numa sociedade pouco letrada muitos judeus saberem ler e escrever e se dedicarem a ocupações como a medicina, o comércio e as finanças ou até a usura.

Ao longo da Idade Média, vários foram os soberanos europeus que tomaram medidas contra os judeus e os expulsaram dos seus reinos, normalmente por questão de fé, mas quando somos levados a perceber a questão portuguesa e castelhana (enquanto antecedente da portuguesa) notamos de imediato uma dimensão diferente na questão.

A fundação da Inquisição espanhola tinha como missão primordial manter sob vigilância os convertidos à fé cristã. Porquê? Nesta nova época em que os reis procuravam reunir nas suas mãos o controlo do Estado e a ele procuravam unir os súbditos por meio de uma complexa teia de dependências e fidelidades, era absolutamente necessário que todos aqueles que de um modo ou outro pudessem estar desligados dessa rede fossem por ela apanhados e anexados. Num reino católico, em que a Igreja era um dos pilares do trono e vice-versa, era necessário fazer desaparecer todo e qualquer obstáculo ideológico a este binómio trono-altar. Tornar mouriscos e judeus em católicos de um modo forçado implicava que o Estado mantivesse um controlo sobre estas comunidades para que não fossem de algum modo abandonar a fé do Estado e por inerência a principal ligação que tinham aos poderes instituídos.

A fé dos crentes, exacerbada pela pregação inflamada dos religiosos da Reforma e pela extasiante imaginária da arte barroca, canalizava as mais profundas emoções do ser humano para uma fidelidade extrema à Igreja e à Coroa. Trata-se de uma forma de centralização política, colocando no centro de tudo rei e Deus, Igreja e trono. Seria de esperar na actualidade, em que a democracia e a liberdade deviam fazer triunfar a razão e a consciência do indivíduo, que este tipo de artifícios fosse ultrapassado; contudo, é apenas necessário olharmos à nossa volta para encontrarmos exemplos actuais, ainda que mais subtis e refinados, de tentativas

de controlar a sociedade por meio das emoções mais básicas, como a fé e o patriotismo, mesmo que de forma irracional.

Considerando o Tribunal da Inquisição como acima de tudo um tribunal de Estado e não preponderantemente um tribunal de fé, ainda que vestisse estas roupagens, compreende-se que a perseguição aos judeus não deriva somente de uma psicologia de base caldeada ao longo dos séculos pela religião que apresentava o povo eleito como o carrasco de Cristo, mas também pela convicção do estadista moderno de que o judeu podia ser, enquanto professante de uma religião que não a do Estado, um perigo à coesão da nação.

A Inquisição situa-se numa mal definida fronteira entre o que são os assuntos do Estado e o que é o controlo da fé. Parece-nos, contudo, que a forma como julgamos este tribunal, numa época em que a separação entre Igreja e Estado é uma realidade presente, é errada pelo simples facto de fazermos a maior parte dos julgamentos baseados em questões emocionais e morais, mormente pouco científicas.

Com a conversão forçada de judeus, o Reino fica com uma importante comunidade de cristãos-novos (calcula-se em algumas dezenas de milhares). A forma que assumiu a sua conversão ao catolicismo torna-os alvos de suspeitas, muitas vezes fundadas, de apóstatas e por inerência vítimas da actividade de uma instituição como a Inquisição, que, direccionando toda a sua actividade para o controlo de toda e qualquer forma de heresia, vai na realidade centrar grande parte da sua actividade na perseguição e punição dos judaizantes, numa prática constante que se vai manter até ao século XVIII, mais de 200 anos depois da expulsão e conversão dos judeus portugueses.

A sua actividade, passa todas as barreiras sociais, prende-se não só plebeus, mas também nobres e clérigos, no fundo todos aqueles que de um modo ou de outro fossem contra este poder instituído.

Para terminar, faço referência a dois processos inquisitoriais a meios cristãos-novos, aqueles que foram levantados aos netos de Pedro Nunes. Matias Pereira de Sampayo e Pedro Nunes Pereira eram filhos de Isabel da Cunha, filha de Pedro Nunes e de sua mulher, Guiomar de Areas, e do fidalgo João Pereira de Sampayo. Ambos foram presos pela Inquisição em 1623, o primeiro no tribunal de Coimbra e o segundo no de Lisboa. Os processos vão-se arrastar até 1631 e 1632, respectivamente, e vão tendo desenvolvimentos paralelos tendo por base supostas actividades judaizantes por parte dos réus, que, apesar de serem fidalgos por parte de seu pai e apesar da importância que seu avô tivera na Corte, têm sangue "contaminado" e como tal são vítimas da lúgubre suspeita do Santo Ofício. Do processo de Matias Pereira que tivemos a oportunidade de consultar no Arquivo Nacional da Torre do Tombo vemos que ele e seu irmão, com e por influência de sua mãe, entretanto falecida, teriam alegadamente judaizado, como comprovam os testemunhos que também vêm demonstrar a origem judaica de Isabel, e isto apesar do último judeu da família ter sido o pai de Pedro Nunes, que se convertera ainda antes de este ter nascido, aquando do decreto de D. Manuel I. O processo é longo, mas apesar de tudo ambos conseguem sair vivos dos cárceres da Inquisição, talvez por causa da importância da família a que pertenciam, e isto depois de terem feito abjurações veementes das suas "heresias", sorte que muitos outros cristãos-novos não tiveram perecendo nos cárceres ou em autos-de-fé, no fundo mais um dos espectáculos deste órgão político centralizador na sua tentativa de controlo mental e emocional da sociedade.

Uma última nota a comprovar o facto conhecido de que a prisão e condenação pelo Santo Oficio se tornavam presentes na memória pública e factor de estigmatização social, disso sendo exemplo visível o pendurar de sambenitos nas igrejas para que todos não esquecessem o condenado. No processo de Matias Pereira encontramos apenso um documento de 1756 em que Diogo Pereira de Sampayo Gomes e Oliveira pede que a Inquisição intervenha pelo facto de este ser publicamente reconhecido como parente de Matias Pereira e seja por esse parentesco vítima de ofensas e difamações, ainda que fossem parentes pelo lado paterno e cristão-velho de Matias Pereira.

Conclusão

A terminar esta já longa exposição, impõe-se responder a uma questão que talvez tenha assaltado alguns participantes e que se prende com o facto de ter falado de poder e poderes, de religião e Estado, de descobertas, sociedade e cultura, de uma geração de humanistas eruditos, de Inquisição, censura cultural que provocaram em Portugal. Mas, no meio de tudo isto, Pedro Nunes, no fundo o centro deste congresso ou, pelo menos, o seu ponto de partida, parece quase ausente.

Creio que não é verdade. Todos nós, como Pedro Nunes, constituímos um indivíduo único, e desse, em relação ao matemático e astrónomo quinhentista, já bastante se falou, ainda que com relativa escassez de dados, acabando as obras que se dedicam a referir a sua biografia e a sua genealogia familiar por se repetirem. Escuso-me assim a fazer tais referências aprofundadas que certamente enfadariam ainda mais aqueles que me ouvem.

Escolhi, em suma, falar daquilo que, no fundo, foi o que em grande medida fez Pedro Nunes, ou seja a sociedade em que viveu e que ele marcou decisivamente no mundo da cultura e da Corte, então quase indissociáveis, sobretudo nas áreas em que repetidamente marcou pontos, deixando um rasto visível até hoje. De facto, Pedro Nunes não era só ele, era também a sociedade em que viveu, era também D. João III, Damião de Góis, o cardeal D. Henrique, Luís de Camões, os irmãos Castilho, Gil Vicente, João de Barros, D. Sebastião e muitos mais, famosos e desconhecidos, que de uma maneira ou de outra ajudaram a construir o século XVI português, marcando a história portuguesa e proporcionando-lhe um dos seus melhores séculos.

Ecologia Estuarina – Resposta do *Corophium Multisetosum* a Alguns Factores Ambientais

Trabalho realizado por:

- ***Ana Lúcia Guerreiro Neves***
- ***Teresa Helena Esteves Paiva***

Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia do Ambiente

Resumo

Apresenta-se um estudo sobre a resposta de *Corophium multisetosum* relativamente à fototaxia, a diferentes gradientes salinos (0-100 ‰) e determinação do LC50.

O anfípode foi submetido a diferentes condições fototáxicas escolhendo preferencialmente o escuro (fototaxia negativa).

Submetidos a diferentes pares de salinidade, *Corophium multisetosum* não apresenta preferência significativa para o par de salinidades 10:20 ‰.

O valor da salinidade para o qual ocorre 50 % de mortalidade de *Corophium multisetosum* é de 56,5 ‰.

Introdução

O género *Corophium* compreende cerca de 45 espécies conhecidas que ocupam habitats que vão desde a água doce até à água do mar. Podem ocorrer em águas pouco profundas e, com frequência, na zona entre marés. *Corophium* têm sido encontrados em ecossistemas do Atlântico Norte e mar Báltico. Em Portugal a sua distribuição engloba as rias de Aveiro e Formosa e os estuários do Mondego e Sado.

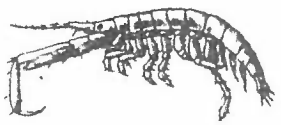


Figura 1 – Constituição morfológica de um anfípode tipo.

Corophium multisetosum é um crustáceo com cerca de 9 mm de comprimento. O seu corpo encontra-se dividido em três regiões: cabeça, tórax e abdómen.

A espécie *Corophium multisetosum* não possui carapaça, tem o corpo comprimido lateralmente, dorsalmente tem a região abdominal mal demarcada, possui olhos compostos situados em lóbulos laterais proeminentes, apresenta dimorfismo sexual.

Tem hábitos domícolas, construindo tubos de lodo ou areia em forma de U, quer no fundo, quer sobre esponjas, ascídias, algas. Os tubos são revestidos por uma massa de detritos e por muco. O revestimento do tubo assegura a sua resistência à erosão provocada pela corrente respiratória. Esta corrente é criada pelo movimento dos pleópodes, acumulando as funções de oxigenação das brânquias e expulsão das fezes e outros detritos (Queiroga, 1990).

Alimenta-se essencialmente de bactérias e diatomáceas que se encontram nas partículas de sedimento, emergindo a cabeça e as antenas através de uma das aberturas do tubo, sendo incapaz de absorver o alimento quando se encontra em suspensão na água (McLusky, 1981; Meadows & Campbell, 1988). A corrente respiratória proporciona o arrastamento das partículas alimentares que são posteriormente filtradas e retidas pelas sedas do segundo par de gnatópodes.

A locomoção de *Corophium multisetosum* fora do tubo pode fazer-se por curtos períodos de natação ou por marcha.

Existem diversos factores que condicionam a distribuição deste anfípode, entre os quais o grau de salinidade das águas estuarinas e lagunares, condições de luz/obscuridade, tipo de sedimento, porque é dele que depende a construção dos seus tubos e a sua alimentação.

A salinidade num sistema estuarino é um dos muitos factores que limita a distribuição dos organismos (Meadows & Campbell, 1988). Esta experiência teve como objectivo verificar o comportamento de *Corophium multisetosum* relativamente a diferenças de salinidade. Pretende-se verificar em laboratório, numa gama de salinidades que varia de 0 ‰ a 35 ‰, se esta espécie exibe preferência por alguma salinidade.

Pressupõe-se que se os animais são capazes de detectar as diferenças entre soluções e de exibirem uma resposta comportamental diferenciada, que se traduz na escolha de uma salinidade mais adequada para uma proporção significativa de animais, então serão capazes em condições naturais de detectar situações desfavoráveis e de as evitar. No entanto, como a salinidade é susceptível de se tornar um factor limitante, quando excede o nível máximo que o organismo pode tolerar, determina-se também a salinidade letal superior (LC50), que representa a concentração necessária para matar 50 % dos indivíduos da amostra.

Os resultados podem ajudar a inferir sobre a distribuição e abundância dos organismos no meio natural.

Os espécimes de *Corophium multisetosum* utilizados para este estudo foram recolhidos num dos canais da ria de Aveiro (canal de Mira – anexo I); no entanto, eles distribuem-se ao longo de todo o canal, sendo particularmente abundantes na zona inferior do mesmo, onde as salinidades variam entre 2,5 ‰ e 10 ‰ (Queiroga, 1990).

O canal de Mira tem cerca de 25 km de extensão e apresenta um gradiente longitudinal decrescente de salinidades no eixo Norte-Sul, contudo este gradiente não é constante, sofre variações ao longo das estações do ano e

em função das marés. Assim, no canal de Mira, as salinidades variam de 0 ‰ (água doce) a 35 ‰, sendo a salinidade média do canal mais baixa em estações mais chuvosas, aquando da chegada de maior volume de água doce e em situações de baixa-mar. As salinidades mais elevadas são observadas em estações mais secas e quando está em maré cheia, devido à maior entrada de água salgada (Moreira *et al.*, 1993).

Pretendeu-se com este trabalho estudar o efeito da fototaxia no comportamento de *Corophium multisetosum*, quer em condições de maré cheia ou de maré vazia. Para tal, simulou-se em laboratório uma preia-mar e uma baixa-mar na presença e ausência de luz (condições de luz e obscuridade).

O comportamento é um factor que varia de acordo com os hábitos e preferências dos organismos.

Entende-se por taxia o movimento que se observa em animais inferiores, em resposta a um estímulo (Moreira, 1997). Dentro das taxias há a considerar três categorias: cineses, menotaxias e taxias em sentido restrito (onde se inclui a fototaxia). A fototaxia é uma técnica de orientação precisa, que se baseia numa reacção dirigida com orientação na direcção ou contra a luz.

Material e métodos

Nos estudos realizados foram utilizados animais recolhidos na região da Vagueira. Procedeu-se à colheita de sedimento das margens subtidais do canal. Após crivagem do sedimento, os animais foram recolhidos para o interior de um balde de plástico, contendo água do local, tendo sido de seguida transportados para o laboratório. No laboratório os animais foram mantidos em tanques com água (obtida no local de colheita), em contínuo arejamento e com uma película de sedimento do fundo (obtido no local de colheita).

Estudo da fototaxia

Colocou-se água proveniente do local de colheita em câmaras opacas de forma a simular uma situação de preia-mar. Escolheram-se animais com comprimentos semelhantes e transferiram-se para uma caixa de Petri com auxílio de uma rede de aquário e usando sempre água do local de recolha. Colocaram-se 10 animais em cada compartimento. Colocou-se a tampa de modo a apenas um dos compartimentos ficar exposto à luz. Aguardou-se 10 minutos e contou-se o número de organismos por compartimento. Repetiu-se a experiência 24 vezes, sempre com novos organismos. Repetiu-se o procedimento, mas desta vez colocando apenas papel de filtro humedecido com água do local de colheita no fundo das câmaras (tendo-se o cuidado de não deixar o papel enrugado) para simular uma situação de baixa-mar. Repetiu-se a experiência 21 vezes, usando novos organismos.

Aplicou-se o teste do x^2, sendo a hipótese nula que os indivíduos não fazem escolha significativa sobre nenhum dos locais luz/escuridão e a hipótese alternativa que os indivíduos preferem um dos locais. Essas hipóteses aplicam-se nas situações de imersão e emersão. A heterogeneidade dos valores foi testada considerando-se as hipóteses nula e alternativa iguais às referidas anteriormente.

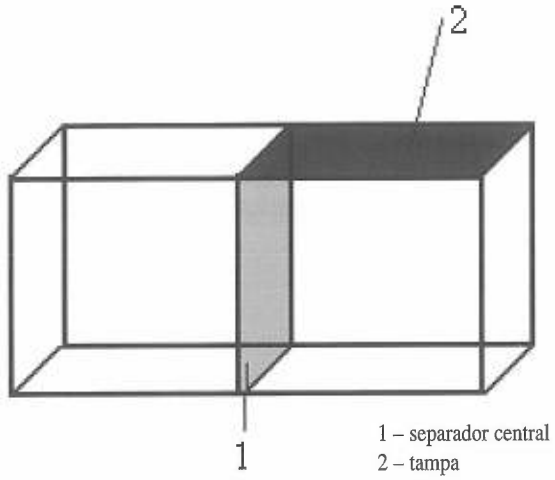
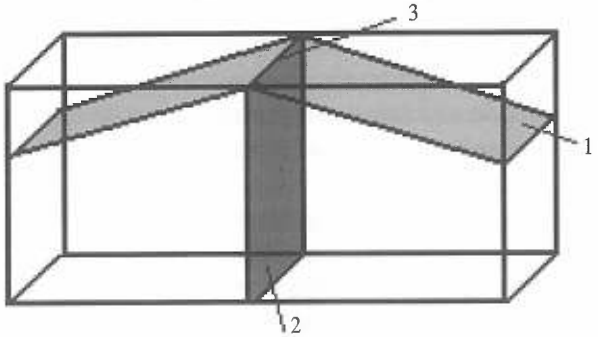


Figura 2 – Câmara bicompartimentada, com tampa num dos lados.

Estudos das diferentes salinidades

No que concerne às diferenças de salinidade, dispuseram-se seis câmaras de experiência bicompartimentadas transparentes, de forma a que a iluminação da sala fosse uniforme em ambos os compartimentos. Para as câmaras 1, 2, 3, 4, 5, 6, verteu-se respectivamente os pares de salinidade (‰), 0:5, 5:10, 10:20, 20:30, 30:35, sem deixar que os meniscos formados se unissem em cima da divisória central, evitando a mistura das soluções de diferentes concentrações salinas. Os meniscos foram unidos com o auxílio de um pincel. Foram recolhidos 10 indivíduos (de comprimentos semelhantes) de uma amostra de sedimento tendo sido colocados simultaneamente 5 em cada compartimento. Ao fim de 60 minutos, observou-se a preferência de *C. multisetosum*.

Os dados recolhidos foram tratados tendo por base o teste estatístico do x^2, assumindo como hipótese nula (H_0) que os indivíduos não fizeram nenhuma escolha significativa relativamente às salinidades e como hipótese alternativa que houve uma escolha significativa por uma das salinidades. Testou-se a heterogeneidade dos resultados. A hipótese nula é de que os valores são iguais e a alternativa que são diferentes.



1 – rede; 2 – separador central; 3 – união de soluções

Figura 3 – Esquema da câmara de escolha bicompartimentada.

Determinação da salinidade letal superior (LC50)

Para a determinação da salinidade letal superior (LC50), seleccionaram-se 10 indivíduos por caixa de Petri (com uma certa homogeneidade relativamente ao comprimento). Prepararam-se artificialmente concentrações salinas de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 (‰), que foram distribuídas, respectivamente, pelas caixas de Petri. Observou-se a vitalidade de *C. multisetosum* após 30 e 50 minutos.

Após a obtenção dos resultados, graficaram-se as percentagens de mortos em função das concentrações das salinidades e recorreu-se à transformação probite para a percentagem de mortos. Para obtermos o valor da salinidade para o qual ocorre 50 % de mortalidade da amostra (recorrendo ao valor probite igual a 5) é necessário primeiro traçar a recta linearizada de equação. Para tal utilizamos os valores relativos à mortalidade em valores probite. Como obtivemos uma curva sigmóide, efectuamos uma transformação logarítmica aos valores de salinidade, obtendo-se um gráfico linear. A recta é dada pela equação:

$$\text{Probite} = a\,[\log_{10}(\text{salinidade})] + b$$

Resultados e Tratamento de Dados

Em seguida, apresentam-se os dados relativos à resposta de *C. multisetosum* com base nos métodos descritos anteriormente:

Estudo da fototaxia em *C. multisetosum*

	F_{obs}		F_{esp}		χ^2	Heterogeneidade	P
	Luz	Escuro	Luz	Escuro			
Imersão	61	419	240	240	267.0	26.914	< 0.001 ***
Emersão	87	333	240	240	133.6	6.792	< 0.001 ***

Tabela 1 – Resultados observados (ao fim de 15 minutos) de C. multisetosum *na experiência relativa à preferência fototáxica, variação intertidal e tratamento estatístico com o teste do x^2 .*

Nota: Consultar tabelas 1 e 2 do anexo I detalhadas dos resultados referentes à fototaxia.

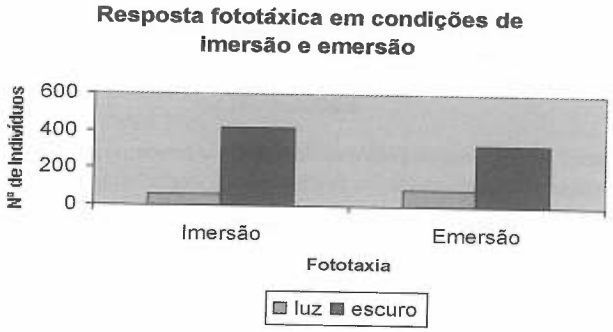


Figura 4 – Escolha fototáxica preferencial de C. multisetosum *nas diferentes situações intertidais.*

Após a análise do teste do x^2 da tabela 1 e pela figura 4, rejeita-se a hipótese nula, isto é, tanto em condições de preia-mar como baixa-mar, estes organismos têm nítida preferência pela obscuridade, exibindo por isso fototaxia negativa.

Resposta de *C. multisetosum* a diferenças de salinidade

	Frequências esperadas		Frequências observadas		Graus de liberdade	x2	P
Réplicas	0‰	5‰	0‰	5‰			
1	5	5	0	10	1	10.0	< 0.05
2	5	5	1	9	1	6.4	< 0.025
3	5	5	2	8	1	3.6	N.S
4	5	5	5	5	1	0.0	N.S
5	5	5	0	10	1	10.0	< 0.05
6	5	5	2	8	1	3.6	N.S
7	5	5	0	10	1	10.0	< 0.05
8	5	5	0	10	1	10.0	< 0.05
9	10	10	7	13	1	1.8	N.S
10	5	5	7	3	1	1.6	N.S
TOTAL					10	57.0	< 0.001
COMBINADO	55	55	24	86	1	34.9	< 0.001
HETEROGENEIDADE					9	22.1	< 0.01

Tabela 2 – Apresentação da resposta ao par de salinidade 0:5 (‰) após a realização de 10 réplicas e respectivo tratamento estatístico com o teste do x^2. O total corresponde à soma dos valores de x^2 das 10 réplicas, assim como dos graus de liberdade. O combinado corresponde a uma só réplica hipotética com o número de indivíduos correspondente ao total das 10 réplicas. A heterogeneidade é a diferença entre o valor do x^2 e dos graus de liberdade total e do combinado, representando a variação que existe entre as várias réplicas.

	Frequências esperadas		Frequências observadas		Graus de liberdade	x2	P
Réplicas	5‰	10‰	5‰	10‰			
1	5	5	1	9	1	6.4	< 0.025
2	5	5	5	5	1	0.0	N.S
3	5	5	3	7	1	1.6	N.S
4	5	5	2	8	1	3.6	N.S
5	5	5	3	7	1	1.6	N.S
6	5	5	8	2	1	3.6	N.S
7	5	5	5	5	1	0.0	N.S
8	5	5	4	6	1	0.4	N.S
9	10	10	6	14	1	2.5	N.S
10	5	5	3	7	1	1.6	N.S
TOTAL					10	21.3	< 0.025
COMBINADO	55	55	40	70	1	8.2	< 0.005
HETEROGENEIDADE					9	13.1	N.S

Tabela 3 – Apresentação da resposta ao par de salinidade 5:10 (‰) após a realização de 10 réplicas e respectivo tratamento estatístico com o teste do x^2. O total corresponde à soma dos valores de x^2 das 10 réplicas, assim como dos graus de liberdade. O combinado corresponde a uma só réplica hipotética com o número de indivíduos correspondente ao total das 10 réplicas. A heterogeneidade é a diferença entre o valor do x^2 e dos graus de liberdade total e do combinado, representando a variação que existe entre as várias réplicas.

	Frequências esperadas		Frequências observadas		Graus de liberdade	x2	P
Réplicas	10‰	20‰	10‰	20‰			
1	5	5	5	5	1	0.0	N.S
2	5	5	5	5	1	0.0	N.S
3	5	5	3	7	1	1.6	N.S
4	5	5	5	5	1	0.0	N.S
5	5	5	3	7	1	1.6	N.S
6	5	5	6	4	1	0.4	N.S
7	5	5	3	7	1	1.6	N.S
8	5	5	9	1	1	6.4	< 0.025
9	10	10	16	4	1	7.2	< 0.01
10	5	5	4	6	1	0.4	N.S
TOTAL					10	19.2	< 0.05
COMBINADO	55	55	59	51	1	0.6	N.S
HETEROGENEIDADE					9	18.6	< 0.05

Tabela 4 – Apresentação da resposta ao par de salinidade 10:20 (‰) após a realização de 10 réplicas e respectivo tratamento estatístico com o teste do x^2. O total corresponde à soma dos valores de x^2 das 10 réplicas, assim como dos graus de liberdade. O combinado corresponde a uma só réplica hipotética com o número de indivíduos correspondente ao total das 10 réplicas. A heterogeneidade é a diferença entre o valor do x^2 e dos graus de liberdade total e do combinado, representando a variação que existe entre as várias réplicas.

	Frequências esperadas		Frequências observadas		Graus de liberdade	x2	P
Réplicas	20‰	30‰	20‰	30‰			
1	5	5	8	2	1	3.6	N.S
2	5	5	9	1	1	6.4	< 0.025
3	5	5	8	2	1	3.6	N.S
4	5	5	3	7	1	1.6	N.S
5	5	5	6	4	1	0.4	N.S
6	5	5	9	1	1	6.4	< 0.025
7	5	5	4	6	1	0.4	N.S
8	5	5	6	4	1	0.4	N.S
9	10	10	11	9	1	0.2	N.S
10	5	5	9	1	1	6.4	< 0.025
TOTAL					10	29.4	< 0.005
COMBINADO	55	55	73	37	1	11.8	< 0.001
HETEROGENEIDADE					9	17.6	< 0.05

Tabela 5 – Apresentação da resposta ao par de salinidade 20:30 (‰) após a realização de 10 réplicas e respectivo tratamento estatístico com o teste do x^2.

O total corresponde à soma dos valores de x^2 das 10 réplicas, assim como dos graus de liberdade. O combinado corresponde a uma só réplica hipotética com o número de indivíduos correspondente ao total das 10 réplicas. A heterogeneidade é a diferença entre o valor do x^2 e dos graus de liberdade total e do combinado, representando a variação que existe entre as várias réplicas.

	Freqüências esperadas		Freqüências observadas		Graus de liberdade	x2	P
Réplicas	30‰	35‰	30‰	35‰			
1	5	5	8	2	1	3.6	N.S
2	5	5	7	3	1	1.6	N.S
3	5	5	10	0	1	10.0	< 0.005
4	5	5	6	4	1	0.4	N.S
5	5	5	8	2	1	3.6	N.S
6	5	5	10	0	1	10.0	< 0.005
7	5	5	9	1	1	6.4	< 0.025
8	5	5	9	1	1	6.4	<0.025
9	10	10	18	2	1	12.8	< 0.001
10	5	5	7	3	1	1.6	N.S
TOTAL					10	55.4	< 0.001
COMBINADO	55	55	92	18	1	49.8	< 0.001
HETEROGENEIDADE					9	6.6	N.S

Tabela 6 – Apresentação da resposta ao par de salinidade 30:35 (‰) após a realização de 10 réplicas e respectivo tratamento estatístico com o teste do x^2. O total corresponde à soma dos valores de x^2 das 10 réplicas, assim como dos graus de liberdade. O combinado corresponde a uma só réplica hipotética com o número de indivíduos correspondente ao total das 10 réplicas. A heterogeneidade é a diferença entre o valor do x^2 e dos graus de liberdade total e do combinado, representando a variação que existe entre as várias réplicas.

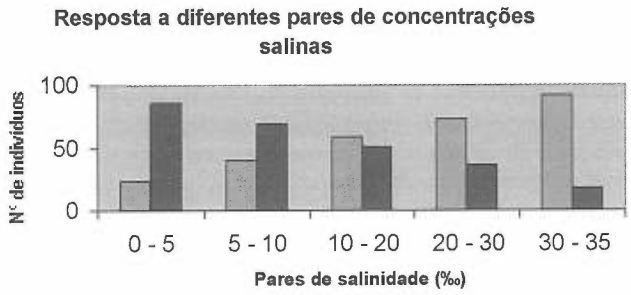


Figura 5 – Combinado dos resultados das tabelas 2 a 6. O gráfico evidencia a homogeneidade no par de salinidade 10:20 (‰) e heterogeneidade nos restantes, rejeitando estes últimos a hipótese nula.

Na observação dos dados do combinado, os pares de salinidade 0:5 ‰ e 5:10 ‰ mostram uma clara tendência para as salinidades mais elevadas. Por outro lado, nos pares de salinidade 20:30 ‰ e 30:35 ‰, a escolha recai sobre as concentrações salinas mais baixas, sendo o par 10:20 ‰ aquele que melhor aproxima as frequências esperadas às frequências observadas. Para este último par de salinidades aceita-se a hipótese nula, ou seja, não há neste caso uma preferência significativa por uma das salinidades.

Determinação do LC50 para *C. multisetosum*

Análise da regressão: y = ax+b

a = 6,789
b = - 6,894

y = 6,789 X – 6,894

Estimativa de r^2: r^2 = 0,990021

Cálculo de LC50, concentração letal para 50% da população de *Corophium multisetosum* estudada

y =5 x = 1,752

Esperando a normalidade da população estudada, pela regressão efectuada obteve-se uma concentração letal para 50 % dos indivíduos de aproximadamente **56,5** ‰.

Salinidade	log(s)	nº de mortos	% mortos	Probite
20	1,30	0	0,0	1,9098
30	1,48	3	3,3	3,161
40	1,60	15	16,7	4,0339
50	1,70	29	32,2	4,5379
60	1,78	51	56,7	5,1687
70	1,85	69	76,7	5,729
80	1,90	81	90,0	6,2816
90	1,95	90	100,0	8,0902

Tabela 7 – Apresentação da percentagem de mortos para as diferentes concentrações salinas, transformação probite, logaritmo da transformação probite e linearização deste último.

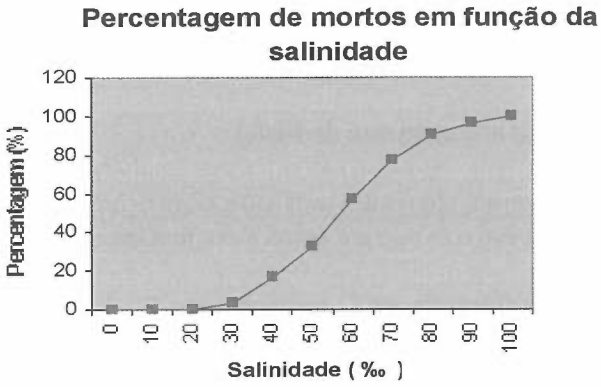


Figura 6 – Representação gráfica da percentagem de mortos em função da salinidade.

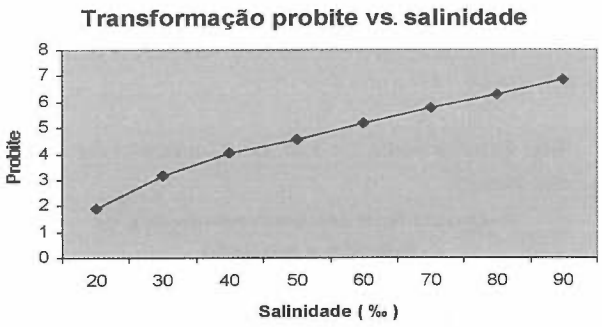


Figura 7 – Representação gráfica da transformação probite da percentagem de mortos de C. multisetosum *em função da concentração salina.*

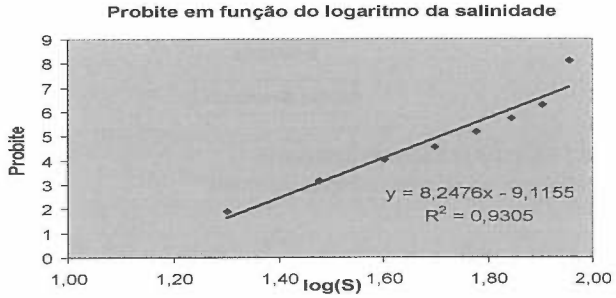


Figura 8 – Representação gráfica da transformação probite da percentagem de mortos de C. multisetosum *em função do logaritmo da concentração salina.*

Graficando as proporções de mortos entre os organismos da amostra, transformadas em probites em função da concentração, verifica-se que não há um ajustamento linear. Logaritmizou-se a salinidade de modo a obter uma boa aproximação a uma recta. Conhecendo essa recta, pode-se encontrar a concentração correspondente a qualquer proporção de mortos, ou vice-versa.

A análise do coeficiente de correlação (r) leva-nos a concluir que esta transformação fornece uma boa aproximação a uma recta. O valor de LC50 obtido graficamente encontra-se próximo do valor calculado pela equação da recta aproximada.

Discussão e Conclusão

Durante esta experiência, concluímos que *Corophium multisetosum* tem uma preferência significativa para salinidades mais altas quando têm que escolher entre salinidades inferiores a 5 ‰. Quando os valores das salinidades se encontram acima dos 20 ‰, concluímos que *Corophium multisetosum* tem uma preferência significativa para salinidades mais baixas. Quando a escolha de salinidades proposta ao organismo é de 10:20 ‰, *Corophium multisetosum* não exibe preferência significativa.

Vários factores podem ter condicionado este tipo de resultados. Admitindo que não houve troca na indicação das concentrações nos recipientes com água de diferentes salinidades, nem nos compartimentos das câmaras, e que as soluções foram preparadas com o cuidado devido e necessário.

As respostas dos organismos podem ter sido alteradas devido à homogeneização das soluções dos compartimentos aquando a união dos meniscos e consequente diluição das concentrações; possível lesão dos organismos durante a sua captura e transferência para os compartimentos; stress a que os organismos estiveram sujeitos, provocado pelas condições laboratoriais; heterogeneidade quanto à iluminação dos dois compartimentos da câmara de escolha.

As condições de luz/obscuridade constituem um aspecto muito importante, uma vez que *Corophium multisetosum* apresenta uma fototaxia negativa, pelo que os indivíduos desta espécie tendem a refugiar-se em locais mais sombrios (vivem normalmente no sedimento).

Os resultados obtidos poderiam ter sido mais fiáveis se o tempo de escolha fosse mais alargado, se o número de indivíduos fosse superior ao utilizado, se fosse possível escolher indivíduos do mesmo sexo, idade e tamanho, se se considerassem intervalos de salinidade intermédios e se as condições laboratoriais estivessem mais próximas das condições do seu nicho ecológico (por exemplo, a existência de sedimento no fundo das câmaras).

A luz também é um factor que afecta o comportamento de *Corophium multisetosum*. No estudo deste parâmetro, concluiu-se que este organismo exibe fototaxia negativa, o que seria de esperar pois é um animal bentónico que vive enterrado no substrato, em galerias que constrói. Verificou-se que tanto em condições de baixa-mar como de preia-mar essa preferência é altamente significativa.

Esta preferência pode ser entendida como meio de escape ao ataque de predadores e instinto de sobrevivência de modo a evitar a sua dissecação.

A salinidade letal, para a qual 50 % dos indivíduos morrem, ocorre para uma salinidade de 56,5 ‰.

ANEXO I

Imersão				
Réplicas	Início		Fim	
	Luz	Escuro	Luz	Escuro
1	10	10	1	19
2	10	10	6	14
3	10	10	3	17
4	10	10	3	17
5	10	10	2	18
6	10	10	2	18
7	10	10	3	17
8	10	10	3	17
9	10	10	2	18
10	10	10	2	18
11	10	10	5	15
12	10	10	2	18
13	10	10	3	17
14	10	10	1	19
15	10	10	1	19
16	10	10	4	16
17	10	10	3	17
18	10	10	2	18
19	10	10	2	18
20	10	10	3	17
21	10	10	2	18
22	10	10	1	19
23	10	10	2	18
24	10	10	3	17
Combinado	240	240	61	419

Tabela A 1 – Resultados (24 réplicas) da resposta de C. multisetosum *à sensibilidade fototáxica em condições de maré cheia.*

ANEXO II

Emersão				
Réplicas	Início		Fim	
	Luz	Escuro	Luz	Escuro
1	10	10	8	12
2	10	10	2	18
3	10	10	1	19
4	10	10	6	14
5	10	10	3	17
6	10	10	7	13
7	10	10	7	13
8	10	10	9	11
9	10	10	1	19
10	10	10	4	16
11	10	10	3	17
12	10	10	1	19
13	10	10	8	12
14	10	10	7	13
15	10	10	3	17
16	10	10	2	18
17	10	10	4	16
18	10	10	2	18
19	10	10	3	17
20	10	10	2	18
21	10	10	4	16
Combinado	210	210	87	333

Tabela A 2 – Resultados (21 réplicas) da resposta de C.multisetosum *à sensibilidade fototáxica em condições de maré vazia.*

ANEXO III

Classificação taxonómica:

Phylum:	Arthropoda
Subphylum:	Crustacea
Classe:	Malacostraca
Superordem:	Peracarida
Ordem:	Amphipoda
Família:	Corophidea
Género:	*Corophium*
Espécie:	*Corophium multisetosum*

BIBLIOGRAFIA

Protocolos cedidos pelo departamento da Universidade de Aveiro.

ANDREWARTHA, H. G. (1970), *Introduction to the Study of Animal Populations*, 2nd edition, Chapman & Hall, Ltd, London.

BARNES, W. J., BURNS, J., MEADOWS, P. S., MCLUSKY, D. S., (1969), *Corophium volutator – An intertidial crustacean usefull for teaching in schools and universities.*, J. biol. Educ., 3, pp. 283-298.

CAMPBELL, A., & NICHOLLS, J. (1994), *Flora e Fauna do Litoral de Portugal e Europa*, FAPAS, Portugal.

MACHADO, M. M., GONÇALVES, M. I., SILVA, F. M. & MOREIRA, M. H. (1993), *Composition spécifique et structure de la communauté malacologique le long d'un gradient de salinité (Canal de Mira, Ria de Aveiro, Portugal)*, 3 pp.

MCLUSKY, D. S. (1981), *The Estuarine Ecosystem*, 2nd edition, Blackie and Son Ltd, Glasgow and London, pp. 88 e 89.

MEADOWS, P. S., & CAMPBELL, J. I. (1988), *An Introduction to Marine Science*, 2nd edition, Blackie and Son Ltd, Glasgow and London, pp. 150 e 151.

MIRANDA, M. M., (1998), *Introdução à Estatística*, Universidade de Aveiro.

QUEIROGA, H., (1990), *Corophium multisetosum (Amphipoda: Corophiidae)*, in *Canal de Mira, Portugal: some factors that affect its distribution. Marine Biology*, 104, pp. 397-402.

–, (1987), *A Influência da Salinidade e do Substracto na Distribuição de Corophium multisetosum*, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Aveiro, p. 2.2-2.3, 2.7-2.12, 2.23-2.28, 3.3-3.5.

RÉ, A. P., (1996), *Estudo da Utilização de Corophium multisetosum (Amphipoda: Corophiidae) na Avaliação Ecotoxológica de Sedimentos Estuarinos e Marinhos*, dissertação para a obtenção do grau de mestrado em Ciências das Zonas Costeiras, Universidade de Aveiro, vol. I.

Pedro Nunes – Matemática, Ciências Naturais e Engenharia

Trabalho realizado por:
• *Nelson Daniel de Sousa Ferreira*

Academia Militar

Pedro Nunes

Portugal no século XVI encontra-se no auge da sua glória. As sementes lançadas pelos antecessores no século XV começam agora a dar frutos, atingindo Portugal um período de grande poder e fama [1].

A geração posterior à do grande Duarte Pacheco Pereira tem em Pedro Nunes um dos seus expoentes máximos, que foi considerado o principal matemático português do Renascimento e dos mais importantes de toda a Europa [2].

Pedro Nunes, natural de Alcácer do Sal, evidenciou-se pelo facto de enfrentar as grandes questões da filosofia natural, contribuindo de uma forma importante e rigorosa para o desenvolvimento da ciência em Portugal [3].

A relação teoria/prática adoptada por Pedro Nunes evidenciou-se como um grande sucesso, contribuindo para o êxito da expansão, o que pode ser demonstrado ao escrever no seu *Tratado em Defensão da Carta de Marear* que as nossas Descobertas "não se fizeram a acertar, mas partiam os nossos mareantes muy ensinados e prouidos de estormentos e regras de astrologia e geometria". No entanto, por vezes, os seus cálculos, apesar de precisos, não se revelaram eficazes do ponto de vista prático em viagens de longo curso [4].

"Existiram no século XVI vários portugueses do mesmo nome e do mesmo apelido do grande matemático; os dois mais conhecidos, ambos igualmente doutores, são:

1) Um Dr. Pedro Nunes, que era vedor da Fazenda Real na Índia em 1522 e foi reitor da Universidade de Lisboa em 1536;

2) Um segundo Dr. Pedro Nunes, que era inquisidor de Lisboa em 1565.

Com o genial Nunes foram principalmente confundidos estes dois." [5]

Pedro Nunes evidenciou-se pelas obras publicadas. Estas apresentam-no como eminente matemático, cosmógrafo, físico, geómetra e algebrista.

Apesar de ser um teórico, Pedro Nunes percebeu que a prática era fundamental para confirmar a teoria e as especulações. No *Livro de Álgebra* e referindo-se aos contadores da Fazenda Real: "vendo eu quanto seja útil para o uso destes homens esta arte que trata de números e medidas, pretendi nesta minha obra que, sem preceder doutrina especulativa, na qual se gasta mais tempo, a possam per si aprender e em pouco tempo, e facilmente, e sem mais ajuda de mestre." [6]

D. João III foi o grande protector de Pedro Nunes em relação à Inquisição, uma vez que este era filho de judeus.

"Pedro Nunes nasceu em 1502. Em 1525 formou-se em Medicina. Em 1529 foi nomeado cosmógrafo real, alcançando no mesmo ano a cátedra de Filosofia Moral na Universidade de Lisboa. Em 1531 foi para Évora como tutor dos príncipes. Em 1544 foi nomeado catedrático de Matemática da Universidade de Coimbra, onde leccionou até à sua aposentadoria em 1562. Em 1547 tornou-se cosmógrafo-mor real, cargo que manteve até à sua morte em 1578." [7]

A informação com que trabalhou é proveniente dos cosmógrafos e filósofos antigos, nomeadamente Ptolomeu, Aristóteles e Euclides. Contudo, não deixou de inovar procurando novos conhecimentos e descobertas e as mais rigorosas formas de demonstração: "o meu método de demonstração é, confesso, por vezes diferente do empregado pelos antigos e doutos autores", confessa no *De Crepusculis* [8].

As obras de Pedro Nunes podem-se dividir em duas grandes partes: 1) traduções e comentários; 2) originais.

No que se refere a traduções e comentários, evidencia-se o *Tratado da Sphera* (1537), constituindo uma tradução para português da obra de Sacrobosco do século XIII, intitulada *De Sphera*. Esta obra é de grande importância, uma vez que constitui um resumo da *Almagesto* de Ptolomeu e dos *Elementos de Astronomia* de Alfragano. A intervenção de Pedro Nunes foi grandiosa, pelas numerosas anotações e comentários, de diversas naturezas, efectuados [9].

As traduções e comentários efectuados compõem ainda dois opúsculos que complementam o *Tratado da Sphera*. "No caso das traduções e comentários encontrámos versões da *Teórica do Sol e da Lua*, de Jorge Purbáquio, e do *Livro I da Geografia* de Cláudio Ptolomeu. No que se refere aos originais, é importante referir dois escritos que demonstram o seu génio de geómetra e de cosmógrafo em colaboração com a prática dos pilotos. Nomeadamente, temos o *Tratado de Certas Dúvidas de Navegação* e o *Tratado em Defensão da Carta de Marear*." [10]

O mais importante nestas obras são as linhas de rumo, normalmente conhecidas por loxodromias, além disso temos também as cartas hidrográficas planas e o regimento da altura, temas estes que viriam a ser objecto de investigação durante a sua vida [11].

No que se refere às obras originais, é importante salientar o *De Crepusculis* (1542), onde este evidencia: "meditando e investigando descobri coisas que em parte alguma li, e não mereciam crédito se não fossem demonstradas". Nesta obra são estudadas a variação da duração do crepúsculo em diferentes zonas climáticas do Globo [12].

Em 1567 foi publicado o *Libro de Algebra en Arithmetica y Geometria*, obra dedicada a matérias de álgebra. Nesta obra, Nunes aborda de uma forma crítica algumas obras, tais como os *Elementos* de Euclides, a *Suma Aritmética* de Frei Lucas de Burgo, a *Prática Aritmética* de Cardan e a *Álgebra* de Tartaglia [13].

Em 1952, o Professor Joaquim Carvalho descobriu uma obra inédita de Pedro Nunes com o título *Defensão do Tratado de Rumação do Globo para a Arte de Navegar*, obra importante na área da náutica [14].

Pedro Nunes, além da sua vasta obra, também criou importantes instrumentos, tais como o anel graduado (indicando o valor dos ângulos expresso em graus, estando os quadrantes divididos em 45, em vez de 90 partes iguais), o instrumento de sombras (destinado a medir a altura do Sol) e o nónio, cujo objectivo é medir fracções do grau, o qual, associado ao astrolábio, viria a revelar-se de grande utilidade para a ciência náutica portuguesa [15].

Pedro Nunes e a matemática

No âmbito da matemática existiram em Portugal grandes matemáticos nomeadamente Pedro Nunes, no século XVI; José Monteiro da Rocha e José Anastácio da Cunha, no século XVIII; Daniel António da Silva, no século XIX, e Francisco Gomes Teixeira, no século XIX e princípio do século XX [16].

Na opinião de ilustres professores, Pedro Nunes e Gomes Teixeira representam os expoentes máximos do estudo das matemáticas em Portugal.

No que se refere às matemáticas puras, Pedro Nunes demonstra um profundo conhecimento dos problemas relativos à cosmografia.

Recorrendo ao método de decomposição em triângulos rectângulos, Pedro Nunes resolvia triângulos esféricos, processo que ainda hoje é utilizado nos métodos de navegação astronómica [17].

Pedro Nunes desenvolveu também processos que se revelaram bastante úteis em trigonometria plana [18].

Pedro Nunes e a geometria pura

Uma das áreas abordadas por Pedro Nunes no âmbito da matemática foi a geometria, que se encontra na obra *De Erratis Orontii Finaei*, Coimbra, 1546, que foi acrescentada à obra *De Crepusculis* [19].

Recorrendo à régua e ao compasso, Orôncio Fineo, professor no Colégio de França, procurou resolver três problemas da geometria elementar: trissecção do ângulo, duplicação do cubo e quadratura do círculo [20].

Estes problemas não tinham solução através dos métodos da geometria pura. Na obra *De Erratis Orontii Finaei*, 1546, Pedro Nunes evidenciou a sua vasta erudição e preparação matemática ao criticar as soluções apresentadas por Orôncio Fineo [21].

Pedro Nunes criticou também outras soluções apresentadas por Orôncio Fineo para resolver problemas relativos à astronomia [22].

Pedro Nunes na geometria

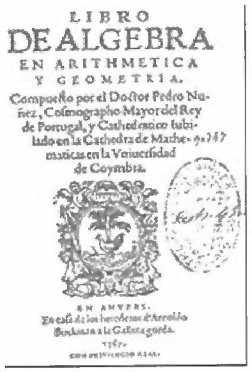

LIBRO
DE ALGEBRA
EN ARITHMETICA
Y GEOMETRIA.
Compuesto por el Doctor Pedro Nuñez, Cosmographo Mayor del Rey de Portugal, y Cathedratico iubilado en la Cathedra de Mathematicas en la Vniuerſidad de Coymbra.
EN ANVERS.

Figura 1 - Frontispício do Libro de Álgebra, *de Pedro Nunes, edição de Antuérpia de 1567.*

O *Libro de Algebra en Arithmetica y Geometria*, Antuérpia, 1567, é a obra mais célebre de Pedro Nunes no domínio da álgebra e geometria. Nesta obra, que foi dedicada ao cardeal D. Henrique, Pedro Nunes efectua uma compilação de todos os conhecimentos da época [23].

Segundo Pedro Nunes, esta obra, originalmente escrita em português, foi convertida para espanhol pelas seguintes razões evocadas na dedicatória: "considerando que ho bem quanto mais comum & universal, tanto he mais execelente, & porque a lingoa Castelhana he mais comum em toda Espanha que a nossa, por esta causa a quis transladar em lingoa Castelhana, para nella haver de imprimir."

Esta obra teve como principal comentador o padre H. Bosmans, S. J., em 1908 [24].

Segundo Gomes Teixeira, a álgebra, desde o seu início, passou por três fases: a geométrica, a numérica e a literal. "Na primeira fase a sua língua foi a geometria. A segunda fase durou séculos e a sua língua foi como vagido de criança. No século XVI começou a falar uma língua rudimentar, a língua sincopada, e no século seguinte, tomando a forma literal, começou a sua língua actual." [25]

Pedro Nunes aborda a álgebra de uma forma diferente da usual no século XVI, na medida em que nada afirma nela que não demonstre, tornando-a mais metódica e mais clara. Além disso, apresenta inúmeros exercícios, facto raro para a época [26].

Segundo Bosmans, já anteriormente citado, comparando a álgebra de Pedro Nunes com as outras do século XVI, termina pelas seguintes elogiosas palavras:

"Nunes foi um dos algebristas eminentes do século XVI.

Entre os grandes matemáticos que separam Stifel e Cardan, de Viète, brilha no primeiro lugar.

É uma glória de Portugal." [27]

Pedro Nunes e as linhas de rumo

Introdução

Um dos temas mais interessantes estudados por Pedro Nunes no âmbito da matemática foi o das linhas de rumo. "Uma linha de rumo (também chamada 'curva loxodrómica') é uma curva sobre a esfera com uma definição muito simples: supondo traçados sobre a esfera meridianos como

no globo terrestre (isto é, círculos máximos passando pelos dois pólos), trata-se de uma curva que corta todos os meridianos segundo um mesmo ângulo. O interesse de tal tipo de curva para a navegação é óbvio. De facto, a maneira mais natural de navegar no mar alto – ou seja, sem pontos de referência costeiros – é obrigar o barco a manter um ângulo constante com o norte da bússola. A rota seguida deste modo é uma linha de rumo." [28]

Linhas de rumo

"Uma questão que se coloca é a de saber que tipo de curvas são as linhas de rumo, e em particular se se tratam de círculos máximos, que como se sabe dão os caminhos mais curtos entre dois pontos (os círculos máximos são as 'rectas' da superfície esférica). Por exemplo, se o rumo for de 0°, a rota seguida é o meridiano do lugar de partida, que é um círculo máximo. E se estivermos no equador e seguirmos um rumo de 90°, percorremos exactamente o equador, que também é um círculo máximo. Mas logo vemos que, se seguirmos um rumo de 90° a partir de um ponto que não seja sobre o equador, a curva descrita é o paralelo do lugar de partida, que é um círculo mas não é um círculo máximo. Logo, as linhas de rumo não são sempre círculos máximos. A vantagem que há em navegar mantendo o rumo constante é, portanto, acompanhada pelo inconveniente de a rota seguida não ser a mais curta." [29]

"Para superar as dificuldades de navegação com cartas planas em latitudes elevadas, terão os pilotos portugueses da primeira metade do século dezasseis pensado em navegar com a ajuda de globos e terão tentado utilizá-los para navegarem em rotas ao longo de círculos máximos? A opinião generalizada é que não o fizeram. Contudo o matemático Pedro Nunes (1502-1578) relata num pequeno tratado intitulado *Tratado que ho doutor Pedro Nunez fez sobre certas dúvidas de navegação* como o navegador Martim Afonso de Sousa, no seu regresso do Brasil em 1530-32, lhe tinha pedido para resolver dois problemas de navegação surgidos durante a viagem."

Transcreve-se em seguida o primeiro problema, que na realidade é um duplo problema:

"Não há muitos dias [...] que falando com Martim Afonso de Sousa sobre a navegação que fez pelas partes do sul, entre outras coisas, me disse com quanta diligência e por quantas maneiras tomara as alturas dos lugares em que se achara, e verificara as rotas por que fazia os seus caminhos, mas que de duas coisas se espantou muito que em sua viagem experimentou. A primeira que estando o sol na linha em todos os lugares em que se achou lhe nascia em leste e se lhe punha no mesmo dia em oeste, isto igualmente sem nenhuma diferença ora se achasse da banda do norte ora da banda do sul. E perguntou-me por que razão se navegamos a leste ou a oeste vamos por um paralelo, em uma mesma altura sempre, sem nunca podermos chegar ao equador onde levamos a proa juntamente com o leste da agulha."

Pela leitura da última frase verifica-se que Martim Afonso de Sousa estava a procurar traçar sobre um globo uma rota ao longo de um círculo máximo no seu regresso do Brasil, uma vez que sobre um globo uma rota orientada para leste com uma bússola poderia, em teoria, levá-lo ao equador [30].

"O primeiro matemático a colocar e analisar estas questões foi Pedro Nunes. Em 1537, em anexo à sua tradução do *Tratado da Sphera* de Sacrobosco, publicou Pedro Nunes dois tratados em português sobre questões de navegação. Destes dois textos, o primeiro, com o título *Tratado sobre Certas Dúvidas da Navegação*, foi inspirado por algumas perguntas de Martim Afonso de Sousa (1500-1564), capitão da armada, explorador do Brasil entre 1531 e 1533 e futuro governador da Índia. O segundo intitula-se *Tratado em Defesa da Carta de Marear*, com o regimento da altura. Nestes tratados, Pedro Nunes afirma com toda a clareza que os círculos máximos, que dão a menor distância entre dois pontos, não são, salvo no caso do equador e dos meridianos, rotas de rumo constante. Isto é, quem quiser seguir por um círculo máximo tem que estar sempre a mudar o rumo (o ângulo com o meridiano)." [31]

Diz ele:

"[Na arte de navegar] há dois modos: o primeiro é ir por uma mesma rota, sem fazer mudança [...]. O segundo modo seria ir por círculos maiores".

e noutras passagens, mais adiante:

[...] ir por círculo maior [...] é andar menos caminho.

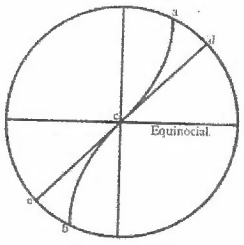


Fig. 2 – Pedro Nunes (1537) representando a linha de rumo de 45° e o correspondente círculo máximo passando por um ponto do equador (Gazeta de Matemática, Jul. 2002, p. 43).

Se queremos navegar por círculo maior, necessário é sabermos a mudança que fazem os ângulos da posição dos lugares, para conforme a isso mudarmos a rota.

[...] o caminho que se faz por uma rota não é por círculo maior que é o direito e contínuo, pois sempre fazemos com os novos meridianos ângulo igual ao com que partimos, o que era impossível fazer círculo maior se por ele fôssemos; antes é uma linha curva e irregular.

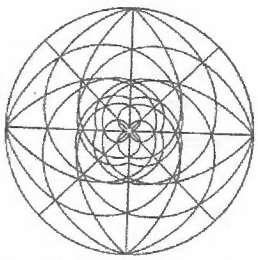


Fig. 3 – Pedro Nunes (1537) representando várias linhas de rumo vistas em projecção do pólo norte (Gazeta de Matemática, Jul. 2002, p. 43).

[...] os rumos [não são] círculos, mas linhas curvas irregulares, que vão fazendo com todos os meridianos que passamos ângulos iguais [...].

A distinção é claríssima. Nestes textos de Pedro Nunes encontra-se, pela primeira vez, a identificação de um novo tipo de curva, as linhas de rumo, acompanhada de

algumas figuras com a representação gráfica de uma linha de rumo, bem como a afirmação inequívoca de que – salvo no caso do equador e dos meridianos – as linhas de rumo são curvas diferentes dos círculos máximos, e portanto não dão os caminhos mais curtos." [32]

"No segundo dos tratados, Pedro Nunes inclui uma secção intitulada Como se navegará por círculo maior, onde propõe um compromisso entre os dois modos de navegação. Sugere ele que o piloto vá mudando o rumo de vez em quando, de uma forma que descreve em pormenor, de modo que a rota seguida, composta por arcos de linhas de rumo, se aproxime de um círculo máximo. Assim se compatibilizam e aproveitam as vantagens dos dois modos de navegar, e esta ideia de Pedro Nunes foi aproveitada até aos dias de hoje." [33]

A matemática das linhas de rumo

"Numa versão desenvolvida, em latim, dos seus tratados publicada em 1566, em Basileia, escreve Pedro Nunes sobre a linha de rumo:

'A linha curva é diferente [de um círculo máximo] e é semelhante a uma hélice [...]'

É nos tratados latinos que Pedro Nunes leva mais longe a sua análise das linhas de rumo. Com o objectivo de permitir traçar linhas deste tipo sobre globos, o que poderia ser um bom auxiliar na navegação, Pedro Nunes apresenta um complicado processo para obter pontos sobre linhas de rumo na esfera. Este processo consiste na resolução sequencial de vários triângulos esféricos. A figura seguinte é do texto de Pedro Nunes." [34]

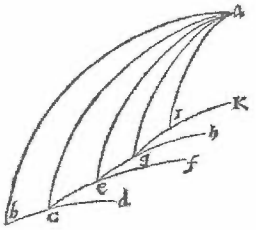


Fig. 4 – Tratado de Sphera, *1566, Basileia (*Gazeta de Matemática, *Julho de 2002, p. 44).*

"O ponto *a* é o pólo norte, e o ponto *b* é um ponto (no equador) pertencente à linha de rumo correspondente a um ângulo V dado. O processo de Pedro Nunes permite calcular sucessivamente as coordenadas dos pontos *c*, *e*, etc., que estão aproximadamente sobre a linha de rumo. Percebe-se porque é que a construção é aproximada: os lados mais pequenos dos sucessivos triângulos esféricos são arcos de círculo máximo, e portanto em cada passo há um ligeiro desvio em relação ao rumo indicado por V. Quando os ângulos no pólo diminuem, os pontos sucessivamente calculados aproximam-se de pontos exactos da linha de rumo.

Este notável trabalho de Pedro Nunes é descrito em pormenor no artigo de Raymond d'Hollander *Historique de la loxodromie*, publicado na revista *Mare Liberum* n.º 1, inclui uma tabela para apresentar os resultados dos cálculos para os rumos correspondentes aos sete ângulos 11° 15′, 22° 30′, 33° 45′, 56° 15′, 67° 30′ e 78° 45′. Extraordinariamente, Pedro Nunes deixa a tabela vazia, e diz que os números podem ser calculados por 'adolescentes estudiosos, segundo as precedentes demonstrações'. No seu artigo, em 1990, d'Hollander fez os cálculos necessários ao preenchimento da tabela.

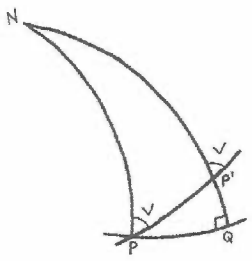


Fig. 5 – Gazeta de Matemática, *Julho de 2002, p. 45.*

Modernamente, a descrição da linha de rumo é feita usando a linguagem das funções (as funções do século XVI eram tabelas). Vamos de seguida obter a equação da linha de rumo correspondente ao ângulo V. Mediremos os ângulos em radianos e suporemos V diferente de 0 e de p/2, já que esses casos são triviais, como acima referido. Usando as letras j e l para designar a latitude e a longitude, vamos obter a equação na forma l=l(j), isto é, vamos obter a expressão da longitude dos pontos da curva em função da respectiva latitude. Para fixar ideias, vamos considerar a linha de rumo com ângulo V e que passa pelo ponto de latitude e longitude ambas iguais a 0. E vamos supor que o raio da esfera é 1.

Na figura seguinte, P é um ponto da linha de rumo, com coordenadas (j, l). O ponto P', também pertencente à linha de rumo, é obtido dando um acréscimo h à latitude j. N é o pólo norte e Q é o ponto de intersecção do paralelo de P com o meridiano de P'." [35]

"Tomando h muito pequeno, podemos considerar que o triângulo PQP' é um triângulo plano. Esse triângulo é rectângulo no vértice Q, e no vértice P' o ângulo é V. Como a diferença de longitudes entre Q e P é $\lambda(\varphi+h) - \lambda(\varphi)$, e como os dois pontos estão no paralelo de latitude j, (que é uma circunferência de raio $\cos(\varphi)$. $[\lambda(\varphi+h) - \lambda(\varphi)]$. Logo, tem-se

$$\mathrm{tg}(V) = \frac{\cos(\varphi)[\lambda(\varphi+h) - \lambda(\varphi)]}{h}$$

donde

$$\lambda'(\varphi) = \mathrm{tg}(V)\sec(\varphi)$$

Como $\lambda(0) = 0$, segue-se que

$$\lambda = tg(V)\ln tg\left(\varphi/2 + \pi/4\right).$$

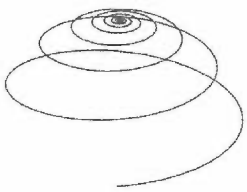


Figura 6 – Gazeta de Matemática, *Julho de 2002, p. 45.*

ou equivalentemente,

$$\varphi = -\frac{\pi}{2} + 2\mathrm{arctg}(e^{\lambda \cot g(V)}).$$

Na figura seguinte está a metade norte da linha de rumo de ângulo $8\pi/17$ (cerca de 85°)."[36]

Linhas de rumo e espirais no plano

"Para ver como ficam as linhas de rumo 'vistas de

cima', introduzimos coordenadas rectangulares para os pontos da esfera

$x = \cos(\varphi)\cos(\lambda)$

$y = \cos(\varphi)\mathrm{sen}(\lambda)$

(a terceira coordenada, $z = \mathrm{sen}(\varphi)$, não interessa para isto).

Os parâmetros da curva plana em coordenadas polares são λ e

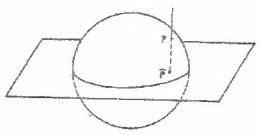


Fig. 7 – Gazeta de Matemática, *Julho de 2002, p. 45.*

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2} = \cos(\varphi)$$

Da expressão de φ em termos de λ sai

$$\cos(\varphi) = \frac{2e^{\lambda \cot g(v)}}{1 + e^{2\lambda \cot g(v)}}$$

o que é o mesmo que

$$\rho = \cos ech\,[\lambda \cot g(V)].$$

Isto é uma espiral, mas não é a espiral logarítmica.

A espiral logarítmica aparece quando se projecta a linha de rumo no plano do equador a partir do pólo norte (na chamada 'projecção estereográfica'). Sejam X e Y coordenadas rectangulares no plano do equador. Um ponto (x, y, z) da esfera projectado a partir do pólo norte resulta no ponto de coordenadas

$$X = \frac{x}{1 - z} \qquad Y = \frac{y}{1 - z}$$

Como fica a projecção da linha de rumo? Os parâmetros em coordenadas polares são o mesmo l de há pouco e

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} = \frac{\rho}{1 - z} = \frac{\cos(\varphi)}{1 - sen(\varphi)}$$

Como

$$e^{\lambda \cot g(V)} = tg\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4}\right) = \frac{1 + sen(\varphi)}{\cos(\varphi)} = \frac{\cos(\varphi)}{1 - sen(\varphi)}$$

vem

$$r = e^{\lambda \cot g(v)}$$

e a curva projectada é uma espiral logarítmica.

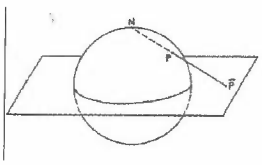


Fig. 8 – Gazeta de Matemática, *Julho de 2002, p. 45.*

O primeiro matemático a fazer esta observação foi possivelmente o inglês Thomas Harriot (1560-1621)." [37]

O problema da carta

O contributo dado por Pedro Nunes à ciência foi tão vasto que abrangeu várias áreas, uma das quais é a cartografia. O seu principal objectivo era conseguir que as linhas de rumo fossem representadas por linhas rectas nas cartas. A utilidade deste método é óbvia: numa carta, a união do ponto de partida ao de chegada por intermédio de uma recta permite obter o rumo a seguir na viagem.

O problema matemático consiste em saber como traçar cartas com essa característica [38].

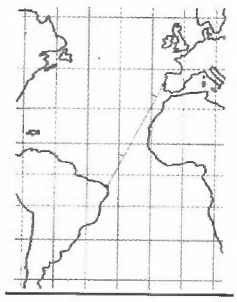


Fig. 9 – Gazeta de Matemática, *Julho de 2002, p. 46.*

"Intuitivamente, verifica-se que, na quadrícula meridianos/paralelos, o espaçamento entre estes últimos tem de aumentar com a latitude. Nos tratados de 1537 Pedro Nunes apenas esboça uma solução para o problema, que matematicamente é equivalente ao da descrição das linhas de rumo.

Modernamente, a carta com essa propriedade costuma chamar-se 'carta de latitudes crescidas' ou 'carta de Mercator', do nome do cartógrafo flamengo Gerard Mercator (1512-1594), que em 1569 publicou um mapa do mundo com a referida intenção. Mas o primeiro autor a descrever com exactidão o processo matemático de desenhar cartas em que as linhas de rumo são representadas por linhas rectas foi o inglês Edward Wright (1558-1615), em 1599, num livro em que cita abundantemente Pedro Nunes.

Como observação final, note-se que os trabalhos de Pedro Nunes sobre a náutica foram sobretudo, pelo seu rigor e precisão, trabalhos de matemática pura. Pouco ou nenhum interesse terão tido para o esforço das navegações do tempo, condicionadas por ventos, correntes e incertezas quanto à posição dos navios. Mas é precisamente o seu rigor e precisão que os torna importantes a longo prazo. De facto, só séculos depois, com a navegação motorizada, e com o aperfeiçoamento dos métodos de determinação de posições, é que ideias como a navegação por rumos ou por arcos de linhas de rumo tiveram integral aplicação. Como alguém disse, não há nada mais prático do que uma boa teoria." [39]

"As contribuições teóricas de Nunes para a navegação foram muito avançadas para o seu tempo. A dificuldade em as aplicar deve-se principalmente à precisão insuficiente dos instrumentos disponíveis e ao facto de a matemática da época ser demasiado pesada e laboriosa para ser usada no mar.

A tragédia de Nunes foi ter nascido num país que poderia ter beneficiado muito dos seus notáveis talentos caso tivesse sido possível aproveitá-los para o uso a bordo dos barcos." [40]

Pedro Nunes e as ciências naturais

O grande prestígio que Pedro Nunes alcançou deveu-se fundamentalmente às obras que publicou.

Nelas se evidenciou como eminente cosmógrafo, físico, cosmólogo, geómetra e algebrista, deixando-nos dois tipos de obras: traduções anotadas ou comentadas e trabalhos originais. Em todas revelou o seu prodigioso génio; até as suas traduções eram bem acompanhadas de notas ou de comen-

tários pessoais que abrangiam as partes mais obscuras e as de mais difícil interpretação e compreensão.

Foram estes factores que levaram a que Pedro Nunes seja considerado como o mais genial matemático peninsular do século XVI, um dos maiores matemáticos mundiais do mesmo século e a maior glória matemática portuguesa de todos os tempos [41].

Pedro Nunes cosmógrafo



Fig. 10 – Frontispício do Tratado da Sphera, *de Pedro Nunes.*

Em 1529, Pedro Nunes foi nomeado por D. João III para o cargo de cosmógrafo do reino. Um factor fundamental para a sua nomeação foram as suas obras no âmbito da cosmografia, nomeadamente:

1. *Tratado da Sphera*, etc., Lisboa, 1537. É o único trabalho que publicou em português.

2. *Astronomici introductorii de Sphera epitome* (sem local nem data; depois de 1542).

3. *Opera quoe complectuntur primum duos libros*, etc., Basileia, 1566.

"Com mais duas edições. Uma de Coimbra, 1573, com título *De Arte atque ratione navigandi*. Outra de Basileia, 1592, sob o mesmo título da 1.ª edição; publicada posteriormente ao falecimento do cosmógrafo-mor.

1. *Tratado da Sphera*, 1537 – 4.º volume, 90 folhas não numeradas; a mancha da impressão é de 243mm x 136mm. Os caracteres são do tipo gótico; as anotações estão impressas nas margens exteriores das respectivas páginas e as figuras estão intercaladas no texto. Compõem-se de:

a) Traduções, anotadas, de Pedro Nunes:

1) *Tratado da Sphera*, de Sacrobosco;

2) *Teórica do Sol e da Lua*, de Purbáquio;

3) *Primeiro Livro de Geografia,* de Ptolomeu;

b) Originais de Pedro Nunes:

4) *Tratado sobre Certas Dúvidas da Navegação;*

5) *Tratado em Defensam da Carta de Marear*, e as *Tábuas do Movimento do Sol e Sua Declinação;*

c) Epigrama:

6) Epigrama em latim, dedicado a Pedro Nunes, composto por Jorge Coelho.

2. *Astronomici introductorii*, sem data. É um resumo em latim do *Tratado da Sphera* da obra anterior.

3. *Opera*, 1566. – Composto de quatro partes:

1) Liber I: *De duobus problematis circa navigandi artem*. É a tradução em latim do *Tratado sobre Certas Dúvidas da Navegação,* da Obra. *Tratado da Sphera*, aumentado de novas observações.

2) Liber II: *De regulis & instrumentis*, etc. É a tradução em latim do *Tratado em Defensão da Carta de Marear, do Tratado da Sphera*, muito aumentado.

3) *In Theoricas planatarum Georgii Purbachii annotationes aliquot*. Como a *Teórica do Sol e da Lua*, de Purbáquio, do *Tratado da Sphera*, mas agora trata das *Teóricas dos Planetas* do mesmo Purbáquio.

4. *Tratado da Sphera*, de Sacrobosco. Este matemático inglês (1220-1266) resumiu na sua *Sphoera Mundi* o *Almagesto* do grande Ptolomeu e os *Elementos de Astronomia* de Alfragano. O seu trabalho é a mais antiga obra astronómica europeia conhecida, tendo adquirido maior fama e sendo durante séculos o único adoptado nas escolas.

Pedro Nunes traduziu integralmente a *Sphoera Mundi* de Sacrobosco, com interessantes anotações suas. As que publicou sobre os *climas* foram traduzidas, em latim, por Elias Vineto e passaram a fazer parte de várias edições da *Sphoera* de Sacrobosco.

O cosmógrafo resumiu em latim a *Sphoera* (publicando-a sem data), que Rodolfo Guimarães admite ser depois de 1542.

5. O genial geómetra grego, no *Primeiro Livro* da sua célebre *Geografia*, ocupa-se da parte da matemática, base de toda a *geografia*. A obra é concluída com anotações rebatendo alguns erros de Ptolomeu." [42]

Pedro Nunes na náutica

Linhas curvas irregulares (linhas de rumos)

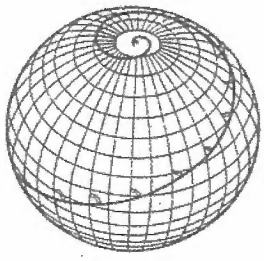


Fig. 11 – Globo com loxodromia, in Encyclopedia of Mathematics, *Kluwer, 1990.*

"Na época em que as navegações portuguesas e orientais haviam adquirido o maior brilho, tendo os nossos descoberto 'novas ilhas, novos mares, novos povos e, o que mais é, novo céu e novas estrelas', o cosmógrafo não podia deixar de ocupar-se da náutica, tratando os mais importantes assuntos com o máximo engenho e arte.

A sua intervenção científica neste assunto marcou, sendo verdadeiramente notáveis os tratados que sobre a náutica publicou.

Motivaram principalmente esta intervenção algumas dúvidas que, sobre várias questões de navegação, foram apresentadas em 1533 por Martim Afonso de Sousa, ilustre chefe da armada que foi ao Brasil em 1530.

Dessas dúvidas derivaram os dois tratados que terminam o seu *Tratado da Sphera*, depois publicados em latim, aperfeiçoados e muito melhorados, no começo das suas edições latinas de 1566, 1573 e 1592. Mas Pedro Nunes entendeu justamente que eles só poderiam ser bem com-

preendidos por quem conhecesse os princípios enunciados no *Tratado da Sphera* (de Sacrobosco) e no *Primeiro Livro de Geografia* (de Ptolomeu), por isso publicou estes em primeiro lugar.

Os *Tratados da Náutica*, em português, destinavam-se aos pilotos nacionais; os publicados em latim, com a reprodução das doutrinas naqueles expostas e com outras estudadas pela primeira vez, todas apresentadas sob forma mais científica, eram destinados à divulgação dos seus trabalhos pelas pessoas de maior cultura, portugueses e estrangeiros. Estes tratados em latim não tiveram rivais, nessa época, em qualquer outra nação.

Pomas rumadas loxodromicamente, de Pedro Nunes (1534-1537)

O primeiro *Tratado da Náutica*, sobre certas dúvidas da navegação (as de Martim de Sousa), foi escrito em 1534. É nele que a sua genial 'imaginação' apresenta a navegação pela 'linha curva irregular' e por um círculo maior (máximo). Aquela, que é a trajectória do navio no mar, navegando ao mesmo rumo (ângulo entre a direcção da proa e do meridiano verdadeiro), foi chamada mais tarde (1624) **loxodromia** por Snellio, nome que conserva; nesta, que é mais curta e se denomina ortodromia, dá-se o contrário: o rumo varia. Os pilotos julgavam que as duas linhas – loxodromia e ortodromia – coincidiam; Pedro Nunes mostrou que não tinham razão.

Da sua longa exposição sobre este assunto conclui-se:

1. Imagina ('esta minha imaginação') a navegação pelas linhas curvas irregulares (loxodromias) e por círculos maiores (máximos);

2. Indica que a poma (globo terrestre) com as linhas dos rumos traçadas – poma rumada – serve estes dois modos de navegar;

3. E que a carta de marear quadrada serve para o primeiro (linhas curvas irregulares) 'com alguma pequena mudança que se faça'.

No segundo *Tratado da Náutica*, em defensam da carta de marear, que foi escrito em 1537, define novamente as suas linhas curvas irregulares, ilustradas com uma grande figura.

Não indica o nosso cosmógrafo, nestes seus dois tratados, a forma de traçar nas pomas rumadas as suas linhas curvas (loxodromias), o que faz na tradução latina (1566). Mostra aqui que elas devem ser traçadas com o auxílio dum quadrante flexível, dividido em 8 quartas (cada quarta tem 11° 1/4); mas é de aceitar que já tivesse imaginado e feito construir esse quadrante, e as pomas rumadas loxodromicamente, de 1534 a 1537. Infelizmente as suas pomas perderam-se.

A prioridade da descoberta da loxodromia

Muito há escrito sobre este importante assunto; para nós, Portugueses, a questão mais importante é a que tem girado em torno da prioridade da descoberta dessas linhas curvas irregulares do nosso cosmógrafo.

Foi Pedro Nunes que imaginou, primeiramente estudou e fez construir as linhas curvas irregulares (linhas de rumos, loxodromias) de 1534-1537; a prioridade pertence-lhe. Ao nosso Pedro Nunes cabe a glória inicial, a Mercator a de uma execução modelar.

Regimentos da altura do pólo (latitude), pelo Sol

Pedro Nunes abordou a determinação da latitude pela altura do Sol, apresentando soluções suas muito interessantes e engenhosas, embora pouco práticas.

a) Ao meio-dia – é o usual regimento (regras) português, bem conhecido dos pilotos, que só emprega o cálculo.

b) Em todo o tempo que houver Sol – dois processos: quer por uma, quer por duas alturas deste astro.

Existem nestes processos o emprego de:

1) Uma agulha especial, a que D. João de Castro chamou instrumento de sombras;

2) Um astrolábio, para medir a altura do astro;

3) Um globo ou poma, para determinar graficamente a latitude;

4) O Regimento de declinação do Sol.

Estes processos *a*) e *b*) vêm na obra I). *Tratado da Sphera* (n.º 14). No 2.º Tratado da obra III) vem o segundo destes processos, bem como outros, meramente teóricos, mas da máxima elegância matemática.

Pedro Nunes, um sábio de gabinete, iludiu-se quanto à aplicação prática a bordo dos seus processos [menos o *a*)]. D. João de Castro experimentou no mar os dois indicados em *b*), desde a sua viagem de Lisboa a Goa em 1538, para o que utilizou os instrumentos aconselhados por Pedro Nunes.

O ilustre marinheiro, de começo, achou bons os processos, mas pouco depois reconheceu que podiam conduzi-lo praticamente a erros excessivamente grosseiros; e os processos foram abandonados pelos pilotos.

Tábuas do movimento do Sol e sua declinação

Por elas termina a obra I), *Tratado da Sphera*. São do género das do judeu Zacuto, não dando portanto, imediatamente, a declinação do Sol, como os pilotos estavam acostumados.

São elas para o quadriénio 1537-1540, que inclui o ano bissexto 1540. Cremos que somente D. João de Castro usou as que foram extraídas de Pedro Nunes, talvez pelo próprio cosmógrafo."[43]

Pedro Nunes físico

O grande matemático somente se ocupa de um problema físico no último capítulo do seu Tratado: *De regulis & instrumentis* da sua obra III), *Opera* (n.º 14).

São cinco proposições do capítulo: *In problema mechanicum Aristotelis de motu navigii ex-remis;* isto é, sobre o movimento dos barcos a remos, comentando Nunes a doutrina de Aristóteles.

Segundo Gomes Teixeira, "não se trata dum trabalho de mecânica no sentido moderno, mas de geometria do movimento; não se pretende determinar o lugar que o barco vai ocupando em cada instante, impedido pelos remos, mas de comparar, em diversas circunstâncias, o deslocamento do barco ao dos remos".

Pedro Nunes cosmólogo

"Pedro Nunes abordou a cosmologia em três ocasiões:

1) No *Tratado da Sphera*, com a *Teórica do Sol e da Lua*, de Purbáquio (n.º 14).

2) Na *Opera* (1566), e edições de 1573 e 1592, com *In Theoricas planetarum Georgii Purbachii* (n.º 14).

3) *De Crepusculis*, tendo anexo: *Allacen Arabis vetustissimi, de causis Crepusculorum*, Coimbra, 1542.

Teve 2.ª edição em Coimbra, 1571, a qual veio depois anexa à Obra III), *De Arte* (n.º 14), de 1573.

Na edição da III), *Opera* (n.º 14), de 1592, foi novamente impressa.

As *Theoricas*, de Purbáquio

Pedro Nunes traduziu em português a *Teórica do Sol e da Lua*, comentando-a preciosamente com esclarecimentos e rectificações. Trata do movimento do Sol e da Lua no sistema astronómico idealizado por Ptolomeu, o qual somente desapareceu, na parte física, com a Teoria de Copérnico, e na sua estrutura geométrica com Kepler. No entanto as teorias de Ptolomeu duraram bastantes séculos!

Nas *Teóricas dos Planetas*, em latim, Pedro Nunes mostrou igualmente o seu extraordinário génio de observador e crítico, que já evidenciara ao ocupar-se, na *Teórica do Sol e da Lua*, dos movimentos destes dois astros.

De Crepusculis

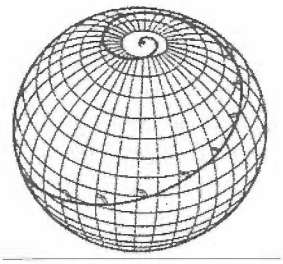


Fig. 12 – Desenho segundo a gravura apresentada por Pedro Nunes, em De Crepusculis, *que acompanha a descrição do nónio, Lisboa, 1542.*

Pedro Nunes, neste seu tratado, original, começa por expor as indispensáveis doutrinas de astronomia esférica, necessárias à compreensão da sua obra. O seu fim principal é o estudo da duração do dia e da noite, transformação de coordenadas astronómicas e outros problemas derivados dos movimentos dos astros.

O problema essencial, a determinação da duração dos crepúsculos, é tratado por Pedro Nunes com a máxima elevação.

A análise matemática era ainda desconhecida, mas o grande matemático supriu-a por processos que o seu engenho imaginou e utilizou.

É neste trabalho que Pedro Nunes mostra todo o valor do seu prodigioso génio matemático. É ele considerado pelos modernos especialistas como a mais bela e mais original das suas obras.

Tratado dos Crepúsculos, de Allacem

Este tratado, do árabe Allacem, tinha sido traduzido para latim por Gerardo de Cremona, mas a tradução estava tão errada que Pedro Nunes teve de a refazer por completo, o que, segundo ele, lhe deu mais trabalho do que compor o seu *De Crepusculis*." [44]

Pedro Nunes e a engenharia

A obra de Pedro Nunes é tão grandiosa e importante que engloba diversas áreas desde a Matemática, passando pela Geografia e até a própria Engenharia.

No que se refere à Engenharia apraz-me referir o processo para determinar a duração do crepúsculo da tarde ou da manhã e ainda alguns instrumentos por ele criados.

Este processo refere-se à proposição XV do seu tratado *De Crepusculis* (Coimbra, 1573, pp. 40-41), cujo artigo foi publicado na revista de Engenharia Militar intitulado *Cálculo da Duração do Crepúsculo da Tarde de 1 de Outubro de 1541, em Lisboa.*

Para se conseguir uma melhor compreensão do processo, Pedro Nunes utilizou um exemplo prático, calculando a duração do crepúsculo da tarde do dia 1 de Outubro de 1541.

Este processo consiste em observar a altura de uma estrela, cuja ascensão recta e declinação são conhecidas, no momento em que se julgue terminar o crepúsculo da tarde, ou começar o da manhã, e com a altura observada da estrela calcular a distância ao meridiano, ou o seu ângulo horário. A diferença das ascensões rectas do Sol e da estrela, aumentada do ângulo horário da estrela observada no momento de terminar o crepúsculo da tarde, ou de começar o da manhã, diminuía do semiarco diurno do Sol, é a duração do crepúsculo [45].

Instrumentos de Pedro Nunes

"Nas suas obras, Pedro Nunes sugeriu vários instrumentos de medida que imaginava serem úteis para a navegação astronómica. De entre as suas concepções, há sobretudo três que perduram e vieram a contribuir para o progresso da instrumentação científica: o nónio, o anel náutico e o instrumento de sombras.

Nónio

Pedro Nunes, na sua obra *De Crepusculis*, indicou um processo para num astrolábio poderem medir-se as fracções do grau:

Traçam-se no plano do astrolábio 44 circunferências concêntricas com a do instrumento, dividem-se os qua-

drantes de cada uma daquelas em 89, 88, ..., 46 partes iguais, a partir respectivamente da primeira exterior para a última interior. O ângulo dado pelo astrolábio mede-se na circunferência que o dá com maior aproximação.

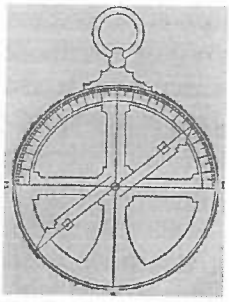


Fig. 13 – Gravura do astrolábio náutico, apresentado por Simão de Oliveira na Arte de Navegar, *Lisboa, 1606 (*Gazeta de Matemática, *Julho de 2002, p. 5).*

O seu discípulo Clavio (1593) reduziu as 44 circunferências ao arco auxiliar de uma única, dividindo em 61 partes iguais e abrangendo 60 graus do limbo do astrolábio.

Vernier deu depois (1631) movimento ao arco auxiliar de Clavio, ligando-o à alidade do astrolábio.

Deve-se pois a Pedro Nunes a ideia fundamental, genial em teoria, que, passando por Clavio e Vernier, originou os perfeitíssimos instrumentos que permitem medir as mais pequenas divisões de qualquer escala, circular ou rectilínea. O precioso instrumento chama-se nónio em Portugal e no Brasil, nonius em algumas nações e vernier em várias outras." [46]

O anel náutico – uma aplicação engenhosa da geometria

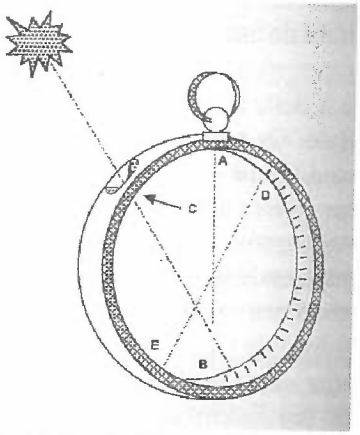


*Fig. 14 – O anel náutico permitia ler a altura do Sol na escala graduada marcada no interior do anel, no arco EBD. A luz do Sol passava através do orifício C e projectava-se nessa escala. Suspenso pela argola A, a linha AB mantinha-se na vertical. Desta forma, se o Sol se encontrasse no zénite, a luz seria projectada no ponto E, marcando a altura de 90º. Se se encontrasse na linha de horizonte, a sua luz seria projectada no ponto D, marcando a altura de 0º (*Gazeta de Matemática, *Julho de 2002, p. 86).*

Com o objectivo de permitir um maior rigor na medida da altura do Sol, Pedro Nunes imaginou um instrumento que ficou conhecido como anel náutico, anel astronómico ou anel graduado. A sua ideia vem descrita numa obra que fez publicar em 1573 em Coimbra, *De arte atque ratione navigandi libri duo*, onde o matemático lhe chama apenas astrolábio, pois a sua forma é muito semelhante à de um astrolábio náutico a que se retire a cruzeta central.

O instrumento compunha-se simplesmente de um anel dotado de uma argola de suspensão que permitia mantê-lo na vertical. Possuía um orifício muito pequeno a 45° desse ponto de suspensão. Era alinhado de forma a deixar a luz do Sol passar por esse orifício e projectar-se sobre o interior do anel, que estava graduado. A altura do Sol era medida nessa escala.

Na figura 11 mostra-se um esquema do anel náutico baseado numa ilustração que Manuel Pimentel inseriu na sua obra *Arte de Navegar*, publicada em Lisboa em 1712. As primeiras ilustrações que apareceram, tanto a original de Pedro Nunes de 1573 como a reprodução seguinte que se conhece, do *Regimiento de Navigación* do espanhol André Garcia de Cespedes, publicado em Madrid em 1606, são demasiado esquemáticas.

Pedro Nunes dá várias indicações práticas para a construção do instrumento. Indica que a espessura do anel devia ser de "um dedo" (medida da época que equivale a pouco menos de 2 cm) e insiste em que o orifício devia ter o menor diâmetro possível. Explica que era necessário cortar uma certa porção de ângulo, de forma que a luz pudesse passar pelo orifício, qualquer que fosse a posição do Sol. E diz que, "por causa daquela porção de metal que foi retirada do instrumento, o mesmo círculo fica menos pesado" desse lado; para o manter exactamente na vertical seria pois necessário compensar essa perda de peso e "retirar a mesma quantidade de metal da outra parte".

A vantagem do anel náutico sobre um astrolábio normal seria, segundo Pedro Nunes, que as marcas na escala EBD "são neste instrumento duas vezes maiores do que seriam se sobre o centro rodasse uma alidade, como vemos no astrolábio habitual".

O anel náutico baseia-se numa propriedade geométrica que Euclides demonstra na proposição 20 do Livro III dos seus *Elementos* e que Nunes expressamente refere dizendo que o ângulo "que está na circunferência do círculo contém um arco duplo do que tem vértice no centro". Em linguagem moderna, dir-se-á que o ângulo ao centro, isto é, com vértice no centro do astrolábio, é duplo do ângulo inscrito, isto é, com vértice no ponto C.

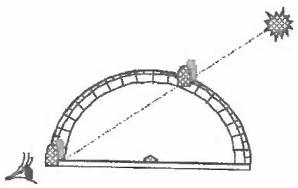


*Fig. 15 – Esquema de funcionamento do semicírculo graduado. (*Gazeta de Matemática, *Julho de 2002, p. 87).*

O anel náutico representa uma aplicação engenhosa da geometria e foi louvado por alguns estudiosos da época. No entanto, tinha um inconveniente que tornava ilusória a vantagem imaginada por Nunes: por mais diminuto que fosse o orifício, a luz projectada pelo Sol no interior do arco graduado nunca se podia reduzir a um ponto, dado que a nossa estrela não nos aparece como um ponto, mas sim como um disco. Como esse disco tem um diâmetro de cerca de meio grau, a imagem projectada ocupa pelo menos meio grau, o que reduz a precisão do instrumento. Esse inconveniente já não existiria no caso de se pretender medir a altura de estrelas, mas a luminosidade destas não é suficientemente forte para se projectar visivelmente através no arco graduado.

No invento de Nunes parece vislumbrar-se uma característica comum a muitos dos seus trabalhos. O cosmógrafo possui um domínio da geometria e da matemática que o leva a conceber instrumentos imaginativos e potencialmente úteis. No entanto, admite-se que a sua inexperiência na utilização de instrumentos leve a que as suas propostas não sejam tão eficazes como imaginava. Muitas ideias base de Pedro Nunes, no entanto, podem e vêm mais tarde a ter aplicações frutuosas. Assim aconteceu com este instrumento, que não se revelou útil à navegação, mas que deu origem a vários outros, entre os quais o chamado semicírculo graduado. Este último estava dotado de uma mira móvel que permitia apontar uma estrela e ler a sua altura numa escala semelhante à do anel náutico. A ideia da duplicação do ângulo na escala de medida revelou-se, afinal, uma ideia frutuosa.[47]

Triângulos e círculos – o instrumento de sombras

Entre outros instrumentos sugeridos por Pedro Nunes para a medida das alturas do Sol, houve um que se tornou célebre pela aplicação que dele fez D. João de Castro (1500-1548), o grande intelectual viajante do século XVI. Trata-se de um instrumento simples, semelhante a um relógio de sol, mas com uma inovação muito engenhosa que permitia fazer directamente as medidas das alturas através das sombras projectadas pelo Sol.

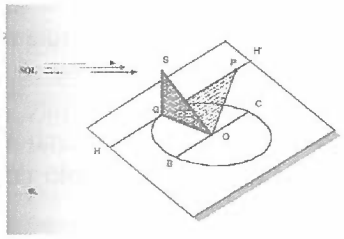


Fig. 16 – O instrumento de sombras de Pedro Nunes é constituído por uma base horizontal onde se fixa verticalmente uma placa em forma de triângulo rectângulo isósceles. Um dos catetos desse triângulo coincide com o raio OG, perpendicular à tangente HH', outro fica na vertical sobre o ponto G. Marca-se o diâmetro BOC paralelo à tangente HH' e gradua-se a circunferência de B para G e de C para G. Para medir a altura h do Sol, roda-se o conjunto até que a sombra do cateto GS, perpendicular à base, se alinhe com a tangente HH'. O ângulo h é igual ao ângulo horizontal h' (GPO) pois os triângulos OGP e SGP são iguais (são ambos rectângulos, têm um cateto comum, GP, e dois iguais: SG = OG). Por sua vez, o ângulo h'' (COP) é igual a h' pois são ângulos alternos internos nas paralelas HH' e BC (Gazeta de Matemática, *Julho de 2002, p. 89).*

Com a tecnologia moderna, é fácil construir um instrumento que leia de forma imediata as alturas. Basta, por exemplo, construir uma base com uma estaca na vertical e estabelecer marcas na base que transformem o comprimento da sombra em alturas angulares. Mas isso implica que as marcas não estejam espaçadas uniformemente, pois o comprimento da sombra não é proporcional à altura angular e sim à sua co-tangente. Enquanto o Sol está perto da vertical, o comprimento da sombra pouco varia; à medida que se aproxima do horizonte, a sombra aumenta rapidamente. Graduar uma escala que traduza em alturas angulares o comprimento da sombra não traz hoje qualquer dificuldade. Na época, contudo, não era tarefa fácil, que se pudesse confiar aos artífices. Se estes tinham já dificuldade em dividir um ângulo recto em 90 partes iguais, maiores problemas teriam para construir uma escala graduada de forma não uniforme. Pedro Nunes procurou pois uma maneira de transferir a sombra do Sol para um círculo graduado em graus que se encontrasse numa base plana. Se pensarmos um pouco na maneira de resolver o problema, veremos que não é fácil inventar uma solução. O instrumento de Nunes é de uma grande simplicidade, mas de um enorme enge-nho geométrico.

A base era uma placa, normalmente quadrada, onde se inscrevia um círculo e se traçava uma tangente a esse círculo. Montada sobre o círculo estava uma placa semelhante a um estilo ou gnómon, como nos relógios solares, na forma de um triângulo rectângulo isósceles, com os catetos de comprimento igual ao raio do círculo. O triângulo tinha um cateto assente sobre o raio do círculo que tocava na recta tangente, como se vê na figura. Traçava-se no círculo um diâmetro paralelo à tangente e graduava-se a circunferência de 0° para 90°, nas direcções do diâmetro para o ponto da tangente. Com essa graduação mediam-se directamente as alturas do Sol. Se se quisesse medir distâncias zenitais, graduar-se-ia o círculo do ponto tangente para o diâmetro.

Para medir a altura do Sol, começava-se por colocar a base do instrumento na horizontal. Rodava-se depois essa base até que o bordo da sombra do triângulo coincidisse com a recta tangente. A altura do astro lia-se directamente no círculo graduado.

O princípio geométrico deste instrumento é simples, mas só depois de descoberto. Os raios de sol fazem um ângulo com o plano horizontal que corresponde à altura angular do astro. Ao colocar a placa de forma a fazer coincidir a sombra com a recta tangente, esse ângulo é transferido para a placa horizontal, onde se lê directamente.

Pedro Nunes chamou ao seu aparelho "instrumento jacente no plano" e foi D. João de Castro que o designou por "instrumento de sombras". Este fidalgo dá-nos notícia da sua utilização prática no seu *Roteiro de Lisboa a Goa*, obra que fez publicar em 1538. Na sua viagem testou repetidamente o aparelho, tal como um outro, também referido como instrumento de sombras, e que se destinava a determinar a declinação da agulha magnética, isto é, o seu desvio em relação ao norte verdadeiro. Esse outro instrumento foi sugerido por Pedro Nunes, mas Francisco Faleiro, que com o seu irmão Rui esteve associado à viagem de Fernão Magalhães, apresentara antes a mesma proposta, pelo que dele não nos ocuparemos aqui.

O objectivo central dos testes de D. João de Castro era pôr à prova uma regra que Pedro Nunes tinha sugerido para medir "a altura do Sol a toda a hora" e que se baseava em duas alturas solares extrameridianas. Uma semana após ter saído de Lisboa na sua primeira viagem à Índia, o nobre português mediu a altura do Sol em dois momentos diferentes e calculou encontrar-se a 29° 30' de latitude norte.

Pouco depois, o piloto obteve 29° 20´ pelo regime habitual de medição da altura do Sol ao meio-dia e ficou "muito espantado", como relata D. João de Castro, ao abrir o "escrito cerrado" que este lhe enviara e ver nele a indicação correcta da latitude. O procedimento de Pedro Nunes e as medidas do instrumento de sombras voltaram por várias vezes a dar bons resultados durante a viagem, pelo que Castro não cessou de lhe tecer louvores. Apesar disso, o instrumento não se difundiu entre os pilotos e só se volta a ter dele notícia mais de cem anos depois, quando outro autor, António Carvalho da Costa, o ressuscitou com algumas alterações na sua obra *Via Astronómica*, publicada em Lisboa em 1676.

Apesar dos louvores de D. João de Castro, é natural que os pilotos tivessem preferido continuar a utilizar os regimentos clássicos da medida da latitude do Sol ao meio-dia ou, de noite, pela das estrelas. Esses processos eram mais práticos, pois davam a latitude através de uma medida única, a que se seguiam cálculos fáceis de efectuar por consulta de tabelas. Como o instrumento de sombras apareceu sobretudo associado à avaliação da latitude através de duas medidas de alturas, e como os cálculos são muito mais morosos com esse método, é natural que o invento de Pedro Nunes tenha caído no esquecimento[48].

Considerações finais sobre Pedro Nunes

Pedro Nunes viveu numa época de grande apogeu da História Portuguesa. Este nasceu dois anos depois da descoberta oficial do Brasil e dois anos antes de Portugal perder a independência.

Um dos factores que mais notabilizou Pedro Nunes foi o facto de ter abordado as grandes questões da Filosofia Natural, contribuindo para o desenvolvimento da Ciência em Portugal.

Esta época foi produtiva em grandes homens, que se distinguiram em várias áreas da actividade humana, entre as quais se evidenciaram Luís de Camões, na poesia, João de Barros, na história, e Pedro Nunes, na matemática.

Todas estas três figuras viveram o apogeu das grandezas da nossa pátria; as suas obras foram impressas ainda antes do declínio do nosso Império; e todos tiveram a felicidade de desaparecer antes da perda da nossa nacionalidade.

As fontes das suas obras foram os trabalhos dos grandes cosmógrafos e filósofos antigos, nomeadamente Ptolomeu, Aristóteles e Euclides. Contudo, tentou inovar procurando novos conhecimentos e descobertas, buscando um grande rigor e precisão nos resultados apresentados nas suas obras.

No entanto, apesar de inventar instrumentos que efectuavam cálculos com grande precisão, do ponto de vista prático não se revelaram de grande utilidade para as navegações.

Uma vez que o que mais distinguiu Pedro Nunes foram as suas obras publicadas é importante salientar, de entre elas, a obra *De Crepusculis* (1542), onde é estudada a variação da duração do crepúsculo em diferentes zonas climáticas do Globo.

A infelicidade de Pedro Nunes foi ter vivido numa época em que os seus notáveis talentos não puderam ser utilizados ao máximo no âmbito das navegações.

As seguintes palavras proferidas pelo Dr. Gomes Teixeira são bastante elucidativas acerca de Pedro Nunes:

"O século XVI pode ser chamado na história da matemática Ibérica o século de Pedro Nunes. Portugal teve neste século a hegemonia das matemáticas na nossa Península, não porque tivesse muitos cultores destas ciências, mas porque Pedro Nunes por si só vale muitos. Nos variados ramos das referidas ciências de que tratou, nenhum outro matemático o igualou."

BIBLIOGRAFIA

• *Boletim da SPM* – n.º 46, Abril 2002.
• *Boletim da SPM* – n.º 47, Julho 2002.
• *Diciopédia 2001*, Porto Editora, 2000.
• *Enciclopédia Universal*, Texto Editora, 1997.
• CALAFATE, Pedro, *LOGOS – Enciclopédia Luso-Brasileira de Filosofia*, Verbo, vol. 3, 1991, pp. 198-1204.
• COSTA, A. Fontoura da, *A Ciência Náutica dos Portugueses na Época dos Descobrimentos*, Comissão Executiva das Comemorações do Quinto Centenário da Morte do Infante D. Henrique, 1958, pp. 40-44, 48-49, 53-54.
• CUNHA, Pedro José da, *A Astronomia, a Náutica e as Sciências Afins*, Imprensa Nacional de Lisboa, 1929, p. 11.
• ECO, Umberto, *Como Se Faz uma Tese em Ciências Humanas*, Editorial Presença, Lisboa, 1995.
• FONSECA, João de Sousa, editor director-geral, *Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira*, vol. 19, NUCLE/PAIS, Editorial Enciclopédia, Limitada, Lisboa – Rio de Janeiro, pp. 53-65.
• MATTOSO, José, *História de Portugal – No Alvorecer da Modernidade (1480-1620)*, Círculo de Leitores, 3.º vol., Lisboa, 1993.
• NUNES, Pedro, *Defensão do Tratado da Rumação do Globo para a Arte de Navegar (IV)*, separata da *Revista da Universidade de Coimbra*, Coimbra, vol. XVII, 1952.
–, *Obras*, Academia das Ciências de Lisboa, Imprensa Nacional de Lisboa, MCMXL.
–, *Tratado sobre Certas Dúvidas da Navegação*, extracto da *Revista de Engenharia Militar*, Tipografia do Comércio, Lisboa, 1913.
• OLIVEIRA, J. Tiago de, *O Essencial sobre a História das Matemáticas em Portugal*, INCM, Lisboa, 1989.
• PIRES, Dr.ª Maria Lucília Gonçalves, *Dicionário Biográfico Universal de Autores*, Editorial Valentino Bompiani, Milão, vol. 3, pp. 2424-2426.
• RANDLES, W. G. L., «Pedro Nunes e a descoberta da curva loxodrómica», *Gazeta de Matemática*, n.º 143, Julho de 2002, pp. 42-47.
• SILVA, Luciano Pereira da, *A Primeira Edição dos Tratados Latinos Sôbre a Arte de Navegar de Pedro Nunes*, Obras Completas, vol. II, Agência-Geral das Colónias, 1945.
• TEIXEIRA, Francisco Gomes, *Elogio Histórico de Pedro Nunes*, Panegíricos e Conferências, Coimbra, 1925, pp. 1-83.
–, *História das Matemáticas em Portugal – História das Matemáticas em Portugal no século XVI*, Academia das Ciências de Lisboa, Lisboa, 1934.
• VENTURA, Augusta Faria Gersão, *Pedro Nunes visto à Distância de 4 Séculos*, 1944, Lisboa, Tip. «União Gráfica», pp. 3-18.

• Pedro Nunes

http://scientia.artenumerica.org/biblio.html
http://scientia.artenumerica.org/noniana/noniana.html

www.mat.uc.pt/~jaimecs/jud.html
www.mat.uc.pt/~jaimecs/index.html
www.mat.uc.pt/~jaimecs/livrogt/livrogt.html
www.e.pedro-nunes.rets.pt/historia1.htm
www.newadvent.org/cathen/11163a.htm
www.coimbra2003.pt
www.escolanaval.pt/pedronunes
www.escolanaval.pt/pedronunes/biografia
www.spm.pt~pedronunes
www.mox.uniandes.edu.co/voc/Pedro_Nunes.htm
www.educ.fc.ul.pt/icm/icm99/icm11/matematicos.htm
www.cncdp.pt/oceanos/oceanos_38/rita_matos/4.html
www.instituto-camoes.pt/cvc/ciencia/p1.html
www.pedronunes.pt/apontadores.html

Notas

[1] Francisco Gomes, Teixeira, *História das Matemáticas em Portugal – História das Matemáticas em Portugal no Século XVI*, Academia das Ciências de Lisboa, Lisboa, 1934.
[2] www.instituto-camoes.pt/cvc/ciencia/p1.html
[3] Idem.
[4] Idem.
[5] A. Fontoura da, Costa, *Pedro Nunes (1502-1578)*, Lisboa, Agência-Geral do Ultramar, 1969, p. 12.
[6] www.instituto-camoes.pt/cvc/ciencia/p1.html
[7] John R. C., Martynb, *Pedro Nunes (1502-1578), His Lost Algebra and Other Discoveries*, Peter Lang Publishing, Inc., New York, 1996.
[8] www.instituto-camoes.pt/cvc/ciencia/p1.html
[9] Idem.
[10] Idem.
[11] Idem.
[12] Idem.
[13] Idem.
[14] Idem.
[15] Idem.
[16] A. Fontoura da, Costa, *Pedro Nunes (1502-1578)*, Agência-Geral do Ultramar, 1969, p. 7.
[17] *Ibidem.*
[18] *Ibidem.*
[19] *Ibidem*, p. 43.
[20] *Ibidem.*
[21] *Ibidem.*
[22] *Ibidem*, p. 44.
[23] *Ibidem.*
[24] S. J., H. Bosmans, *L' Algèbre de Pedro Nunes*, Coimbra, 1908.
[25] A. Fontoura da, Costa, *Pedro Nunes (1502-1578)*, Agência-Geral do Ultramar, 1969, pp. 44-45.
[26] *Ibidem*, p. 45.
[27] *Ibidem.*
[28] João Filipe, Queiró, «Pedro Nunes e as linhas de rumo», *Gazeta de Matemática*, n.º 143, Julho de 2002, pp. 42-47.
[29] *Ibidem.*
[30] W. G. L., Randles, «Pedro Nunes e a descoberta da curva loxodrómica», *Gazeta de Matemática*, n.º 143, Julho de 2002, pp. 90-97.
[31] João Filipe, Queiró, «Pedro Nunes e as linhas de rumo», *Gazeta de Matemática*, n.º 143, Julho de 2002, pp. 42-47.
[32] *Ibidem.*
[33] *Ibidem.*
[34] *Ibidem.*
[35] *Ibidem.*
[36] *Ibidem.*
[37] *Ibidem.*
[38] *Ibidem.*
[39] *Ibidem.*
[40] W. G. L., Randles, «Pedro Nunes e a descoberta da curva loxodrómica», *Gazeta de Matemática*, n.º 143, Julho de 2002, pp. 90-97
[41] A. Fontoura da, Costa, *Pedro Nunes (1502-1578)*, Agência-Geral do Ultramar, Lisboa, 1969, pp. 27-42.
[42] *Ibidem.*
[43] *Ibidem.*
[44] *Ibidem.*
[45] T. Cor. Eng. Francisco Maria Esteves, Pereira, *Revista de Engenharia Militar*, p. 282, 1912.
[46] A. Fontoura da Costa, *Pedro Nunes (1502-1578)*, Agência-Geral do Ultramar, Lisboa, 1969, pp. 39-40.
[47] Nuno, Crato, «Dois instrumentos de Pedro Nunes», *Gazeta de Matemática*, nº 143, Julho de 2002, pp. 86-89.
[48] *Ibidem.*

Pedro Nunes: Inventor de Instrumentos Náuticos e de Construções Gráficas

Trabalho realizado por:

- *Raquel Oliveira Neves*
- *Juliana Pereira Alves*
- *Nuno Miguel Gomes da Mota*

Instituto Superior Politécnico de Viseu
Escola Superior de Educação
Departamento de Matemática

Antes de haver instrumentos náuticos, os primeiros exploradores navegavam por estimativa, o que na realidade significa um inteligente trabalho de adivinhação. Serviam-se do seu conhecimento do regime do vento e correntes para calcular a distância e a direcção e quando, em águas desconhecidas, bocados de madeira a flutuar e certos tipos de aves marinhas apareciam eram indício de que a terra não estaria longe. Em zonas tropicais, por exemplo, fragatas a voar eram algo que os marinheiros apreciavam, porque eram aves que não podiam pousar na água, indicando assim, que deveriam estar perto da costa.

Para entrar no oceano e praticar uma navegação astronómica com certas garantias, foi necessário dispor, em primeiro lugar, de uma embarcação resistente, e a solução ideal foi a caravela; em segundo lugar, estudar e conhecer as condições físicas do mar, os ventos e correntes que reinavam em cada lugar para aproveitá-los ao máximo e marcar as rotas mais favoráveis; por último, manejar todo o tipo de instrumentos que ajudasse na orientação marítima e localizar com a máxima precisão as terras que iam sendo descobertas assegurando o regresso aos portos de origem.

Estes aspectos contribuíram para o nascimento da náutica, tendo no entanto uma maior ênfase quando D. Henrique, o Navegador, fundou a célebre estação naval de Sagres, cuja finalidade era preparar esses marinheiros e pilotos que, animados por uma fé viva em Deus e na Pátria, elevando-se de heroísmos, penetraram audazmente para sul e poente no oceano misterioso a descobrir terras para o seu Rei e a conquistar almas para o seu Deus.

Logo no começo das explorações das praias ocidentais de África, reconheceram os pilotos de D. Henrique a necessidade de se fundirem com o mar, para ir, longe da costa, procurar ventos favoráveis aos seus ímpetos.

Ora, para orientar as naus no mar alto, era necessário pedir aos astros, de tempos a tempos, por meio da ciência astronómica, a indicação do lugar onde se encontravam. Assim, para completar o papel da Estação de Sagres, precisava D. Henrique de criar uma escola onde se ensinasse a Astronomia com as doutrinas de Aritmética e Geometria de que aquela ciência depende.

Toda a navegação lusa tinha um propósito e uma determinada astúcia, pois os navegadores que iam primeiro informavam os outros que através das suas observações encontravam um caminho menos atribulado. Assim como na terra há estradas para ir de lugar em lugar, também no mar há caminhos, determinados pelas correntes marítimas e pelo regime de ventos, para se ir de praia em praia. Os nautas portugueses foram os primeiros a estudar estes caminhos no que respeita ao oceano Atlântico.

Os primeiros testemunhos que mostram ter-se iniciado no Atlântico a navegação astronómica datam do terceiro quartel do século XV, e também aí se mostrou que esse novo tipo de náutica se baseou de início em observações da Estrela Polar e do Sol, feitas com o quadrante e o astrolábio plano, cujo uso se generalizara entre os astrólogos medievais.



Fig. 1 – Astrolábio planisfério de Nicol Patenal, 1616 (frente).

É bem sabido que os navegadores manuseavam modelos simplificados destes dois instrumentos, pois nas aplicações náuticas do astrolábio (figs. 1 e 2) e do quadrante dispensavam-se os ábacos e as escalas que os construtores tradicionalmente gravavam no dorso e no verso das suas lâminas; estes acessórios não interessavam aos pilotos por servirem apenas na resolução de problemas que, ou não tinham relação com a arte de navegar, ou podiam ser solucionados de maneira mais expedita.



Fig. 2 – Astrolábio (Museu de Marinha).

Não obstante os louvores que, em textos da época, com tanta frequência se prodigalizaram ao quadrante e, sobretudo, ao astrolábio náutico, antes de meio século decorrido sobre o início da navegação astronómica já alguns técnicos haviam reconhecido vários inconvenientes do uso de um e outro, muito embora os resultados pouco satisfatórios a que conduziam resultassem muito mais das condições em que se operava do que dos defeitos dos instrumentos.

Na verdade, as operações de pilotagem eram frequentemente levadas a cabo em circunstâncias precárias, sobretudo pelo facto de o observador se encontrar sujeito aos balanços produzidos pela ondulação do mar; é certo que se aconselhavam certas precauções para que as alturas medidas aos

astros fossem o menos possível afectadas por esta e outras causas (por exemplo, as observações feitas junto ao mastro grande do navio eram apontadas como as mais convenientes para se atenuarem os efeitos do balanço); mas também é verdade que os observadores mais previdentes suspeitavam sempre das latitudes assim obtidas em más condições de tempo.
O reconhecimento de tais inconvenientes levou os pilotos e os cosmógrafos não só a experimentarem outros instrumentos menos usuais na astronomia medieval (como a balestilha), mas também a imaginarem e a construírem outros dispositivos para medir alturas astronómicas, na suposição de que se adaptariam melhor do que os tradicionais às condições em que tinham de ser utilizados.

Só à sua conta Pedro Nunes propôs o uso de dois novos instrumentos para medir alturas do Sol, de que adiante nos ocuparemos: o anel náutico e o "instrumento jacente no plano", a que D. João de Castro depois chamaria "instrumento de sombras". Por outro lado, com o objectivo de melhorar a precisão das leituras feitas nos instrumentos, Pedro Nunes também imaginou o nónio, que, como veremos, foi adaptado ao astrolábio e ao quadrante.

Anel náutico

Este instrumento, também chamado anel astronómico [1] ou anel graduado, encontra-se pela primeira vez referido e descrito numa obra de Pedro Nunes [2], em capítulo dedicado aos "instrumentos pelos quais se podem obter as alturas dos astros" *(instrumentis quibus astrorum altitudinis & distantiae capiuntur).*

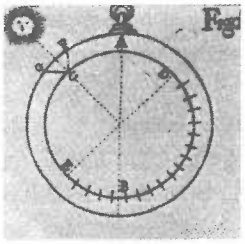


Fig. 3 – O anel náutico, segundo o desenho de Manuel Pimentel na "Arte de Navegar" (in Instrumentos de Navegação, *Luís Albuquerque, 1988).*

E parece não haver dúvida de que se deve ao nosso primeiro cosmógrafo-mor a ideia em que se funda a construção do anel náutico, visto a invenção lhe ser expressamente atribuída por André Garcia de Cespedes [3].

O instrumento, que apenas servia para observações solares, compunha-se de um anel de secção circular ou quadrada, dotado de uma argola de suspensão no ponto *A* (figs. 3 e 4). Num ponto *C*, situado em tal posição que o arco *AC* tivesse o valor de 45°, devia ser cavado um orifício do menor diâmetro possível *(angustissimi re/inquatur foramen,* como aconselha Nunes), aberto segundo a secção *FCG* (fig. 3), talhada em ângulo obtuso até a superfície exterior do anel, e de tal modo que o diâmetro deste passando por *C* bissectasse esse ângulo.

Finalmente, o semicírculo *EBD* oposto ao ponto *C* devia ser graduado, no sentido de *E* para *D*, de 0° a 90° ou de 90° a 0°, consoante se quisessem ler directamente no anel distâncias zenitais ou alturas do Sol; assim, o anel graduado indicaria distâncias zenitais, bem como o descrito por Manuel Pimentel, muito embora o seu desenho, reproduzido na figura 3, não evidencie tal facto; mas os anéis náuticos a que se refere Pedro Nunes e Garcia de Cespedes forneciam directamente alturas.

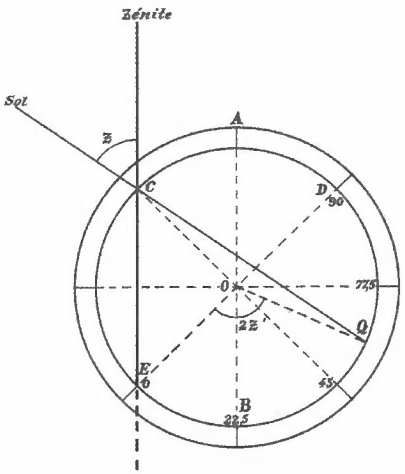


Fig. 4 – Desenho explicativo da construção e uso do anel náutico (in Instrumentos de Navegação, *Luís Albuquerque, 1988).*

É nestes termos que Pedro Nunes faz a descrição do instrumento: "Construa-se uma armila circular de metal – escreveu Pedro Nunes –, de pequena dimensão e de secção quadrada, equivalente ao círculo da esfera material, de largura e espessura iguais a um dedo[4]. Na parte interior da sua superfície, segundo a dimensão média, está descrito o círculo *abc* (ver a fig. 5), cujo centro se entende ser *d.* Corresponde-lhe na superfície curva e exterior à circunferência de círculo *fk/ ;* o ponto *f* toma-se de facto sobre ela acima de *a,* segundo a recta do diâmetro *ae;* e um anel de suspensão, do qual pende o astrolábio[5], está ligado por uma cavilha ao mesmo ponto *f.*

O arco *ag* da circunferência *abc* tem o valor de meio quadrante, e por outro lado é-lhe igual o arco *ab,* no outro semicírculo. Seja também *c* o ponto diametralmente oposto ao ponto *b,* e divida-se o semicírculo *bec* em 90 partes iguais, as quais são destinadas à marcação de números, sendo o início da contagem feito em *b.* Corte-se em seguida na espessura do próprio instrumento, segundo a sua extensão média, uma certa porção em forma de ângulo obtuso *hgk,* e no ponto *g* deixe-se um apertadíssimo orifício, que admita (a entrada de) os raios do Sol. Ora por causa daquela porção de metal que foi retirada do instrumento, o mesmo círculo fica menos pesado daquela parte do diâmetro definido pela linha que desce verticalmente, e assim é conveniente retirar a mesma quantidade de metal da outra parte."

Para utilizar o anel náutico, o observador devia suspendê-lo da argola *A* e rodá-lo, até que o seu plano coincidisse com o do vertical do Sol; atingida esta posição, a luz solar, passando pelo orifício *C*, incidia sobre um ponto *Q* do arco graduado *ED,* onde logo se lia a coordenada procurada. É o que diz Pedro Nunes, na continuação do trecho acima traduzido: "Com o instrumento deste modo acabado, pode-se conhecer a altura do Sol acima do horizonte – escreveu o cosmógrafo – ; suspendendo o astrolábio da argola, e pondo em frente dos raios solares a parte em que está o orifício, o seu raio mostra imediatamente sobre a circunferência *bec* a altura sobre o horizonte procurada."

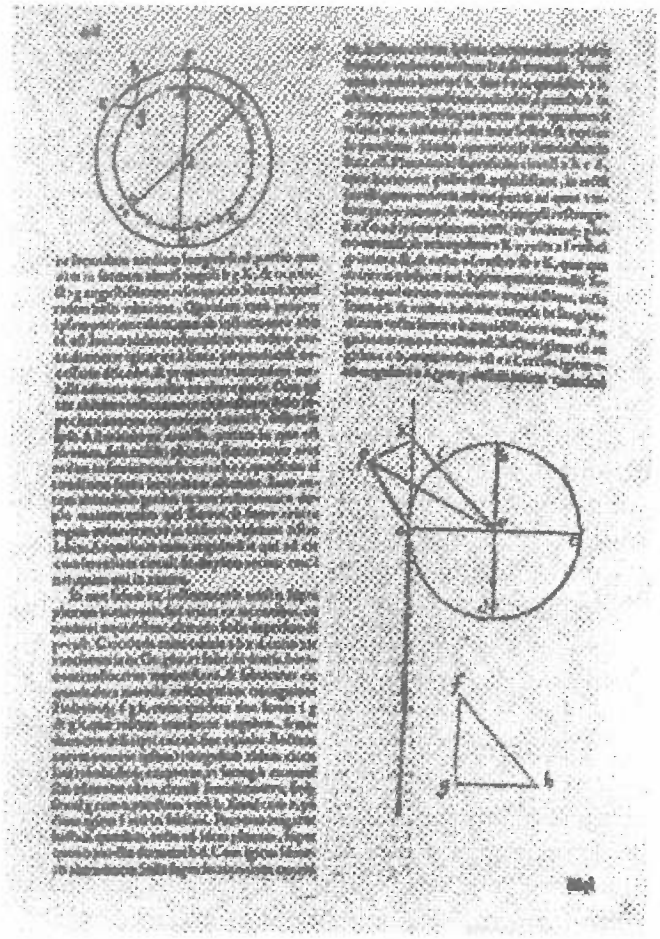


Fig. 5 – Página De Arte atque ratione navigandi libri duo, *Pedro Nunes (Coimbra, 1573). O desenho do alto da coluna da esquerda representa o anel náutico; no texto por cima da figura da direita explica o cosmógrafo a construção e o uso do instrumento de sombras para a observação de alturas do Sol, a que nos referimos mais adiante (in* Instrumentos de Navegação, *Luís Albuquerque, 1988).*

E conclui: "Os graus da altura são neste instrumento duas vezes maiores do que seriam se sobre o centro rodasse uma alidade, como vemos no astrolábio habitual. Na verdade, de dois ângulos iguais aquele que está na circunferência do círculo contém um arco duplo do que tem vértice no centro."[6]

Este passo alude a uma vantagem que, no entender do autor, o anel náutico tinha sobre o astrolábio, mas não chega a justificar inteiramente a construção do instrumento, muito embora faça referência à propriedade da geometria elementar em que se baseava.

Pedro Nunes indica ainda outra vantagem do anel náutico, que nos parece, aliás, de pouco alcance; diz ele que o anel era "geralmente preferido" ao astrolábio, pela circunstância de não possuir mediclina que, pelo seu peso, desequilibrava o segundo dos instrumentos nomeados. É de salientar que o anel náutico foi preferido pelos cosmógrafos; mas nunca decerto o foi pelos marinheiros. Não possuímos uma só indicação de ter sido usado no mar (embora, decerto, o tenha sido ocasionalmente), e raros foram os autores dos séculos XVI-XVIII que se preocuparam com descrever a sua construção e o seu uso. Se não chegou a ser feita em marinharia uma utilização contínua e duradoira do anel imaginado por Pedro Nunes, as referências que apontamos mostram que ele não foi inteiramente posto de parte até ao século XVIII.

Instrumento assente no plano

Entre os instrumentos aconselhados por Pedro Nunes para observação de alturas do Sol, conta-se um dispositivo a que chamou "instrumento jacente no plano", e com mais propriedade D. João de Castro, que o usou, veio depois a chamar "instrumento de sombras".

Acompanhando a descrição de Pedro Nunes, eis como em poucas palavras se descreve a constituição do instrumento e o seu uso. O dispositivo compunha-se de uma tábua plana (a base) de forma rectangular (fig. 6); com centro no ponto *O* de intersecção das diagonais deste rectângulo, descrevia-se o círculo *BCG,* sendo *BC* o seu diâmetro paralelo a um dos lados da base e *G*, extremo do raio que lhe é perpendicular; os quadrantes *BG* e *CG* deviam ser graduados de 0° a 90° de *B* e de *C* para *G*, caso se desejasse fazer com o instrumento observações de alturas astronómicas (para as distâncias zenitais as graduações deviam ser feitas em sentido oposto); finalmente, marcava-se na tábua a linha *HH'* tangente àquele círculo em *G*. Em madeira ou metal de diminuta espessura, devia em seguida ser talhado um triângulo rectângulo isósceles *OGS,* com os catetos iguais ao raio *OG* do círculo; esta peça ficava firmemente ligada à tábua, de modo que o seu plano fosse perpendicular ao desta, e um dos seus catetos se sobrepusesse ao raio *OG,* com o vértice do ângulo recto em *G*. Para observar a altura do Sol, o piloto horizontalizava a base do instrumento e rodava o conjunto até que a sombra GS_1 do cateto *GS* da peça triangular se confundisse com a tangente *HH'* ao círculo em *G*; para essa posição a sombra S_1O da hipotenusa do mesmo triângulo intersectaria o quadrante graduado num ponto onde se lia a altura do astro.

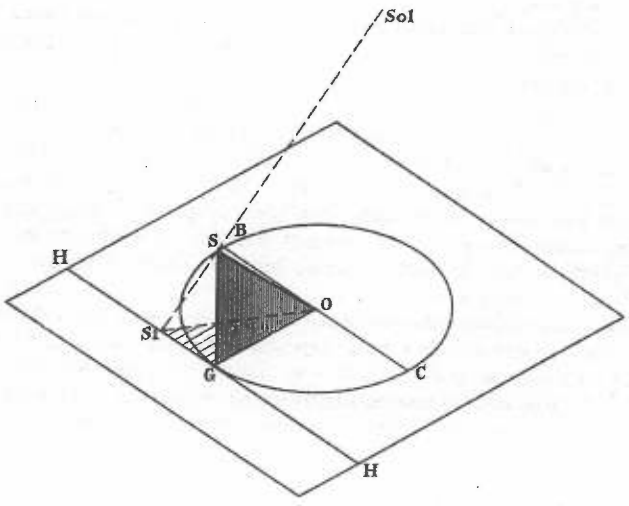


Fig. 6 – Construção e uso do instrumento de sombras de Pedro Nunes (in Instrumentos de Navegação, *Luís Albuquerque, 1988).*

Encontramos notícia de uma repetida utilização prática deste instrumento de sombras no *Roteiro de Lisboa a Goa,* de

D. João de Castro. A aparelhagem de que o autor dispunha para essa viagem fora-lhe oferecida pelo infante D. Luís, que parece ter sido seu antigo companheiro de estudos, como dá a entender logo no início do roteiro; no entanto, a oferta incluía dois instrumentos de sombras: um deles servia nas operações destinadas a determinar a declinação da agulha magnética (esta observação exigia, de resto, o conhecimento da altura solar); o segundo era o que acabámos de descrever, e foi com ele que Castro muitas vezes pôs à prova a regra da "altura do Sol a toda a hora", que fora proposta pelo cosmógrafo-mor e se baseava em duas alturas solares extrameridianas.

O instrumento de sombras não caiu no agrado dos pilotos; pelo menos não tornamos a ouvir falar dele até que António Carvalho da Costa o ressuscita, bastante modificado, mas igualmente sem êxito, na *Via Astronomica,* publicada na segunda metade do século XVII[7]. Os pilotos preferiam, e com toda a razão, os instrumentos que lhes forneciam directamente as alturas de que necessitavam para as suas determinações de latitudes. Por outro lado, também davam preferência a regimentos que lhes permitissem a obtenção daquela coordenada geográfica com uma só operação; e como o instrumento de sombras serviu principalmente para se chegar à latitude através de duas alturas extrameridianas do Sol, não surpreende que os pilotos tivessem ficado, como de facto ficaram, inteiramente indiferentes às vantagens do instrumento.

Nónio

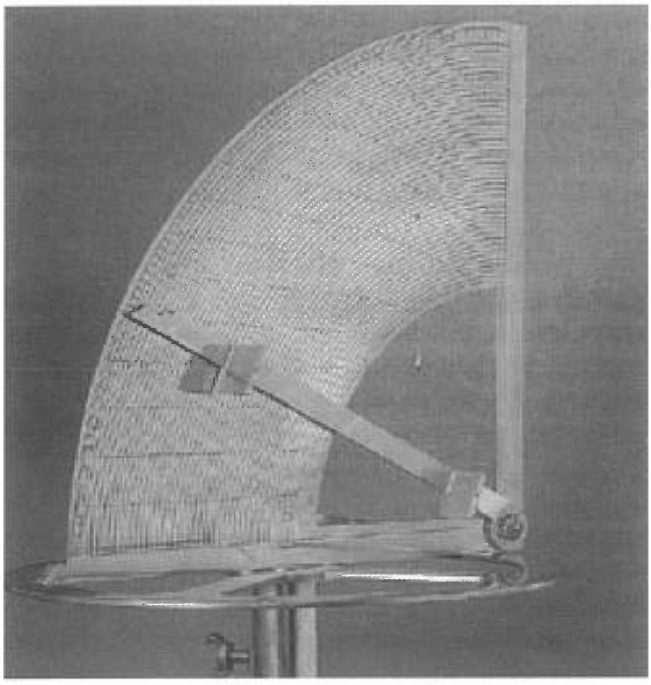


Fig. 7 – Reconstituição do quadrante com nónio de Pedro Nunes, existente no Istituto e Museo di Storia della Scienza, Florença (in Museu de Marinha, Lisboa).

Instrumento inventado por Pedro Nunes, embora seja conhecido em alguns países como Vernier, particularmente em França. O nónio (fig. 7), ou Vernier, utiliza-se para efectuar leituras exactas de subdivisões de uma escala graduada. Consiste numa pequena escala com uma graduação em pequenas divisões, com um indicador ou ponteiro, e que desliza ao longo de uma escala principal.

O nónio, tal com foi concebido por Pedro Nunes, era de difícil concretização. Alguns contemporâneos do matemático português esforçaram-se por melhorar o conceito original. Foi, no entanto, Pierre Vernier que acabou de encontrar uma solução prática. Pierre Vernier (1584-1638) nasceu em Ornans, perto de Besançon, no Leste da França, e recebeu de seu pai o gosto pelas matemáticas, que também o iniciou nas ciências exactas e suas aplicações práticas, especialmente no que respeita aos instrumentos usados na cartografia. Tendo-se dedicado à cartografia, deu conta da imperfeição dos instrumentos empregados sobre o terreno e, procurando aplicar os métodos preconizados pelo Padre Clavius, para medir os ângulos por meio do compasso e de uma escala especial, foi levado à concepção do sector móvel. Este nónio, também designado Vernier, em alguns países, é pois um cursor graduado coincidente com a escala do instrumento, e que por ela desliza.

Quanto ao modo de usar o nónio, Pedro Nunes diz o seguinte: suponha-se que uma pontaria do instrumento não corresponde, como aliás seria corrente, a uma divisão inteira na escala do quadrante *ab;* nesse caso procurar-se-ia em qual dos quadrantes interiores a linha de pontaria passava sobre um ponto divisório, ou seja, como Nunes escreveu: "e rara será a vez em que a mediclina [referia-se ao caso do astrolábio] não se sobrepõe aos ditos quadrantes sem cortar algum deles segundo o traço de uma divisão"; ora sendo s o número de divisões inteiras por onde passava a linha de pontaria no quadrante dividido em n partes ($46 \leq n \leq 89$), a medida do ângulo α correspondente à posição considerada do astrolábio seria dada em graus por

$$\alpha = 90.s/n \qquad (1),$$

como evidentemente resulta de se ter $\alpha / 90 = s / n$; as fracções decimais de grau que porventura resultassem do cálculo indicado no 2º membro de (1) deviam em seguida ser convertidas em minutos, segundos, etc. Assim, por exemplo, se a linha de pontaria coincidisse com a 24.ª divisão do quadrante interior que tem 62 por número de ordem ou por comum divisor, ter-se-ia:

$\alpha = 24 \times 90 / 62 = 34°,86$, ou seja, **34° 51′ 3″** por excesso.

Todavia, o primitivo tipo do dispositivo, que acabámos de descrever, ainda durante o século XVII aparece com frequência adaptado a diversos instrumentos. Só mais tarde, aperfeiçoado por Venier, o nónio obteve a forma hoje comum.

Instrumento de sombra

Pedro Nunes ocupa-se da declinação magnética no *Tratado sobre Certas Dúvidas da Navegaçam* e no *Tratado em Defensão da Carta de Marear,* publicados em 1537[8].

Num dos passos já aqui referido, o cosmógrafo critica as opiniões erróneas dos pilotos quanto à variação dos fenómenos magnéticos terrestres, para logo em seguida condenar o bornear da bússola pelas estrelas como meio de se obter um valor de confiança para a declinação da agulha; e propõe, em substituição desse, um outro processo que se baseava em observações de iguais alturas do Sol, antes e depois da passagem do astro pelo meridiano do lugar das operações. Para a sua aplicação prática Pedro Nunes ensina como devia ser construído um "instrumento de sombras" (por este nome o designou depois D. João de Castro), que fundamentalmente pouco difere do dispositivo análogo descrito no *Tratado dei Sphera* daquele autor. "Poderiam os pilotos – escreveu Pedro Nunes[9] no primeiro daqueles tratados – leuar um circulo de pao ou metal: com hum estilo perpendicular no centro: e a roda do circulo graduado como astrolábio: e sobre hum ponto do diâmetro fora do centro; em que esta ho estilo se fará um circulo pouco mayor que a rosa da agulha: o qual se cauara pera nelle se meter [a agulha] e andar liure como conuem; e pendurarsea este estromento: per cordeys ou por outra arte: que se pode dar: para ficar ao liuer." Em relação ao instrumento semelhante descrito no *Tratado dei Sphera,* há nesta descrição de Pedro Nunes uma diferença a assinalar: a agulha devia ser instalada numa cavidade excêntrica, a fim de ser possível ligar o estilo ao centro do círculo; note-se que Faleiro já sugerira a substituição do seu semicírculo vertical por um estilete central, mas sem nos dizer como ele poderia ser fixado à peça base do instrumento; e saliente-se que Nunes não se esquecia de chamar a atenção dos pilotos para a necessidade de nivelarem o instrumento antes da observação, sugerindo mesmo, para que o nivelamento ficasse menos sujeito às contingências dos balanços do navio, que o suspendessem "por cordéis ou por outra arte".

A descrição que se encontra no *Tratado em Defensam da Carta de Marear* é ainda mais minuciosa. Com efeito, às indicações que acabámos de ler, Nunes acrescenta: que a peça basilar do instrumento deveria ser construída em material que não sofresse alterações com o tempo; que o círculo teria de ser dividido perifericamente em 360 partes iguais, lançando-se-lhe dois diâmetros "que o [repartissem] em quartas"; que o centro da cavidade construída para receber a agulha seria um ponto "a igual distância do centro e da circunferência", etc. Além destas considerações gerais, o cosmógrafo detém-se em particularidades quanto à maneira como devia ser colocada a agulha magnética no sítio que lhe era destinado, de grande interesse para se conseguirem resultados rigorosos. Assim, o eixo da agulha devia ser levado a coincidir com o diâmetro da caixa correspondente ao centro da cavidade em que ela se situava; e para isso se desenhariam, em lugares convenientes das paredes interiores da caixa, dois índices a negro.

A maneira de se utilizar este dispositivo na prática das observações magnéticas só vem referida no *Tratado de Certas Dúvidas.* O cosmógrafo segue aí sensivelmente as indicações de Faleiro, embora trate o caso com mais cuidado, acrescentando algumas recomendações práticas que o seu predecessor omitira, e esclarecendo a exposição com um exemplo numérico. A recomendação de mais interesse refere-se à maneira de tomar o Sol com o astrolábio: "E querendo saber no mar quanto a agulha nordestea", tomar-se-ia a altura do Sol antes do meio-dia; "o astrolabio guardaremos assi: sem tirar ho medicIinio donde esta: ate que despoys do meyo dia nos torne ho sol a entrar pelos buracos: q he a mesma altura do sol pontualmente: e por isso guardaremos assi o astrolabio; porq soo meo grao daltura faz muita deferença no correr da sombra pela roda do estromento em algiías oras do dia".

Pelo exemplo de Pedro Nunes verifica-se que a graduação da roda se iniciava nas extremidades do diâmetro que passa pelo centro da cavidade feita para instalação da agulha, correndo do 0° a 90°, e nos dois sentidos, a partir de cada um desses pontos. De facto, o cosmógrafo-mor escreveu: "se antes de meio dia havia doze graus, e depois vinte, a diferença é oito graus, e o meio quatro; estes quatro graus são os que a agulha nordesteia ou noroesteia, porque o meio dia foi nos dezasseis". A figura 8 explica este exemplo, mostrando que os 16° referidos no final deviam ser tomados em relação às linhas de sombra, e não contados a partir do índice dos 0° (em relação a este ponto, o meio-dia estava em 4° para nordeste).

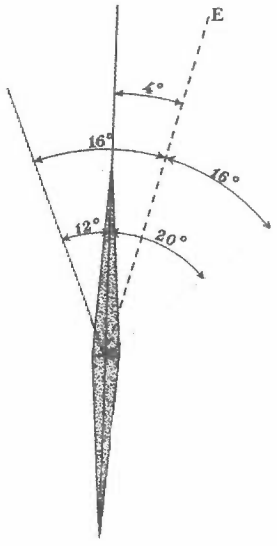


Fig. 8 – Exemplo de determinação da declinação magnética dado por Pedro Nunes no Tratado sobre Certas Dúvidas da Navegação (in Instrumentos de Navegação, *Luís Albuquerque, 1988).*

Pedro Nunes alude ainda ao processo para a determinação da declinação magnética por uma única observação do Sol, tomando a sombra do estilete à passagem do astro pelo meridiano do lugar: "e não se pode isto alcançar no mar: verificando quando he meyo dia pela mayor altura porq per ella não se sabe quando he: e a experiencia nos mostra que esta o sol tempo notauel em que nos estrolabios que todos são pequenos: não sentimos deferença na altura: e pelo orizonte sentimolo craramente andar". Portanto, o cosmógrafo-mor condena a utilização do processo por considerar praticamente insensíveis no astrolábio as pequenas variações da altura do Sol quando, no seu movimento diurno, ele se deslocava nas proximidades do meridiano do lugar; à imperceptível variação da altura do Sol, que impossibilitava a fixação do instrumento no instante exacto do meio-dia, correspondia, no entanto, uma variação apreciável das direcções da sombra, ficando o observador em dúvida sobre qual delas devia tomar.

Conclusão

Pedro Nunes desenvolveu instrumentos que auxiliavam a navegação no alto mar, claramente um tópico de grande importância em Portugal a este período quando o controle do comércio de mar era a fonte principal da riqueza portuguesa. Foi um dos precursores da moderna navegação científica.

Notas

[1] Gemma Frisio descreve outro instrumento com o nome de "anillo astronomico", num comentário à sua edição de *La Cosmographia* de Pedro Apiano 61, seqq., Anvers, 1575. A despeito de serem designados pelo mesmo nome, os dois instrumentos são distintos; na verdade, o anel de Frisio é um instrumento semelhante à armila de Ptolomeu, como notou Salvador Garcia Franco (*Astrolábios existentes en España*, 365, Madrid, 1945) e se vê no desenho que acompanha o correspondente capítulo daquela obra de Apiano.

[2] *De arte atque ratione navigandi libri duo*, 45r e 45v, Coimbra, 1573.

[3] *Regimiento de Navigacion*, XXVIII, 70r e 70v, Sevilha, 1606.

[4] Medida equivalente à décima sexta parte do pé romano e à quarta parte do palmo.

[5] Pedro Nunes manteve o nome de astrolábio para este instrumento.

[6] *Historia del Arte y Ciencia de Navegar*, I, 216, Madrid, 1947.

[7] *Via Astronómica*, I, 38-39, Lisboa, 1676.

[8] *Obras*, I, 159 seqq e 199 seqq.

[9] Note-se como esta redacção sugere que até ao tempo de Nunes o processo não teria sido praticado na marinha portuguesa.

Bibliografia consultada

- ALBUQUERQUE, Luís, *Instrumentos de Navegação*, Lisboa, 1988.
- –, *As Navegações e a Sua Projecção na Ciência e na Cultura*, Gradiva, 1987.
- VENTURA, Manuel Sousa, *Vida e Obra de Pedro Nunes*, Biblioteca Breve, Instituto de Cultura e Língua Portuguesa, n.º 99, 1985, pp. 101-114.
- www.edinfor.pt/anc/anci-asrtrolábio.html
- www.edinfort.pt/anc/ancinstr.html
- http://descobrimentos.no.sapo.pt/index.htm
- http://www.ucv.met.pt/equimocid/onde_estas/página7.html
- http://pedronunes.pt/estudos5.html
- http://www.pedronunes.pt
- http://ainhasimoes.planetaclix.pt/textos/história/livHistória10.html
- http://www.eb23_tavira_n2.rcts.pt/história.html
- http://www.terravista.pt/nazare/2259/Biog/Albuquerque.html
- http://orbita.starmedia.com/world_web_site/cultura/história/descobrimentos_america.html
- http://www.booksmacau.com/ma99d.html
- www.uarte.mct.pt/grupos-interesse/alquimias/docs/pdf/Oceanos.html
- http://www.libertaria.pro.br/brasil/capitulo01_index.html
- http://www.ud.com.br/novaescola/ed/118_dez98/html/multi.htm
- http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp.id_corticulo=141.htm
- http://www.e-pedro-nunes.rcts.pt/cosmografos.htm
- http://7mares.terravista.pt/petrionii/instrumt.htm
- http://www.pedronunes.pt/cirdex2.asp
- http://www.pedronunes.pt/estudos5.html
- http://bnd.pt/ed/pedro-nunes/pn-fontes-outras.asp
- http://bmp.bn.pt/ed/pedro-nunes/pn-aprest-xposição.asp
- http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/comemorar.htm
- http://www.eb23.carapinheira.rcts.pt/clubes/clubemat/mat_mês/p_nunes.htm
- http://www.cieneiaviva.mat.pt/kit/ninio3.asp
- http://www.instituto-camões.pt/cvc/ciencia/e16.html
- http://www.museumarinha.pt/Nunes/Pedro-Nunes/pedronunes.html
- http://www.mdt.uc.pt/enspm02/evocativa.htm
- http://astro.cc.tc.ul.pt/oobservatório/vol4/n3/vol4n3_4.html
- http://www.cienciaviva.mct.pt/kit/nonio2.asp
- http://atelier.uarte.mct.pt/500anos-pedro-nunes/cosmografo.htm
- http://www.instituto-camões.pt/cvc/bvc/astronomia.lusiadas/capoq.pdf
- http://www.terravista.pt7FerNoronha/4912/pedro_nunes.htm
- http://www.eb23-qta-marrocos.rcts.pt/2001/matematica/pedro_nunes/comemorações.pdf

A Cartografia

Trabalho realizado por:

- *Ana Paula Gonçalves*
- *Filipe Miguel Araújo*
- *Regina Maria das Neves*

Instituto Superior Politécnico de Viseu
Escola Superior de Educação
Departamento de Matemática

Pedro Nunes... nos Descobrimentos

Estava-se no final do século XIV, e Portugal já há muito tinha as suas fronteiras definidas e protegidas contra os inimigos espanhóis muçulmanos.

Contudo, com uma grande vontade de expandir a fé cristã e, principalmente, grande vontade de expandir a riqueza dos cofres do reino, Portugal decide invadir e conquistar a cidade árabe de Ceuta, situada no Norte de África. Esta cidade, sendo um importante entreposto comercial nas rotas de vários produtos bastante valiosos, tinha-se tornado numa cidade muito rica. Além disso, Portugal começava a estar com uma crise económica, sendo necessário pôr cobro a isso.

Desta forma, o rei português D. João II ordenou uma incursão a Ceuta, que se revelou vitoriosa. Com este êxito, D. João II decidiu, sob a supervisão do seu irmão, o infante D. Henrique, dar início a viagens de exploração à costa africana, para procurarem novas riquezas para os cofres do reino. Iniciavam-se assim os Descobrimentos, que no início se limitavam apenas à exploração da costa africana, mas com o tempo, e com mais conhecimentos e experiência, começaram a enveredar por mar alto, mudando o tipo de navegação, acabando por chegar a vários pontos distantes do mundo, como a Índia, o Brasil, a Ásia, a Oceânia...

Com os Descobrimentos em pleno desenvolvimento, nasce em Álcacer do Sal, no ano de 1502, Pedro Nunes, aquele que viria a ser um dos maiores matemáticos e cosmógrafos de sempre na história de Portugal.

Mas nesta época, a matemática não era algo comum como é hoje. Era uma ciência ainda bastante incipiente no nosso país nessa altura, tendo começado a ser estudada em Portugal de forma mais séria e continuada com o início dos Descobrimentos, principalmente, por influência da náutica.

O início da história das Matemáticas em Portugal está ligado, de uma forma bastante estreita, à história da Náutica. Tudo começou quando D. Henrique, o Navegador, fundou em Sagres, num promontório que era algo como uma seta apontada ao mar, sendo, aliás, o ponto mais ocidental de toda a Europa, o seu quartel general, a escola naval de Sagres, com o objectivo de preparar os marinheiros e pilotos que estavam dispostos a entrarem neste empreendimento, por fé em Deus e amor à Pátria.

Além desta função, a escola naval de Sagres também era uma espécie de laboratório naval, onde se fabricavam e desenvolviam bússolas, cartas cartográficas, entre outros utensílios necessários à arte de navegar. Naquele promontório, o filho do Mestre de Avis, longe da corte e praticamente isolado do mundo, estudava as obras astronómicas e geográficas de Cláudio Ptolomeu, tendo sido auxiliado pelo catalão Jácome de Malhorca, que era perito no fabrico de bússolas e no traçado de cartas de marear.

Pedro Nunes veio a ser o seu expoente máximo. Teve o mérito de compilar todos os problemas da navegação da época e, acima de tudo, produzir várias contribuições inovadoras. Foi também o único lente da Universidade a enfrentar resolutamente as grandes questões da filosofia natural, tal como foram equacionadas pela dinâmica dos Descobrimentos, contribuindo poderosamente para introduzir o rigor da geometria e da matemática no horizonte da cultura portuguesa do século XVI.

Era desta escola também que D. Henrique, o verdadeiro dirigente dos Descobrimentos, dirigia a preparação das expedições que, daqui ou de Lisboa, partiam para explorarem os mares.

De início, os navegadores portugueses apenas navegavam perto da costa, mas com o passar do tempo começaram a ir mais longe, para o alto mar, em busca de ventos favoráveis às suas incursões, e foi nestas primeiras incursões que se descobriram os arquipélagos dos Açores e da Madeira.

No entanto, no alto mar, os navegadores apenas tinham como ponto de referência os astros, logo era necessário utilizar-se a astronomia para calcular o local onde se encontravam. Assim, D. Henrique decidiu implantar no promontório de Sagres as disciplinas de Geometria e Aritmética, visto que a única universidade portuguesa da época, instalada em Lisboa, não tinha nenhuma cadeira destinada às Matemáticas. Foi assim que na escola de Sagres os aspirantes a pilotos aprendiam o que necessitavam de saber sobre matemática para a navegação em alto mar.

Como se constata facilmente, a introdução das Matemáticas em Portugal foi numa base mais prática, tendo principalmente o objectivo de a empregar em cartas de navegação ou na criação e/ou desenvolvimento de instrumentos para ajudar a essa mesma navegação. O estudo teórico da Matemática apenas surgiu mais tarde em Portugal.

Anteriormente à formação da escola de Sagres, os navegadores viajavam perto da costa, e, quando se afastavam, marcavam a posição do navio pelo ângulo constante que é formado pela direcção que leva e com os meri-

dianos que vai cortando, ou seja, o rumo, e também pelas distâncias percorridas. Mais tarde, usou-se para o mesmo objectivo as latitudes e o rumo.

Este segundo processo, por ser mais apropriado e muito mais prático para a navegação em alto mar, acabou por substituir o primeiro. Começou então a ser necessário calcular os rumos e as latitudes. Para esta última, usava-se um quadrante graduado onde se media a altura meridiana da Estrela Polar. É natural que, com o início da navegação no mar alto, se tenha tido a necessidade de recorrer aos astros como orientação, tendo os pilotos de D. Henrique apenas limitado-se a usar um modo de determinar as latitudes já existente desde a Antiguidade.

Primitivamente construíram-se cartas náuticas para a navegação por distâncias e rumos, sendo os lugares representados por pontos, os rumos pelas direcções dos segmentos de recta que ligam aqueles lugares e as distâncias pelos comprimentos destes segmentos. São os antigos portulanos. Mas estas cartas náuticas não serviam para a navegação por latitudes e rumos, tendo-se então recorrido às cartas rectangulares de Marino de Tiro, que eram utilizadas por Ptolomeu.

Nesta cartas, os meridianos e os paralelos da Terra estavam representados por dois sistemas de rectas paralelas equidistantes, sendo as rectas de um dos sistemas perpendiculares às do outro. Cada lugar da esfera é representado no plano, relativamente a uma recta que corresponde ao equador, por duas coordenadas, uma das quais corresponde ao comprimento do arco do meridiano do lugar considerado compreendido entre este lugar e o equador e a outra, ao comprimento do arco do equador compreendido entre o meridiano do lugar e o meridiano principal. Marino não adoptara para base da sua carta o equador, que estava fora da parte da Terra que então se julgava habitável. Em vez disso, adoptou o Paralelo de Rodes.

Se eliminarmos deste gráfico de latitudes e longitudes as rectas que representam os meridianos, marcando nele um ponto correspondente a um determinado local da Terra, que se toma para origem dos rumos, e tirando por este ponto as rectas correspondentes às direcções dos raios da Rosa-dos-Ventos no lugar da esfera que representa, vai-se obter o gráfico de latitudes e rumos que foi utilizado nas navegações dos séculos XV e XVI com a designação de carta náutica ou carta hidrográfica. Nestas, cada lugar da esfera é representado pelo ponto de intersecção da recta correspondente ao seu paralelo com o que representa o seu rumo relativamente à origem dos rumos na esfera.

O sistema de Marino, conhecido por D. Henrique do livro *Tratado de Geografia de Ptolomeu*, foi pelo Infante reavivado para a náutica, de forma a ser utilizado pelos seus navegadores. Mas qualquer que tenha sido a origem da introdução da representação da esfera, a verdade é que foram primeiro os Portugueses a usá-la para a navegação, sendo usada com regularidade. Além disso, os Portugueses ainda a desenvolveram e aperfeiçoaram, ao introduzir novos pontos representativos de locais.

Assim, Portugal, apesar de se basear em conhecimentos já existentes, através da ciência e experiência, desenvolveu-os e criou novos instrumentos para a navegação.

Assim, quando D. João II morreu, já a ciência náutica em Portugal estava fundada e bastante desenvolvida, já se tendo passado da navegação por rumos e distâncias para a navegação pelos astros, por rumos e latitudes, mais apropriada para a navegação no mar alto. Além de ter deixado a ciência bastante desenvolvida, graças ao trabalho dos seus cosmógrafos, deixou também um grande número de terras descobertas; Portugal ficou como "dono" de metade do mundo, isto pelo Tratado de Tordesilhas, que dividia o mundo entre Portugal e Espanha, ou seja, regulava as terras que se descobrissem.

Deixou também planos para grandes viagens e, principalmente, deixou um grande número de marinheiros e pilotos bem formados e experimentados para levar a cabo essas grandes viagens e para defender o que já estava sob o nosso domínio.

Apesar de alguns seus sucessores ainda terem mantido e até aumentado o reino, com o tempo, foi-se perdendo força e também terras e riquezas.

Apesar de se generalizar a ideia de que os Portugueses foram aventureiros com muita audácia, isto é um erro, pois, apesar de terem sido muito audaciosos, o povo português mostrou grande coragem ao ter ido até onde ninguém do mundo ocidental tinha conseguido, ao ter navegado mais longe do que alguma vez se tinha ido, mostrou grande inteligência e saber técnico, ao ter pegado em conhecimentos antigos e os ter desenvolvido, como, por exemplo, a caravela, que criámos e construímos propositadamente para a navegação em alto mar, ou os instrumentos que aperfeiçoámos e, também muito importante, as cartas náuticas que desenvolvemos e que também adaptámos para a navegação no mar alto, tendo sido Pedro Nunes, como iremos ver adiante, quem lhes fez o maior aperfeiçoamento.

O povo português aliou audácia à coragem, inteligência à técnica, experiência à ciência, para se tornar a maior nação do mundo do século XV.

... na cartografia

Mas então, o que são cartas náuticas, também conhecidas por cartas cartográficas? O que é essa ciência denominada de cartografia?

Cartografia é a arte de traçar mapas. A confecção de um mapa começa normalmente com a redução do tamanho da superfície da Terra. Em mapas onde figura a Terra por inteiro em pequena escala, o Globo apresenta-se como uma única maneira de representação exacta. A transformação de uma superfície esférica numa superfície plana recebe a denominação de projecção cartográfica.

Os registos mais antigos desta ciência remontam ao Mundo Antigo, onde as civilizações tinham ideias muito próprias sobre a realidade do nosso planeta, e represen-

tavam-nas em pinturas nas rochas e em algumas esculturas, que nos transmitem as teorias de então. No Império Romano, por seu lado, as representações cartográficas apenas representavam o "mundo conhecido" , incluindo também descrições das atitudes sociais e religiosas ao longo dos tempos. Com o passar dos tempos, a preservação dos mapas na Europa ficou a cargo dos monges. No Oriente, os mapas elaborados pelos Árabes apareciam cada vez mais detalhados, enquanto que os Chineses e os Japoneses começaram a alargar as fronteiras do mundo conhecido. No entanto, foi na época do Renascimento e do Colonialismo que o conhecimento e a geografia se expandiram em grande escala, deixando de aparecer nos mapas as referências às "áreas dos dragões", zonas desconhecidas, e ainda inexploradas, passando a cartografia a surgir como uma ciência.

Cartografia é, portanto, a arte e ciência de graficamente representar uma área geográfica numa superfície plana num mapa ou gráfico. E um cartograma é pois um mapa geográfico ou topográfico em que a distribuição de frequências de fenómenos quantitativos, susceptíveis de variação regional, é representada por meios gráficos correspondentes às grandezas consideradas. Esta representação pode ser descontínua (cores ou intensidades diferentes) ou contínua (pontos, traços, estereogramas ou ideogramas disseminados na carta).

Hoje em dia, a cartografia é feita através de fotometria e de sensoreamento remoto por satélite e, com a ajuda de computadores. Mais informações podem ser visualizadas e analisadas pelos geógrafos, fazendo mapas que chegam a ter precisão de até 1 metro, transformando-os em instrumentos preciosos. É possível actualmente colocar o espaço sideral, o mundo aquático ou mesmo o ciberespaço num mapa.

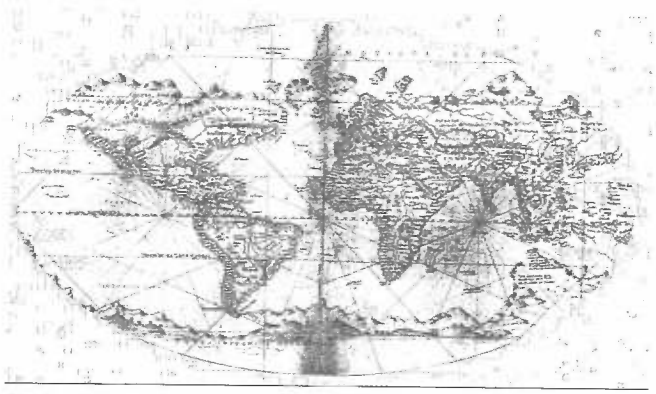


Fig. 1 – Mapa-mundo de João Teixeira (in *Taboas Geraes de Toda a Navegação, Lisboa, 1630).*

Todos estes documentos cartográficos, anteriores a meados do século XV, não são comparáveis entre si, devido às suas origens distintas. Podem ser grosseiramente separados em três grandes grupos, de acordo com os seus propósitos ou a influência de determinadas ideias do desenhador. Assim, temos um primeiro grupo, em que os cartogramas são pequenos diagramas circulares onde se faz uma representação esquemática do mundo conhecido de então, de acordo com os textos bíblicos, em que Jerusalém ocupava o ponto central. Jerusalém ocupava o ponto central pelo menos a partir do século XI, e mesmo quando os esquemas se tornaram rectangulares ou ovais, radicava-se a convicção de que, sendo a cidade santa o centro da cristandade, não podia deixar de fisicamente se situar no centro ecuménico. Devido a este facto, estes esquemas, pois eram basicamente isso, tiveram muita aceitação nos meios religiosos.

Num segundo grupo incluíam-se os planisférios e mapas, com uma representação ainda também muito esquemática, mas onde já se notavam representações, embora sempre imprecisas e profundamente erradas, de países e acidentes mais conhecidos.

Por fim, no terceiro grupo, temos as cartas com uma origem mais recente. Incluem documentos cartográficos subsidiários das cartas náuticas, pois foram desenhados por cartógrafos, que também eram autores destas, ou então que se serviram delas para traçar a representação do mundo que então se sabia ser habitado pelo homem.

Os desenhos destas cartas tinham um significado meramente simbólico, tendo por finalidade apenas a ilustração de enciclopédias ou trabalhos históricos. Muitos destes desenhos não estavam portanto de acordo com os conhecimentos geográficos dos seus autores, devendo ser considerados como comentários reflectindo as ideias expostas nos textos que ilustravam. No entanto, estes esquemas eram tomados num sentido real, o que contribuiu, embora que indirectamente, para que se atrasasse o conhecimento concreto do Mundo.



Fig. 2.– Mapa-mundo de Mercator (1578).

Só no final do século XIII é que se começa a encontrar cartas que oferecem uma representação mais aproximada da realidade, embora ainda esteja presente nalgumas o esquematismo de zonas. Já são representados em todas e certeiramente os países e os acidentes orográficos da bacia mediterrânica. Os contornos das restantes partes do Mundo são feitos com traços de notável melhoria sobre a geometria demasiadamente regular que se encontra num grande número daqueles planisférios.

Outro factor de erro nas cartas náuticas foi a introdução de uma escala de latitudes num esboço que não estava para isso preparado.

As cartas náuticas planas estavam preparadas apenas para receber uma quadrícula e por isso a introdução de duas escalas – uma de longitudes e outra de latitudes – fez passar a cartografia por uma crise, fomentada também pelos defeitos da declinação e da inclinação magnéticas, traduzindo-se em erros, em defeitos e anomalias na navegação e nos próprios desenhos cartográficos, desenhos que eram elaborados segundo os rumos magnéticos, que não eram corrigidos da declinação.

Obtinham-se pois deformações geográficas e cartográficas, que preocupavam pilotos e cosmógrafos. Nunes debruçou-se sobre estas questões, em que a reflexão sobre os processos de as corrigir foram alvo de profunda meditação.

Pedro Nunes defendia a necessidade de se calcularem de novo os índices de correcção do "regimento do norte" para cada possível lugar de observação, pois esses números variam com a latitude. Embora a variação desses números fosse insensível relativamente ao grau de precisão dos instrumentos então em uso (entre 0° e 45°).

Também a *carta náutica* ou *carta hidrográfica* tornava-se confusa com a sobreposição das escalas de latitudes e longitudes, e onde estava patente também uma excessiva deformação da superfície terrestre, presente aliás em todas as cartas. Estas deformavam excessivamente a superfície da Terra, como se esta fosse uma superfície cilíndrica, fazendo todos os paralelos iguais e as curvas de rumo, excepto os meridianos e os paralelos, deformadas e não rectas. Cartas em que as loxodromias são representadas por linhas rectas conservam a grandeza dos ângulos, estreitando assim a doutrina das linhas de rumo e a carta náutica.

No entanto, o nosso cosmógrafo não se demorou muito tempo na correcção das cartas náuticas pois as navegações eram costeiras naquele mar, logo, os pilotos podiam facilmente corrigir os seus "pontos", até porque davam rapidamente conta do engano, uma vez que estes eram marcados por rotas e estimas em vez de recorrerem a astrolábios e demais instrumentos náuticos. No entanto, isto não punha de lado o facto de se poderem encontrar ainda certos erros na cartografia mediterrânica, onde certos pontos haviam ficado "fora das suas alturas", como era o caso de Roma, que aparecia no paralelo 46° quando a sua latitude é de 41,5°.

Pedro Nunes não foi um prático, como o foram Duarte Pacheco e D. João de Castro, mas foi uma luz que iluminou os práticos. Com muitas críticas por parte dos pilotos e por seu próprio reconhecimento, Nunes contentou-se geralmente com soluções puramente teóricas em problemas técnicos e a ideia inicial das suas invenções nasceu mais uma vez da leitura de obras clássicas e não apenas da observação de factos exteriores. O seu espírito de teórico eminente voava mais à vontade nas doutrinas de ciência pura do que nos assuntos em que a prática representa um papel essencial.

As cartas náuticas devem satisfazer determinadas condições, de forma a serem um instrumento matemático aplicável à determinação do rumo a seguir de um lugar a outro. Estas condições são: representar por linhas rectas as linhas de rumo e conservar os ângulos que estas linhas fazem com os meridianos.

Como os meridianos e os paralelos são linhas de rumo, resulta em particular destas condições que aqueles círculos devem ser representados nas cartas náuticas por dois sistemas de rectas paralelas, sendo as de um sistema perpendiculares às do outro. Está neste caso a carta chamada *quadrada* adoptada nas navegações portuguesas.

O cosmógrafo aconselhou os pilotos a fazerem bom uso dela, defendeu-se das censuras por eles feitas à sua pessoa, algumas com razão, pois esta carta não lhes dava toda a informação de que careciam para dirigir as naus com segurança e porque tinha com efeito dois erros graves: 1º deformava excessivamente a superfície da Terra, fazendo todos os paralelos iguais e representando-a assim como cilíndrica; 2º não eram nela representadas por linhas rectas as curvas de rumo, excepto os meridianos e os paralelos.

Para remediar estes defeitos, Pedro Nunes recomenda que se substitua a carta geral da Terra por uma série de cartas de zonas, tomando em cada zona para base da superfície cilíndrica que a substitui o paralelo médio da zona, dando-lhe uma altura maior ou menor, segundo o grau de aproximação com que se queira representá-la. As linhas de rumo da zona são então substituídas no cilindro por hélices, a que correspondem na carta, que é a planificação do cilindro, linhas rectas. Recomenda depois que se reúnam todas estas cartas parciais num livro. Mas como este remédio não dava as ligações entre os lugares das diversas zonas, Pedro Nunes não se lembrou de reunir todas as cartas parciais numa única carta, dando a todas a mesma largura, para o que bastaria empregar no traçado relativo a cada zona uma escala especial convenientemente escolhida. Por não se lembrar disto, Mercator teve a honra da descoberta da *carta rectangular reduzida,* com que se resolveu definitivamente o problema da carta náutica, descoberta de que Nunes esteve bem perto.

... na loxodromia

Podemos afirmar que Pedro Nunes marcou, não só a nossa história dos Descobrimentos, mas também a nossa história científica, pois desenvolveu diversos estudos que permitiram o avanço tecnológico e científico da época. De uma maneira geral os Descobrimentos vieram aguçar o espírito heróico e sonhador dos nossos navegadores, que cada vez queriam progredir mais nas suas descobertas, mas nem tudo era simples como as palavras, pois estas correm ao sabor do vento e desaparecem na vida sem deixarem mágoa, enquanto que os homens andavam ao sabor do mar, e se este for traidor tudo se perde, várias vidas e um sonho.

Assim era necessário que os cosmógrafos da época desenvolvessem e aperfeiçoassem mecanismos pelos quais os navegadores se pudessem guiar e conduzir a sua frota de forma a alcançarem bom porto.

Pedro Nunes, actual cosmógrafo do rei, senhor dotado de grandes capacidades dentro de variadíssimas áreas científicas, era confrontado com os problemas dos nossos navegadores, tentando minimizá-los. Não seria uma tarefa muito fácil, pois era como se fosse um navegador virtual, numa perspectiva analógica à actualidade. Em época de constante evolução, do nosso país, era necessário que tudo progredisse, em paralelo. Não fazia sentido que as frotas saíssem para o mar sem uma orientação, e, por isso, Pedro Nunes desenvolveu bastantes estudos nesse campo.

Martim de Sousa, fundador das nossas primeiras colónias no Brasil, colocou uma problemática ao nosso Pedro Nunes, a qual incidia no facto de que, se numa viagem, feita entre dois pontos, convinha tomar sempre a mesma direcção. Curiosamente, Martim de Sousa, teve dúvidas aquando de uma viagem que pretendia fazer entre o rio da Prata e Lisboa, na qual constatou que a sua nau teria que tomar duas direcções distintas, para leste e para norte, respectivamente.

Como tudo na vida, o que é prático tem um significado prático, e para Pedro Nunes a situação explicava-se com poucas palavras, onde a complexidade deixava de ter significado aparente. Assim a situação foi justificada com a existência de duas hipotéticas trajectórias, as quais correspondem a um barco que navegue no mar.

De uma forma mais específica, estas duas trajectórias são distintas. Partindo do princípio de que a Terra é esférica, uma das trajectórias é a distância mínima entre dois pontos na superfície terrestre, a qual corresponde a um arco de círculo máximo e a sua designação é ortodromia, na qual a navegação pressupõe constantes mudanças de rumo, porque os arcos de círculo máximo formam diversos ângulos com os meridianos. Determinou a relação que deve ligar a latitude de um lugar com o rumo em cada ponto do círculo (máximo) percorrido e propõe ainda uma regra prática para chegar ao resultado pretendido por meio da determinação das latitudes.

A segunda trajectória é feita sob a orientação dos pontos cardeais, sendo estes o ponto de referência para a navegação do barco, o qual irá seguir uma linha de rumo, também conhecida por loxodromia. Esta linha de rumo intersecta os vários meridianos sob a orientação de um ângulo constante, sendo este o tipo de trajectória mais normalmente seguida pelos barcos.

Em casos pontuais, estas duas trajectórias poder-se-ão cruzar, como foi o caso referido anteriormente. Como exemplos temos navegações decorridas ao longo do equador, de leste para oeste, e vice-versa, e navegações ao longo do meridiano, de norte para sul, e vice-versa.

Esta descoberta de Pedro Nunes veio trazer uma mais-valia à eficácia da navegabilidade em mar alto, assim como ao avanço científico desta época, pois a sua teoria transposta para prática, a de navegar, tornou-se um marco importante.

Em paralelo com esta descoberta, Pedro Nunes conclui ainda que, se existisse um planeta completamente envolto em água, um barco que navegasse segundo uma orientação de um ponto cardeal seguiria um percurso em forma de espiral infinita até se aproximar de um dos pólos, sem nunca chegar a eles. Esta descoberta também foi fantástica para a época, pois até então o que era aceite era que, o suposto barco, voltaria sempre ao mesmo local de onde partira.

A título de curiosidade, Mauritus Escher desenhou espirais loxodrómicas. Como exemplo apresentamos a reprodução da gravura *Bolspiralem*.



Fig. 3 – Bolspiralem *de Escher, retirado da* Revista Expresso, *13/02/99, do artigo "Pedro Nunes, Mercator e Escher".*

Gerardus Mercator, estudioso na área da cartografia dedicou grande parte da sua vida à elaboração de globos e mapas, pois o avanço dos Descobrimentos cada vez exigia mais, em termos de conhecimentos, de forma a aperfeiçoarem as suas orientações. Assim, Mercator tomando conhecimento das descobertas de Pedro Nunes, fez delas o seu ponto de partida para a construção dos seus mapas. Estes denominavam-se por mapas conformes e ainda hoje é utilizada a projecção de Mercator.

Além de mostrar aos navegadores o caminho que se segue quando se toma um rumo cardeal constante, as loxodrómicas de Pedro Nunes tiveram um efeito decisivo na nossa visão do mundo, pois determinaram a maneira como os mapas começaram a ser feitos e criaram a visão que hoje temos dos continentes.

Pedro Nunes foi o primeiro a criar a carta náutica por linhas de rumo, que tratou com cuidado e demora e com o maior rigor possível para o nível científico da época. Não deixou no entanto, ele próprio, de sentir que as suas cartas ainda não eram as melhores possíveis, que revelavam deficiências, embora já fossem muito diferentes das cartas antigas, mas para melhor, e que, mesmo assim, a cartografia de Nunes prestou grandes serviços nas navegações – ninguém hoje poderá duvidar desse facto.

Bibliografia

http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Nunez.html
http://www.pedronunes.pt
http://chronomath.irem.univ-mrs.fr/chronom2/Nonius.html
http://www.iie.min-edu.pt/concurso-pnunes/
http://www.museumarinha.pt/News/PedroNunes/pedronunes.html
http://www.bartleby.com/65/nu/Nunes-Pe.html
http://www.nationalgeographic.pt/revista/0802/pioneiros/default.asp
http://www.esec-tomas-cabreira.rcts.pt/patronos/pnunes.htm
http://www.instituto-camoes.pt/cvc/ciencia/d2.html

http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/stockler3.htm
http://scientia.artenumerica.org/noniana/links.html
http://www.apm.pt/nucleos/coimbra/bimat/bimat8/bimat85.htm
http://educacao.bol.com.br/2002/08/01/ult305u10095.jhtm
http://phoenix.sce.fct.unl.pt/jmmatos/HISTMAT/LIVROS/LGTXR/2parte1.html
http://pedro%20nunes%2011.htm
http://bimat%208.htm

ALBUQUERQUE, Luís de, *Introdução à História dos Descobrimentos Portugueses,* colecção Fórum da História, Publicações Europa-América, 4ª ed.

–, *As Navegações e a Sua Projecção na Ciência e na Cultura*, colecção Construir o Passado, Gradiva, 1ª ed., 1987.

VENTURA, Manuel Sousa, *Vida e Obra de Pedro Nunes,* Biblioteca Breve, Instituto de Cultura e Língua Portuguesa, M. E., vol. 99, 1ª ed., 1985.

Vida, Contributo e Reconhecimento de Pedro Nunes

Trabalho realizado por:

- *Ana Maria Reto*
- *Lília Margarida Neves*
- *Nuno Almeida Coimbra*

Instituto Superior Politécnico de Viseu
Escola Superior de Educação
Departamento de Matemática

Pedro Nunes foi um grande matemático e astrónomo português. Nasceu no ano de 1502 em Alcácer do Sal, antiga Salácia, e descendia de uma família israelita, segundo certas conjecturas. Em relação à infância, adolescência e escolaridade de Pedro Nunes, nada se sabe concretamente, mas crê-se que tenha aprendido as primeiras letras em Portugal. Segundo o seu neto Nunes Pereira, passou "a infância na sua terra natal e de lá se foi a estudar à Universidade de Salamanca, sendo ainda de pouca idade". (*Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira*, vol. 19, p. 53).

Em 1522 licenciou-se em Artes na Universidade de Salamanca. Com base no depoimento de Nunes Pereira à Inquisição, Pedro Nunes casou, em 1523, aos 21 anos, com D. Guiomar de Árias, filha de castelhanos, descendendo deste casal seis filhos, dos quais quatro raparigas e dois rapazes. Regressou a Portugal em 1525 a convite de D. João, filho de D. Manuel I, para leccionar a cadeira de Matemática na Universidade.

Quatro anos mais tarde, a 16 de Novembro, foi nomeado cosmógrafo do Reino, já com o bacharelato em Medicina tirado em Lisboa. Em 1530 regeu as disciplinas fundamentais dos cursos de Artes – Lógica, Filosofia Moral e Metafísica na Universidade de Lisboa durante dois anos e dois meses.

Foi convidado por D. João III a 13 de Agosto de 1531 para ser professor dos seus seis irmãos, vindo a 27 de Janeiro de 1532 a deixar o exercício da docência, dedicando-se exclusivamente ao cargo de cosmógrafo, terminando também nesse ano a sua licenciatura em Medicina, ainda em Lisboa.

Foi nesta etapa da sua vida que escreveu várias obras, dividindo-se estas em obras publicadas em vida e obras que apenas são mencionadas pelo autor, das quais se desconhece onde se encontram.

Do primeiro grupo destacam-se: o *Tratado da Esfera*, que inclui a teoria do Sol, da Lua e o primeiro livro de geografia de Ptolomeu; *Petri Noni Saliencis*; *De Erratis Oronti Finai*; *Petri Nonii Salaciensis Opera*; *Libro de Algebra en Aritmetica e Geometria*; *Astrononi Introductorii de Sphaera Epitome*; *De Crepusculis* (que inclui o problema do mínimo crepúsculo, a invenção do nónio e a tradução para latim do tratado de Alhazen); Tratado de Arte onde se encontra a teoria das loxodrómicas e o anel graduado. Do segundo grupo fazem parte o *Tratado de Geometria dos Triângulos Spheraes*, o *Tratado sobre o Astrolábio*, o *Tratado do Planisphaerio Geometrico*, o *Tratado da Proporção ao Livro V de Euclides*, o *Tratado de Delinear o Globo para o Uso da Arte de Navegare* e os livros de arquitectura de Vitrúvio. Porém, as obras que mais reputação lhe deram foram o *Tratado da Esfera*, publicado a 1 de Dezembro de 1537, e o *De Crepusculis*, publicado em 1542.

O *Tratado da Esfera* foi muito usado no século XVI em toda a Europa como texto de iniciação ao estudo da cosmografia.

Após a publicação destas duas obras, D. João III encarregou-o da regência da cadeira de Matemática e Astronomia da Universidade, instalada já em Coimbra desde 1537, mantendo-se neste lugar até 1562.

No ano de 1546 foi impresso em Coimbra o seu trabalho *De erratis Orontii Finei, Regei Mathematicarum Lutetiae Professoris*. Em 22 de Dezembro de 1547 Pedro Nunes foi nomeado cosmógrafo-mor do Reino (cargo que lhe conferia a obrigação de dar uma aula diária de Matemática aplicada à Náutica).

Posteriormente à nomeação para esse cargo, foi feito cavaleiro do Hábito de Nosso Senhor Jesus Cristo, por entre outras nomeações, até que em 1562 lhe foi concedida a jubilação por diploma de D. Catarina, a sua última intervenção como regente do Reino.

Em 1566, com outros escritores, Pedro Nunes publicou, em Bâle, o volume *Petri Nonii Salaciensis Opena*, em que são refundidos e ampliados os trabalhos que em 1537 publicara com o título *Tratado da Sphera*. Deste modo, aparece pela primeira vez uma das suas obras mais notáveis: o *Tratado de Arte atque ratione navigandi* em conjunto com o *De Crepusculis*.

No ano seguinte, na cidade de Antuérpia, publicou em língua castelhana o seu *Libro de Algebra en Arithemetica Y Geometria*. A 11 de Outubro de 1568, Pedro Nunes foi chamado pelo rei D. Sebastião, que lhe propôs a tarefa de reformar os pesos e medidas do Reino, reforma que veio a ser promulgada por lei em 1575. Para além desta proposta feita por D. Sebastião, encarregou-o ainda de organizar uma cadeira de Matemática e Astronomia expressamente programada para instrução de pilotos e mareantes.

Em 1576, já viúvo, deixou Lisboa para se fixar em Coimbra, onde veio a falecer a 11 de Agosto de 1578, uma semana após o desastre de Alcácer Quibir.

Pedro Nunes contribuiu muito para a sociedade inventando o nónio, um instrumento de matemática que serve para medir com a máxima exactidão as fracções de uma divisão, numa escala graduada em graus, minutos e segun-

dos. Este invento foi introduzido num outro instrumento, chamado astrolábio náutico, que servia para avaliar a posição dos astros e a sua altura acima do horizonte. Esta invenção contribuiu para o desenvolvimento da navegação.

A sociedade portuguesa reconhece os feitos de Pedro Nunes em duas ciências: na numismática e na filatelia.

A numismática é a ciência que classifica, interpreta e descreve as notas e as moedas. Surgiu no Renascimento e interessa-se por todo o tipo de moedas e notas, desde as mais antigas até às de hoje. Neste contexto, foram criadas duas notas e uma moeda no valor de 100$00, com o retrato de Pedro Nunes estampado.

Quem teve a iniciativa de estampar a efígie de Pedro Nunes na nota emitida pela primeira vez a 14 de Junho de 1948 foi a administração do Banco de Portugal em 1943 pelo facto de Pedro Nunes ter sido um grande matemático e astrónomo português e um dos maiores geómetras do século XVI.

Esta nota foi emitida pela última vez a 26 de Abril de 1963 e retirada de circulação a 31 de Dezembro de 1978, com um total de 60 320 000 exemplares, com as datas de 28 de Outubro de 1947, 24 de Outubro de 1950, 22 de Junho de 1954 e 25 de Junho de 1957 (ver figuras 1 e 2).



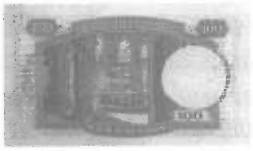


Fig.1 – Nota emitida a 14 de Junho de 1948 (frente).
Fig.2 – Nota emitida a 14 de Junho de 1948 (verso).

A 27 de Setembro de 1960, o conselho de administração do Banco de Portugal reuniu-se para decidir uma nova encomenda das notas de 100$00 em virtude da sua escassez em circulação. Nesta reunião o estampador propôs em alternativa estampar uma nota melhorada, utilizando o método *offset*.

A primeira emissão desta nota foi feita a 29 de Maio de 1963 e a última a 15 de Abril de 1968, com 31 270 000 exemplares, datadas de 19 de Dezembro de 1961, sendo retiradas de circulação a 31 de Dezembro de 1978 conjuntamente com as notas do mesmo valor emitidas a 14 de Junho de 1948 (ver figuras 3 e 4).





Fig. 3 – Nota emitida a 29 de Maio de 1963 (frente).
Fig. 4 – Nota emitida a 29 de Maio de 1963 (verso).

Ainda dentro desta ciência encontra-se uma moeda de 100$00 com o rosto de Pedro Nunes, editada pela primeira vez em 1989 e continuamente emitida até 2001, sendo retirada de circulação em Fevereiro de 2002, aquando da entrada do euro em circulação (ver figuras 5 e 6).





Fig. 5 – Moeda editada em 1989 (frente).
Fig. 6 – Moeda editada em 1989 (verso).

A filatelia é a ciência que estuda a origem, evolução e actualização dos selos dos correios. Esta exerce uma influência benéfica nas relações entre os coleccionadores de diversos países, o que permite um mútuo conhecimento das diferentes nacionalidades.

Deste modo, o selo postal é um meio poderoso de propaganda, chamando a atenção para pessoas e factos, dado que circula por todo o mundo. Por este motivo, o selo tem sido utilizado para divulgar as efígies de figuras públicas como forma de lhes prestar homenagem.

Para além disto, o selo tem servido também de arma de propaganda política, como se verifica desde há um século.

Assim, nas nações modernas o selo é um auxiliar permanente que vive enquanto circula e que continua a viver nos álbuns dos mais variados coleccionadores.

É de salientar o facto de a filatelia reconhecer Pedro Nunes através de cinco selos: os de 5$00 e 20$00 editados pelos CTT a 9 de Agosto de 1978, a fim de comemorar o quadricentenário da sua morte (ver figura 7);



Fig. 7 – Selos comemorativos do quadricentenário da morte de Pedro Nunes.

e os de 0,28 euros e 1,15 euros editados também pela mesma instituição a 6 de Março de 2002, comemorativos dos 500 anos do nascimento de Pedro Nunes (ver figura 8).



Fig. 8 – Selos comemorativos dos 500 anos do nascimento de Pedro Nunes.

No selo de 0,28 euros, à esquerda, estão traçadas espirais loxodrómicas estilizadas, tanto no espaço como sobre um globo. Estas últimas espirais prolongam-se sobre o selo central, de 1,15 euros, onde aparece uma imagem de alguém que poderá ter alguma parecença com Pedro Nunes. Não se trata do nosso matemático, pois não existem gravuras da época que o reproduzam. Trata-se de uma imagem inventada, mas verosímil. No terceiro selo, o de 0,28 euros, à direita, aparecem em primeiro plano um quadrante e, em fundo, as linhas das escalas que nele estão

gravadas. O instrumento é o único da época dotado de nónio e que sobrevive. Trata-se de uma peça descoberta há poucos anos em Florença pelo comandante Estácio dos Reis.

Bibliografia consultada

Enciclopédia Luso-Brasileira
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/PedroNunes.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/imagens.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/obras.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/pedronunes/Memomatemática.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/selos.htm
http://www.a2z.pt/selos/11/sal1308.htm
http://www.e-pedro-nunes.rcts.pt/historia1.htm
http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/livrogt/2parte1.html
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/stockler.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/stockler1.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/stockler2.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/stockler3.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/stockler4.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/stockler5.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/stockler6.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/spheraI.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/spheraII.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/spheraIII.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/spheraIV.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/tratesfera1.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/duvidas.htm
http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/sphera-ind.htm
Actas do ProfMat Viseu 2002, 2/3/4 de Outubro de 2002, Escola Superior de Tecnologia de Viseu – Instituto Politécnico de Viseu, Nuno Gaspar Cardoso, secção Filatélica da AAC.
Livro do Banco de Portugal.

Caracterização do Fenómeno Corrosão em Fendas e por Picadas em Aço e Alumínio de Construção Naval

Trabalho realizado por:

• *Mónica de Carvalho da Silva Rocha*

Universidade Nova de Lisboa
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Ciências dos Materiais

Objectivo

Este trabalho aborda de forma preliminar a introdução ao estudo de fenómenos de corrosão localizada, como a corrosão em fendas e a corrosão por picadas. Estas formas de corrosão, aliadas ao crescimento biológico, ocorrem com frequência nos navios da Esquadra da Marinha Portuguesa, podendo conduzir à falha de componentes estruturais por perfuração ou pela acção da propagação de fendas.

O objectivo deste trabalho será encontrar para estas formas de corrosão a taxa de corrosão a que estão sujeitos os cascos dos navios estacionados na Base Naval de Lisboa. Devido à curta duração dos ensaios descritos neste trabalho, algumas conclusões não serão ainda definitivas, contudo darão uma visão de toda a problemática da corrosão marítima, em especial a que ocorre na BNL. O presente trabalho serve como introdução às formas de procedimento para ensaios futuros.

1. Introdução

1.1. Corrosão

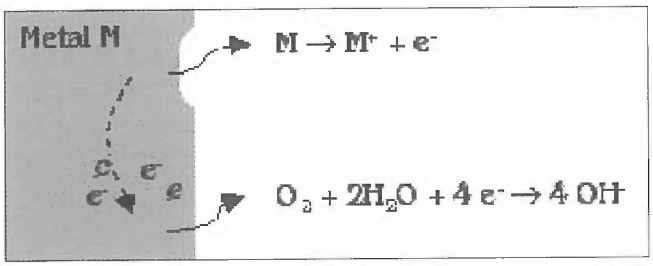


Figura 1.1 – Mecanismo da corrosão electroquímica.

Para que a corrosão electroquímica ocorra, quatro condições têm de se verificar:

1. Tem de existir algo susceptível de corrosão, um metal que será o ânodo, que perde electrões;
2. Tem de existir um cátodo, que sofre a redução;
3. Tem de existir um condutor líquido contínuo (electrólito);
4. Tem de existir um condutor para transportar o fluxo de electrões do ânodo para o cátodo.

Considerando a corrosão do zinco num meio ácido (por exemplo, ácido clorídrico), tem-se o seguinte mecanismo electroquímico:

$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2$

O ião Cl^- não participa directamente na reacção, pois ocorre a dissolução do ácido e do cloreto no meio, reescrevendo a reacção,

$Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$

Que é dividida em duas reacções parciais; (1) reacção de oxidação ou anódica (libertação/perda de electrões) e (2) reacção de redução ou catódica (consumo de electrões).

$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ (1)

$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ (2)

Então, as reacções da corrosão electroquímica envolvem reacções de oxidação que libertam electrões e reacções de redução que os consomem. Estas reacções têm de ocorrer ao mesmo tempo e com a mesma velocidade, por forma a impedir a acumulação de cargas eléctricas no metal.

Cada metal apresenta uma tendência diferente para ser corroído em determinado ambiente, pelo que se estabeleceu um método comparativo da tendência em os metais formarem iões numa solução aquosa. Deste método surgiu uma tabela dos potenciais de padrão eléctrico a 25ºC, *tabela 1.1*, em que se comparam os potenciais de oxidação (de meia-pilha) em relação ao potencial do eléctrodo padrão do hidrogénio.

*Tabela 1.1 – Potenciais de Padrão Eléctrico a 25ºC**

	Reacção de oxidação (corrosão)	Potencial de eléctrodo, E^o (volts relativamente ao eléctrodo-padrão de hidrogénio)
Mais catódico (menor tendência para a corrosão)	$Au \rightarrow Au^{3+} + 3e^-$	+1,498
	$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$	+1,229
	$Pt \rightarrow Pt^{2+} + 2e^-$	+1,200
	$Ag \rightarrow Ag^+ + e^-$	+0,799
	$2Hg \rightarrow Hg_2^{2+} + 2e^-$	+0,788
	$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$	+0,771
	$4(OH)^- \rightarrow O_2 + 2H_2O + 4e^-$	+0,401
	$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$	+0,337
	$Sn^{2+} \rightarrow Sn^{4+} + 2e^-$	+0,150
	$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$	0,000
Menos catódico (maior tendência para a corrosão)	$Pb \rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$	–0,126
	$Sn \rightarrow Sn^{2+} + 2e^-$	–0,136
	$Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$	–0,250
	$Co \rightarrow Co^{2+} + 2e^-$	–0,277
	$Cd \rightarrow Cd^{2+} + 2e^-$	–0,403
	$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	–0,440
	$Cr \rightarrow Cr^{3+} + 3e^-$	–0,744
	$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	–0,763
	$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$	–1,662
	$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$	–2,363
	$Na \rightarrow Na^+ + e^-$	–2,714

** As reacções estão descritas, como se se tratassem de meias-pilhas anódicas. Quanto mais negativo for o valor do potencial de eléctrodo, mais anódica é a reacção e maior a tendência para a ocorrência de corrosão ou oxidação. Os metais que são menos reactivos do que o hidrogénio têm potenciais positivos e são denominados catódicos em relação ao hidrogénio. Os metais que são mais reactivos que o hidrogénio têm potenciais negativos e são denominados anódicos em relação ao hidrogénio.*

Dos vários tipos de corrosão em meios electrolítos, como a água do mar, os mais frequentes são a corrosão galvânica, a corrosão em fendas e a corrosão por picadas. A *corrosão galvânica* ocorre quando existem dois metais diferentes (com electronegatividades diferentes) em contacto numa solução condutora, electrólito. Ao estabelecer-se entre eles uma corrente eléctrica, o metal menos nobre torna-se anódico relativamente ao metal mais nobre. O metal com menor potencial de eléctrodo irá sofrer a reacção de oxidação, com libertação de electrões, enquanto o metal mais nobre, com maior potencial de eléctrodo, sofrerá a reacção de redução. O metal menos nobre vai ser o "sacrificado", sofrendo forte corrosão, enquanto o metal nobre se corrói pouco ou nada. De acordo com este princípio, uma das formas de prevenção utilizada na Marinha Portuguesa contra este tipo de corrosão é a utilização de ânodos de sacrifício de zinco. Os cascos dos navios são de aço e suas ligas e o ferro, de acordo com a *tabela 1.1*, tem um potencial de eléctrodo maior que o do zinco, logo, estando estes dois metais em contacto, será o zinco que sofrerá corrosão, protegendo o ferro.

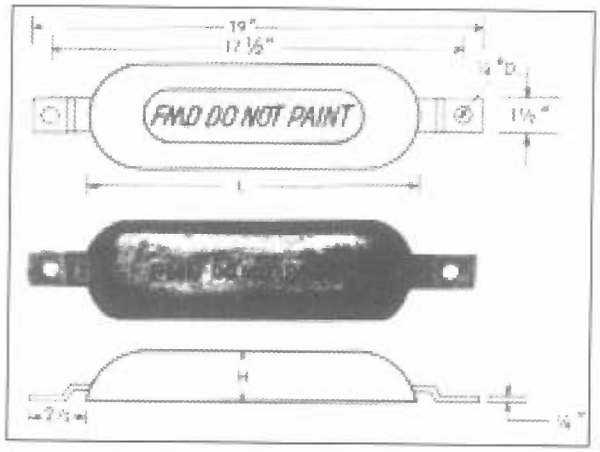


Figura 1.2 – Exemplo de um ânodo sacrificial de zinco, utilizado pela Marinha Mercante.

A *corrosão por picadas* e *corrosão em fendas* são formas de ataque localizado com perfuração do material em pequenas áreas. Estas formas de corrosão ocorrem devido à quebra do filme passivante, que é uma camada protectora formada à superfície do material. Muitas ligas, como aço inox e ligas de alumínio, são de utilização vantajosa devido ao filme passivante que formam, uma fina camada de óxido que se forma naturalmente na superfície metálica, reduzindo substancialmente a taxa de corrosão nessas ligas. Contudo, estas camadas passivantes são susceptíveis de quebra, conduzindo à aceleração da dissolução do metal que se encontra por baixo destas. Se o ataque se iniciar numa superfície aberta, chamamos corrosão por picadas; se se iniciar num local fechado, chamamos corrosão em fendas. Estes tipos de corrosão caracterizam-se por serem intensas e localizadas, formando-se em regiões de soluções estagnadas (depósitos) ou águas paradas.

1.2. Corrosão em fendas

Trata-se de uma forma de corrosão localizada e insidiosa que ocorre no interior de fendas, frestas ou depósitos, onde existem soluções estagnadas. Ocorre com frequência em juntas de vedação, rebites, parafusos e uniões de superfícies. Os metais mais susceptíveis são aços inoxidáveis e alumínio.

As fendas são propícias a esta forma de corrosão se tiverem uma abertura suficientemente larga para permitir a penetração do líquido, mas suficientemente estreita para conservar uma região de solução estagnante, ou seja, fendas com aberturas de alguns micrómetros.

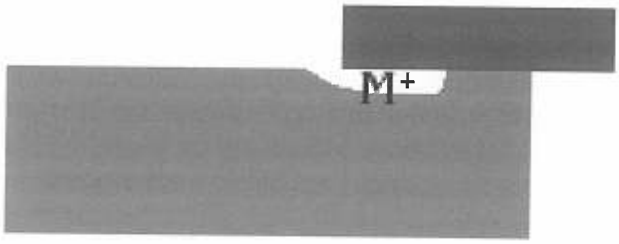


Figura 1.3 – Esquema da corrosão em fendas.

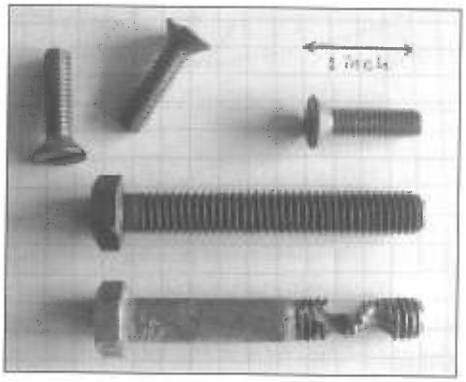


Figura 1.4 – Fotografia de parafuso que sofreu corrosão em fendas.

1.2.1. Mecanismo da corrosão em fendas

Consideremos o caso da corrosão em fendas num metal M em presença de uma solução arejada (oxigenada) de cloreto de sódio. A reacção global envolve a dissolução do metal M e a redução do oxigénio (O_2) em iões hidróxido (OH^-), ou seja:
reacção anódica (oxidação),
$M \rightarrow M^+ + e^-$
e reacção catódica (redução),
$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4HO^-$

A solução no interior da fenda está estagnada, uma vez que o oxigénio necessário para a reacção catódica é gasto na totalidade, não havendo possibilidade de ser renovado. No entanto, a reacção anódica continua a ocorrer, produzindo-se um excesso de cargas positivas (M^+) na

solução interior estagnada. Para compensar este desequilíbrio, migram para o interior da fenda iões negativos, iões cloreto (Cl^-), que têm grande penetrabilidade, originando-se a formação de M^+Cl^- . Este cloreto é hidrolisado pela água, ocorrendo a precipitação do hidróxido metálico e a diminuição local do pH:

$M^+Cl^- + H_2O \rightarrow MOH \downarrow + H^+Cl^-$

A formação de ácido (H^+Cl^-) provoca a quebra do filme passivante, dando origem ao ataque corrosivo.

Os iões H^+ e Cl^- aceleram significativamente as reacções de dissolução da maioria dos metais e ligas. Como ambos estão presentes no interior da fenda, temos uma reacção de dissolução acelerada e autocatalítica. Na corrosão em fendas, à medida que a velocidade da reacção no interior da fenda aumenta, a velocidade de redução do oxigénio nas superfícies adjacentes também aumenta, o que protege catodicamente as superfícies externas. O material sujeito a esta forma de corrosão apresenta uma degradação significativa e localizada nas regiões escondidas e pouca ou nenhuma corrosão em zonas expostas.

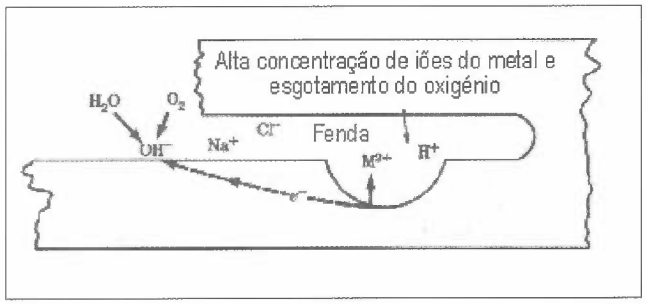


Figura 1.5 – Esquema do mecanismo da corrosão em fendas ou depósitos: no interior da fenda forma-se uma região de solução estagnante.

Metais e ligas que dependem de filmes de óxido ou de outras camadas passivantes protectoras, tais como alumínio e aço inox, são susceptíveis a este tipo de corrosão, pois altas concentrações de iões Cl^- destroem estas camadas passivantes, aumentando substancialmente a velocidade de corrosão.

1.3. Corrosão por picadas

A corrosão por picadas é uma forma de ataque corrosivo localizado e insidioso, que origina pequenas cavidades ou picadas num metal. As picadas podem ser grandes ou pequenas em diâmetro, podem ser descritas como sendo um buraco com um diâmetro igual ou inferior à sua profundidade e podem ser isoladas ou tão próximas e pequenas que a superfície parece rugosa. Esta forma de corrosão é de difícil detecção, pois as picadas, além de pequenas, encontram-se escondidas sob os seus produtos de corrosão. Este tipo de corrosão é difícil de prever e quantificar; devido à sua natureza localizada e perfurante, poderá resultar em ruptura súbita de componentes estruturais. Os aços inox são dos metais mais susceptíveis a este tipo de corrosão.

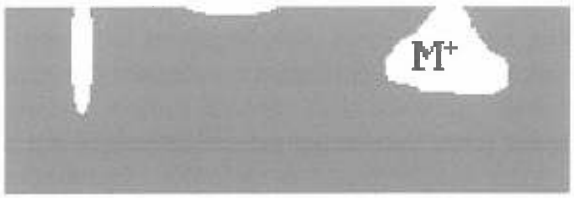


Figura 1.6 – Esquema da corrosão por picadas: no interior da picada forma-se uma região de solução estagnante de iões metálicos.

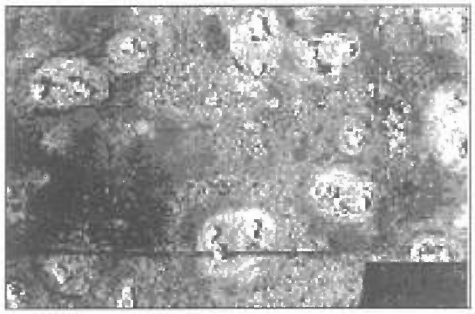


Figura 1.7 – Fotografia de um alumínio que sofreu corrosão por picadas.

1.3.1. Mecanismo da corrosão por picadas

O mecanismo da corrosão por picadas é similar ao da corrosão em fendas. Consideremos, por exemplo, que a corrosão se iniciou em determinado ponto da superfície de um metal em contacto com um meio corrosivo arejado e contendo iões cloreto (Cl^-). Tal como se verifica na corrosão em fendas, o excesso de cargas positivas (M^+) em solução é equilibrado com a migração de iões cloreto, o que provoca a precipitação do hidróxido metálico e o aumento de concentração de H^+. Como a presença dos iões cloreto e hidróxido acelera a dissolução do metal, logo é uma reacção autocatalítica. As superfícies exteriores e adjacentes à cavidade são protegidas pela reacção catódica que aí ocorre, a cavidade irá desenvolver-se, predominantemente, para o interior do metal, resultando numa picada progressiva, designada por *pit*. O *pitting* forma-se preferencialmente na direcção da gravidade, pois retém mais facilmente a solução mais pesada – forte concentração de iões metálicos (M^+), de cloretos (Cl^-) e de hidróxido (H^+).

A corrosão por picadas caracteriza-se por duas etapas, uma de nucleação (iniciação) correspondente à quebra do filme passivante que cobre a superfície, iniciando-se a dissolução do metal; outra etapa de propagação que corresponde ao crescimento da cavidade para o interior do metal.

1.3.1.1. Nucleação da picada

A etapa inicial da picada, *nucleação*, é muito curta em duração (microssegundos) e é fortemente influenciada pelas condições de superfície do material. Segundo vários investigadores, entre os quais R. E. Melchers (Departament of

Civil Enginnering and Surveying – The University of Newcastle, New South Wales, Australia 2308), referem que a nucleação da picada ocorre como abaixo se indica.

Inicialmente, a superfície metálica encontra-se completamente protegida pelo filme passivante, que a separa do electrólito. Em seguida, o substrato ainda se encontra protegido, excepto numa pequena região, defeito, que contacta com o electrólito. Este defeito apresenta dimensões comparáveis à espessura do filme passivante (poucos nanómetros – 10^{-9} m). Por fim, a dissolução do substrato começa. Em alguns defeitos existentes a repassivação ocorre e o filme recupera ("cicatriza"). A nucleação ocorre até à quebra do filme passivante, que é o óxido protector do metal.

Em condições de imersão, os factores favoráveis ao *pitting* incluem condições de relativa estagnação, com presença de iões metálicos pesados e depósitos locais de matéria estranha.

1.3.1.2. Propagação da picada

A etapa da *propagação* ocorre após o início da dissolução do susbtrato, os defeitos que não sofreram a repassivação começam a crescer, de tal modo que a picada fica com uma forma hemisférica ou poliédrica, com tamanho aproximado de 1 a 10 μm (10^{-6} m), observável em microscópio. Na fase final, a picada apresenta uma forma irregular, em parte preenchida e revestida ao longo da sua abertura com produtos de corrosão sólidos, observando-se facilmente a olho nu.

Em ambientes marítimos, o crescimento das picadas ao longo do tempo é fortemente afectado pela actividade biológica. Inicialmente, a razão de corrosão por picadas é similar à da corrosão generalizada, em termos de perda de peso, mas não se estreita tão rapidamente, como seria de esperar, talvez devido à menor influência dos vegetativos marítimos nas etapas iniciais do mecanismo. Em ambos os casos, a velocidade de corrosão é controlada por condições anaeróbicas.

Os investigadores concluíram que em condições de imersão total os aços ao carbono apresentam uma fraca resistência à corrosão por picadas.

Caracterização da picada em densidade, tamanho e profundidade

Devido à formação de produtos de corrosão à superfície do material, nem sempre é possível observar com clareza a profundidade da picada sem se destruir os espécimes. E em estudos de corrosão marítima, torna-se ainda mais desaconselhável a remoção da "fauna marítima", pois temos de manter a continuidade das condições durante o estudo.

Em alguns estudos, a corrosão por picadas é medida pela média da profundidade no espécime, em outros pela média de determinado número de picadas e em outros ainda pela profundidade da maior picada encontrada no espécime. No estudo do ICE britânico (referido no artigo de R. E. Melchers "*Pitting Corrosion in Marine Environments – a Review*"), a profundidade da picada é medida considerando a superfície da corrosão generalizada, pelo que essa profundidade nos dá uma medida relativa, não absoluta. A corrosão é estimada em termos de perda de peso – evidentemente que inclui a perda nas picadas. O erro é significativo se tivermos uma grande quantidade de picadas. É muito mais importante lidarmos com a profundidade total de picadas e a sua velocidade de crescimento do que com os valores relativos.

Relativamente ao trabalho em curso que é descrito neste artigo, ainda não está definido qual a técnica a utilizar para a caracterização das picadas em densidade, tamanho e profundidade. Na *figura 8*, encontra-se uma tabela referência da ASTM para a caracterização das picadas.

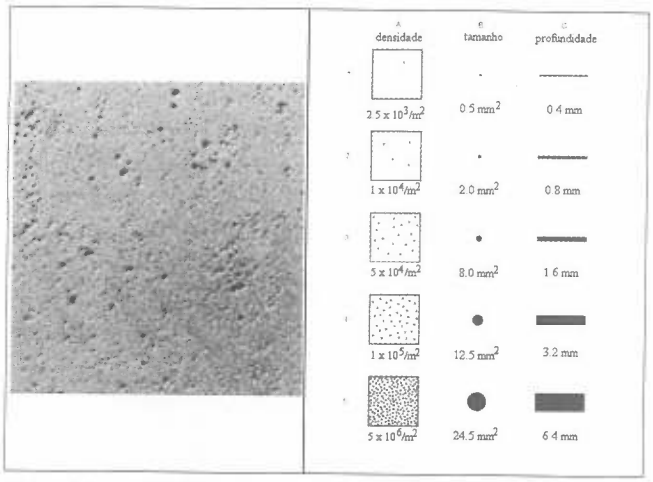


***Figura 1.8** – Ampliação de uma superfície atacada pela corrosão por picadas* (pitting). *Do lado direito encontra-se a escala-padrão (de acordo com o* Annual Book of ASTM Standards, *vol. 3.02) adequada à determinação da densidade, tamanho e profundidade das picadas.*

1.4. Biofouling

Ao submergir estruturas metálicas em água do mar, inicia-se o processo de incrustações provenientes de organismos vegetais ou animais que crescem e aderem às superfícies metálicas. Surgem então algas, limos, cracas e mexilhões que formam depósitos extremamente duros e aderentes, constituindo o chamado *fouling* ou *biofouling*. Estas incrustações, ou *biofouling*, têm uma grande influência no desempenho de instalações ou equipamentos submersos em água do mar:

- As instalações ficam com excesso de peso;
- As bóias podem perder capacidade de flutuar;
- Surge resistência ao avanço dos navios, resultando em maior consumo de combustível e um consequente aumento da frequência de docagem para limpeza do casco;
- Gastos adicionais para eliminar, periodicamente o *biofouling*;

• Redução da sensibilidade e transmissão de som e decréscimo da eficiência de sonar.

O crescimento do *biofouling* sobre a superfície metálica, camada bacteriológica, produz subprodutos como, por exemplo, ácidos orgânicos, gás sulfúrico e limos (ricos em proteínas), que vão modificar os processos químicos no interface metal/água do mar, contribuindo para o processo corrosivo. Os filmes bacterianos não são, em geral, contínuos, cobrem regiões ou pontos da superfície metálica. Os agentes importantes para o metabolismo bacteriano são o oxigénio e o hidrogénio. A acção do oxigénio no metabolismo animal dá lugar à formação de dióxido de carbono (CO_2), que influenciará o pH do meio.

Além das bactérias marinhas, aparece geralmente primeiro um elevado número de organismos marinhos unicelulares sob a superfície de qualquer material submerso em água do mar. O filme formado por estes organismos microscópicos servirá de fixação a macroorganismos. Portanto, se se conseguisse prevenir a formação deste filme de microrganismos, seria possível eliminar o *fouling*. Certos organismos, como as cracas, fixam-se directamente na superfície do material, sem necessitarem do filme microbiológico, mesmo que não consigam é uma adesão tão eficaz como a que realizam com a presença desse filme.

Geralmente, em águas profundas, afastadas da costa, não ocorre *fouling* porque não há instalações nas quais os organismos possam fixar-se para sobreviverem.

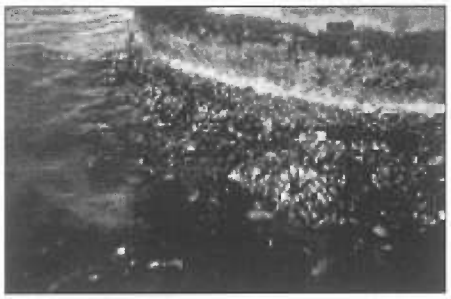


Figura 1.9 – Fotografia de uma estrutura marítima sujeita ao crescimento biológico.

1.4.1. Mecanismo de formação do *biofouling*

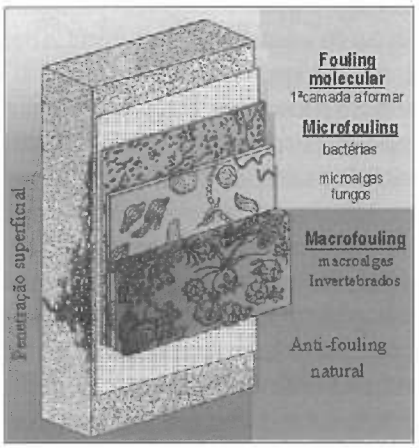


Figura 1.10 – Esquema do mecanismo das 4 etapas de formação do biofouling.

Ao submergir um material em água do mar, inicia-se imediatamente um processo de formação de *fouling*, que pode ser dividido em três fases quase simultâneas:

• Formação de filme microbiológico sob a forma de limo;
• Fixação de organismos macroscópicos, quase sempre sob a forma de larvas;
• Crescimento dos organismos macroscópicos, verificando-se a presença, entre outros, de cracas, moluscos, algas e briozoários.

Factores influentes no desenvolvimento de *fouling*

O crescimento de *fouling* é sazonal, observando-se um crescimento intenso no Verão, o que não acontece no Inverno, além de ser sazonal, é também função das correntes oceânicas. Os organismos têm mais dificuldade em se fixar em objectos em movimento. A luz afecta um elevado número de organismos formadores de *fouling*, pelo que estes organismos se desenvolvem em superfícies escuras ou sombreadas. Quanto à fixação, temos que, na fase inicial, os microrganismos socorrem-se de: *algas,* que libertam material mucilaginoso que endurece, apresentando consistência semelhante a uma goma; *hidróides* (processo semelhante ao das algas); *cracas e alguns moluscos,* que excretam material calcário que se deposita sobre qualquer superfície metálica submersa, servindo de ponto de fixação. Várias características podem influenciar a fixação de organismos: dureza e polimento; natureza do produto de corrosão; natureza do material metálico.

1.5. Formas de prevenção da corrosão

1.5.1. Modos de prevenção para a corrosão galvânica

1. Seleccionar combinações de metais tão próximas quanto possível na série galvânica;
2. Evitar efeitos de área desfavoráveis e evitar junções roscadas;
3. Isolar os materiais diferentes;
4. Utilizar ânodos de sacrifício.

1.5.2. Modos de prevenção para a corrosão em fendas e por picadas

Os métodos aplicados para prevenir a corrosão em fendas, válidos também para a corrosão por picadas, são:

1. Utilizar uniões soldadas, em vez de aparafusadas ou rebitadas;
2. Fechar as ranhuras existentes em superfícies sobrepostas;
3. Projectar estruturas com drenagem completa;
4. Remoção da carga húmida e de depósitos existentes em suspensão;
5. Utilizar juntas não absorventes, como o *teflon.*

1.5.3. Modos de prevenir o crescimento de *biofouling*

1. Docagens periódicas de navios em água doce para matar e remover o *fouling;*
2. Uso de corrente eléctrica contínua ou alternada em intervalos intermitentes para prevenir a aderência inicial do *fouling;*
3. Uso de cloro ou de água quente para o caso de se desejar diminuir a possibilidade de *fouling* no interior de tubulagens.

1.6. Enquadramento da corrosão na Marinha Portuguesa

Nos tempos que correm, a Marinha Portuguesa debate-se com elevadas despesas de manutenção e conservação da sua Esquadra já envelhecida. O meio marítimo é, por definição, excelente para a ocorrência de corrosão em materiais metálicos. Na sua esmagadora maioria os navios são produzidos em aço de construção naval e suas ligas e em alumínio, ou seja, materiais fortemente sujeitos à corrosão marítima, o que poderá acelerar a falha de componentes estruturais por perfuração, fractura ou fadiga. Os tipos de corrosão mais frequentes em meio marítimo são a *corrosão galvânica*, *corrosão em fendas* e *corrosão por picadas*. Outro factor danoso a considerar em meio marítimo é o crescimento biológico, chamado *biofouling*, que adere às estruturas metálicas imersas em água do mar.

Várias técnicas são utilizadas para prevenir e reduzir os danos provocados pela corrosão e *biofouling*, respectivamente, tratamentos de pintura anticorrosão e protecção catódica com ânodos sacrificiais (ânodos de zinco) e tratamentos finais com tintas antivegetativos. Na altura das docagens, as obras vivas dos navios são alvo de atenção especial, nomeadamente o estado do material estrutural, o estado da pintura e o estado dos ânodos de zinco.

O que não se sabe efectivamente é a taxa de corrosão que sofre o material metálico. O objectivo deste trabalho será encontrar a taxa de corrosão a que estão sujeitos os cascos dos navios estacionados na Base Naval de Lisboa. Devido à curta duração dos ensaios descritos neste trabalho, algumas conclusões não serão ainda definitivas, contudo darão uma visão de toda a problemática da corrosão marítima, em especial a que ocorre na BNL.

1.6.1. Metodologia a desenvolver ao longo deste trabalho

Estes ensaios decorreram em dois locais distintos, situados nas docas da BNL. Foram imersos vários provetes de *aço*, de *aço inox* e de *alumínio*, que são o tipo de material mais utilizado pelo Arsenal do Alfeite, organismo que realiza a manutenção e conservação da Esquadra da Marinha Portuguesa. Os provetes foram fornecidos e intervencionados por este organismo. Uns provetes foram pintados com um primário epoxídico, enquanto outros não tiveram qualquer tratamento superficial. Foram imersos 24 provetes no local de ensaios designado *Batelão* e outros 24 foram imersos no outro local de ensaios designado *Jangada*.

Ao longo dos 6 meses de ensaios, alguns provetes foram periodicamente inspeccionados para avaliação da evolução dos fenómenos de corrosão. O que se fez foi retirar os provetes da água por tempo suficiente para serem fotografados e em seguida colocados dentro de água.

Todos os provetes foram fotografados antes do ensaio, durante o ensaio (ao fim de 3 meses de imersão) e após o ensaio. Foram fotografados de frente, de trás e de perfil.

Em seguida apresenta-se todo o procedimento realizado.

2. Material a utilizar

• Provetes de **Aço Grau A ST37** (de construção naval):

16 com as dimensões de 300x100mm com 4 orifícios, conforme **anexo A**, em que 8 provetes não têm revestimento e os outros 8 provetes estão pintados com uma demão de primário epoxídico com uma espessura seca de 50 μm.

1 com as dimensões de 50x100 mm, conforme **anexo B**, sem revestimento.

• Provetes de **Aço Inox 304** (aço X15 Cr Ni Si 25-20):

16 com as dimensões de 300x100 mm e com 4 orifícios, conforme **anexo A**, em que 8 provetes não têm revestimento e os outros 8 provetes estão pintados com uma demão de primário epoxídico com uma espessura seca de 50 μm.

1 com as dimensões de 50x100 mm, conforme **anexo B**, sem revestimento.

• Provetes de **Alumínio** (AlMg3 W19/5759H14):

16 com as dimensões de 300x100 mm e com 4 orifícios, conforme **anexo A**, em que 8 provetes não têm revestimento e os outros 8 provetes estão pintados com uma demão de primário epoxídico com uma espessura seca de 50 μm.

1 com as dimensões de de 50x100 mm, conforme **anexo B**, sem revestimento.

• Dispositivos de Ensaios:

Jangada de Ensaios, concebida especialmente para o efeito, localizada junto à Doca Flutuante, num dos cais do Arsenal do Alfeite, local com águas mais paradas e mais poluídas.

Batelão, Pontão - Cais nº 4, já classificado para abate, localizado num dos cais da Base Naval de Lisboa, Alfeite, local caracterizado por ter águas mais agitadas e menos poluídas.

• Cabo de polietileno com diâmetro de 4 mm: **230 m**
• Abraçadeiras de plástico: 48
• Etiquetas de plástico: 48
• Máquina fotográfica digital *Sony Mavica*
• Balança de precisão SARTÓRIUS PT6

- Microdurómetro de Brinell
- Riscador
- Caneta de acetato
- Sonda *Elcometer*
- Ultra-sons
- Fita métrica
- Tesoura
- X-acto
- Régua
- Lupa
- Espátula
- Máquina de lavar de alta pressão com água quente
- Jacto de ar
- Plástico aderente
- Lupa electrónica

3. Procedimento experimental

3.1. Provetes

Foram fornecidos 48 provetes de vários tipos de material utilizado, em construção naval, nos navios da Marinha Portuguesa intervencionados pelo Arsenal do Alfeite. Os materiais utilizados são: *aço grau A ST 37 de construção naval*, *aço inox 304* e *alumínio*.

Conforme a descrição apresentada na secção referente ao material utilizado, dos 48 provetes, 16 são de aço grau A, 16 de aço inox e 16 de alumínio.

À excepção dos provetes de inox, que têm uma espessura de 12 mm, todos os restantes têm uma espessura de 10 mm. Tal deve-se ao facto de, aquando do pedido de elaboração dos provetes, todos devem ter a mesma espessura (10 mm); porém, no momento o Arsenal só dispunha de chapas de inox com 12 mm de espessura, pelo que foram fornecidos com esta espessura.

Em várias literaturas que abordam os ensaios em condições reais, nem sempre se utilizam provetes com dimensões padronizadas, mas sim provetes com as dimensões que os autores dos estudos acham convenientes. Neste caso, consideraram-se as dimensões 300x100 mm, tendo em conta o número de provetes em estudo e os locais onde se realizam os ensaios.

Os 4 furos nos provetes servem para passar os cabos que os vão suspender na horizontal. Visto o objectivo destes ensaios ser o estudo da evolução dos fenómenos de corrosão por picadas e em fendas em meios marítimos, em que estes fenómenos são potenciados pela existência de microrganismos, constatou-se ao longo do ensaio que estes crescem com maior abundância em superfícies horizontais voltadas para baixo. Tem-se verificado nas docagens que a concentração de cracas e outros organismos com carapaça se situa abaixo das obras vivas, no "fundo" do navio. Por este motivo, optou-se por suspender os provetes horizontalmente, de forma a reproduzir o fundo do casco de um navio.

O revestimento com uma demão de primário epoxídico com uma espessura seca de 50 μm, dado pelo pessoal da pintura do Arsenal do Alfeite, servirá para determinar a evolução da corrosão em provetes já pintados com este primário. Constatou-se que, durante os 6 meses em que decorreu o ensaio, a maioria dos provetes pintados encontrava-se quase na sua totalidade com essa camada descolada.

Metade dos 48 provetes sofreram indentações.

Objectivo

As indentações têm como objectivo acelerar o processo de nucleação e posteriormente a propagação da picada. A fenda originada pela indentação irá propiciar o surgimento de depósitos, o que nucleará o mecanismo de propagação da corrosão. As indentações foram feitas com um microdurómetro, tendo-se variado os diâmetros de penetração com esferas de aço de 2,5 mm e de 5 mm. Foram feitas durezas de Brinell, pois estas proporcionam indentações mais profundas que as que se poderiam obter com as durezas de Rockwell (macrodurezas) e porque o equipamento utilizado (gentilmente cedido pela D.G.Q.-.L.E.Q.M.) não dispunha de penetradores em forma de esfera, mas apenas penetradores piramidais, que, para o efeito pretendido, não era possível aplicar. Estas durezas foram realizadas sem condições-padrão (tal não foi necessário, pois apenas se pretendia realizar indentações a carga constante e com diâmetros variáveis).

3.2. Locais de ensaios

Para a realização destes ensaios em condições reais, recorreu-se à utilização de uma jangada de ensaios, especialmente concebida para o efeito e cedida pela D.G.Q.-L.E.Q.M. Esta jangada está localizada num local de águas mais paradas e mais poluídas, junto à Doca Flutuante, no Arsenal do Alfeite.

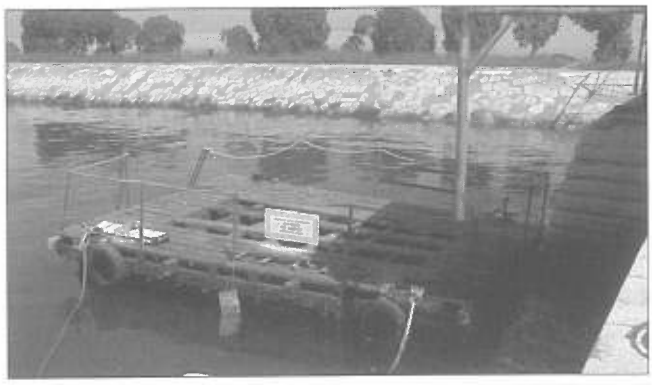


***Figura 3.1** – Jangada de ensaios, cedida pela D.G.Q. – L.E.Q.M., junto à Doca Flutuante, no Arsenal do Alfeite.*

Além desta jangada de ensaios, recorreu-se também à utilização de um outro local de ensaios, localizado numa zona de águas mais agitadas e menos poluídas, um Batelão, Pontão-Cais nº 4 (PC-4). Este batelão encontra-se numa das docas da Base Naval de Lisboa, Alfeite.



Figura 3.2 – Pontão-Cais nº 4, localizado num dos cais da Base Naval de Lisboa, Alfeite.

3.3. Preparação dos provetes para a imersão nos locais de ensaios

Após a entrega dos provetes (por parte do Arsenal do Alfeite), procedeu-se da seguinte forma:

1. Para cada tipo de material, 16 provetes, metade deles revestidos com uma demão de primário epoxídico com espessura seca de 50 μm; portanto, têm-se 8 provetes sem revestimento e 8 provetes com revestimento. Dos 8 provetes não revestidos, retiraram-se 4 e dos 8 com revestimento retiraram-se igualmente 4. Ou seja, escolheram-se 4 provetes sem revestimento e outros 4 com revestimento. Estes 8 provetes foram sujeitos a duas indentações, com uma carga inicial de 10 kg para uma carga de prova de 250 kg. Uma indentação com esfera de aço de 2,5 mm de diâmetro e outra indentação com esfera de aço de 5 mm de diâmetro, para cada provete.

2. Identificação de todos os provetes com punções numerados; marcou-se cada provete de 1 a 48.

3. Pesagem de cada provete na balança de precisão SARTÓRIUS PT6.

4. Em seguida, cada provete foi etiquetado. Etiquetas numeradas de 1 a 48, com um riscador, e afixadas com abraçadeiras de plástico a um dos furos de cada provete. Assumiu-se como frente do provete aquela que, quando este for suspenso, ficará voltada para baixo; assim as etiquetas afixaram-se no furo superior direito da frente de cada provete, conforme *figura 3.3*.

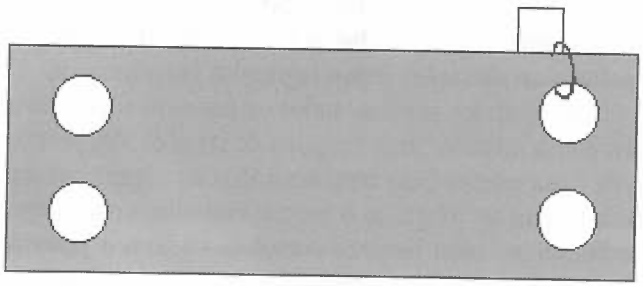


Figura 3.3 – Esquema do provete com etiqueta, afixada no furo superior do lado direito.

5. Medição da espessura dos provetes, da espessura do revestimento e da espessura do primário de espera (nos provetes de aço) com o equipamento *Elcometer*.

6. Todos os provetes foram fotografados à luz do dia com uma máquina fotográfica digital *Sony Mavica*.

7. Todos os provetes foram fotografados com luz artificial (interior) com máquina uma fotográfica digital *Sony Mavica*;

Nos provetes indentados, fotografaram-se em pormenor as indentações.

8. Na etapa seguinte afixou-se com um nó o cabo de polietileno com 4 mm de espessura, que suportará os provetes suspensos nos locais de ensaios:

a. Para os provetes que ficam suspensos no **batelão**, são necessários **5,60 m** de cabo, onde se inclui **1,10 m**, que é o tamanho de cabo necessário para o **nó** que segura o provete, conforme *figura 3.4*.

b. Para os provetes que ficam suspensos na **jangada**, são necessários **4,10 m** de cabo, onde se inclui **1,10 m**, que é o tamanho de cabo necessário para o nó que segura o provete, conforme *figura 3.4*.

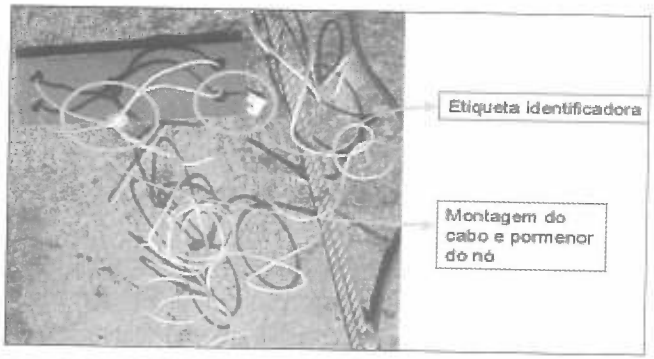


Figura 3.4 – Aspecto da montagem do cabo num provete, vista da face voltada para cima (parte posterior do provete), no Batelão. Observam-se a etiqueta e o pormenor do nó que segura o provete.

3.4. Colocação dos provetes na jangada e sua imersão

1. Da extremidade do cabo que sobra de cada provete, afixou-se com outro nó esta extremidade no barrote de fixação de amostras da jangada de ensaios. Após esta operação, lançou-se suavemente à água o provete. Na *figura 3.5* mostra-se uma das faces de montagem.

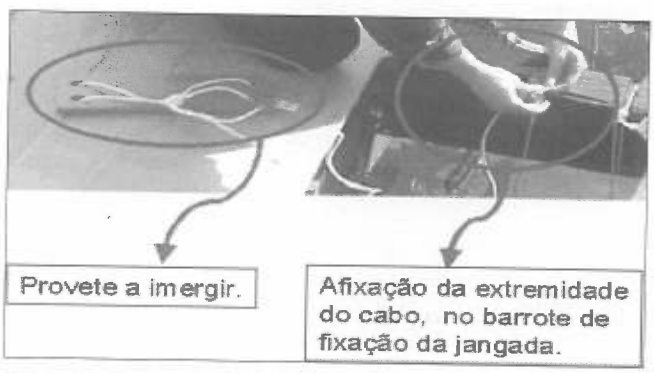


Figura 3.5 – Afixação da extremidade do cabo livre, nos barrotes de fixação da jangada, para suspender o provete a uma profundidade de 1,80 m.

Dos **4,10 m** de cabo, são necessários 1,10 m para o nó que fixa o cabo ao provete e para o nó de fixação ao barrote são necessários **0,70 m** de cabo. Do barrote até à linha de água são sensivelmente 0,50 m, portanto os provetes ficam mergulhados a uma profundidade de sensivelmente **1,80 m.**

Na *figura 3.6* apresenta-se a distribuição dos provetes ao longo dos barrotes da jangada.

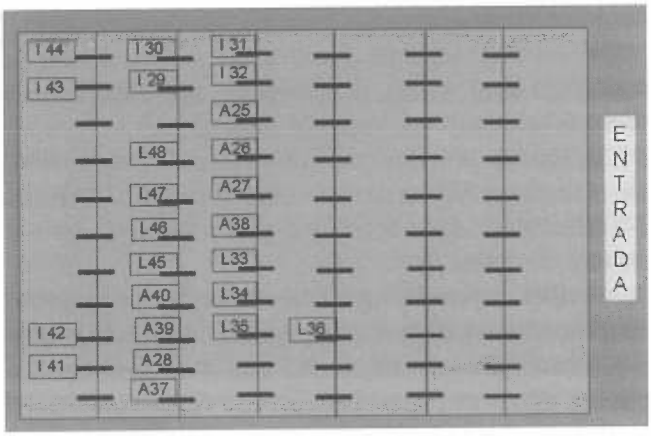


***Figura 3.6** – Esquema com a localização dos provetes ao longo dos barrotes da jangada, onde cada traço horizontal corresponde a um local de fixação de provetes.*
***Legenda:** I → AÇO INOX*
A → AÇO GRAU A
L → ALUMÍNIO. A numeração equivale ao número do provete.

3.5. Colocação dos provetes no batelão e sua imersão

A extremidade do cabo livre de cada provete foi afixada com outro nó no cabo de suspensão que se encontrava ao longo do batelão (ao longo do batelão colocou-se um cabo de suspensão no qual se vão afixar os cabos dos provetes que vão ficar pendurados borda fora). Após a fixação, lançou-se suavemente à água cada provete. Dos **5,60 m** de cabo, são necessários 1,10 m para o nó que fixa o cabo ao provete, para o nó de fixação ao cabo de suspensão e, contando com a distância até à linha de água, são necessários **1,70 m** de cabo. Neste caso, os provetes ficam mergulhados a uma profundidade de aproximadamente **2,5 m**. A figura 3.7 mostra, no batelão, a fase de imersão de um dos provetes.

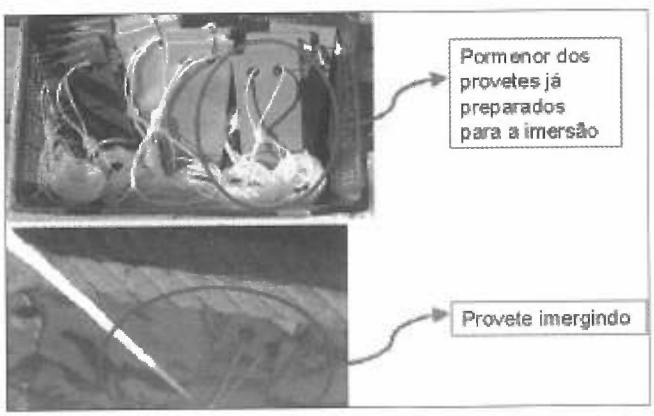


***Figura 3.7** – No batelão, uma caixa com os provetes preparados para a imersão e pormenor da imersão de um provete no batelão.*

Na *figura 3.7* apresenta-se a distribuição dos provetes ao longo do batelão.

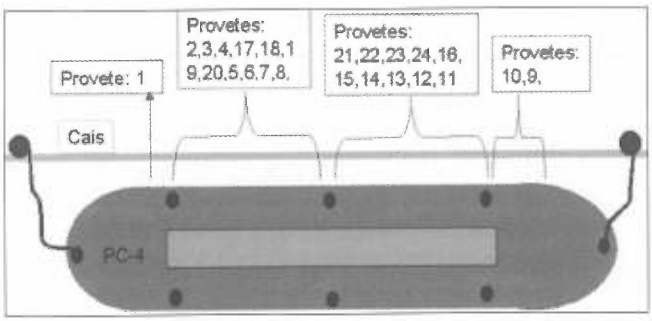


***Figura 3.8** – Esquematização da localização dos provetes no batelão (atracado ao cais).*

4. Observações e comentários

Para o acompanhamento dos fenómenos de corrosão, tal como é feito noutros locais (referido no artigo de R. E. Melchers, "*Pitting Corrosion in Marine Environments – a Review*"), recorreu-se à observação visual e fotográfica de alguns provetes, com uma periodicidade de 15 em 15 dias, sensivelmente. Esta teve o propósito de não só controlar o crescimento de microrganismos e o desenvolvimento da corrosão, bem como verificar se as condições de ensaios se mantinham e se os provetes se conservavam nos locais de ensaios.

As observações fotográficas realizaram-se sensivelmente de 15 em 15 dias durante os 3 primeiros meses de ensaios, com o objectivo de observar as alterações que ocorrem na fase inicial do ensaio, que se manifestam mais rapidamente. Apresentam-se nos anexos seguintes (*Anexos – Material*) as várias etapas da evolução da corrosão de 6 provetes. Com efeito, cada local de ensaios, *Batelão* e *Jangada*, foram fotografados 3 provetes dos vários materiais (*aço, alumínio* e *inox*), todos sem o revestimento de primário epoxídico.

A forma de proceder a estas observações exige condições atmosféricas favoráveis, sem chuva e com pouca ondulação, pois as fotografias são tiradas no local de ensaios e quanto mais instável este estiver pior será a qualidade da imagem recolhida. O provete objecto da observação é puxado da água, visualizado meticulosamente, fotografado e em seguida recolocado na água.

Foram tiradas fotografias aos provetes com a face voltada para cima, para baixo e de perfil. Todos os pormenores ou alterações foram registados em pormenor.

No final dos ensaios, todos os provetes foram lavados com a ajuda de uma máquina de lavar de alta pressão com água quente para remover todos os organismo que se afixaram ao longo de 6 meses; contudo, nem sempre se conseguiu uma limpeza completa só com o jacto de água. A maioria dos provetes foram raspados com uma espátula para retirar os organismos de carapaça que se mantinham incrustados.

4.1. Comentários às observações realizadas

No ***ANEXO 1*** – *Provete nº 2 de Aço Grau A ST 37 – Batelão*, observa-se a evolução sofrida pelo provete de aço nº 2, que esteve em imersão durante 6 meses no local de ensaios – Batelão. Ao fim de 1 mês de imersão já se notam os primeiros focos de corrosão, *figura 2*. Nos dois meses seguintes continua a observar-se a evolução da corrosão, *figuras 3 e 4*. Ao fim de 6 meses de imersão, o provete apresentava-se repleto de limos, lodos, cracas e outros organismos de carapaça, *figura 5*. Após a lavagem, verifica-se que muitos organismo de carapaça mantêm-se fixos no material, *figura 6*, e só saíram após raspagem com espátula. O provete apresenta ataque corrosivo generalizado na parte central, enquanto na zona das furações o ataque é mais localizado e penetrante. É visível nas zonas mais escuras o óxido de ferro preto, chamado magnetite.

No ***ANEXO 2*** – *Provete nº 18 de Alumínio – Batelão*, observa-se a evolução sofrida pelo provete nº 18 de alumínio, que esteve em imersão durante 6 meses no local de ensaios – Batelão. Ao fim de 1 mês de imersão, poucas são as alterações observadas, *figura 2*. Entre 2 e 3 meses, *figuras 3 e 4*, deu-se grande crescimento de organismos marinhos, como limos, cracas e outros organismos de carapaça. Após os 6 meses, *figura 5*, o provete está totalmente colonizado por organismos marinhos. Com a lavagem, o provete ficou praticamente limpo, apenas restando uma ou outra craca mais resistente, *figura 6*. Os locais deixados vagos pelas cracas são bem visíveis. O provete apresenta ataque corrosivo generalizado.

No ***ANEXO 3*** – *Provete nº 10 de Aço Inox 304 – Batelão*, observa-se a evolução sofrida pelo provete nº 10 de inox, que esteve em imersão durante 6 meses no local de ensaios – Batelão. Ao fim de 1 mês de imersão, não é notada grande alteração à superfície do provete, *figura 2*. Entre 2 e 3 meses, *figuras 3 e 4*, regista-se a adesão ao longo do provete de organismos marinhos, como limos e as primeiras cracas. Após os 6 meses, o provete encontrava-se com forte concentração de organismos marinhos, limos, lodos, cracas e outros organismos de carapaça, *figura 5*. Na *figura 6* mostra-se o provete após a lavagem, verificando-se que as cracas abriram "*buracos*" significativos no material. O provete apresenta corrosão generalizada.

No ***ANEXO 4*** – *Provete nº 25 de Aço Grau A ST 37 – Jangada*, observa-se a evolução sofrida pelo provete nº 25 de aço, que esteve em imersão durante 6 meses no local de ensaios – Jangada. Após o primeiro mês, *figura 2*, registam-se o crescimento dos primeiros organismos de carapaça e pouco ataque corrosivo. Entre 2 e 3 meses, *figuras 3 e 4*, observa-se a formação de produtos de corrosão (óxido de ferro de cor castanho-clara) ao longo das arestas e furações do provete. Chegando ao término do ensaio, *figura 5*, o provete apresenta-se com vários organismos de carapaça incrustados. A sua superfície apresenta-se com forte ataque de corrosão generalizada, onde nas zonas escuras é perfeitamente visível a formação da magnetite. Com a lavagem, não se conseguiu retirar os organismos de carapaça, fortemente incrustados e muito concentrados, *figura 6*. É nas zonas dos furos e arestas que melhor se visualiza a magnetite.

No ***ANEXO 5*** – *Provete nº 45 de Alumínio – Jangada*, observa-se a evolução sofrida pelo provete nº 45 de alumínio, que esteve em imersão durante 6 meses no local de ensaios – Jangada. Ao longo dos 3 meses, *figuras 2, 3 e 4*, são poucas as alterações sofridas à superfície, apenas se notando uma fina camada de limo. Ao fim dos 6 meses, as alterações são significativas e muito visíveis, *figura 5*, pois o provete está coberto de organismos marinhos, limos e organismos de carapaça. Com a lavagem, parte da camada orgânica saiu, *figura 6*, mantendo-se incrustados vários organismos de carapaça. Nos locais deixados vagos pelas cracas, encontra-se um "*buraco*", onde o metal ficou exposto e se formou o óxido de alumina. O provete apresenta corrosão generalizada.

No ***ANEXO 6*** – *Provete nº 41 de Aço Inox 304 – Jangada*, observa-se a evolução sofrida pelo provete nº 41 de inox, que esteve em imersão durante 6 meses no local de ensaios – Jangada. Nos 2 primeiros meses, *figuras 2 e 3*, não se verificam alterações no provete. Na *figura 4*, com 3 meses de ensaios, encontra-se o provete já coberto com uma camada de limos. Ao fim de 6 meses de ensaios o provete está completamente revestido de organismos marinhos, limos e outros organismos de carapaça, *figura 5*. Com a lavagem, muitos organismos mantiveram-se incrustados e nos locais deixados vagos por estes surge um "*buraco*", sob o qual se encontra exposto o material metálico. O provete aparenta corrosão generalizada.

No ***ANEXO 7*** – *Fotografias Obtidas com Lupa Electrónica – (3×)*. Imagens recolhidas para uma ampliação de 3×. À esquerda estão as imagens do material-teste que não foi sujeito à imersão, enquanto à direita se apresentam as imagens do material sujeito a 6 meses de imersão. Na *figura 2*, provete de aço nº 2, é perfeitamente visível o óxido de ferro, magnetite, que cobre toda a zona. Na *figura 3*, provete de inox-x, não se vislumbram alterações significativas. Para o provete de alumínio nº 20, *figura 6*, o que se observa é a camada de matéria marinha que se formou e que não saiu com as lavagens.

Comentários finais

Estes ensaios de corrosão, realizados em condições reais, tiveram a duração de 6 meses, o que poderá conduzir a resultados com pouca fiabilidade, visto na literatura este

tipo de ensaios se realizar a médio e longo prazo, com duração média de 2 a 5 anos. A duração proposta de 6 meses, que é um tempo reduzido, será um bom indicador da evolução destes fenómenos de corrosão, contudo será conveniente prolongar estes estudos por mais tempo e de acordo com os procedimentos já apresentados.

5. Conclusões

De acordo com as observações realizadas, para já em termos de *crescimento biológico*, regista-se uma maior concentração de organismos com carapaça na face dos provetes que está voltada para baixo. Registou-se no caso dos provetes colocados no local de ensaios Batelão, com as faces voltadas para cima (que apontam à linha de água), uma maior concentração destes organismos, em comparação com os provetes que estavam no local de ensaios Jangada, que apresentavam pouca ou nenhuma concentração. Relativamente aos provetes com as faces voltadas para baixo (apontando para o fundo do mar) em ambos os locais de ensaios, registaram-se concentrações consideráveis de organismos de carapaça. De referir que os provetes de inox são os que apresentam maiores concentrações, tanto os provetes com primário como os provetes sem primário.

Em relação a *perdas de massa*, os provetes de aço foram os que registaram maiores perdas, enquanto os de alumínio e os de inox mantiveram os pesos iniciais. Com o continuar destes ensaios, os resultados teriam outra expressão – nomeadamente, o inox e o alumínio iriam sofrer perdas de peso, mas nunca tão significativas como o aço.

São os provetes de aço que mais fortemente sofreram os *efeitos da corrosão* em meio marítimo, tanto pela perda de peso registada como na alteração da superfície, com a formação de vários óxidos (de cor castanho-clara, de cor preta) e com zonas visíveis de perda de material.

Os provetes de inox, sem o primário, são fortemente atacados pelas cracas, ficando mesmo visível a olho nu a perfuração no material. Os provetes de alumínio também sofrem este ataque das cracas.

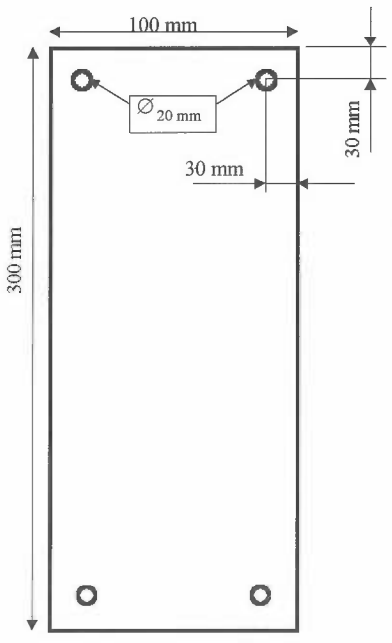
Estas são para já algumas das conclusões possíveis, tendo em conta que este trabalho ainda se encontra em curso. Alguns resultados serão revistos. Existe uma análise a realizar, que é a observação com microscópio electrónico para se determinar a existência de picadas e a sua caracterização.

Bibliografia

• Denny A. Jones, *Principles and Prevention of Corrosion*, segunda edição, Prentice Hall International.
• Mars G. Fontana, *Corrosion Engineering*, terceira edição, McGraw-Hill.
• William F. Smith, *Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*, McGraw-Hill.
• Gentil Vicente, *Corrosão*, terceira edição, LTC.
• R. E. Melchers *Pitting Corrosion in Marine Environments – a Review*, Research Report, The University of Newcastle, New South Wales, Australia 2308.
• www.corrosion-doctors.org

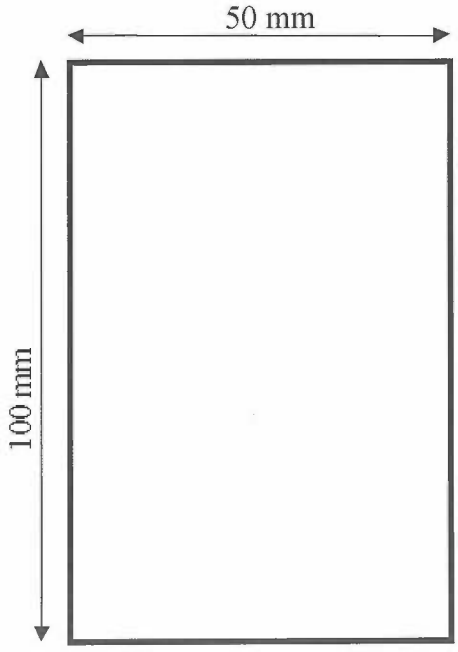
Anexos – Material

Anexo A – Referente aos provetes a imergir



Espessura de chapa: 10 mm.

Anexo B – Referente ao provete de teste

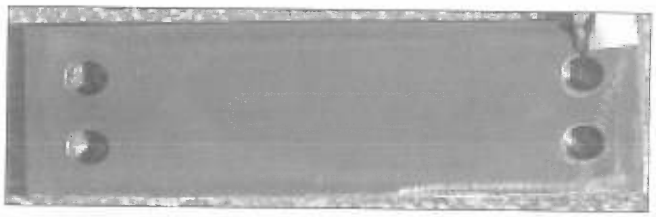


Espessura de chapa: 10 mm.

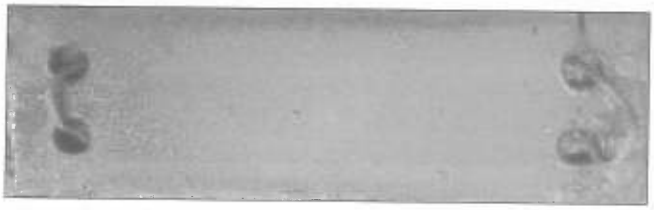
Anexos – Observações

Anexo 1 – Provete nº 2 de Aço Grau A ST 37 – Batelão

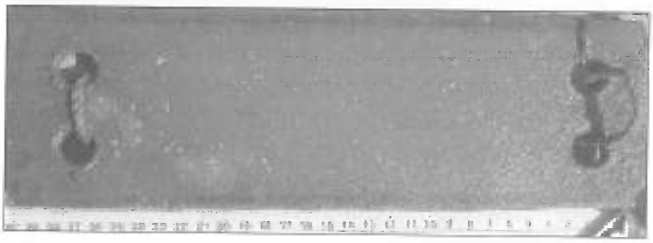
Evolução sofrida pelo provete de aço nº 2, que esteve em imersão durante 6 meses no local de ensaios – Batelão.



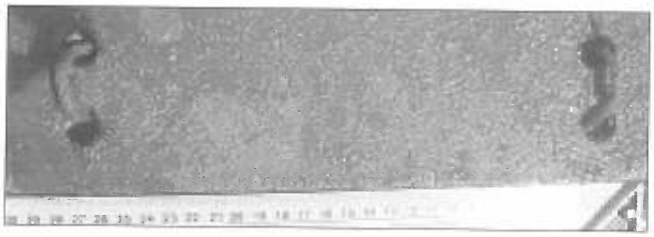
• ***Figura 1:*** *Aço 2, antes da imersão.*



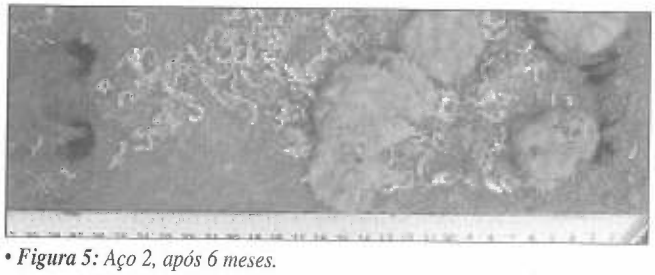
• ***Figura 2:*** *Aço 2, após 31 dias.*



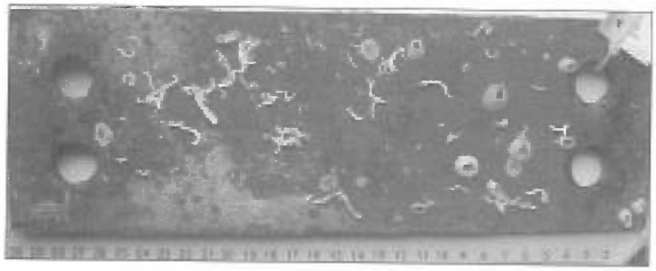
• ***Figura 3:*** *Aço 2, após 68 dias.*



• ***Figura 4:*** *Aço 2, após 96 dias.*



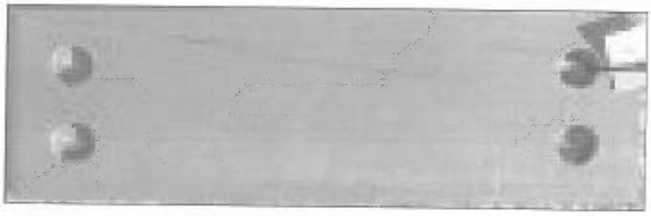
• ***Figura 5:*** *Aço 2, após 6 meses.*



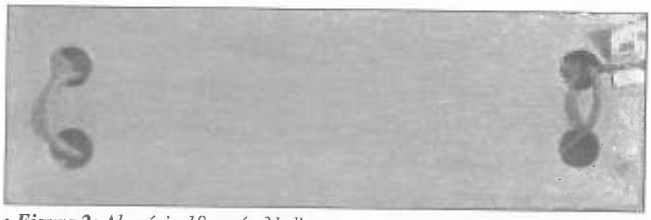
• ***Figura 6:*** *Aço 2, após lavagem.*

Anexo 2 – Provete nº 18 de Alumínio – Batelão

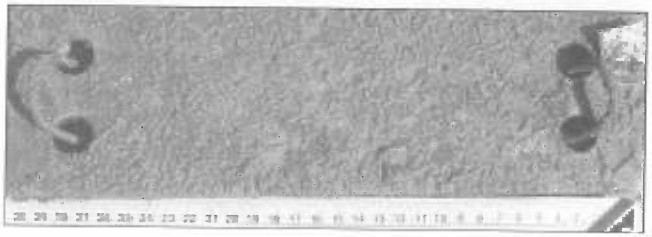
Evolução sofrida pelo provete nº 18 de alumínio, que esteve em imersão durante 6 meses no local de ensaios – Batelão.



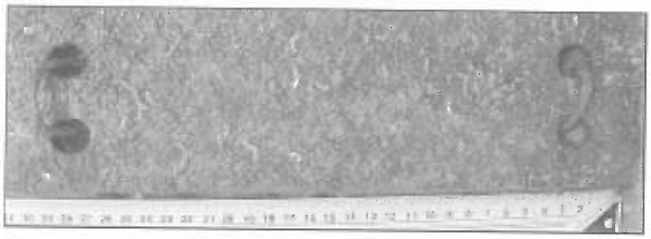
• ***Figura 1:*** *Alumínio18, antes da imersão.*



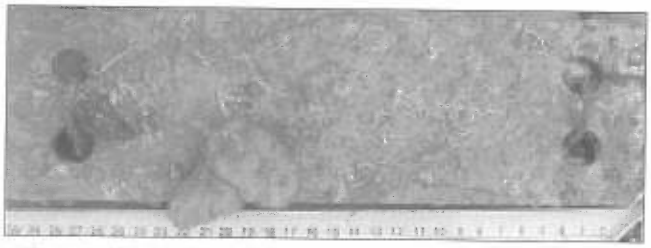
• ***Figura 2:*** *Alumínio 18, após 31 dias.*



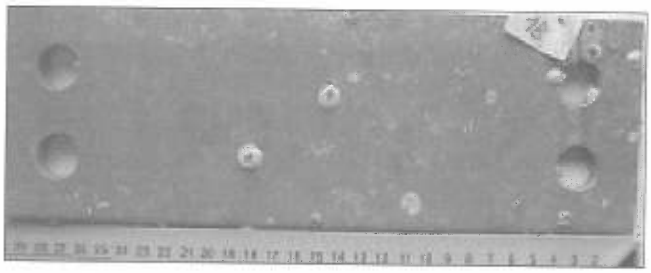
• ***Figura 3:*** *Alumínio 18, após 68 dias.*



• ***Figura 4:*** *Alumínio 18, após 96 dias.*



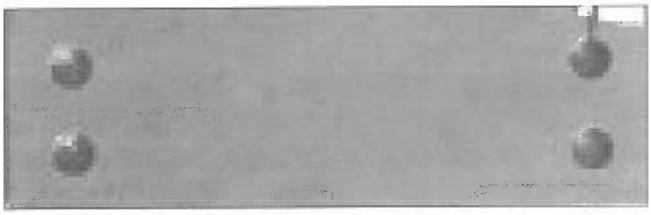
• ***Figura 5:*** *Alumínio 18, após 6 meses.*



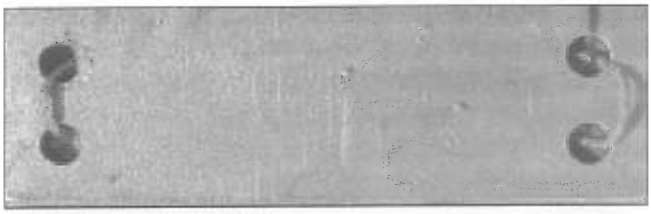
• ***Figura 6:*** *Alumínio 18, após lavagem.*

Anexo 3 – Provete nº 10 de Aço Inox 304 – Batelão

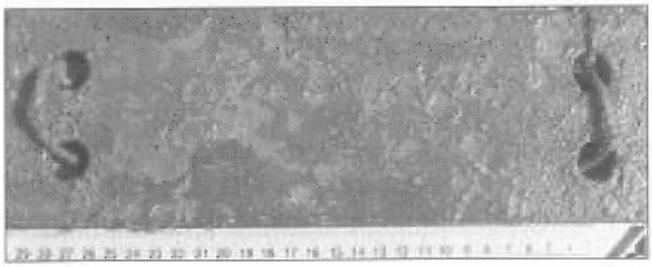
Evolução sofrida pelo provete nº 10 de inox, que esteve em imersão durante 6 meses no local de ensaios – Batelão.



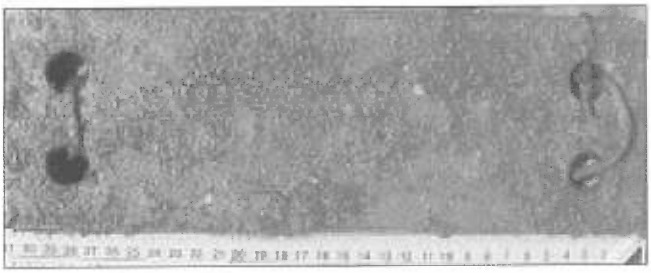
• ***Figura 1:*** *Inox 10, antes da imersão.*



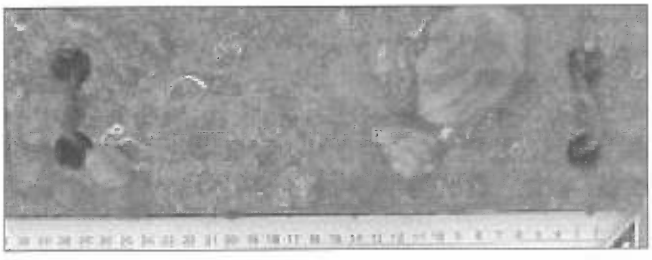
• ***Figura 2:*** *Inox 10, após 31 dias.*



• ***Figura 3:*** *Inox 10, após 68 dias.*



• ***Figura 4:*** *Inox 10, após 96 dias.*



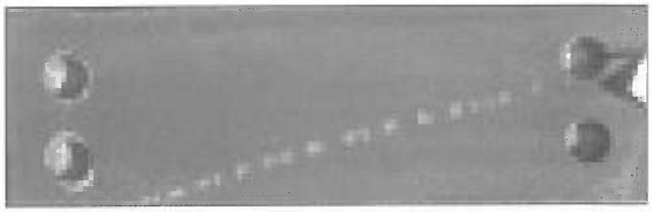
• ***Figura 5:*** *Inox 10, após 6 meses.*



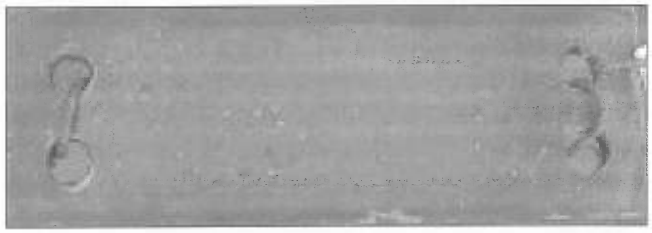
• ***Figura 6:*** *Inox 10, após lavagem.*

Anexo 4 – Provete nº 25 de Aço Grau A ST 37 – Jangada

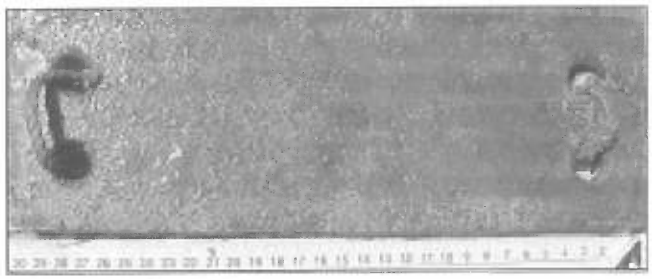
Evolução sofrida pelo provete nº 25 de aço, que esteve em imersão durante 6 meses no local de ensaios – Jangada.



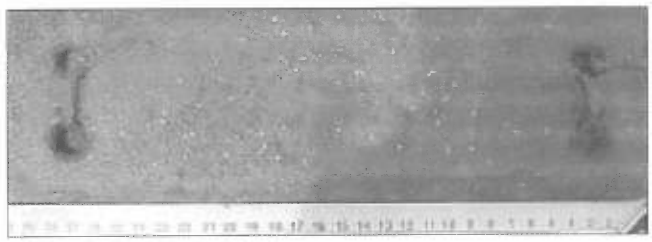
• ***Figura 1:*** *Aço 25, antes da imersão.*



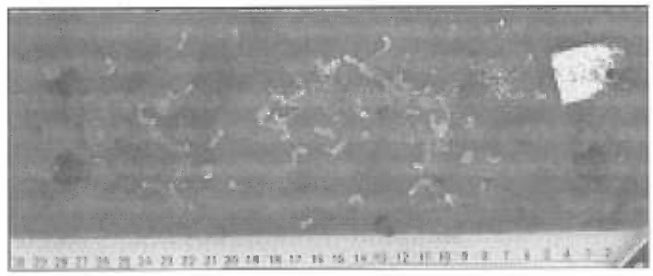
• ***Figura 2:*** *Aço 25, após 40 dias.*



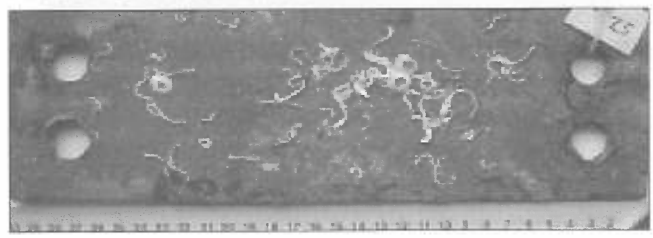
• ***Figura 3:*** *Aço 25, após 75 dias.*



• ***Figura 4:*** *Aço 25, após 102 dias.*



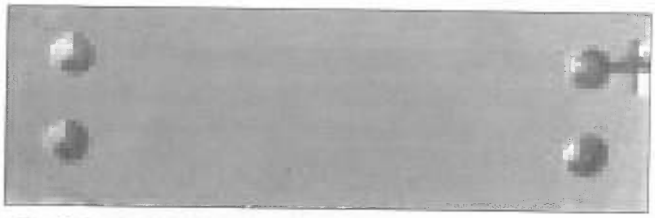
• ***Figura 5:*** *Aço 25, após 6 meses.*



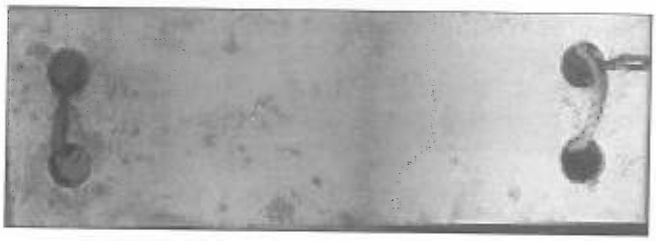
• ***Figura 6:*** *Aço 25, após lavagem.*

Anexo 5 - Provete nº 45 de Alumínio – Jangada

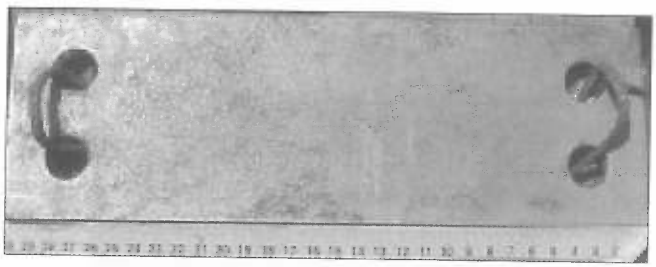
Evolução sofrida pelo provete nº 45 de alumínio, que esteve em imersão durante 6 meses no local de ensaios – Jangada.



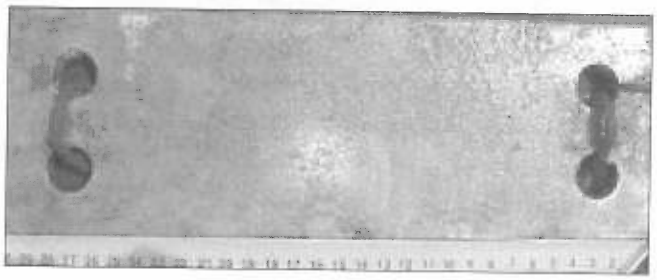
• ***Figura 1:*** *Alumínio 45, antes da imersão.*



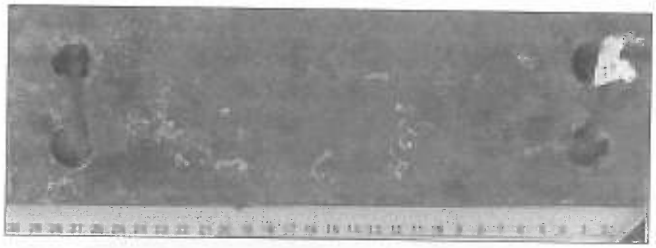
• ***Figura 2:*** *Alumínio 45, após 40 dias.*



• ***Figura 3:*** *Alumínio 45, após 75 dias.*



• ***Figura 4:*** *Alumínio 45, após 102 dias.*



• ***Figura 5:*** *Alumínio 45, após 6 meses.*



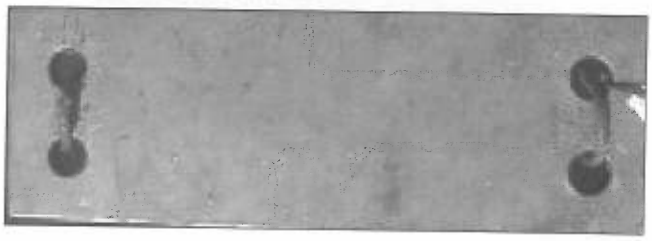
• ***Figura 6:*** *Alumínio 45, após lavagem.*

Anexo 6 - Provete nº 41 de Aço Inox 304 – Jangada

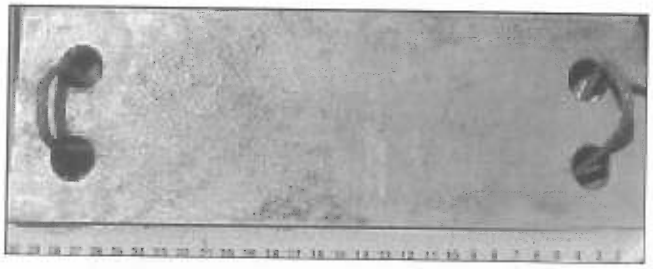
Evolução sofrida pelo provete nº 41 de inox, que esteve em imersão durante 6 meses no local de ensaios – Jangada.



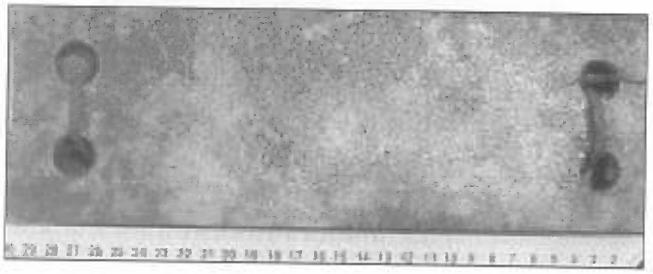
• ***Figura 1:*** *Inox 41, antes da imersão.*



• ***Figura 2:*** *Inox 41, após 40 dias.*



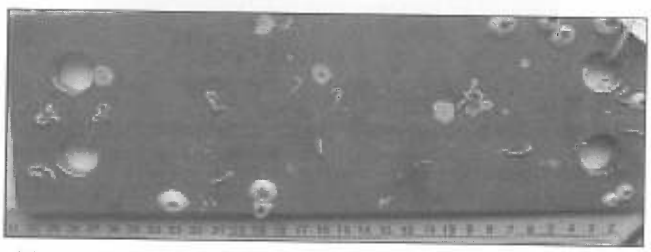
• ***Figura 3:*** *Inox 41, após 75 dias.*



• ***Figura 4:*** *Inox 41, após 102 dias.*



• ***Figura 5:*** *Inox 41, após 6 meses.*



• ***Figura 6:*** *Inox 41, após lavagem.*

Anexo 7 – Fotografias Obtidas com Lupa Electrónica (3×)

Imagens recolhidas para uma ampliação de 3×. À esquerda estão as imagens do material de teste que não foi sujeito à imersão, enquanto à direita se apresentam as imagens do material sujeito a 6 meses de imersão.

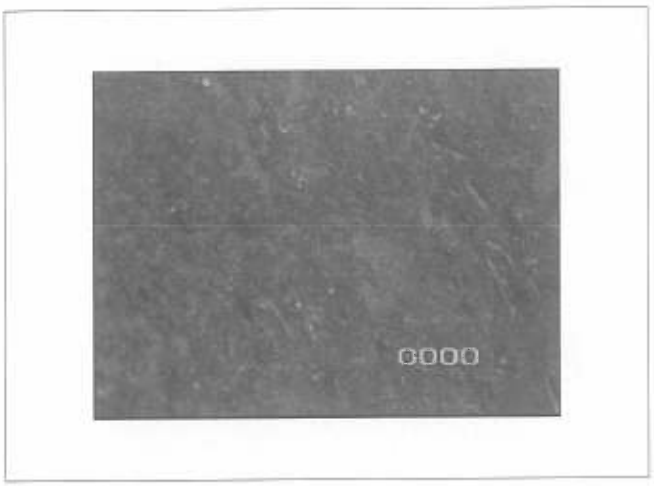


Figura 1: *Aço teste.*

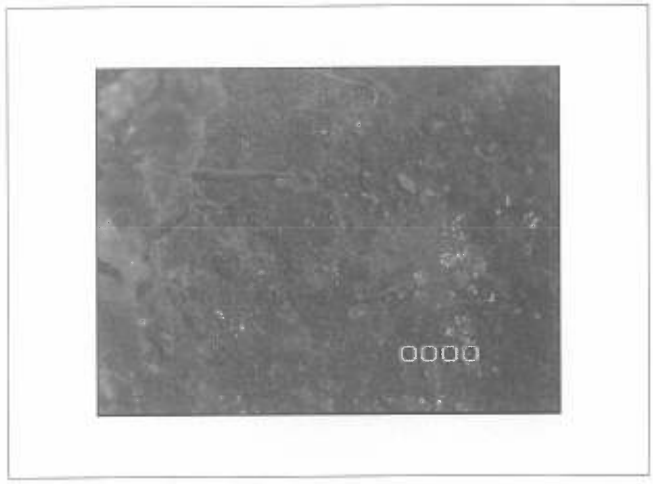


Figura 2: *Provete de aço nº 2.*

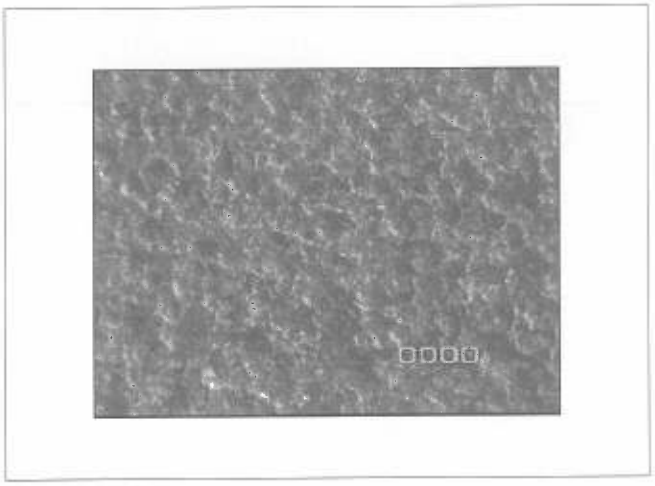


Figura 3: *Inox teste.*

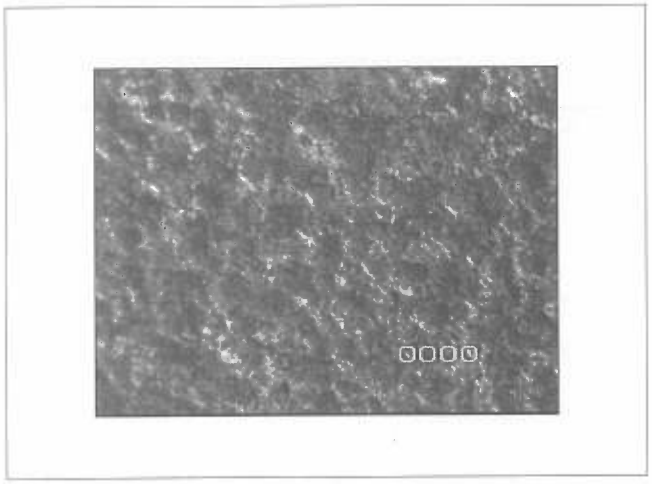


Figura 4: *Provete de inox-× nº 2.*

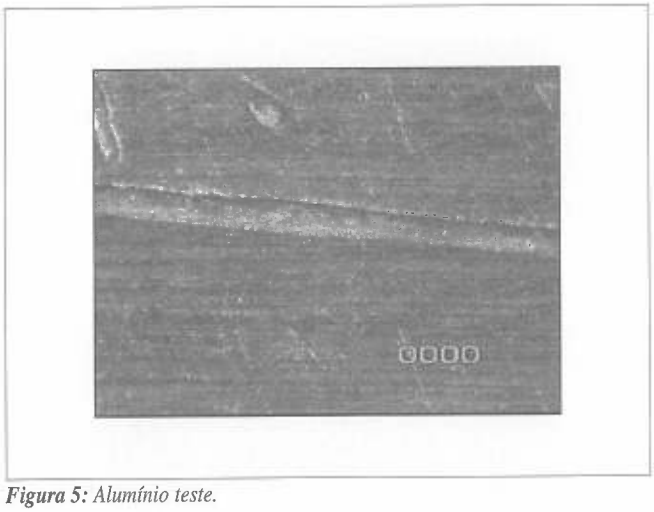


Figura 5: *Alumínio teste.*

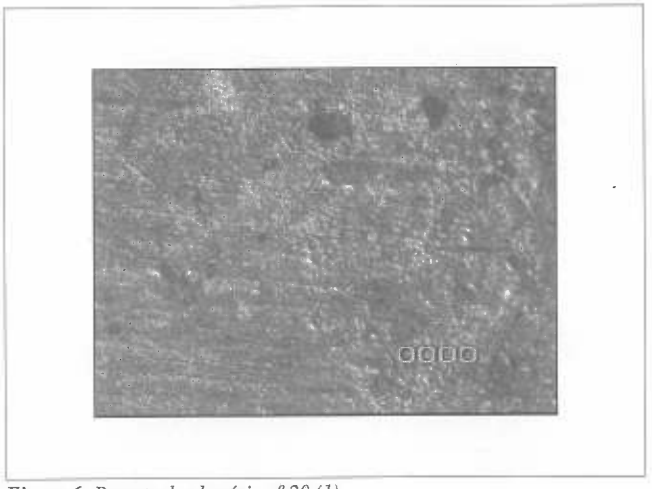


Figura 6: *Provete de alumínio nº 20 (1).*

Iconografia Noniana

Trabalho realizado por:
• *Nuno Tarcísio Gaspar de Oliveira Cardoso*

Universidade de Coimbra
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Matemática

INTRODUÇÃO



No ano em que se comemoram 500 anos do nascimento de Pedro Nunes e no seguimento de alguma curiosidade e de uma investigação cativante, apresento neste trabalho alguma da iconografia noniana existente.

Não pretendo ser exaustivo na iconografia dedicada a Pedro Nunes, apenas mostrar a que encontrei no tempo que dediquei a esta pesquisa e deixar algumas pistas para futuras investigações. O ano comemorativo dos 500 anos do nascimento de Pedro Nunes vai acabar em breve, mas as investigações não.

O que obtive é uma recolha que vive muito de imagens. Como filatelista que sou, os selos são disso parte obrigatória. Tudo o que encontrei está acessível a todos os interessados, *in loco*, na internet, nos livros, nas bibliotecas, nos arquivos, etc.

Biografia e bibliografia ilustrada de Pedro Nunes

Portugal, ano de 1502, reina D. Manuel I, *o Venturoso*, nascem D. João III e Damião de Góis. Não se conhecendo o dia exacto, nasce Pedro Nunes em Alcácer do Sal, como ele próprio o declara na sua obra *Opera quae complecturtur*, quando afirma "anno Domini 1502 quo ego natus sum", apesar da gralha que durante muitos anos induziu alguns erros...



Damião de Góis

A probabilidade de Nunes ser descendente de judeus é elevada, não havendo certezas. Como noutros campos da sua vida pessoal, muito do que se sabe vem da leitura dos processos da Inquisição dos seus dois netos, mas até que ponto serão os processos da Inquisição fiáveis? Os acusados a fugirem da fogueira e os acusadores na esperança de uma parte da herança... Fiáveis ou não, são uma fonte importante.

Depois o vazio. Pedro Nunes só reaparece como estudante universitário em Salamanca. Nada se conhece da sua infância e adolescência.

Em 1521 sobe ao trono D. João III, *o Piedoso*.

Em 1522, em Salamanca, Pedro Nunes licencia-se em Artes. No ano seguinte casa em Salamanca com D. Guiomar Aires, de quem terá seis filhos, dois rapazes (Apolónio e Pedro) e quatro raparigas (Briolanja, Francisca, Isabel e Guiomar). Conclui o bacharelato em Medicina.



Universidade de Salamanca; Universidade de Alcalá de Henares; Garcia de Orta.

Terá passado pela Universidade de Alcalá de Henares? Não se sabe, assim como não se conhecem registos em Salamanca do aluno ou do noivo Pedro Nunes. Sabe-se que foi seu colega Garcia de Orta, entre outros.

Aqui conheceu os clássicos, que foram suas fontes de inspiração durante toda a vida, dos quais destaco Aristóteles, Arquimedes, Euclides e Ptolomeu.



Aristóteles em "A Escola de Atenas", de Rafael; Arquimedes.



Euclides *Ptolomeu*

Em 1527 regressa de Salamanca. Dá aulas ao infante D. Luís (até Julho de 1531), a Martim Afonso de Sousa (até 1530) e a D. João de Castro, entre outros.

Em 1529 é nomeado cosmógrafo do reino (a 16 de Novembro). Ingressa no Estudo Geral como lente substituto da cadeira de Filosofia Moral (a 4 de Dezembro). Em 1531 lecciona Lógica na Universidade, em Lisboa. Ensina, por exemplo, as obras de Pedro Hispano.

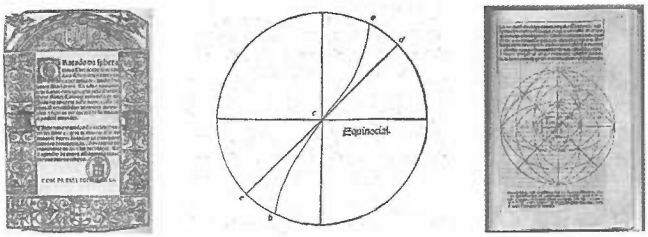


Pedro Hispano – João XXI – escreveu as Summulae Logicales, *usadas por Nunes nas aulas.*

Em Outubro começa a dar aulas ao infante D. Henrique (o Cardeal-Rei, até 1534). É convidado para reger a cadeira de Metafísica na Universidade. D. João III convida-o para professor dos seus seis irmãos. Sobre este ensino tutorial existem alguns relatos em crónicas da época, entre outras, na de Damião de Góis.

Em 1532 faz exame de licentia na Sé de Lisboa (a 17 de Fevereiro). Toma grau de doutor (a 23 de Fevereiro) em Lisboa, na capela do Hospital Real. Deixa a Universidade para se dedicar ao cargo de cosmógrafo.

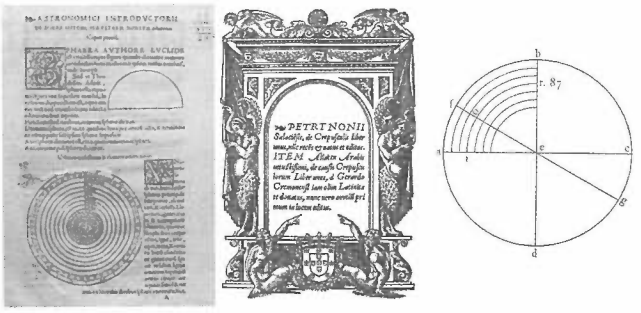
Em 1537, a 27 de Setembro, obtém autorização do rei para mandar imprimir todas as obras que "tivesse feitas". A 1 de Dezembro é publicado o *Tratado da Sphera*, em Lisboa, por Germão Galhardo, composto por Tratado da Sphera, Theorica do Sol e da Lua, de Purbachio, Livro Primeiro da Geographia de Ptolomeu, Tratado sobre certas duvidas de Navegacao e o Tratado em defensam da carta de Marear. Sua única obra em língua portuguesa, para uso nas aulas de preparação de pilotos e onde apresenta a loxodrómica. Com este livro, Pedro Nunes funda uma nova disciplina – a navegação teórica.



Folha de rosto do Tratado da Esfera; *o rumo ou loxodrómica, tal como aparece nesta obra.*

Nesse ano a Universidade muda-se definitivamente para Coimbra por ordem de D. João III.

Publica depois *Astronomi Introductorii de Sphaera Epitome,* sem data (entre 1537 e 1542) nem local.



Astronomi Introductorii de Sphaera Epitome; De Crepusculis Libri Unus; *o Nónio no* De Crepusculis.

Em Janeiro de 1542, sai dos prelos *De Crepusculis Libri Unus,* Lisboa, Luís Rodrigues, obra que lhe deu reputação nos meios científicos da época e onde apresenta o nónio, o seu mais conhecido invento.

Em 1544 é encarregado por D. João III da regência da cadeira de Matemática e Astronomia da Universidade de Coimbra por alvará régio de 16 de Outubro, com alvará de aumento de ordenado datado do mesmo dia.



Documentos de D. João III 207

CCCXXV

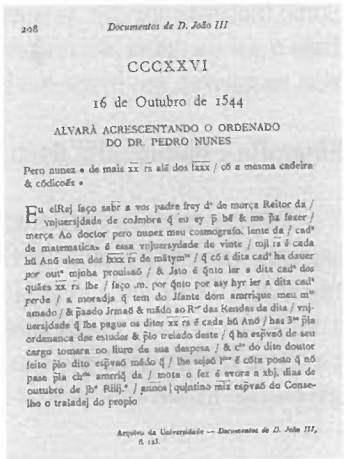
16 de Outubro de 1544

ALVARÁ DE NOMEAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA DR. PEDRO NUNES

Estátua de D. João III no Pátio da Universidade de Coimbra; transcrição do alvará régio de nomeação.



Pátio da Universidade de Coimbra.



208 Documentos de D. João III

CCCXXVI

16 de Outubro de 1544

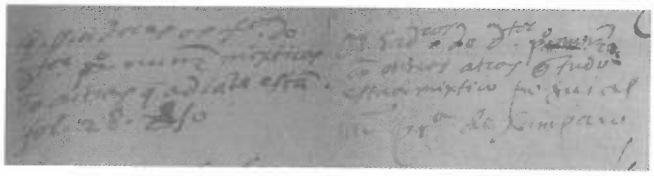
ALVARÁ ACRESCENTANDO O ORDENADO DO DR. PEDRO NUNES

Transcrição do alvará régio de aumento de ordenado.

Ao deslocar-se com a família para Coimbra, Pedro Nunes procura casa.

Era já conhecido que Pedro Nunes teria morado na Rua da Calçada. Lancei-me na busca dessa rua, hoje desaparecida. Após pesquisa no Arquivo Histórico Municipal de Coimbra, descobri o registo das propriedades que ele arrendou. Assim, após a morte de Pedro Nunes, o escrivão da Câmara Municipal anotou no Tombo de 1532 (o registo de todas as propriedades da Câmara) na margem de duas folhas o seguinte:

Ficámos assim a saber que Pedro Nunes tinha duas casas na Rua da Calçada, hoje Rua Ferreira Borges, na Baixa de Coimbra.



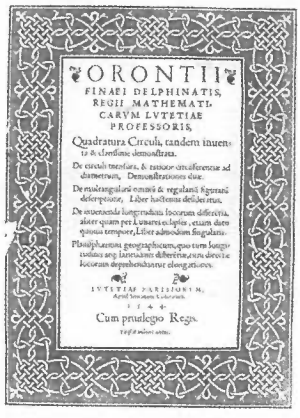
Possuidores os filhos do Doutor Pedro Nunes mixtico com outras que adiante estão, folha 28 verso. Ref. 44 - Folha 23.

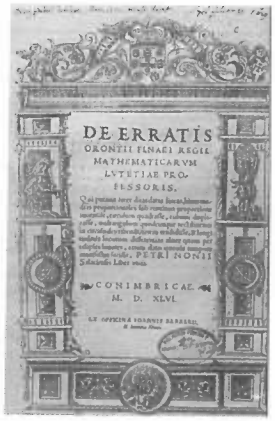
Os herdeiros do Doutor Pedro Nunes com outros atrás, tudo está mixtico, possuías João Pereira de Sampaio. Ref. 51 - Folha 28 verso.



Rua Ferreira Borges, hoje em dia.

Em 1546 é publicado em Coimbra o livro *De Erratis Orontii Finaei*, João Barreiros e João Álvares impressores, criticando o livro de 1544 onde o mais conceituado professor de matemática francês, Orontii Finaei, cometia alguns dos erros comuns na época, como resolver um dos três problemas clássicos da geometria.


ORONTII
FINAEI DELPHINATIS,
REGII MATHEMATI-
CARVM LVTETIAE
PROFESSORIS,
Quadratura Circuli, eandem inuen-
ta & demonstrata.
De circuli mensura, & ratione circumferentiæ ad
diametrum, Demonstrationes duæ.
De multangulari ennii & regulari figurarū
descriptione, Liber hactenus desideratus.
De exercenda longitudinū locorum differētia,
aliter quam per Lunares eclipses, etiam diro
quouis tempore, Liber admodum singularis.
Philosophicum, geographicumque tum longi-
tudinis ac latitudinum differētiæ, cum directe
locorum deprehendarur elongationes.
LVTETIAE PARISIORVM,
M. D. XLIIII.
Cum priuilegio Regis.


DE ERRATIS
ORONTII FINAEI REGII
MATHEMATICARVM
LVTETIAE PRO-
FESSORIS.
PETRI NONII
CONIMBRICAE
M. D. XLVI.

Folha de rosto do livro de Orontii Finaei; folha de rosto do livro De Erratis, de *Pedro Nunes.*

A 22 de Dezembro de 1547 é nomeado cosmógrafo-mor do Reino, cargo que o vai levar a Lisboa todas as Primaveras para supervisionar a partida das naus para a Índia, examinar e ensinar pilotos, vistoriar as cartas náuticas, etc. Viagens estas que originam faltas às aulas pelo professor Pedro Nunes, o que está registado nos documentos da Universidade, conselhos de multas, etc.

Onde se refere também que, quando voltava, Pedro Nunes trazia consigo um documento do Rei onde lhe era "justificada a falta por serviço oficial do reino", tendo assim a Universidade de lhe pagar o ordenado completo, o que deve ter dado motivo para muita discussão...



Nau do século XVI.

Mas Pedro Nunes era respeitado e querido na Universidade. Vejamos, por exemplo, o seguinte excerto do discurso: "A oração sobre a fama da Universidade" lido em latim, em 1548, por ocasião da visita de D. Luís à Universidade de Coimbra.

> Mas por que motivo de queixa te calava eu, sapientíssimo Pedro Nunes? Julgava acaso que a matéria médica era inferior a essa abundância do teu talento? Com certeza que nenhuma ciência é inferior ao talento humano, por mais alto que ele seja. E, contudo, o amor da divina Matemática ([100]) arrebatou-te da terra para o céu, onde, já que não há lugar para as enfermidades, com razão afastaste, não a ciência, mas a prática da medicina.
>
> Felizes as almas que se preocupam em deixar o céu como herança aos vindouros. A antiguidade possuiu vários Arquimedes, e contudo a nossa época contentou-se com um só Pedro; é que não aparecem com frequência os diamantes, para que o seu valor esteja na raridade ([101]). Que hei-de eu dizer da tua completa erudição na excelência de toda a matemática? Tudo resumirei numa palavra. É graças a ti que o nosso Príncipe D. Luís, para quem a terra é um ponto, pode contemplar os vastíssimos orbes do mundo ([102]). É uma contemplação inteiramente digna de um Príncipe, na qual assenta a paz do espírito, lá onde, depois do abandono do corpo, há-de haver um lugar certo e definido, em que, afortunado, desfrutará vida eterna ([103]).

Excerto de: "A oração sobre a fama da Universidade", 1548, por ocasião da visita do Infante D. Luís a Coimbra.

Aparece também referência a Pedro Nunes no relato da Visita de Sua Majestade D. João III à Universidade de Coimbra.

Em 1548, é feito cavaleiro do hábito de Nosso Senhor Jesus Cristo.

Em 1549, Diogo de Sá publica *De navigatione Libri tres* em Paris. O livro contém críticas a Pedro Nunes, conhecido internacionalmente.

Em 1554 nasce D. Sebastião, *o Desejado*.

Em 1555 é eleito para proceder à reforma dos Estatutos Universitários. Morre o infante D. Luís (em Novembro).

Em 1557 morre D. João III. Torna-se regente D. Catarina, visto D. Sebastião ter apenas 3 anos. Pedro Nunes vai para Lisboa por quatro anos para se dedicar a tarefas ligadas à ciência das navegações.

Volta em 1562 com um documento de D. Catarina onde faz contar estes anos e os que ensinou em Lisboa para efeitos de aposentação. Este documento tem a fama de ter sido o último assinado por D. Catarina como regente. Jubila-se da Universidade de Coimbra a 4 de Novembro. O cardeal D. Henrique torna-se regente.

Publica em 1566 *Petri Nonii Salaciensis Opera*, Basileia, Ex Officina Henricpetrina, onde publica em latim

textos sobre náutica teórica e astronomia matemática como *Praecipio Sententiae Prioris Libris, Rerum Astronomicum Problemata Geometrica, De Regulis et Instrumentis* [...], *De Motu Navigii Ex Remis* (Aristoteli), *In Theorica Planetarum Georgii Purbachii*, etc. Este livro é, juntamente com o *De Crepusculis,* de 1542, o trabalho mais influente e conhecido de Pedro Nunes.



Folha de rosto do livro Opera*; folha de rosto do* Libro de Algebra.

Publica em 1567, em castelhano, o Libro de Algebra en Arithmetica y Geometria, Anvers, Juan Stelsio impressor, redigido em 1534 em português e só agora publicado.

Em 1568, D. Sebastião é coroado rei aos 14 anos, apesar de a lenda referir que Pedro Nunes terá dito "os astros estão em posição de mau agouro".

D. Sebastião encarrega Pedro Nunes da reforma dos pesos e medidas do Reino, reforma esta promulgada em 1575.

Em 1572 são publicados *Os Lusíadas*.

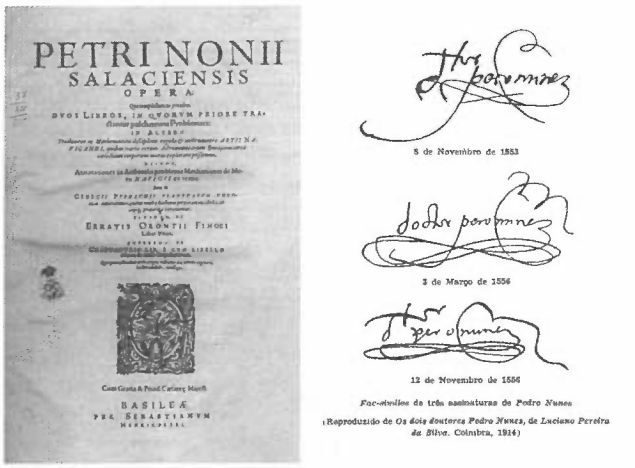
Em 1573 é publicada a segunda edição do *De Crepusculis Libri Unus*, Coimbra, Antonio Mariz impressor, e do *De Erratis Orontii Finaei*, Coimbra, Antonio Mariz impressor.

Também em 1573 sai a segunda edição de *Petri Nonii Salaciensis Opera*, Coimbra, Antonio Mariz impressor, onde Pedro Nunes aproveita para corrigir muitos erros de impressão que saíram na primeira e onde o impressor junta, de novo, o *De Crepusculis* e o *De Erratis Orontii Finaei*, chamando-lhe *De arte atque ratione navigandi*.



Folhas de rosto das segundas edições do De Crepusculis*, do* De Erratis Orontii Finaei *e do* De arte atque ratione navigandi.

Continuando a falar das suas obras, falta referir que já após a morte de Pedro Nunes é impressa uma terceira edição da *Opera* (1566) e do *De arte atque ratione navigandi* (1573), *Petri Nonii Salaciensis Opera*, Basileia, Sebastianum Henricpetrum em 1592, onde se juntou também os *De Crepusculis* e o *De Erratis Orontii Finaei*. Esta terceira impressão revela como eram procuradas as obras de Pedro Nunes.



Folha de rosto da terceira edição do Opera*; algumas assinaturas de Pedro Nunes.*

De referir que existem alguns manuscritos de Pedro Nunes como o *Defensam do Tratado de Rumação do Globo para a Arte de Navegar* [Biblioteca Nacional de Florença] e *Álgebra* [Biblioteca Pública de Évora]. Costuma dizer-se que se conhece uma pessoa pela sua assinatura; no caso de Pedro Nunes, temos a sorte de conhecer algumas.



Bloco do Vaticano comemorativo dos 400 anos da reforma do calendário.

Em 1577 Pedro Nunes é consultado pelo papa Gregório XIII sobre o projecto de reforma do calendário. Não chegou a pronunciar-se sobre este tema, pois após a sua morte o papa mandou investigar os seus papéis e nada foi encontrado. Certamente para muita pena de Clavius...

Em 1578 ocorre o chamado Episódio da Cutilada, no qual fica famosa a sua filha mais nova, D. Guiomar. É uma história de amor com um final triste, minuciosamente relatada por Teixeira de Carvalho na *Revista da Universidade de Coimbra*. A história envolve um rapaz

vizinho de Pedro Nunes, Heitor de Sá, morador na Rua das Fangas, sobranceira à Rua da Calçada, que se enamorou de D. Guiomar e lhe prometeu casamento.

Mas não querendo ele cumprir tal promessa, tratou Pedro Nunes de fazer com que o Bispo de Coimbra, D. Manuel de Meneses, os chamasse à sua presença, na Igreja de S. João de Almedina (hoje anexa ao Museu Machado de Castro, na altura o Paço Episcopal). Reunidos os ex-noivos na presença do bispo e com a igreja cheia, foi inquirido o noivo do seu procedimento. Perante a insistente negativa de Heitor, D. Guiomar sacou de um canivete e deu uma *cutilada* na cara do ex-noivo, marcando-o profundamente. Seguiu-se o caos. Heitor, com a cara cheia de sangue, defendeu-se com a espada, acertando apenas nas colunas de pedra, e o povo saiu para a rua aos gritos.

D. Guiomar foi presa. Como a família de Heitor era influente, tomou-a por inimiga, que assim nem na prisão, estava segura. Decidiu-se por professar como freira no Convento de Santa Clara. Mas para chegar lá era preciso atravessar a ponte, sempre guardada pelos capangas dos Sás. Passou escondida num cesto, às costas de um homem, com a desculpa de serem velas para a semana santa no convento.

A poesia popular eternizou este acontecimento:

Senhora Dona Guiomar
Moradora na Calçada,
Que destes a cutilada;
Senhora Dona Guiomar,
Que moraveis na Calçada,
Mereceis tença d'el-rei,
Pois destes a cutilada.

Foi mui grande o valor dela
E pouca a vergonha dele,
Mas se ela ficou sem ele
Ele não ficou sem ela.

Já enfraquecido pela idade, talvez entristecido por este episódio e uma semana após o desastre de Alcácer Quibir, Pedro Nunes morre em Coimbra, a 11 de Agosto de 1578. Esta data é a correcta? Não se sabe. Após ter lido os livros de óbitos da altura, não encontrei nada. (Chamo a atenção para as dezenas de pessoas com o apelido Nunes que aparecem nos livros, mas nenhum é o nosso.) Os dois livros que poderiam conter essa informação, na minha opinião, não existem ou estão em parte incerta. São eles o livro da sua paróquia de residência, S. Bartolomeu, e o livro da paróquia da sua família mais próxima e para onde foi o seu espólio, Ardezubre. É lógico que Pedro Nunes pode ter falecido em qualquer outro local do País, não havendo, no entanto, nenhuma outra informação. Assim, fica uma interrogação: onde está sepultado Pedro Nunes? Será que, como Arquimedes, pediu alguma descoberta matemática para epitáfio?



Selo italiano do AMM representando um fractal e o epitáfio de Arquimedes.

Viagem pelo Portugal "de" Pedro Nunes, as homenagens, a minha perseguição a Pedro Nunes e outras histórias

A minha perseguição a Pedro Nunes começou por causa da filatelia. Depois de ter sugerido aos CTT (eu e certamente muitas outras pessoas), através da Secção Filatélica da Associação Académica de Coimbra, a emissão de uma série comemorativa dos 500 anos do nascimento de Pedro Nunes e ao saber da sua escolha como parte do plano de emissões para 2002, comecei a minha viagem de descoberta da vida e obra de Pedro Nunes.

Comecemos pela filatelia.

Já em 1978 tinham sido emitidos pelos CTT dois selos comemorativos dos 400 anos da morte de Pedro Nunes. Um selo de 5$00, a taxa de circulação na altura, e que é lindíssimo, foi mesmo eleito o selo mais belo de 1978 em Portugal. Esta representação de Pedro Nunes é fantástica: o estudioso mergulhado nos seus papéis. No selo podem ainda ver-se um globo com os pontos marcados para o cálculo da altura do Sol, uma operação do livro de Álgebra, etc. O outro selo de 20$00, a taxa de registo, onde aparecem o nónio e a representação original da loxodrómica, ou curva dos rumos, como ele lhe chamou.



Selos comemorativos dos 400 anos da morte de Pedro Nunes, emitidos em 1978 pelos CTT.

Este ano, a 06/03/2002, foi emitida uma série comemorativa dos 500 anos do nascimento de Pedro Nunes composta por três selos e um bloco. O primeiro selo de €0,28, taxa de circulação, contém uma fotografia do globo terrestre, uma nau, um excerto das obras e a loxodrómica como a conhecemos hoje. No selo de €1,15, taxa de registo, aparece outra representação de Pedro Nunes da autoria dos Serviços Artísticos dos CTT, como na emissão de 1978, também ela muito bonita. Vê-se ainda parte de uma imagem contida num opúsculo de Pedro Nunes. O terceiro selo de €0,28, taxa de circulação, contém outra nau, o restante da figura do opúsculo, o esquema do nónio e a fotografia da réplica do único nónio conhecido.





Bloco e selos comemorativos dos 500 anos do nascimento de Pedro Nunes, emitidos em 2002 pelos CTT.

O bloco reúne os três selos em imagem contínua, juntamente com uma imagem da Lisboa contemporânea de Pedro Nunes, um excerto do *Tratado da Esfera* e pormenor da imagem do opúsculo. Trata-se de um conjunto de grande beleza.

Mas a filatelia não são só os selos. Juntamente com eles, os CTT emitem, sempre que sai uma nova série, um conjunto de carimbos de 1º dia, assim chamados porque são usados para obliterar os selos no dia do lançamento da emissão, o 1º dia, relacionados com o evento que os selos comemoram. Assim, em 1978, foram emitidos cinco carimbos de 1º dia: Lisboa, Porto, Coimbra, Funchal e Ponta Delgada. O carimbo, além do texto indicativo da série, contém um globo estilizado.



Carimbos de 1º Dia de 09/08/1978.

Este ano foram sete os carimbos de 1º dia: as anteriores, Évora e Faro. O carimbo, além do texto indicativo da série, ilustra o nónio e a imagem do opúsculo.



Carimbos de 1º Dia de 06/03/2002.

Além dos carimbos de 1º dia, existem os carimbos comemorativos. Estes servem para obliterar correspondência num único dia, como os anteriores, mas com a diferença de poderem comemorar outros acontecimentos não representados em selo. Neste momento são emitidos cerca de cem carimbos comemorativos por ano e só (só?) cerca de vinte séries por ano.



Carimbos comemorativos.

Relativamente a Pedro Nunes, são conhecidos dois carimbos comemorativos até hoje (25/10/2002): são eles o carimbo de 28/06/1980 de Lisboa, comemorando o selo português mais belo de 1978 ilustrado com o selo de 5$00 da emissão de 1978, o carimbo de 06/03/2002 de Coimbra, comemorando os 500 anos do nascimento de Pedro Nunes. Este foi aposto em toda a correspondência apresentada no posto de correio temporário que funcionou no Departamento de Matemática da FCTUC nesse dia, onde ocorreu uma cerimónia oficial de lançamento da emissão de selos, na Sala Pedro Nunes.

Com estes elementos, podem obter-se FDC's, cartas circuladas, postais máximos triplos ou ordinários, etc., toda uma panóplia de peças bastante apreciadas pelos coleccionadores.



FDC de 1978, uma carta circulada registada e o FDC de 2002 com carimbos alusivos a Pedro Nunes.

Posso ainda afirmar que será emitido pelos CTT no dia 08/11/2002 um sobrescrito-moeda comemorativo dos 500 anos do nascimento de Pedro Nunes.

Mas a filatelia ligada a Pedro Nunes não se esgota com as peças apresentadas. Também se fazem descobertas na filatelia...

Em 1924, foi emitida uma série comemorativa do 4º centenário do nascimento de Camões. Foram contemporâneos e pensa-se que Camões terá usado um livro comentado por Pedro Nunes para escrever a parte dedicada à astronomia em *Os Lusíadas*. Mas que ligações terão mais? Na série, o selo de maior valor facial, 20$00, representa o monumento a Camões existente no Largo de Camões, em Lisboa. Investigando esse monumento, chega-se à conclusão que na base desse monumento existem oito estátuas, escolhidas por vontade popular, e entre elas está o nosso Pedro Nunes. Visitando a estátua e comparando com a posição da mesma no selo, conclui-se que, para alegria dos filatelistas, a estátua de Pedro Nunes é visível no mesmo na posição mais à direita na base da estátua. É rebuscado, mas a filatelia vive de pormenores.



Uma visita guiada ao monumento a Camões e o selo comemorativo dos 400 anos do seu nascimento de 1924.

O que ficou de Pedro Nunes foram as suas obras e é através delas que o conhecemos um pouco. E as suas obras correram o mundo, basta ver a lista de matemáticos que

falaram dele. Hoje, ser citado é sinónimo de reconhecimento. Ora, Pedro Nunes foi citado, plagiado, copiado com ou sem referência da origem e escandalosamente roubado. Só estes factos chegam para fazer de Pedro Nunes o cientista português mais famoso de todos os tempos. Vamos ver alguns exemplos.

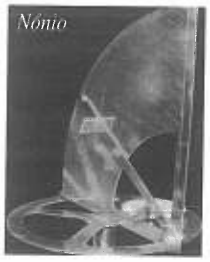
Tycho Brahe (1546-1601) escreveu sobre Pedro Nunes, sobre o nónio, aliás construiu alguns sobre quadrantes, como aparecem nos seus livros, e concluiu que o trabalho que implica a sua construção não compensa relativamente ao ganho de rigor na leitura. Um instrumento bom na teoria que não funciona na prática.



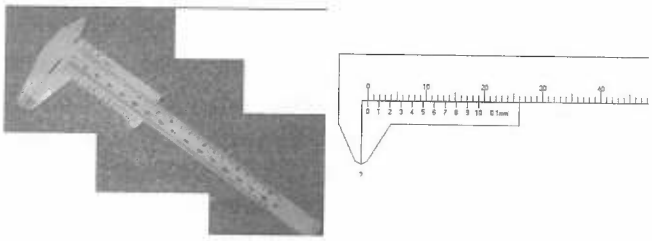
Tycho Brahe (1546-1601); selo de Ascención com o nónio no quadrante da sua obra Astronomiae Instauratae Mechanica.

Um dos nónios que aparecem no seu livro aparece também num selo de Ascensión, onde se pode ver também o magnífico observatório de Tycho Brahe e a estrela a que Tycho chamou Stella Nova, uma supernova que brilhou nos céus europeus em 1572.

Por falar no nónio, hoje só se conhece um, descoberto por Estácio dos Reis e que está no Museu da Ciência de Florença, do qual os CTT ofereceram um réplica ao Museu da Marinha de Lisboa, onde pode ser observado hoje.



Sobre o nónio muito se escreveu e depois de Nunes, Clavius (1537-1612) primeiro e depois Vernier (1584-1637) melhoraram-no e transformaram-no no octante mundialmente difundido e usado. Hoje em dia, em todas as oficinas existe um aparelho de medida que aprendi a chamar paquímetro, e que o meu pai chama nónio, que usa o princípio da divisão de escalas inventada por Nunes para o nónio original.



Nónio ou paquímetro habitual nas nossas oficinas.

O gráfico da loxodrómica é lindíssimo e é usado até na arte. Foi Simon Stevin (1548-1620) que baptizou a curva de loxodrómica, apesar de ter criticado imenso a descoberta de Nunes, críticas essas que vieram até 1994, quando se deu razão a Nunes, finalmente.



Clavius (1537-1612); o octante de Vernier.

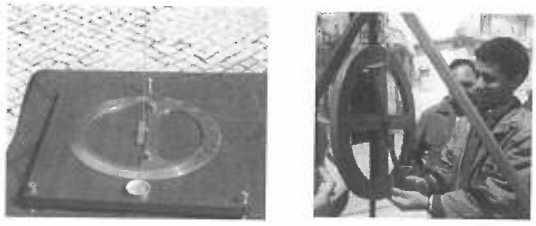


Simon Stevin (1548-1620); a loxodrómica vista por M. C. Escher e o seu gráfico completo.

Mercator (1512-1594), até hoje famoso, por em 1569, três anos depois de Pedro Nunes ter publicado a *Opera*, ter "descoberto" a projecção de Mercator, dando origem ao mapa de Mercator. Quem tivesse lido a *Opera* ficava habilitado a "descobrir" a projecção de Mercator, bastando para isso fazer o que Nunes chamou, e deixou por fazer no livro, "trabalho para adolescentes estudiosos". Espero que, com este ano de investigações sobre Pedro Nunes e o trabalho que se descobriu estar por fazer, se prove de uma vez por todas de onde Mercator desencantou a ideia que lhe deu fama...



Mapa com projecção de Mercator e Mercator (1512-1594).



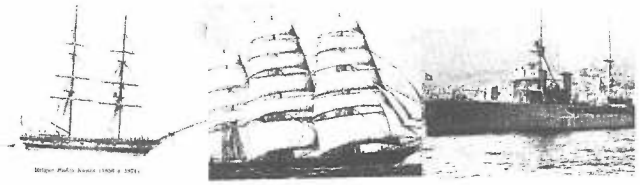
Instrumento das sombras, astrolábio e o autor deste trabalho.

Além destes, falaram de Pedro Nunes outros grandes matemáticos como Dee, Wallis, etc.

Outro instrumento inventado por Nunes é o instrumento das sombras que, juntamente com o astrolábio, era usado para medir a altura do lugar.

Das homenagens que foram feitas a Pedro Nunes ao longo destes 500 anos vou referenciar algumas que descobri.

O seu nome correu os sete mares, ao ser usado para baptizar quatro barcos, entre eles:



Um brigue, um navio-escola e um aviso de 2ª classe.

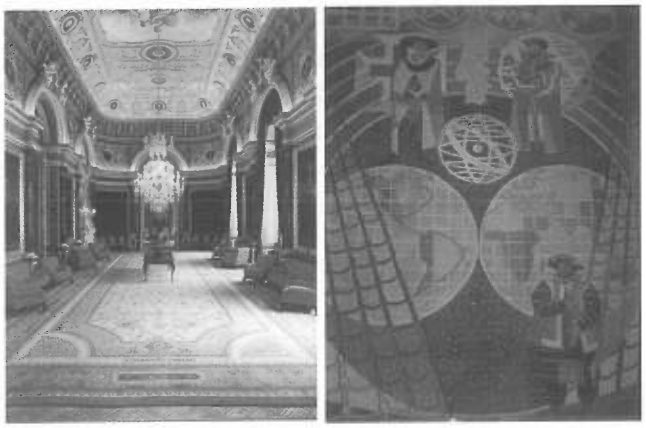


Deu o nome a escolas, entre elas o Liceu Pedro Nunes. Na internet aparecem mais algumas.

Fizeram-se estátuas em sua homenagem: no monumento a Camões, em Alcácer de Sal, no Padrão dos Descobrimentos e um busto. Tive conhecimento deste busto, mas não consegui confirmar a sua localização. Pintaram-se murais em sua homenagem.



Padrão dos Descobrimentos.



Salão Nobre do Município de Lisboa e Departamento de Matemática da FCTUC.

Por exemplo, no Salão Nobre do Município de Lisboa existe no tecto um medalhão onde é retratado Pedro Nunes ao lado de Gil Vicente, Damião de Góis, etc. Tive o azar de nem sequer me ter sido permitido ver o medalhão, quanto mais fotografá-lo, apesar da imensa simpatia da menina da recepção...

Também 47 ruas, 3 avenidas, 3 praças, 6 travessas, 4 pracetas e 1 beco ostentam o nome de Pedro Nunes.

Deu o nome a um instituto onde funciona um ninho de empresas. E é uma das minhas salas de aulas preferidas...

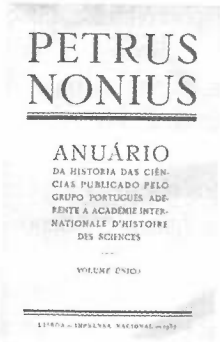
DISTRITO	CONCELHO	LUGAR	ARTERIA_NOME	CP4	CP3
Aveiro	Ilhavo	Gafanha da Nazaré	Rua Pedro Nunes	3830	710
Aveiro	Ilhavo	Gafanha da Nazaré	Travessa Pedro Nunes	3830	746
Aveiro	Ovar	Ovar	Rua Pedro Nunes	3880	261
Aveiro	Santa Maria da Feira	Arrifana	Rua Pedro Nunes	3700	537
Aveiro	São João da Madeira	São João da Madeira	Rua Pedro Nunes	3700	223
Braga	Braga	Braga	Rua Pedro Nunes	4710	175
Braga	Guimarães	Guimarães	Rua Pedro Nunes	4800	019
Bragança	Bragança	Bragança	Rua Pedro Nunes	5300	706
Bragança	Mirandela	Mirandela	Rua Pedro Nunes	5370	472
Coimbra	Coimbra	Coimbra	Rua Pedro Nunes	3030	199
Faro	Alcoutim	Alcoutim	Rua Pedro Nunes	8970	073
Faro	Faro	Faro	Rua Pedro Nunes	8000	405
Faro	Loulé	Loulé	Rua Pedro Nunes	8100	613
Leiria	Caldas da Rainha	Campo	Rua Pedro Nunes	2500	303
Leiria	Leiria	Leiria	Rua Pedro Nunes	2400	206
Lisboa	Amadora	Amadora	Praceta Pedro Nunes	2700	653
Lisboa	Cascais	Adroana	Rua Pedro Nunes	2645	590
Lisboa	Cascais	Galiza	Rua Pedro Nunes	2765	346
Lisboa	Cascais	Tires	Beco Pedro Nunes	2785	247
Lisboa	Cascais	Tires	Praceta Pedro Nunes	2785	246
Lisboa	Cascais	Tires	Rua Pedro Nunes	2785	245
Lisboa	Lisboa	Lisboa	Rua Pedro Nunes	1050	
Lisboa	Loures	Bairro de São Francisco	Rua Pedro Nunes	2685	466
Lisboa	Loures	Portela da Azóia	Rua Pedro Nunes	2695	301
Lisboa	Loures	Santa Iria de Azóia	Rua Pedro Nunes	2695	372
Lisboa	Odivelas	Bairro do Girassol	Rua Pedro Nunes	2675	734
Lisboa	Odivelas	Caneças	Rua Pedro Nunes	1685	090
Lisboa	Odivelas	Vale Pequeno	Travessa Pedro Nunes	1675	347
Lisboa	Oeiras	Linda a Velha	Rua Pedro Nunes	2795	149
Lisboa	Oeiras	Oeiras	Rua Pedro Nunes	2780	
Lisboa	Sintra	Agualva-Cacém	Rua Pedro Nunes	2735	220
Lisboa	Sintra	Olival do Santíssimo	Rua Pedro Nunes	2715	357
Lisboa	Sintra	Queluz	Rua Pedro Nunes	2745	
Lisboa	Sintra	Rinchoa	Avenida Pedro Nunes	2635	317
Lisboa	Vila Franca de Xira	Arcena	Rua Pedro Nunes	2615	234
Lisboa	Vila Franca de Xira	Bom Retiro	Rua Pedro Nunes	2600	035
Porto	Gondomar	Rio Tinto	Rua Pedro Nunes	4435	388
Porto	Maia	Maia	Praceta Pedro Nunes	4470	350
Porto	Porto	Porto	Praça Pedro Nunes	4050	466
Porto	Santo Tirso	Santo Tirso	Rua Pedro Nunes	4780	519
Porto	Trofa	Valdeirigo	Rua Pedro Nunes	4785	386
Porto	Valongo	Campo	Rua Pedro Nunes	4440	155
Porto	Valongo	Campo	Travessa Pedro Nunes	4440	218
Porto	Valongo	Ermesinde	Praceta Pedro Nunes	4445	558
Porto	Vila do Conde	Vila do Conde	Rua Pedro Nunes	4480	874
Porto	Vila Nova de Gaia	Gulpilhares	Avenida Pedro Nunes	4405	687
Porto	Vila Nova de Gaia	Gulpilhares	Travessa Pedro Nunes	4405	712
Santarém	Abrantes	Tramagal	Rua Pedro Nunes	2205	709
Santarém	Benavente	Samora Correia	Rua Pedro Nunes	2135	295
Santarém	Benavente	Samora Correia	Travessa Pedro Nunes	2135	308
Setúbal	Alcácer do Sal	Alcácer do Sal	Praça Pedro Nunes	7580	125
Setúbal	Alcácer do Sal	Alcácer do Sal	Rua Pedro Nunes	7580	029
Setúbal	Alcácer do Sal	Comporta	Rua Pedro Nunes	7580	652
Setúbal	Alcácer do Sal	Torrão	Rua Pedro Nunes	7595	148
Setúbal	Almada	Almada	Rua Pedro Nunes	2800	
Setúbal	Barreiro	Barreiro	Rua Pedro Nunes	2830	101
Setúbal	Montijo	Afonsoeiro	Avenida Pedro Nunes	2870	850
Setúbal	Montijo	Afonsoeiro	Praça Pedro Nunes	2870	447
Setúbal	Montijo	Afonsoeiro	Travessa Pedro Nunes	2870	850
Setúbal	Seixal	Cruz de Pau	Rua Pedro Nunes	2845	124
Setúbal	Seixal	Torre da Marinha	Rua Pedro Nunes	2840	442
Setúbal	Seixal	Vale de Milhaços	Rua Pedro Nunes	2855	478
Setúbal	Sesimbra	Quinta do Conde	Rua Pedro Nunes	2975	392
Setúbal	Setúbal	Azeitão	Rua Pedro Nunes	2925	664

Das homenagens "móveis", começo pelas mais móveis de todas, as páginas na internet. No início do ano de 2002, existiam 3 ou 4 páginas dedicadas a Pedro Nunes. Hoje existem mais de 10, todas excelentes.

Temos o projecto nonnius dedicado às novas tecnologias na matemática.

Exposições, palestras, congressos, conferências dedicados a Nunes. Foi um ano em cheio. Nos eventos em que pude participar, aprendi muito do que sei de Pedro Nunes e que usei neste texto.

A exposição de que mais gostei foi a que decorreu na Biblioteca Nacional em Lisboa, em conjunto com a Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra, onde estavam as obras originais de Pedro Nunes, quase à mão, bem como outras preciosidades relacionadas com Nunes. Da Biblioteca Nacional trouxe o belíssimo catálogo da exposição e a pena de não ter sido autorizado a fotografar o mural da entrada principal, onde também está Pedro Nunes. Contentei-me com o edifício sobrevoado por um avião que percorre um arco de loxodrómica...



Livros. Outra perdição para os coleccionadores e não só. As obras originais estão ao alcance de alguns eleitos, mas já algumas das reedições das suas obras, bem mais recentes, são acessíveis, mesmo a um estudante como eu.

Muitos outros livros versam, estudam e descrevem Nunes e a sua obra.

Os coleccionáveis. Da filatelia já falei, mas nunca é demais lembrar...

Pedro Nunes andou também no nosso bolso. Lembram-se dele?

Não só nas moedas, mas também nas notas. Existem duas notas de 100$00 diferentes, que se distinguem mais pelo verso. Na nota de 500$00 aparece a estátua do Padrão dos Descobrimentos. De referir que na numismática e na notafilia, além do desenho da peça em si, interessam também as várias datas de emissão de moeda ou papel-moeda.





Moeda de 100$00 e nota de 100$00.



Das imagens que se conhecem de Pedro Nunes, todas inventadas pois não se conhece nenhuma sua contemporânea, temos, em primeiro lugar, a da folha de rosto do livro *Algebra Nova,* de Luneschlos, de 1649, onde Nunes aparece ao nível dos melhores, nomeadamente Euclides, Diofanto, Cardano, Stifelius e Viète. Só esta capa é uma homenagem gigantesca.

Temos as anteriores, as dos selos, a da moeda, a da nota, as das estátuas e as dos murais. Pessoalmente, aquela de que gosto mais é a do selo de 1978. É o "meu" Pedro Nunes.

Das minhas pesquisas bibliográficas quero ainda referenciar a poesia que encontrei dedicada a Pedro Nunes e à sua filha D. Guiomar.

Grosa lida num jantar após uma caçada no lugar de Velarinho, realizada na Semana Santa de 1570 e na qual participaram várias personalidades ilustres da época, como o reitor da Universidade e, entre outros, Pedro Nunes.

Grosa do Dr. Pero Nunes
Caça e mala forão frias,
Nem foi pronostico fraco,
Estando inda em pexe os dias,
E o carneiro em Zodiáco.
Então *sine Cerere et Baccho*
Frio e sêcco Velarinho,
Tal foi a caça e o caminho.

A D. Guiomar, além das apresentadas acima, apareceram mais estes 2 sonetos:

Soneto 1.º

Não passes, CLEOPA'TRA: quem me chama?
LUCRECIA, que com seo illustre feito
No tempo mais florente ao Ceo direito
Levou seo grande nome, gloria e fama.

Pois que quer essa nobre e gentil dama?
Quer que saibas que ha hi hoje outro peito,
Mais alto, mais subido, mais perfeito,
E que muito maior louvor derrama.

Quem he que a nossa fama escureceo?
GUIOMAR, que se vingou c'o duro córte
De quem tingir sua fama pretendeo.

Vive na terra? não, porque escolheo
Um meio tão seguro em vida e morte
Que estando cá na terra, está no Ceo.

Soneto 2.º

Alma fermosa e bella, produsida
Do famoso Cosmógrafo e divino,
Illustre gloria, espelho crystallino,
Coroa das mulheres mais subida:

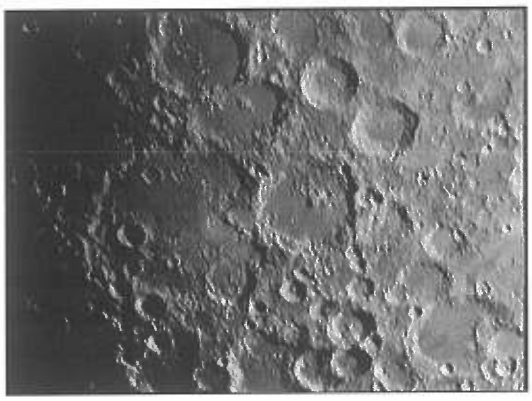
Valerosa donzella esclarecida,
Esmalte glorioso de ouro fino,
Celebre-se teu nome de contino,
Tua fama, tua honra, tua vida.

Seja com louvor alto mui cantado
D'antiga Coimbra o blasão famoso,
Serpente, Leão, Vaso, e bella dama.

E seja juntamente sublimado,
DONA GUIOMAR, o teu peito animoso,
Pois fez um feito illustre de tal fama.

Mas isto de perseguir Pedro Nunes tem os seus caminhos errados, já não falando dos ainda sem solução. Por exemplo, aparece nos livros um tal de Petrus Nannius. E o que é que eu pensei ao ler este nome? Foi gralha de impressão, é o nosso Nunes. Mas não, é mesmo assim. Um humanista europeu contemporâneo.

Mas, depois de tanta perseguição, há que parar para descansar e reflectir, olhar as estrelas, a Lua... A Lua? As crateras estão todas baptizadas com os nomes de cientistas. Tenho de regressar à biblioteca e pesquisar mais um pouco. E é verdade. Mesmo que nunca se descubra onde está sepultado o nosso Pedro Nunes, ele está na Lua. Podemos homenageá-lo, mesmo com a namorada nos braços...



Cratera Pedro Nunes.

E depois de uma noite assim tão romântica, chego a casa, sento-me à secretária e acontece a inspiração...

Eis a minha homenagem:

PEDRO NUNES

Dos férteis campos de Alcácer
Que te viram crescer e aprender letras
Aos longínquos Mares por conhecer
Que ensinaste a navegar pelas estrelas.

De Salamanca à Lusa Atenas
Desta a Lisboa e logo de volta
De aluno a Lente, sempre e apenas
Evitando erros, estudioso à solta.

Dos males que escolheste não curar
Aos artistas que da teoria deste prática
Ouvido por Reis, amigos sem cessar.

Pelos pares citado, famoso pelos inventos
Petrus Nonnius, Doutor em Matemática.
Onde descansas após tamanhos feitos?

12-07-02

O que está por descobrir...

Na minha perseguição a Pedro Nunes, nestas viagens pelo "seu" mundo, os locais onde ainda se têm muitas surpresas não deixam de ser as bibliotecas ou, no caso, os arquivos. Ter descoberto o nome de Pedro Nunes na margem de um registo de propriedade deu-me imenso prazer. Só tenho pena de não perceber a letra da maioria dos textos da época e de não ter mais disponibilidade, pois, por exemplo, os contratos celebrados por Pedro Nunes com a Câmara Municipal devem existir ainda. Talvez os recibos dos pagamentos das rendas, sempre no dia de S. Miguel, em Setembro.

Talvez até as alterações dos contratos que se pensa ele ter feito, para garantir segurança aos seus familiares depois da sua morte.

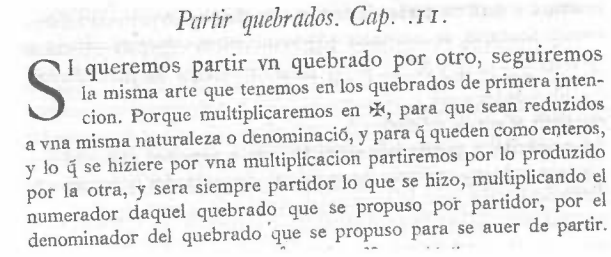
Na minha opinião, a principal fonte das descobertas que estão por fazer vão ser mesmo as bibliotecas. Só saber que a leitura dos textos da época está apenas acessível a alguns faz pensar que muito deve estar ainda por estudar...

Numa visita à Biblioteca Joanina da Universidade de Coimbra fiquei a saber que o catálogo está a ser informatizado e muito do acervo não está sequer catalogado de nenhuma forma. Tenho esperança que apareça algo que ilumine algum "canto escuro da casa" de Pedro Nunes...

Das lendas que rodeiam Pedro Nunes, a que mais me seduz é a do baú com os seus pertences, que ficou para a família de Ardezubre e que desapareceu no meio da bruma do tempo. Que muito se tenha perdido é muito provável, mas tudo? Pedro Nunes era famoso e sempre houve "maluquinhos dos autógrafos" e coleccionadores de lembranças. Será que ninguém guardou nada? Visitando Ardezubre, descobrem-se ainda propriedades do século XVI. Não se pode concluir nada, mas ficam sempre a dúvida e a esperança...

Um dia destes, de uma colecção privada algures no mundo ou de uma sala fechada de um museu ou biblioteca, vai sair um nónio, um manuscrito de Pedro Nunes, uma das suas obras de que só se tem notícia: *Geometria dos triangulos spheraes*; *De ortu et occasu signorum*; *De astrolabio opus demonstratiuum*; *De planisphaerio geometrico*; *De globo delineando ad nauigandi artem*; tradução do *De Architectura*, de Vitrúvio; ou outra peça susceptível de deixar os apaixonados de Pedro Nunes com vontade de ver de perto...

É preciso estar atento, como provou Estácio dos Reis... Nas minhas andanças pelo mundo de Pedro Nunes encontrei uma coincidência que não posso provar, mas não quero deixar de a referir. No *Livro de Álgebra*, às páginas tantas, Pedro Nunes inventa um símbolo para uma operação.



Partir quebrados. Cap. .11.

SI queremos partir vn quebrado por otro, seguiremos la misma arte que tenemos en los quebrados de primera intencion. Porque multiplicaremos en ✠, para que sean reduzidos a vna misma naturaleza o denominació, y para q̃ queden como enteros, y lo q̃ se hiziere por vna multiplicacion partiremos por lo produzido por la otra, y sera siempre partidor lo que se hizo, multiplicando el numerador daquel quebrado que se propuso por partidor, por el denominador del quebrado que se propuso para se auer de partir.

Excerto do Livro de Álgebra.

Repararam no símbolo? Não nos podemos esquecer que este livro foi impresso em 1567, mas manuscrito desde 1537 e provavelmente alterado até publicação. O que vos lembra o símbolo? A Cruz de Cristo nas naus que ele via

partir todos os anos. É verdade. Agora reparem no que descobri em Coimbra. Isto é o que resta da Igreja da Trindade, construída a partir de 1552... Quem inspirou quem?



Frontaria da Igreja da Trindade, em Coimbra.

A pior coisa por descobrir é, sem dúvida, o que falta para tapar os vazios da biografia de Pedro Nunes, nomeadamente os anos de 1502 a 1522, de 1532 a 1537, de 1548 a 1555, de 1557 a 1562, 1562 a 1567, 1573 a 1577 e outros intervalos mais pequenos. É mais de metade da sua vida, a que correspondem, por exemplo, a sua infância e os seus últimos anos.

Certamente muitos anos "arderam" com o espólio do cosmógrafo-mor e estarão para sempre perdidos. Ou será que os Filipes levaram para Espanha alguma prova ainda por aparecer?

Ao ler o artigo de Sant'Anna Dionísio na revista *Palestra,* n.º 9 de 1960, não pude deixar de imaginar Pedro Nunes, qual agente secreto, a calcorrear o País fazendo medições, tomando notas, com o objectivo de elaborar uma carta topográfica de Portugal. No artigo prova-se que as cartas existentes em Espanha da época são muito mais precisas do lado português do que do lado espanhol. Quem fez tal trabalho? Dava para tapar um ou dois dos vazios na vida de Pedro Nunes. Faltam as provas...

Faltam também dois inventários:

- O dos documentos universitários, ou outros, que se referem a Pedro Nunes, muito já está feito, mas muito disperso.

- O das obras de, sobre ou referentes a Pedro Nunes (e seus autores), que serão cerca de 250, pelo que ouvi referido num programa de rádio sobre Pedro Nunes...

Como filatelista, o que também faz falta é a correspondência de Pedro Nunes, e aqui o interesse vai tanto para o suporte da correspondência, o envelope, como para o seu conteúdo. Existem bastantes cartas circuladas deste período para analisar do ponto de visto filatélico, mas faltam as de Pedro Nunes. Só encontrei referência a uma de Jerónimo Cardoso para Pedro Nunes.

É claro que a "cereja desta caça ao tesouro" é, sem dúvida, o túmulo de Pedro Nunes. Fiz alguns quilómetros, tentei ler muitos textos indecifráveis na procura desta cereja. Antes de mim, certamente, muito já se pesquisou e espero que o continuem a fazer. Um dia destes alguém vai "tropeçar" nele...

E não se esqueçam de Mercator...

Conclusão

Depois de tudo o que escrevi neste trabalho, tudo o que ouvi e aprendi ao longo deste ano de merecida homenagem a Pedro Nunes, que posso dizer mais?

Apenas que Pedro Nunes mereceu e merece ainda mais.

Espero que o meu relatar de histórias ouvidas, sem ler as fontes, não tenha deturpado as mesmas, pois *quem ouve um conto acrescenta um ponto...* (Sei que a minha imaginação me levou, por vezes, um pouco longe demais...). Posso chamar a esses momentos "ficção histórica".

Muito ficou certamente por dizer. Espero que os verdadeiros conhecedores de Pedro Nunes aceitem o meu pequeno contributo.

Bibliografia

- A oração sobre a fama da Universidade, Faculdade de Letras de Coimbra
- Arquivo Coimbrão, *Boletim da Biblioteca Municipal de Coimbra*
- *Catálogo de Carimbos Comemorativos* [...], Secção Filatélica AAC, 1981 e 1999.
- *Catálogo de Numismática e Notafilia,* [...], Afinsa, Porto, anual.
- *Catálogo de Selos Postais de Portugal,* [...], Afinsa, Porto, anual.
- *Coimbra Antiga e Moderna,* Borges de Figueiredo
- *Documentos de D. João III*, Mário Brandão, Coimbra, 1938
- *Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira*, Vol. XIX
- *História da Astronomia em Portugal* – CTT Correios de Portugal, Máximo Ferreira
- http://www.pedronunes.pt/
- http://www.cienciaviva.mct.pt/
- http://7mares.terravista.pt/petrinonii/
- http://bnd.bn.pt/ed/pedro-nunes/index.asp
- http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/indexhm.html
- http://www.escolanaval.pt/pedronunes/index.htm
- http://bnd.bn.pt/ed/pedro-nunes/pn-cronologia.asp
- http://scientia.artenumerica.org/noniana/noniana.html
- http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/PedroNunes.htm
- *Mathematics from the birth of numbers*, Jam Gullberg
- *Obras Completas de Pedro Nunes,* Academia das Ciências, Lisboa
- *Pedro Nunes 1502-1578 Novas terras, novos mares* [...], Biblioteca Nacional, 2002.
- *Petrus Nonius*, Imprensa Nacional, 1937
- *Revista da Faculdades de Ciências de Coimbra*, vários, Coimbra.
- Revista *Gazeta de Matemática*, SPM, Lisboa, Julho 2002.
- Revista *O Instituto*
- Revista *Palestra,* n.º 9 de 1960, Lisboa
- *Revista da Universidade de Coimbra*, vários, Coimbra.
- *Sonetos a D. Guiomar*, [...], Real Imprensa da Universidade, 1826, Coimbra
- *Tombo de 1532*, Arquivo Histórico Municipal de Coimbra.
- *Toponímia de Coimbra*, Pinto Loureiro

Alguns Autores de referência no estudo de Pedro Nunes:
A. Fontoura da Costa, António Baião, F. B. Garção Stockler, Gomes Teixeira, H. Bosmans, Joaquim Bensaúde, Joaquim de Carvalho, J. M. Teixeira de Carvalho, J. Vicente Gonçalves, Luciano Pereira da Silva, Luís de Albuquerque, Pacheco de Amorim, Rudolfo Guimarães, Sousa Viterbo, T. Martin Escobar, etc.

Agradecimentos

CTT – Divisão de Códigos Postais
Secção Filatélica da Associação Académica de Coimbra
Pela informação e meios disponibilizados.

Doutora Carlota Simões; Doutor Henrique Leitão; Doutor Jaime Carvalho e Silva; Doutor João Filipe Queiró; Dra. Paula Cristina França
Pela inspiração, amizade, apoio e incentivo.

Cristóvão Cardoso; Fernando Moutinho; Ricardo Vale; Sá e Sousa
Pela amizade e pelas fotografias.

Fátima Pires
Pela inspiração. O meu muito obrigado.

A Contribuição de Pedro Nunes para o Avanço da Ciência Náutica

Trabalho realizado por:

- *Gonçalo Jorge Vieira Nunes Brites*
- *Verónica Andrea Antunes Gonçalves Madeira*

Universidade de Coimbra
Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação

INTRODUÇÃO

Com este trabalho pretendemos fazer uma avaliação sobre a contribuição que terá tido Pedro Nunes, o mais famoso matemático português de todos os tempos, no progresso da ciência náutica em Portugal. Começamos no capítulo 2 por caracterizar o País na época dos descobrimentos em termos de história da navegação. No início do capítulo 3 falamos de modo muito resumido na vida do matemático, passando depois para uma análise detalhada das principais contribuições que Pedro Nunes terá dado à ciência da navegação. Apesar de este tema já ter sido bastante estudado, verifica-se que não há unanimidade entre os autores dos diferentes estudos que tivemos oportunidade de consultar, existindo mesmo alguns que afirmam que esta contribuição terá sido pequena. Da análise que fizemos concluímos que a contribuição de Pedro Nunes foi vasta, mas acima de tudo científica, mas por vezes com resultados práticos pouco expressivos.

Esta nossa participação no Colóquio Pedro Nunes, promovido pela Escola Naval, pretendeu acima de tudo ser um meio de aprofundar os nossos conhecimentos sobre os descobrimentos e em particular sobre a vida e obra de Pedro Nunes, pois, conscientes de que a nossa formação em História dos Descobrimentos é muito básica, sabíamos, à partida, que dificilmente conseguiríamos trazer algo de novo sobre o mais famoso matemático português de sempre. Pensamos ter atingido o nosso objectivo, pois encontrámos entre a bibliografia consultada vários livros de grande interesse e rigor científico que nos ensinaram imenso. Aproveitamos para destacar aqui a vasta obra do Prof. Doutor Luís de Albuquerque, que, embora tenhamos apenas consultado uma pequena parte, se nos revelou com uma clareza e rigor histórico dificilmente igualáveis. Entre as obras por nós consultadas, de destacar também *L'astronomie nautique au Portugal à l'époque des grandes découvertes* do Prof. Joaquim Bensaúde, que nos pareceu muito interessante, e ainda *História das matemáticas em Portugal* e *Panegíricos e conferências* do Doutor Francisco Gomes Teixeira. Sem dúvida que muitos outros autores mereceriam certamente ser aqui mencionados se tivéssemos tido a oportunidade de contactar com a sua obra.

Queremos ainda deixar um agradecimento à Escola Naval pela organização deste colóquio sobre uma figura importantíssima da nossa história. Iniciativas deste género são sempre bem-vindas, pois ajudam a fortalecer a nossa identidade cultural como nação independente num mundo cada vez mais global.

1. HISTÓRIA DA NAVEGAÇÃO PORTUGUESA ATÉ AO SÉCULO XVI

Ao longo da história, houve um contínuo processo de conhecimento, descoberta e progressiva apropriação do Oceano por parte do homem. Portugal é parte da história da evolução da relação do homem com o Oceano: como aprendeu a navegá-lo e foi definindo os seus contornos, chegando até hoje com a navegação auxiliada pelo desenvolvimento de tecnologias altamente sofisticadas.

O conhecimento do Oceano, partindo de uma base empírica, cedo se estruturou na observação e na experiência. A evolução dos sistemas de navegação interligou-se ao desenvolvimento de uma série de áreas do conhecimento – astronomia, cartografia, técnica, mecânica, física, matemática, etc.

A imensidão do Oceano provocou nos homens de todas as épocas sentimentos de respeito e temor, mas desde sempre os homens sentiram o desejo de atravessá-lo.

Durante séculos, o Mar foi uma barreira natural, difícil de atravessar. Devido ao carácter hostil deste meio natural, a presença humana deve-se ao engenho e à decisão desse mesmo homem. E foi pela força dessa vontade que os Portugueses "abriram as grandes auto-estradas do oceano". Viajar foi ganhando outra dimensão: deixou de ser movida apenas por interesses económicos e militares e pôde ser impulsionada pela curiosidade científica desde a geográfica à biológica. Construindo-se um imaginário com o seu inventário de lugares e portos para onde se pode viajar e uma concepção da própria viagem como universo de experiências que projectam o homem para fora de si mesmo e em direcção aos outros. A imagem de um mundo diverso, plural e complexo.

Os Portugueses foram o primeiro povo com embarcações em todos os oceanos. Ficaram ligados o Oriente e o Ocidente, para relações que mudam a face do mundo e a própria mundivivência do homem.

A cartografia medieval toda ela era eivada de motivos bíblicos e referências alegóricas ao cristianismo, oferecia uma representação do mundo muito esquemática e simplificada. Progride o esforço de sistematizar e organizar os conhecimentos sobre os mares adquiridos de modo prático, através dos roteiros ou portulanos e das primeiras

cartas. Estas assinalam, já no século XIII, uma revolução decisiva do ponto de vista da história da Náutica, pelo aparecimento de um sentido de medida e da precisão, contudo, prolongam ainda uma visão medieval virada para a terra, para as realidades costeiras mais ou menos minuciosamente descritas nos roteiros, na sua configuração e até em notações relativas às paisagem e gentes, revelando-se suporte necessário ao reconhecimento dos caminhos marítimos e à prossecução da viagem que interessava desenvolver livre de perigos e demoras, anotando todas as indicações úteis ao navegador. Nelas se condensam experiências de gerações e incontáveis viagens concretas, para o tornar um mar esperado e previsível, idealmente regrado e domado pelo mareante: os ventos (benéficos ou contrários), correntes, menções aterradas à tormenta que tudo modifica fazendo perigar a fortuna dos combatentes, ou a difícil labuta da navegação.

A carta de marear constituía mais do que o registo de espaços efectivamente percorridos e conhecidos pela experiência, era também uma síntese de conhecimentos medievais sobre os mares e as terras, de origem livresca.

1.1 – A navegação atlântica

O Atlântico desempenhou um papel de motor na abertura do Mundo, no estabelecimento de relações entre os continentes.

A navegação na Antiguidade e na alta Idade Média estava desprotegida diante dos oceanos. O mar apresentava vantagens como meio de transporte, uma vez que era mais fácil deslocar mercadorias em barcos do que utilizar veículos com rodas em estradas medíocres, escassas e perigosas. No mediterrâneo português do atlântico sul, que se estende das costas de Portugal e de Marrocos ao rosário das ilhas ocidentais – Açores, Madeira, Canárias, arquipélago de Cabo Verde –, os portugueses puderam treinar-se na navegação de alto mar, mantendo-se, ao mesmo tempo, perto dos pontos de apoio e dos pontos de referência continentais e insulares. Para a sua penetração e utilização foi decisivo o papel dos portugueses, no século XV, em dois períodos.

O primeiro momento é o do Infante D. Henrique e a Escola de Sagres, onde o Infante instala um arsenal para a construção, preparação e armação de navios, uma biblioteca onde estavam reunidas colecções de mapas e relatos de viagens e até um verdadeiro serviço de informações. A partir de 1420, todos os anos se organiza uma expedição no atlântico: a Madeira é povoada em 1420, os Açores, em 1431. O cabo Bojador é dobrado em 1433, o cabo Branco, em 1441 e o cabo Verde, em 1444. Em 1445, 36 embarcações fazem a rota da Guiné e regressam carregadas de marfim e ouro em pó. O Infante implanta, assim, a Náutica como ciência teórica e prática, rodeando-se de cientistas: físicos (simultaneamente médicos e astrónomos), cosmógrafos, cartógrafos, geógrafos, e construtores e técnicos navais e promovendo a preparação de pilotos e estimulando a prática da navegação. Expoente máximo desta escola viria a ser Pedro Nunes, que teve o mérito de compilar todos os problemas da navegação da época e, acima de tudo, produzir várias contribuições inovadoras.

A partir do Mar e do estudo das águas, dos ventos, das rotas e das correntes, com a precisa ajuda de todos os ramos do saber: das ciências exactas e experimentais, do manejo com rigor e destreza da bússola, astrolábio, quadrante, se traçaram novas cartas de marear, ao mesmo ritmo que se iam destruindo as lendas do "Mar Tenebroso", as teorias e cálculos errados pelos navegadores, os erros da cartografia medieval, e em que os portugueses foram os melhores navegadores do mundo.

O segundo período do progresso marítimo português é a época de D. João II. É durante o seu reinado que os matemáticos cristãos-novos vindos de Espanha, como Abraão Zacuto, aperfeiçoam tabelas de cálculo de latitude, permitindo um cálculo mais preciso da posição do navio no alto mar; conhecido o ângulo entre a direcção do navio e o norte, a identificação da posição é ainda mais precisa. É nessa época que se verifica a tendência para substituir as cartas de navegação baseadas no princípio da rosa-dos-ventos por cartas baseadas no cálculo de latitude e no ângulo que o navio faz com o meridiano. A nau, com o seu porte pesado e velas quadradas, era mais adequada no transporte de mercadorias pesadas, a caravela, graças ao seu porte esguio e às velas latinas triangulares, regista cada vez mais êxitos em virtude da velocidade que atinge, sendo usada na exploração. Acresce que se conhece cada vez melhor o regime dos ventos no Atlântico. Por causa deles, o caminho mais curto de Lisboa ao cabo da Boa Esperança passa pela costa do Brasil, onde as embarcações se deixam levar pelos alísios para voltarem a apanhar os ventos dominantes do Ocidente no hemisfério austral.

Apesar do encurtamento das distâncias, o Atlântico fracassou no estabelecimento de relações entre os continentes no Norte. Em contrapartida, o êxito é total nas zonas tropical e temperada, para benefício dos habitantes da segunda.

O oceano Índico, mundo ignorado até ao século XV, é "descoberto" pelo homem ocidental e também as Américas do Norte e do Sul. A captura do ouro africano é uma das bases do comércio português em África e no oceano Índico são as especiarias da Índia.

A frota de Vasco da Gama, ao deixar Lisboa, a 8 de Julho de 1497, desencadeia um processo fundamental para a organização das correntes comerciais do Planeta.

O comércio das especiarias, monopólio dos venezianos no Mediterrâneo, é captado pelos Portugueses, cujas rotas marítimas, mesmo efectuando o desvio do cabo da Boa Esperança, são mais amplas e rendíveis do que as pistas de camelos que ligam a Índia ao Levante. Lisboa não tarda a alimentar um enorme porto de redistribuição para a Europa do Norte.

As viagens portuguesas de exploração marítima no

Atlântico, que se sucedem a partir do primeiro quartel do século XV, puseram problemas aos navegadores que não podiam ser resolvidos pela milenar tradição naval europeia, quer no Mediterrâneo, quer no Norte, ou quando a ligação entre ambos se começava a fazer por via marítima, como sucedeu a partir do século XIII, e mais acentuadamente no século seguinte, a navegação fazia-se junto da costa, fosse com que fim fosse, o comércio ou a guerra. Tal proximidade facilitava a orientação dos pilotos, que recorriam aos ensinamentos da experiência que se fora acumulando e aos pontos de referência que essa vizinhança possibilitava, segundo os acidentes da geografia física ou a intervenção do homem com pontos de orientação, as chamadas "conhecenças": cabos, faróis, cidades, embocaduras de rios. Os navios nunca se afastavam muitos dias da vista da terra, o que resumia a tarefa dos técnicos da navegação a seguir os rumos previamente determinados com apenas algum rigor, corrigindo-os, se necessário, aquando da aproximação ao destino. Os meios empregues eram suficientes. Em datas que não é possível precisar com rigor, os pilotos do Mediterrâneo, que a princípio dispunham apenas de instruções escritas, chamadas "portulanos", passaram a dispor de cartas de marear, que por serem a expressão gráfica daquelas instruções se chamaram cartas portulanos, e agulhas de marear que dariam origem à bússola, instrumentos que se tornariam costumeiros no século XIII. Determinado o rumo a seguir na carta, este era seguido pela bússola e corrigido em função das "conhecenças". O processo era simples, funcional e sobretudo suficiente (Albuquerque, 1971 e 1992). Até aos inícios do século XV não houve navegações sistematicamente empreendidas para fora dos limites e das rotas costumeiras.

A história das navegações anteriores às de longo alcance não presumiam a existência de dois desideratos fundamentais que vieram a verificar-se mais tarde: o recurso a novas e adequadas soluções de navegação no mar alto e a capacidade atestada de cumprir repetidamente as novas rotas assegurando o retorno. O que sucedeu a partir de Quatrocentos modificou radicalmente a situação. O início das explorações marítimas portuguesas fez-se com recurso ao aparato técnico herdado do mundo mediterrânico, como às técnicas de navegação e aos navios empregues. O cabo Bojador, primeiro obstáculo para os navegadores do Infante D. Henrique na progressão para sul, foi essencialmente psicológico, pois do ponto de vista da navegação não constituiu dificuldade de maior ultrapassá-lo, como fez Gil Eanes em 1434 (segundo Gomes Eanes de Zurara, o primeiro cronista português das viagens atlânticas): "já que o feito quanto à obra fosse pequeno, só pelo atrevimento foi contado por Grande". Não muito depois, contudo, as circunstâncias alterar-se-iam significativamente: a progressão para sul fez com os mareantes portugueses encontrassem circunstancialismos físicos adversos à navegação, tal como a praticavam até então. A partir de 1440 foi necessário encontrar maneira de vencer as correntes marítimas e os regimes dos ventos que impediam os navios de continuar a navegar junto da costa e os obrigou a internar no mar aberto. A exploração do atlântico coroou-se de êxito quando se encontraram os mecanismos fundamentais para vencer estas dificuldades: a *navegação astronómica*, ou seja, a determinação de uma coordenada pelo recurso à observação da altura das estrelas com auxílio de instrumentos próprios, a *cartografia náutica*, que serviu de auxiliar para a orientação de pilotos e de suporte para o registo de observações dos marinheiros, e os navios adequados a este tipo de navegação.

Depois de numa primeira fase se terem empregado embarcações conhecidas havia muito, como a barca e o barinel, a etapa seguinte, até à viagem de Bartolomeu Dias (1487-1488), correspondendo à exploração sistemática da costa ocidental africana e dos condicionalismos físicos da navegação, cumpriu-se com a caravela latina ou "caravela de descobrir". O que tornou a caravela o navio por excelência dos Descobrimentos foi o facto de aliar as qualidades requeridas para a exploração com as de um navio oceânico: navio ligeiro que era capaz de corresponder junto da costa, de explorar enseadas e subir rios, de grande manobrabilidade e versatilidade. Ao mesmo tempo é o primeiro navio capaz de se internar no alto mar e percorrer jornadas relativamente longas, em que o requisito fundamental era a capacidade de armazenamento de víveres e água potável para a reduzida tripulação que a governava: "sendo as caravelas de Portugal os melhores navios que andam no mar, à vela" (constatação do italiano Cadamosto, que viajou em navios portugueses, *Viagens*, 1988, p. 85).

Como navio de exploração oceânica, teve o seu limite na viagem de Bartolomeu Dias: o navegador provou que havia ligação entre o Atlântico e o Índico, ao contrário do que asseverava a lição ptolomeica, com largo curso nos círculos eruditos da Europa desde os inícios do século XV, e provou também que a caravela não podia já servir, dada a extensão das viagens e dificuldades com que os marinheiros se debatiam. À medida que se iam afastando do seu porto de origem, as caravelas demonstravam-se navios demasiado pequenos para poderem acondicionar todas as provisões.

Os pilotos portugueses, que foram os melhores do mundo e procurados a peso de ouro por outros países, introduziram uma técnica de navegar baseada em observações astronómicas, em virtude de serem obrigados, pelo regime de ventos do Atlântico, a escolher rotas mais favoráveis, engolfando-se ao largo, sem terra à vista e por períodos que podiam durar dois meses. Esta nova técnica náutica, no século XVI, já estava estruturada cientificamente, tendo sido dominante a influência do *Tratado da Esfera*, de João Sacrobosco. No século XVI, eram designados cosmógrafos, como o médico e matemático Pedro Nunes, cujas investigações foram sugeridas pelas viagens dos Descobrimentos.

2. CONTRIBUTO DE PEDRO NUNES PARA A NAVEGAÇÃO

2.1 – Vida e obra

Pedro Nunes nasceu no ano de 1502 na vila de Alcácer do Sal, sendo descendente de uma família judaica. Em 1517, inicia os estudos universitários na Universidade de Lisboa, obtendo o grau de bacharel em Artes. Depois, viaja para Salamanca, onde estuda Medicina e vem a casar com D. Guiomar Áreas. Em 1527, regressa a Lisboa, tornando-se professor de um grupo de vários nobres, onde se inclui o próprio rei D. João III e seus irmãos: D. Luís e D. Henrique, Martim Anfonso de Sousa, D. João de Castro, entre outros. A 16 de Novembro de 1529, é nomeado cosmógrafo do Reino e em 4 de Dezembro do mesmo ano é chamado a reger a cadeira de Filosofia Moral e seguidamente a de Lógica e de Metafísica, começando brilhantemente a sua carreira tendo apenas 27 anos. Nesta altura já tinham terminado as grandes descobertas geográficas dos Portugueses, mas estava em plena actividade a exploração das grandes riquezas das terras por eles conquistadas. Em 1532, obtém o grau de licenciatura em Medicina, tomando de imediato o grau de doutor na mesma matéria.

Em 1534, redigiu o manuscrito do *Livro de Álgebra*, que só virá a publicar mais tarde. No ano de 1537, publica a sua primeira obra: o *Tratado da Sphera*, com a *Theorica do Sol e da Lua*, e o *Primeiro Livro da Geografia de Ptolomeu*, acrescidos de um *Tratado sobre certas Dúvidas da Navegação* e do *Tratado em Defensão da Carta de Marear*. Em 1542, publica o *De Crepusculis*. No ano de 1544, é nomeado professor de Matemática na Universidade de Coimbra. Em 1546, é publicado em Coimbra *De Erratis Orontii Finaei*. No ano seguinte, a 22 de Dezembro, é nomeado cosmógrafo-mor do reino. Em 1555, é eleito para proceder à reforma dos estatutos universitários. Neste mesmo ano, morre o infante D. Luís. A 4 de Novembro de 1562, aposenta-se da Universidade. Em 1566, é publicado *Petri Nonii Salaciensis Opera*, em Basileia. Logo a seguir, em 1567, é publicado o *Libro de Algebra en Arithmetica y Geometria*. Em 1571 é publicado um volume contendo o *De Crepusculis* e o *De Erratis Orontii Finaei*. A segunda edição do *Petri Nonii Salaciensis Opera* foi publicada no ano de 1573. Um ano antes da sua morte, é consultado pelo papa Gregório XIII sobre o projecto de reforma do calendário. Morre a 11 de Agosto de 1578, em Coimbra.

Podemos incluir Pedro Nunes no restrito grupo de sábios que mais terá procurado acima de tudo o rigor e a exactidão, pondo de lado quimeras duvidosas, como ele próprio terá designado a Astrologia. Foi acima de tudo um teórico, pois nunca terá participado directamente nas viagens marítimas, mas terá dado a outros a possibilidade de comprovar as suas descobertas científicas. Estudou intensamente as principais obras científicas deixadas pelos principais sábios, entre os quais Ptolomeu (de que era profundo admirador), Regiomontano e Sacrobosco.

2.2 – Trabalhos publicados sobre navegação

Passamos agora a ocupar-nos apenas dos trabalhos de Pedro Nunes dedicados unicamente à ciência e à arte de navegar. Entre os trabalhos que sobreviveram até hoje contam-se os títulos:

- *Tratado sobre Certas Dúvidas da Navegação;*
- *Tratado em Defensam da Carta de Marear;*
- *De arte atque ratione navigandi libri duo;*
- *Defensão do Tratado da Rumação do Globo para a Arte de Navegar.*

Os dois primeiros trabalhos foram incluídos no volume consagrado ao *Tratado da Sphera*, publicado em 1537, o terceiro foi publicado em Basileia, em 1566, e o último é um manuscrito que só recentemente se tornou conhecido.

No *Tratado sobre Certas Dúvidas da Navegação*, Pedro Nunes responde a algumas dúvidas que lhe foram apresentadas por Martim Afonso de Sousa na volta da viagem que fez ao Brasil.

A obra *Tratado em Defensam da Carta de Marear*, começa por um estudo muito instrutivo e muito interessante sobre as cartas náuticas, onde fala das condições que as cartas devem satisfazer:

1º Representar por linhas rectas as linhas de rumo;
2º Conservar os ângulos que estas linhas fazem com os meridianos.

Como os meridianos e os paralelos da Terra são linhas de rumo, resulta em particular destas condições que aqueles círculos devem ser representados nas cartas por dois sistemas de rectas paralelas, tais que as rectas de um sistema sejam perpendiculares às do outro.

Pedro Nunes dirige ásperas censuras aos pilotos por fazerem mau uso das cartas que levavam nas naus, pretendendo tirar delas consequências que não podiam dar. Não tem razão. Os pilotos não sabiam interpretar bem as cartas, mas conheciam que eram insuficientes para as necessidades da navegação, e o próprio cosmógrafo, apesar de os repreender, mais as atacou do que as defendeu.

Nas suas obras astronómicas e cosmográficas, na resolução dos numerosos triângulos esféricos que teve de considerar, empregou só as regras relativas aos triângulos rectângulos e o teorema dos quatro senos, divulgado por uma obra de Nassir-Eddin. Os problemas de que Nunes se ocupou foram os seguintes:

1º Determinar a hora, quando se conhece o azimute do Sol, a sua altura e a sua declinação;

2º Determinar a hora, quando se conhece o azimute do Sol, a sua declinação e a latitude do lugar da observação;

3º Determinar o azimute do Sol, quando se conhece a hora, a altura do Sol e a sua declinação;

4º Determinar a latitude do lugar, quando se conhece o azimute do Sol, a sua altura e a sua declinação.

Resolvem-se estes problemas por meio da regra dos quatro senos, aplicada ao triângulo esférico cujos vértices são o pólo da Terra, o zénite do lugar e o Sol; mas, como em cada um deles o ângulo é oposto a um dos lados dados, o problema trigonométrico correspondente pode ter uma ou duas soluções e é necessário no segundo caso recorrer a considerações estranhas para saber qual das soluções satisfaz o problema astronómico.

Consequências que Nunes tirou do estudo do primeiro e segundo problema:

1º Quando o zénite do lugar da observação está de um lado e o Sol do outro do equador, o ângulo do rumo do Sol e o ângulo horário tornam-se iguais duas vezes no dia. Nos outros casos são sempre desiguais;

2º Quando o zénite do lugar da observação está compreendido entre o equador e o paralelo que o Sol descreve, a sombra de um estilete perpendicular a um plano horizontal é duas vezes retrógrada;

3º Em cada dia do Estio o rumo e a altura do Sol tomam o mesmo valor duas vezes em horas diferentes em cada dois lugares do hemisfério setentrional; o mesmo acontece no Inverno no hemisfério austral.

Pedro Nunes deu muita importância à resolução do quarto problema acima mencionado: a determinação das latitudes dos lugares por meio das observações extrameridianas do Sol, porque muitas vezes as nuvens, encobrindo-o ao meio-dia, não permitem aplicar o método para a determinação deste elemento essencial para a navegação por meio da altura máxima desse astro.

Por isso deu um regimento que contém as regras necessárias para determinar a latitude por meio da medida da altura e do azimute do Sol a qualquer hora em todos os lugares da Terra e para todas as posições deste astro.

Para evitar aos pilotos cálculos numéricos que seria necessário efectuar para resolver o problema trigonometricamente, indicou uma construção engenhosa feita sobre uma esfera e, para medir o azimute do Sol, mandou recorrer a um aparelho composto de um círculo graduado com um estilete no centro, perpendicular ao plano do círculo, e de uma agulha magnética encerrada numa cavidade do plano do mesmo círculo.

Colocando o aparelho de modo que a direcção da agulha coincida com a direcção do diâmetro do círculo que passa pelo zero da graduação, o ângulo da sombra do estilete com a direcção da agulha, corrigido do desvio magnético, determina o azimute do Sol.

Se este desvio não é conhecido, manda recorrer a duas observações da altura do Sol e do seu azimute e, por meio de uma construção geométrica feita ainda sobre a esfera, obtém a latitude procurada. Este instrumento ficou conhecido por *instrumento de sombra*.

O tratado *De arte atque ratione navigandi*, publicado em Basileia em 1566, foi a mais importante das obras que Pedro Nunes consagrou à náutica e talvez mesmo das que antes da sua morte se escreveram sobre ciência e arte de navegação.

Algumas das doutrinas expostas são a reprodução dos seus trabalhos anteriores (carta náutica, à determinação das latitudes, longitudes e distâncias dos lugares e às linhas de rumo), mas apresentadas sob forma mais científica, e outras são por ele estudadas pela primeira vez.

Nos primeiros tratados que escreveu ensina doutrinas de náutica aos pilotos portugueses, no último divulga as suas investigações entre os homens cultos de todos os países que se interessavam por essas doutrinas. Por isso escreveu os primeiros em português e os últimos em latim.

Todos os problemas expostos aos astrónomos e cosmógrafos pela náutica daquele tempo são considerados neste tratado não só pelos métodos dos antigos regimentos, que Pedro Nunes examina e algumas vezes aperfeiçoa, mas também por métodos de sua invenção, mais científicos e aproximados, mas menos práticos, fundados geralmente em considerações de trigonometria esférica. Nestes métodos representam um papel essencial as *curvas de rumo*.

Determinada por meio da definição a forma destas curvas, demonstrou algumas das suas propriedades, expressas por desigualdades em que figuram as longitudes e as latitudes dos seus pontos e os comprimentos dos seus arcos. Não obteve propriedade alguma expressa por igualdade em que figurem aquelas coordenadas. A equação em coordenadas esféricas das linhas de rumo só foi dada no século XVII por Leibniz. Deixou-nos, porém, um método prático para suprir esta falta que permitia determinar aproximadamente a diferença das longitudes de dois pontos de uma curva de rumo, cujas latitudes sejam conhecidas, e o comprimento do arco compreendido entre estes pontos; deixou-nos um método para construir uma *tábua loxodrómica* que, dada a latitude de um lugar, determine a sua longitude e o comprimento do arco da curva compreendido entre este lugar e um lugar de origem. Deixou-nos ainda vários modos de a traçar sobre a esfera e indicações sobre o seu emprego na navegação, distinguindo entre distâncias por círculo máximo e distâncias pela linha de rumo.

O método dado por Nunes para construir a tábua loxodrómica equivale a considerar esta curva como constituída por arcos de círculos máximos, tais que os ângulos que formam com os meridianos nas primeiras extremi-

dades sejam iguais e sejam também iguais, mas de grandeza diferente do valor daqueles, aos ângulos que formam os mesmos arcos com os meridianos nas segundas extremidades.

Para se apreciar este método, convém notar que um navio não segue no mar rigorosamente uma linha de rumo, porque a agulha magnética vai fazendo pequenos desvios sucessivos para um e outro lado da direcção do rumo, que o marinheiro que maneja o leme vai corrigindo. Segue uma série de arcos de círculos máximos que formam uma linha que se aproxima tanto mais da curva de rumo quanto menores são aqueles desvios. Nunes para tratar da questão matematicamente pôs-se nas condições mais desfavoráveis, supondo todos os desvios iguais e no mesmo sentido. Este método equivale a considerar, como Ptolomeu, cada curva de rumo como composta de uma série de elementos rectilíneos, hipotenusas de pequenos triângulos formados por segmentos de paralelos e de meridianos da esfera.

Descreve um instrumento engenhoso inventado por si: o *anel náutico* para medir a altura do Sol. Vê-se neste anel uma escala que se obtém dividindo metade do seu limbo em 90 partes iguais, um orifício em forma de cunha e uma argola, para o suspender, equidistante do orifício e do zero da escala. A luz solar, penetrando pelo orifício, marca nesta escala o valor da altura do Sol, expressa em graus.

Outro instrumento que deu para medir a altura do Sol por meio da sombra de um triângulo rectângulo isósceles, perpendicular a um círculo horizontal graduado e colocado de modo que o vértice do ângulo recto coincida com o zero da divisão do círculo e um outro vértice do triângulo coincida com o centro. Orientando o instrumento de modo que a sombra do lado vertical do triângulo seja tangente ao dito círculo, a sombra da hipotenusa determina sobre ele o valor da altura do Sol.

Mas de todos os instrumentos inventados por Nunes o mais notável é o que serve para medir as fracções do grau no astrolábio e ao qual se dá o nome de *nonius*, que já tinha apresentado no tratado *De Crepusculis*. A sua invenção foi inspirada numa passagem do *Almagesto* de Ptolomeu, na qual Ptolomeu, pretendendo obter a obliquidade da eclíptica por meio da observação da altura meridiana do Sol no solstício do Estio, achou que o arco do meridiano compreendido entre os trópicos está para 360° como 11 para 83; donde deduziu o valor daquele ângulo expresso em graus, minutos e segundos.

2.3 – O cosmógrafo-mor e os homens do mar

Pedro Nunes, cosmógrafo de D. João III desde 1529 e cosmógrafo-mor do Reino a partir de 1547, foi o primeiro cosmógrafo oficial a editar obras destinadas à divulgação da náutica, ou seja, a iniciar o ensino nesse campo, dever que ficou incumbido aos cosmógrafos-mores, segundo o regulamento de 1592 [5].

No entanto, Nunes nunca foi um navegador, como ele próprio afirma, no seu *Tratado em Defensam da Carta de Marear*, quando diz: "Bem sey quam mal sofrem os pilotos que fale na Índia quem nunca foy nella: e pratique no mar quem nelle nam entrou." [1] Foi sobretudo um criador de teorias náuticas, experimentadas por outros no mar-oceano. Talvez por isso alguns dos seus trabalhos nesta área, apesar de teoricamente interessantes, não tinham aplicação em termos práticos no mar, como foi por exemplo o caso da determinação da latitude a partir do sol em qualquer hora do dia. Mais, a cartografia, o uso da bússola, a determinação da declinação e inclinação magnéticas foram muitas vezes pomos de discórdia entre pilotos e cosmógrafo: "Eu represento a ciência e esta trata de cousas certas e não falsas ou impossíveis", terá afirmado Pedro Nunes para manifestar a sua incompreensão com certas questões colocadas pelos pilotos [1].

Ainda a respeito dos pilotos, Pedro Nunes terá sido injusto ao classificá-los todos como uns ignorantes, pois nesta época muitos pilotos terão dado provas de grande instrução e perícia, como os exemplos de Bartolomeu Dias, Pêro de Alenquer, João de Santarém, Manuel Álvares, Pêro Anes, João de Lisboa, entre os mais conhecidos, mas seguramente muitos mais. No entanto, outros havia que mereciam a crítica que o cosmógrafo lhes dirigia, porque se mostravam deficientemente preparados.

Algumas das recomendações de Pedro Nunes aos pilotos terão mesmo recebido destes fortes críticas e recusas. Vejamos alguns exemplos [5]:

1) A alteração do valor da distância polar da Estrela do Norte, que Nunes insistia que fosse estimada em 4° 9′ ou 4° 10′, mas que os pilotos teimaram em recusar e continuaram a usar o valor de 3° 30′ adoptados no regimento por eles formulado, e com razão, pois este valor estava mais próximo do real do que o proposto pelo cosmógrafo;

2) A adaptação do regimento da polar à latitude do observador, com a introdução de correcções para os diversos valores da coordenada latitude; os pilotos não tiveram em conta esta recomendação, e com razão, pois para as latitudes em que normalmente navegavam essas correcções podiam ser consideradas desprezíveis, embora existissem na realidade;

3) A determinação da latitude por observação da altura do Sol tomada em duas ou três observações a qualquer hora do dia, e dos correspondentes azimutes magnéticos do Sol nessas observações; apenas se conhece uma experiência prática desde processo por D. João de Castro, mas como era uma tarefa bastante complicada não terá tido qualquer receptividade por parte dos pilotos;

4) Para efectuar a observação da altura do Sol terá Pedro Nunes proposto dois instrumentos por si inventados, o anel náutico e um novo instrumento de sombras, mas o astrolábio conseguia ser mais preciso que o anel náutico e o instrumento de sombras não era utilizável no mar devido aos balanços dos navios. Não se conhecem notícias de que qualquer um destes dois instrumentos tenha sido utilizado;

5) No *Tratado da Sphera* terá aconselhado que o cálculo da declinação do Sol se fizesse a partir de cinco

tábuas, quatro para o lugar do Sol na eclíptica e uma quinta que a partir do valor do lugar dava a coordenada celeste procurada. Este procedimento fora antes proposto por Abraão Zacuto no seu *Almanach Perpetuum,* mas como por esta via era necessário recorrer a interpolações com recurso a várias operações aritméticas, os pilotos preferiam ter tábuas em que os valores da declinação do Sol se liam directamente.

Com base nos exemplos anteriores parece-nos que Pedro Nunes, pelo facto de estar mais interessado nas suas concepções teóricas, terá descuidado a aplicação prática das suas teorias, e não nos parece que terá prestado um bom serviço à preparação dos pilotos. No entanto, existem pelo menos dois casos positivos de cooperação com os homens das navegações. Uma foi Martim Afonso de Sousa e a outra foi D. João de Castro. O primeiro terá exposto ao cosmógrafo algumas dúvidas de navegação, surgidas no decorrer da sua expedição ao Brasil em 1530-1533. Daqui surgiu o *Tratado sobre Certas Dúvidas da Navegação*, onde o cosmógrafo aborda o problema das rotas no mar (por exemplo, a loxodromia) e a sua marcação nas cartas de marear. A outra excepção positiva, talvez a mais conhecida, foi D. João de Castro, que nas suas viagens terá verificado indicações e instrumentos propostos por Pedro Nunes, nomeadamente o cálculo da latitude por duas alturas extrameridianas do Sol e a determinação da declinação magnética.

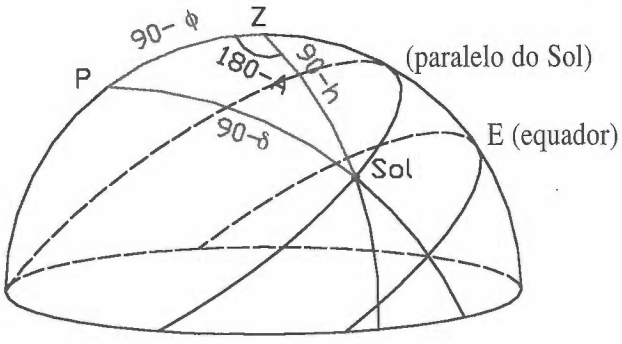
2.4 – O cálculo da latitude por alturas extrameridianas do Sol

O cálculo da latitude pela altura meridiana do Sol é um processo relativamente simples, mas que tem como inconveniente o facto de nem sempre ser possível realizá-lo. Podia acontecer que durante vários dias consecutivos o céu estivesse encoberto ao meio-dia solar. Pedro Nunes, consciente deste facto terá procurado, segundo declarações próprias, "inquirir o modo p que podesemos em todo tempo que ouuer sol, assi no mar como na terra, saber em que altura do polo" se encontra o observador [12]. Dos dois processos a que chegou, o que partia do conhecimento das alturas e dos azimutes magnéticos do Sol em duas posições extrameridianas terá sido o mais usado. D. João de Castro experimentou-o em 1538, na viagem de Lisboa para a Índia, com resultados que considerou satisfatórios.

Para a determinação da latitude por este processo é necessário dispor de um astrolábio, de um globo e ainda de um "instrumento de sombras" que permita observar os azimutes magnéticos solares. No globo, de acordo com a figura, deveria estar traçado um círculo máximo BA, graduado de 0° a 360°, no sentido de B para A, que representaria o horizonte do observador, sendo B o seu ponto norte. Fixo ao globo pelos pólos Z e N deste círculo, devia existir, bem cingido à poma, um semicírculo metálico a que se pudesse imprimir um movimento de rotação de eixo ZN, graduado de 0° a 90° a partir do ponto em que cruzava o horizonte. As tábuas solares davam a declinação do dia da operação, e as observações a realizar deviam fornecer ao piloto as alturas h_1 e h_2 do Sol (dadas pelo astrolábio) e os azimutes magnéticos A_1 e A_2 (dados pelo "instrumento de sombras") dos verticais ocupados pelo astro quando atingia aquelas alturas.

A solução do problema posto ao piloto consistia na reconstituição sobre a poma dos triângulos de posição correspondentes às duas observações feitas. Os elementos conhecidos e pedidos em tais triângulos seriam (ver próxima figura): três lados, representando o complemento da latitude a determinar (ZP = 90° – *f*), o complemento da altura (ZS = 90° – *h*) e o complemento da declinação (PS = 90° – d); e o ângulo oposto a este último lado, ou seja, o suplemento do azimute (PZS = 180° – A).

Conhecidos e recolhidos os resultados das duas observações – ou seja h_1 e A_1, h_2 e A_2 –, o piloto começaria por situar o semicírculo móvel à direita de B, de tal maneira que (primeira figura) o ponto R_1, na intersecção com o horizonte da poma, definisse com B um arco igual a 180° – A_1; e a escala do semicírculo móvel permitia então que se marcasse na poma o ponto S_1 tal que $S_1R = h_1$, figurando assim S_1 o ponto ocupado pelo Sol na esfera celeste no momento da primeira observação; com um compasso de pontas curvas de abertura 90° – *d* e centro em S_1, podia ser desenhado sobre a poma um círculo menor, sendo um dos pontos deste círculo o pólo da esfera celeste. Repetindo as operações que acabam de ser descritas para os valores A_2 e h_2, ficaria traçado no globo um outro círculo menor, também lugar geométrico das possíveis posições do pólo; e é evidente que uma das intersecções dos círculos assim desenhados (em geral suficientemente afastadas para não haver hesitações na escolha do que convinha ao caso), definia a posição do pólo P_0. Bastava então deslocar o vertical móvel até que viesse a conter P_0, para na sua escala se ler directamente o valor do arco de círculo máximo ZP_0N, entre P_0 e o horizonte, que era o da latitude procurada.



Em rigor, este método devia ser aplicado de forma a que as duas observações fossem feitas no mesmo local da esfera terrestre. Como o barco se desloca, este método apenas dá um resultado aproximado. De referir ainda que a utilização de azimutes magnéticos e não azimutes astronómi-

cos introduz ainda outro erro, pois à medida que o barco se desloca, o azimute magnético varia com a posição. No entanto, as duas causas de erro apontadas afectariam o resultado de forma a torná-lo inaceitável, sobretudo quando as duas medições da altura do Sol não fossem afastadas de muitas horas.

D. João de Castro ao testar este método terá encontrado várias deficiências: má graduação do semicírculo móvel, defeitos de esfericidade da poma, dificuldade na obtenção de valores correctos da latitude quando os azimutes fossem de poucos graus. Apesar de obter resultados bastante satisfatórios, o próprio D. João de Castro terá abandonado este método, pois era muito demorado comparativamente ao método tradicional e exigia na sua aplicação cuidados especiais.

Apesar de ter tido pouco valor para a náutica, este método tem no entanto bastante interesse do ponto de vista científico, pois revela a grande capacidade inventiva de Pedro Nunes.

2.5 – Pedro Nunes e a declinação magnética

Pedro Nunes trata a declinação magnética no *Tratado sobre Certas Dúvidas da Navegação* e no *Tratado em Defensam da Carta de Marear*, ambos publicados em 1537. O cosmógrafo critica duramente as opiniões erróneas dos pilotos quanto à variação dos fenómenos magnéticos terrestres, para logo em seguida condenar o bornear da bússola pelas estrelas como meio de se obter um valor de confiança para a declinação da agulha. Aconselha então um processo de determinar com rigor a declinação magnética que se baseava em observações de iguais alturas do Sol, antes e depois da passagem do astro pelo meridiano do lugar das operações. Pedro Nunes ensina como deveria ser construído o "instrumento de sombras": "Poderão os pilotos leuar um circulo de pao ou metal: com hum estilo perpendicular no centro: e a roda do circulo graduado como astrolábio: e sobre hum ponto do diametro fora do centro; em que esta ho estilo se farã um circulo pouco mayor que a rosa da agulha: o qual se cauara para nelle se meter [a agulha] e andar liure como conuem; e pendurarsea este estromento: per cordeys ou por outra arte: que se pode dar: para ficar ao liuel" em relação ao instrumento semelhante descrito no *Tratado da Sphera* há nesta descrição de Pedro Nunes uma diferença a assinalar: a agulha devia ser instalada numa cavidade excêntrica, a fim de ser possível ligar o estilo ao centro do círculo, e note-se que Nunes não se esquecia de chamar a atenção dos pilotos para a necessidade de nivelarem o instrumento antes da observação.

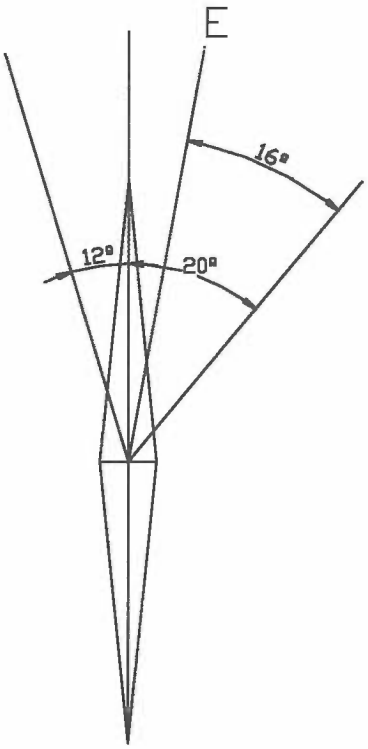
No *Tratado em Defensam da Carta de Marear* Nunes é ainda mais minucioso. Com efeito, acrescenta que a peça basilar do instrumento deveria ser construída em material: que não sofresse alterações com o tempo; que o círculo teria de ser dividido perifericamente em 360 partes iguais, lançando-se-lhe dois diâmetros "que o [repartissem] em quartas"; que o centro da cavidade construída para receber a agulha seria um ponto "a igual distância do centro e da circunferência", etc. Além destas considerações gerais, o cosmógrafo detém-se em particularidades quanto à maneira como devia ser colocada a agulha magnética no nucho que lhe era destinado, de grande interesse para se conseguirem resultados rigorosos. Assim, o eixo da agulha devia ser levado a coincidir com o diâmetro da caixa correspondente ao centro da cavidade em que ela se situava; e para isso se desenhariam, em lugares convenientes do interior da caixa, dois índices a negro: "porque nos ha de ser necessario enderençar esta agulha sobre a dita linha justamente: para mais justificaçam poremos dous põtos pretos nas paredes interiores desta caixa da agulha em dereito do seu diâmetro pera que tendo endereçada a agulha a estes põtos saibamos de certo que esta dereita com os diametros do circulo pequeno e do grãde que ambos vã per dereito".

A maneira de se utilizar este dispositivo na prática das observações magnéticas só vem referida no *Tratado de Certas Dúvidas*. O cosmógrafo segue aí sensivelmente as indicações de Francisco Faleiro (ver [12]), embora trate o caso com mais cuidado, acrescentando algumas recomendações práticas que o seu predecessor omitira, e esclarecendo a exposição com um exemplo numérico. A recomendação de mais interesse refere-se à maneira de tomar o Sol com o astrolábio: "E querendo saber no mar quanto a agulha nordesteia", tomar-se-ia a altura do Sol antes do meio-dia; "o astrolábio guardaremos assi: sem tirar o mediclinio donde esta: ate que despoys do meyo dia nos torne ho Sol a entrar pelos buracos: q he a mesma altura do sol pontualmente: e por isso guardaremos assi o astrolabio; porq soo [um erro de] meo grao daltura faz muita deferença no correr da sombra pela roda do estromento em algumas oras do dia".

Pelo exemplo de Pedro Nunes verifica-se que a graduação da roda se iniciava nas extremidades do diâmetro que passa pelo centro da cavidade feita para instalação da agulha, correndo do 0° a 90°, e nos dois sentidos, a partir de cada um desses pontos. De facto, o cosmógrafo-mor escreveu: "se antes do meio-dia havia doze graus, e depois vinte, a diferença é oito graus, e o meio quatro; estes quatro graus são os que a agulha nordesteia ou noroesteia, porque o meio-dia foi nos dezasseis". A figura explica este exemplo, mostrando que os 16° referidos no final deviam ser tomados em relação às linhas de sombra, e não contados a partir do índice dos 0° (em relação a este ponto, o meio-dia estava em 4° para nordeste).

Nos parágrafos finais do texto que estamos acompanhando, Pedro Nunes alude ainda ao processo para a determinação da declinação magnética por uma única observação do Sol, tomando a sombra do estilete à passagem do astro pelo meridiano do lugar (1º processo de Faleiro – ver [12]): "e não se pode isto alcançar no mar: verificando quando he meyo dia pela mayor altura porq per ella não se sabe quando he: e a experiencia nos amostra que esta o sol tempo notauel em que nos estrolábios que todos são pequenos: não sentimos deferenã na altura: e pelo orizonte

sentimolo craramente andar". Portanto, o cosmógrafo-mor condena a utilização do processo por considerar praticamente insensíveis no astrolábio as pequenas variações da altura do Sol quando, no seu movimento diurno, ele se deslocava nas proximidades do meridiano do lugar; à imperceptível variação da altura do Sol, que impossibilitava a fixação do instrumento no instante exacto do meio-dia, correspondia, no entanto, uma variação apreciável nas direcções da sombra, ficando o observador em dúvida sobre qual delas devia tomar.



2.6 – Loxodromia (navegação sobre uma linha de rumo)

A navegação sobre uma linha de rumo (chamada de loxodromia, em honra ao matemático português) foi sem dúvida um dos trabalhos mais notáveis de Pedro Nunes. Pedro Nunes, com a sua intuição e sabedoria, pôs definitivamente um ponto final na crença infundada (pela qual os pilotos até aí se guiavam) de que as linhas de rumo coincidiam com os círculos máximos da esfera terrestre, tal como antes tinha escrito Francisco Faleiro, na sua *Arte de Marear* [1].

Martim Afonso, regressando do rio da Prata, no Brasil, com destino a Lisboa, seguiu uma linha de rumo para leste na suposição de estar a navegar sobre um círculo máximo, esperando assim alcançar o equador em algum ponto. Ao fim de alguns dias de viagem verificou com espanto que se encontrava ainda no paralelo de partida. Ao chegar a Portugal relatou este caso a Pedro Nunes. Nunes explicou que uma linha de rumo tem a propriedade de cortar os meridianos segundo um ângulo constante, e que de todos os círculos da esfera terrestre apenas os meridianos, o equador e os paralelos gozam desta propriedade, e nenhuma outra linha de rumo é circular. Assim mostrou porque o barco de Martim Afonso se mantinha no paralelo do lugar de partida.

Pedro Nunes continuou este tema na obra *Tratado em Defensam da Carta de Marear*, escrevendo que a não coincidência entre as linhas de rumo e os círculos máximos fora notada por Ptolomeu, que, procurando a menor distância (distância por círculo máximo) entre as cidades de Corura e Palura na Índia, retirara à distância medida navegando entre as duas cidades a terça parte dessa mesma distância, para corrigir o excesso de caminho percorrido pelo barco em relação ao arco de círculo máximo cujo comprimento procurava determinar. Escreveu ainda que Ptolomeu, querendo medir a distância entre Áurea Chersoneso e Zobas, não fez qualquer correcção ao resultado da medida, por estarem estes lugares no mesmo paralelo. No entanto, Ptolomeu nunca indicou qual a forma das linhas de rumo não-circulares. Nas duas obras atrás mencionadas, Pedro Nunes apenas diz que terminam todas nos pólos da Terra, mas na obra *De arte atque ratione navigandi* acrescenta que cada linha de rumo dá um número infinito de voltas à roda de cada um daqueles pólos, aproximando-se constantemente dele.

2.7 – As cartas de marear

O desafio que enfrentavam os cartógrafos do século XVI e ao qual Pedro Nunes dedicou alguma atenção era o de construir cartas de marear em que as linhas de rumo fossem representadas na carta por linhas rectas. Deste modo, um navegador poderia ligar os pontos de partida e de chegada por uma recta, medir o ângulo entre esta recta e o norte e navegando segundo esta rota chegaria com segurança ao local de destino. Contudo, nas representações existentes até à época, uma linha recta no mapa não correspondia em geral a uma linha de rumo no mar, e deste modo a navegação tinha de ser feita de um modo empírico, incerto e sempre arriscado, e não era raro perderem-se vidas devido ao facto de os barcos não conseguirem encontrar o porto de destino. Por outro lado, os navegadores queriam determinar directamente as distâncias a partir da carta.

Pedro Nunes no seu livro *Tratado em Defensam da Carta de Marear* explica que não é possível na mesma carta preservar as distâncias e os ângulos, e expõe com clareza e rigor as condições a que as cartas de marear devem satisfazer. Segundo o próprio, estas condições são:

1) Representar por linhas rectas as linhas de rumo;
2) Conservar os ângulos que estas linhas fazem com os meridianos.

Os meridianos e os paralelos representam casos particulares das linhas de rumo e devem ser representados nas cartas por conjuntos de rectas paralelas, em que as rectas correspondentes aos meridianos devem ser perpendiculares às rectas que representam os paralelos. Estas cartas são assim constituídas por uma rede de quadrículas. Obedecem a estas regras as cartas planas já consideradas na Antiguidade por

Estrabão, Marino de Tiro e Ptolomeu. Pedro Nunes prefere este tipo de representação da esfera terrestre a todos os outros sistemas de representação conhecidos até ao seu tempo, pois satisfaz as regras por ele enunciadas, e ainda satisfaz razoavelmente o problema criado pela representação plana da Terra, desde que a carta represente apenas zonas da Terra de pequena altura. Pedro Nunes notou ainda que, quando a altura da zona aumenta, as cartas deixam de poder representar com suficiente aproximação a determinação do rumo a seguir de um lugar para outro e permitem apenas um registo empírico de rumos e latitudes de locais relativos a rotas percorridas pelos pilotos.

No entanto, o melhor que Pedro Nunes conseguiu foi aconselhar a extensão às cartas marítimas de um processo recomendado por Ptolomeu para as cartas geográficas, que consistia em decompor a carta geral da Terra em várias cartas parciais, por zonas cuja altura seria maior ou menor conforme o grau de aproximação desejado, tomando em cada zona o seu paralelo mediano. Tudo isto com o objectivo de evitar a deformação excessiva da representação na carta da superfície terrestre. Mas se este método pode ser considerado satisfatório para as cartas geográficas, é completamente inapropriado às cartas marítimas, devido sobretudo à dificuldade em passar de umas cartas parciais para as outras.

Digamos que Pedro Nunes reconheceu os defeitos das cartas planas, e enunciou com rigor os princípios a que estas cartas deviam obedecer, ficando apenas a um curto passo da solução, ou seja, de construir uma carta que preservasse os rumos. Deste modo, abriu caminho a que Gerardus Mercator (1512-1594), que estudou os trabalhos de Pedro Nunes sobre a loxodromia, se tornasse no mais famoso cartógrafo de sempre ao descobrir a representação que conservou o seu nome até aos dias de hoje, e que resolveu definitivamente o problema da representação das linhas de rumo sobre uma carta plana. A projecção de Mercator tem a propriedade de os paralelos, os meridianos e as linhas de rumo serem representados por linhas rectas no mapa, e nesta projecção os paralelos aparecem com um incremento no seu espaçamento proporcional à secante (inverso do cosseno) da latitude.

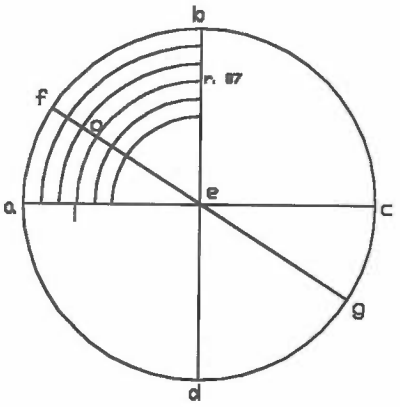
No entanto, a adopção dessa carta por parte dos pilotos não foi imediata, sendo mesmo feitas muitas críticas ao facto de nas latitudes mais elevadas as distâncias aparecerem demasiado distorcidas, em que, por exemplo, a Gronelândia (área de 2 milhões de km^2) parece ser maior que África (área de 30 milhões de km^2). Apesar das desvantagens, esta é sem dúvida a melhor representação da superfície da esfera terrestre para cartas marítimas e com o tempo passou a ser adoptada por todos os navegadores.

2.8 – O nónio de Pedro Nunes

É a Pedro Nunes que se atribui a invenção do primeiro nónio para medir fracções de grau. No entanto, Pedro Nunes não considerou o nónio como uma invenção sua, mas sim uma reconstituição de um método utilizado antes por Ptolomeu. Este processo de medição de ângulos ter-lhe-á assim sido sugerido por uma passagem do *Almagesto*, em que os antigos astrónomos determinaram que o arco do meridiano compreendido entre os trópicos está para a circunferência do mesmo meridiano como 11 para 83, e em que metade do arco corresponde ao ângulo da elíptica, ou seja, 23° 51′ 20″, como se pode ver pelo cálculo seguinte:

$$\frac{2\cdot x}{360}=\frac{11}{83} \Rightarrow x=\frac{22}{83}\cdot 90°=23°\,51'\,20''$$

Pedro Nunes terá admitido que para obter a fracção 11/83 da circunferência a partir do ângulo medido, o astrolábio utilizado teria, além da escala graduada habitual, uma segunda escala concêntrica com a primeira, em que o seu quadrante teria apenas 83 divisões iguais, e que a linha de fé da alidade do astrolábio passava pela divisão 44. No entanto, Delambre, na sua *Histoire de l'astronomie*, apresenta outra explicação possível (ver *História das Matemáticas em Portugal*, de Francisco Gomes Teixeira, p. 136) e que o autor afirma aceitar.



Passemos agora à explicação do nónio de Pedro Nunes aplicada ao astrolábio, como descrito na «Preposição III» da segunda parte do seu livro *De Crepusculis*: construa-se um astrolábio o mais perfeitamente possível. Seja por exemplo o astrolábio representado pela figura, cuja superfície plana é *a,b,c,d*, dividida em quadrantes pelos diâmetros *a-c*, *b-d*, e cujo centro seja o ponto *e*. Com centro neste ponto inscrevam-se 44 quadrantes de círculos uns dentro dos outros. O quadrante exterior *a-b* divide-se em 90 partes iguais, o interior que se lhe segue divide-se em 89 partes também iguais, o terceiro em 88, o quarto em 87, o quinto em 86, e assim por diante até ao quadrante mais interior de todos, que se divide em 46 partes iguais.

A razão de ser 44 quadrantes vem do facto de que a partir do quadrante 45 as divisões se sobrepõem às dos primeiros 44. Por exemplo: cada divisão do quadrante 45 corresponde a uma divisão múltipla de 2/90 do primeiro quadrante.

Com esta sucessão de escalas diferentes consegue-se medir com precisão fracções de grau. Vejamos um exemplo de como se obteria com exactidão a altura de uma estrela acima do horizonte com este astrolábio:

Suspendendo o astrolábio pela argola fixada no ponto *b* e dirigindo a parte *a-b* para a estrela, movimentamos a medeclina até se ver a luz da estrela pelos dois orifícios. Depois é necessário procurar qual o quadrante de círculo que é cortado numa divisão da sua escala pela medeclina, e, tomando nota das partes inteiras (tendo em conta que todos os quadrantes são quartos de círculo e, por conseguinte, têm todos 90°), faz-se a seguinte operação: multiplica-se o número das partes por 90 e divide-se este produto pelo número total de divisões do referido quadrante, e desta divisão resulta o número de graus que as ditas partes têm. Se houver resto de divisão, multiplica-se este resto por 60 e divide-se o produto pelo número total de divisões do quadrante respectivo e assim obtemos os primeiros minutos de grau, e se o resto ainda for diferente de zero pode-se repetir o cálculo anterior para obter os segundos minutos de grau, e assim sucessivamente.

Suponhamos agora que estamos a determinar com este astrolábio a altura de uma determinada estrela, e que a aresta da medeclina que passa pelo centro, e à qual os astrónomos chamam linha de fé, tem no astrolábio a posição do diâmetro *f-g* (ver figura anterior) e corte o quadrante *i-r*, de 87 partes iguais, no ponto *o*, e o arco da altura *o-i* compreenda 30 partes.

Neste caso vamos multiplicar 30 por 90, resultando 2700, dividimos de seguida este número por 87 e da divisão resulta 31°, tendo o resto o valor 3.

$$\frac{30\times 90}{87} = 31{,}03°$$

Multiplicamos o resto 3 por 60 e dividimos por 87 e obtemos 2 primeiros minutos de grau e o resto será 6.

$$\frac{3\times 60}{87} = 2{,}06'$$

Repetindo a operação anterior com o resto 6, obtém-se 4 segundos minutos, sendo o resto 12. Esta operação pode-se prolongar enquanto se quiser pelos terceiros minutos, quartos, etc., desde que o resto dê sempre diferente de zero. O resultado até aos segundos minutos fica:

$$h = 31°\ 2'\ 4''$$

O nónio de Pedro Nunes, apesar de ser uma descoberta brilhante, não era muito prático, e actualmente só se conhece um exemplar (ver figura seguinte), construído por Tycho Brahe [11]. Teve no entanto muita repercussão em vários países. Não demorou por isso a que em 1593 o jesuíta alemão Cristóvão Clávio simplificasse de forma notável este instrumento. No seu *astrolabium* substituiu os 44 arcos de circunferência de Nunes por uma segunda escala móvel, dividida em 60 partes iguais e abrangendo um arco de 61 graus do limbo do astrolábio. Cada divisória do arco auxiliar ficava com o valor de 1 grau e 1 minuto, duas divisórias tinham o valor de 2 graus e 2 minutos, e assim por diante. Deste modo, ao substituir as 44 escalas fixas de Nunes por uma móvel obteve, com medidas em minutos, o mesmo efeito que um quadrante dividido em 5400 partes iguais (90° = 5400′). Clávio aconselhava ainda a utilização de um compasso para comparar a escala móvel com a fixa [12]. Mais tarde, já no século XVII (em 1631), o belga Pierre Vernier introduziu a simplificação que conduziu ao nónio actual, ainda hoje muito utilizado, ligando a escala móvel à alidade do astrolábio, com a qual se desloca.

Na referência [4], páginas 101 e 102, pode ver-se como se poderia chegar ao nónio actual a partir do nónio de Pedro Nunes. Esta descrição é muito interessante.

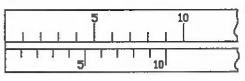
Vamos de seguida observar como funciona o nónio actual, com as alterações propostas por Vernier, mas agora aplicado a uma escala linear (o processo é o mesmo para uma escala angular) num instrumento actual muito vulgar nas oficinas.

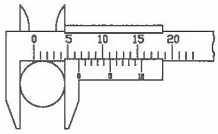
Duma maneira geral, pode definir-se a natureza do nónio actual pela fórmula:

$$N = \frac{D_n - D_R}{D_n} \qquad (\textit{no caso do nónio mais usado, } N = \frac{10-9}{10} = \frac{1}{10})$$

em que D_n é o número de divisões da régua do nónio que correspondem a D_R divisões da régua principal. Nas figuras seguintes pode ver-se o nónio mais usado actualmente, em que 10 divisões da régua do nónio correspondem a 9 divisões da régua principal, e cada divisão da régua do nónio corresponde a 0,9 unidades de medida. A diferença entre os dois primeiros traços das duas escalas é dada por:

$1 - 0{,}9 = 0{,}1$ *unidades de medida da régua principal*





Na figura da direita pode ver-se a aplicação directa do nónio sem necessidade de cálculos. Basta reparar em qual dos traços da régua do nónio coincide com um traço da régua principal, e lê-se logo o valor da medição. Na figura da direita esse valor é 6,6 unidades de medida da régua principal. Isto pode ser facilmente confirmado através de um simples cálculo:

$$6 + n\times\frac{1}{10} = 6 + 6\times\frac{1}{10} = 6{,}6 \textit{ unidades de medida}$$

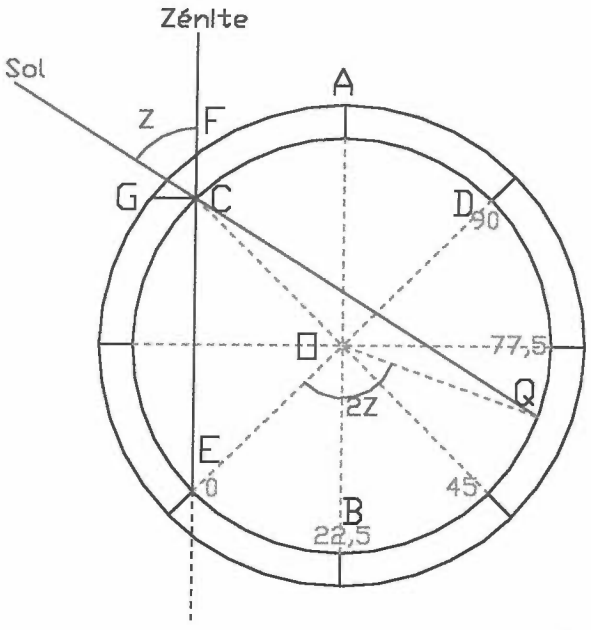
em que n representa o número de unidades da régua do nónio até à sobreposição das duas escalas. Neste exemplo, $n = 6$. Resta dizer que no caso de uma escala angular o nónio comporta-se exactamente da mesma forma.

Comparando o nónio de Nunes com o actual, achamos que o nónio de Nunes tem o essencial do nónio, mas de uma forma rudimentar e pouco prática. Digamos que, inspirado por Ptolomeu, Nunes pôs o problema da avaliação das fracções de grau nas medições efectuadas com o astrolábio, e encontrou uma solução, mas pouco prática. Clávio e Vernier o que fizeram foi um aperfeiçoamento de

uma ideia já existente, por isso achamos justa a atribuição da invenção do nónio a Pedro Nunes.

2.9 – O anel náutico

O anel náutico, também chamado de anel astronómico ou de anel graduado, foi inventado por Pedro Nunes e aparece descrito pela primeira vez na obra *De arte atque ratione navigandi libri duo*, no capítulo dedicado aos instrumentos pelos quais se podem obter as alturas dos astros. Esta afirmação é confirmada por André Garcia de Cespedes no seu livro *Regimento de Navigación* [12].
Este instrumento, que apenas podia ser usado para observações solares, era composto por um anel de secção circular (podendo também fazer-se de secção quadrada) dotado de uma argola no ponto A de modo a ficar suspenso por este ponto. Num ponto C tal que o arco OAC faça um ângulo de 45°, devia ser feito um orifício da menor largura possível, aberto segundo a secção FGC. Depois, o semicírculo ODE oposto ao ponto C deveria ser graduado de uma das seguintes maneiras: para ler directamente a distância zenital, teria de ser graduado no sentido de E para D de 0° a 90° (de acordo com a figura) ou para ler directamente a altura, no sentido de E até D, mas agora de 90° a 0°.

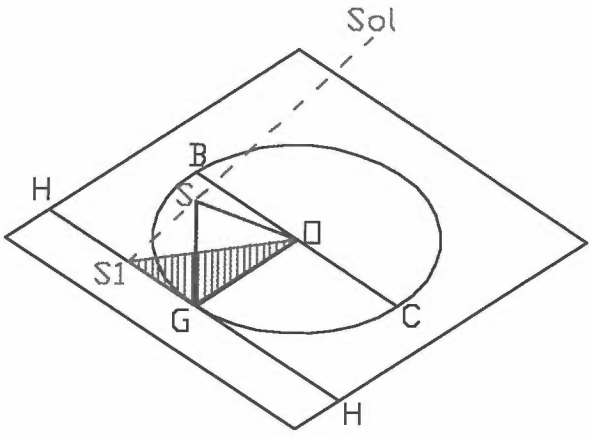


Para utilizar o anel náutico, o observador deveria suspendê-lo da argola A e rodá-lo até que o seu plano coincidisse com o plano vertical do Sol. Um raio de luz atravessaria assim o orifício e projectar-se-ia sobre um ponto Q da escala graduada ED, onde se leria a coordenada procurada.

Pedro Nunes, ao descrever este seu instrumento, menciona que "os graus da altura são neste instrumento duas vezes maiores do que seriam se sobre o centro rodasse uma alidade, como vemos no astrolábio habitual. Na verdade, de dois ângulos iguais aquele que está na circunferência do círculo contém um arco duplo do que tem vértice no centro". Comparando a escala do anel náutico com a do astrolábio, compreende-se facilmente o que Pedro Nunes nos diz. No entanto esta vantagem é apenas relativa, pois um raio de sol ao projectar-se na escala aparece como um círculo de luz e não um ponto, por mais pequeno que se fizesse o orifício. Mais: quanto maior for o anel náutico maior será esse círculo, tornando difícil ou mesmo impossível uma leitura muito precisa. Assim, o anel náutico teria de ser construído sempre de pequena dimensão, sacrificando a clareza da escala, ao contrário do astrolábio, que podia ter um tamanho bem superior, e deste modo permitir leituras mais exactas.

Segundo [12] não existem quaisquer indicações de este instrumento ter alguma vez sido usado no mar, referindo no entanto que deve ter sido usado pelo menos algumas vezes. Ainda segundo [12], no século XVIII alguns construtores ingleses, como, por exemplo, E. Nairne e John Seller, terão provavelmente lançado no mercado anéis graduados, pois o nome aparece em alguns catálogos. Ainda nos anos setecentos, Jorge Ruan, oficial da marinharia de guerra espanhola, usou um anel nos trabalhos geodésicos da medição de um arco de meridiano, trabalho que decorreu na então colónia espanhola do Peru, e em que participou integrado na expedição franco-espanhola encarregada de levar a cabo aquela missão. Jorge Ruan declara no seu relatório ter feito observações solares com este instrumento, mas com resultados pouco satisfatórios. Estes exemplos mostram-nos que embora tivesse sido posto de parte pela maioria dos navegadores, o anel náutico de Pedro Nunes ainda não estava completamente esquecido em meados do século XVIII.

2.10 – O instrumento de sombras



O instrumento de sombras foi aconselhado por Pedro Nunes para a medição das alturas do Sol, designando-o por "instrumento jacente no plano", tendo o nome por que é conhecido actualmente sido atribuído por D. João de Castro, que o usou no decurso de uma das suas viagens. Segundo [12], a ideia poderá ter sido adaptado do gnómon da Antiguidade e de certas exposições de textos medievais. O instrumento compunha-se de uma base plana de forma

rectangular, onde com centro em O se desenhava um círculo OCBG (conforme a figura), sendo BC o diâmetro paralelo a um dos lados da base e G o extremo de um raio perpendicular ao diâmetro BC. Os quadrantes BG e CG deviam ser graduados de 0° a 90°, de B para G e de C para G, para o caso em que se preferia fazer observações de alturas do Sol (para as distâncias zenitais a graduação deveria fazer-se em sentido contrário). Por fim, marcava-se na base a linha HH´, tangente ao círculo no ponto G, e introduzia-se na base o triângulo rectângulo OGS (feito em madeira ou metal), com os catetos de comprimento igual ao raio do círculo, e com o ângulo recto a coincidir com o ponto G.

Para observar a altura do Sol era apenas necessário nivelar horizontalmente o instrumento, e depois rodá-lo de forma a que a sombra GS_1 do cateto GS do triângulo coincidisse com a linha HH', e para esta posição a sombra S_{10} da hipotenusa intersectaria a escala do quadrante graduado BG onde se podia ler directamente a altura do Sol.

Este instrumento foi repetidamente utilizado por D. João de Castro, e foi com ele que o mesmo D. João de Castro pôde experimentalmente comprovar a regra da "altura do Sol a toda a hora", que fora proposta pelo cosmógrafo-mor e que se baseava em duas alturas extrameridianas do Sol. Apesar dos resultados satisfatórios obtidos por este navegador, e dos louvores que escreveu no seu livro *Roteiro de Lisboa a Goa*, os pilotos continuavam a preferir os instrumentos que lhes forneciam directamente as alturas necessárias para o cálculo da latitude, bem como os regimentos que permitiam calcular a latitude com uma só operação. Como o instrumento de sombras era para ser usado na determinação da latitude a partir de duas alturas extrameridianas do Sol, e portanto exigir várias operações para a determinação da latitude, é compreensível que os pilotos se mostrassem indiferentes às vantagens deste instrumento, mesmo depois dos louvores que lhe dedicou D. João de Castro.

3. CONCLUSÃO

Após este nosso breve estudo sobre as principais contribuições de Pedro Nunes para os avanços na arte de navegar, podemos agora tirar algumas conclusões. Os trabalhos aqui analisados revelam uma grande preocupação com o aspecto teórico dos problemas que ele tenta resolver, e muitas vezes os processos e instrumentos por ele aconselhados revelam-se ineficazes na prática. Vários instrumentos e técnicas quase nunca foram usados, como por exemplo o anel náutico e o cálculo da altura do Sol a qualquer hora do dia. Outros há que sobreviveram até aos nossos dias, como o nónio (que ainda hoje é muito usado, apesar de não ser a versão proposta por Nunes, mas a versão melhorada de Vernier). A loxodromia é hoje uma técnica de navegação correntemente utilizada. Parece-nos mais correcto afirmar que a contribuição de Pedro Nunes para a navegação foi muito importante do ponto de vista científico, e menos importante do ponto de vista prático. Isto significa que, apesar de serem poucos os casos em que as suas descobertas foram aceitas com agrado por parte dos homens do mar, temos de reconhecer que a sua obra neste campo foi muito vasta e, apesar de pouca aplicação prática, tinha muito valor, do ponto de vista teórico, para a ciência. Tendo em conta que a obra de Pedro Nunes não se limitou à náutica, mas abrangeu quase todas as áreas das ciências do seu tempo, e que algumas das suas publicações tiveram grande sucesso na Europa, sendo mesmo citado por vários outros grandes sábios, consideramos que Pedro Nunes foi um dos maiores génios do seu tempo, e só é pena que os caminhos que ele abriu para a ciência em Portugal não tivessem continuidade por outros após a sua morte.

4. BIBLIOGRAFIA

1. *Vida e Obra de Pedro Nunes*, por Manuel Sousa Ventura, Biblioteca Breve, 1985.
2. *Pedro Nunes, Ímpar na Hispânia Quinhentista*, por Jorge A. Sampaio Martins, Departamento de Matemática da U. C., Jan. de 2002.
3. *História das Matemáticas em Portugal*, por Francisco Gomes Teixeira, Academia das Ciências de Lisboa, 1934.
4. *A Sciência Náutica dos Pilotos Portugueses* (2 volumes), por L. de Morais e Sousa, Imprensa Nacional, 1924.
5. *A Náutica e a Ciência em Portugal, Notas sobre as Navegações*, por Luís Albuquerque, Gradiva, 1989.
6. *Trigonometric Delights*, por Eli Mahor, Princeton, 2002.
7. *Introdução à Astronomia e às Observações Astronómicas*, por Máximo Ferreira e Guilherme Almeida, Plátano, 1995.
8. *Introdução à História Dos Descobrimentos Portugueses*, por Luís de Albuquerque, Biblioteca Universitária, 3ª edição.
9. *Tecnologia Mecânica*, vol. I, 10 ed., por Acácio Teixeira da Rocha, Coimbra Editora, 1989.
10. *L'Astronomie Nautique au Portugal a l'époque des grandes découvertes*, por Joaquim Bensaúde, Akademische Buchhandlung von Max Drechsel, Bern, 1912.
11. *Panegíricos e Conferências*, por Francisco Gomes Teixeira, Imprensa da Universidade, Coimbra, 1925.
12. *Instrumentos de Navegação*, por Luís de Albuquerque, Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos, Lisboa, 1988.
13. *Curso de História da Náutica*, por Luís de Albuquerque, Livraria Almedina, Coimbra, 1972.
14. *Ciência e Experiência nos Descobrimentos Portugueses*, por Luís de Albuquerque, Biblioteca Breve, Instituto de Cultura e Língua Portuguesa, Lisboa, 1983.
15. *Cartografia e Cartógrafos Portugueses dos Séculos XV e XVI*, vol I, por Armando Cortesão, Edição de Seara Nova, Lisboa, 1935.
16. *Portuguese Books on Nautical Science from Pedro Nunes to 1650*, por Luís de Albuquerque, Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa, 1985. Centro de Estudos de História e Cartografia Antiga.
17. *Lisboa, Expo' 98. Catálogo Oficial do Pavilhão do Conhecimento dos Mares*, Exposição Mundial de Lisboa, 1998.

Antigos Saberes e o Futuro Geracional dos Recursos Alimentares Marinhos

Trabalho realizado por:
- *Carlos Edgar Costa*
- *Nelson Costa*

Instituto Superior Politécnico de Viseu
Escola Superior de Enfermagem

Introdução

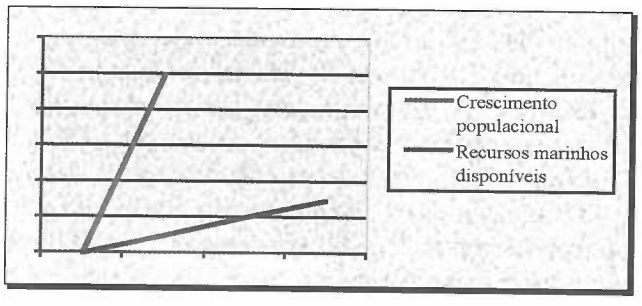
No mundo desenvolvido o crescimento em progressão geométrica da população tende a transformar-se em crescimento em progressão aritmética devido a diversos factores económicos e sociais. O consumo dos recursos alimentares marinhos passou a ter um crescimento exponencial, se bem que a população do mundo desenvolvido não tenha aumentado demasiado, ao contrário da dos países em vias de desenvolvimento e pouco desenvolvidos. A verdade é que o mesmo número de habitantes consome hoje mais recursos alimentares marinhos que há 50 anos, daí que o consumo cresça de forma exponencial. Por outro lado, o crescimento dos recursos alimentares mantém o seu crescimento aritmético.

Os estilos de vida do homem moderno impõem um aumento dos resíduos líquidos, das agressões ao meio marinho, em que em muitos casos são libertados directamente nos oceanos. Este facto coloca desde logo em causa a qualidade dos recursos alimentares e altera os ecossistemas marinhos dificultando o restabelecimento dos *stocks* alimentares.

O crescimento populacional e as necessidades alimentares

De acordo com Malthus, a população humana tende a crescer para além das possibilidades do meio, cresce *exponencialmente*, ao passo que os recursos alimentares marinhos crescem em *progressão aritmética*. Há pois lugar para um *desequilíbrio*.

Quadro I
Crescimento da população e dos recursos marinhos disponíveis de acordo com Thomas Robert Malthus.



Por outro lado, Darwin, assente nestes princípios defendidos por Malthus, refere que é enorme a possibilidade de ocorrência, na Natureza, de uma selecção consumada pelos factores ambientais (competição pelo alimento, fuga dos predadores), que ele próprio designou por *selecção natural*. A selecção natural surge assim para restabelecer o *equilíbrio ambiental*.

É nosso entendimento que o homem varia no corpo e na mente e que as variações são determinadas, tanto directa como indirectamente, pelas causas que obedecem às mesmas leis gerais dos animais inferiores.

Ao longo das suas migrações, o homem ancestral foi-se estabelecendo pelo planeta inteiro. Neste enorme percurso foi sujeito à mudança de situações, facto que deve ter contribuído para a mudança de hábitos.

Os primeiros antepassados devem ter tido também a tendência, como todos os outros animais, a ter um incremento além dos seus meios de subsistência, e por isso extemporânea e irregularmente devem ter sido expostos a uma luta pela existência e, consequentemente, a uma rígida e profunda selecção natural. Desta forma devem ter ficado variações benéficas de todos os géneros e terão sido eliminadas as danosas.

Acção directa e definitiva da mudança das condições ambientais

Não se pode negar que as condições ambientais, quando sofrem alterações, produzem alguns efeitos no organismo, efeitos esses que muitas vezes são de uma amplitude considerável. Altera-se portanto o equilíbrio que rege as leis naturais às quais estamos submetidos, mas Darwin afirma ainda que a mudança das condições produz uma quantidade quase indefinida de variabilidade flutuante, que de qualquer modo torna toda a estrutura flexível às mudanças.

Ecossistemas humanos

Os ecossistemas humanos caracterizam-se sobretudo pela sua biocenose, que integra os homens, que são em si uma formação social ou sociedade historicamente determinada.

Ao contrário dos animais e vegetais, este subconjunto não tem apenas necessidades biológicas, tem também carências que lhe derivam da natureza consciente, assumindo por isso comportamentos elaborados.

Como as plantas e os animais acumulam fitomassa e zoomassa, respectivamente, as espécies ecoculturais acumulam antropomassa, que compreende matéria viva, os homens (*antropomassa natural*), e tudo o que resulta do seu trabalho (*antropomassa artificial*); numa população

que tenha as condições ideais, o seu crescimento vai ser exponencial (crescimento da antropomassa natural), logo o consumo de energia (consumo de recursos alimentares marinhos) por este ecossistema vai disparar exponencialmente.

Nas antropocenoses primitivas, onde as alfaias eram rudimentares, este coeficiente não ia além de 9,6. O mesmo coeficiente sobe para 11,2 na chamada "agricultura à enxada", para 53,5 na "agricultura de regadio" e para 210 na "agricultura industrial", onde os factores de produção são elevados, como é o exemplo das máquinas e dos combustíveis fósseis.

Como os ecossistemas naturais, os ecossistemas humanos também evoluem, podendo (ou não) atingir o *clímace*.

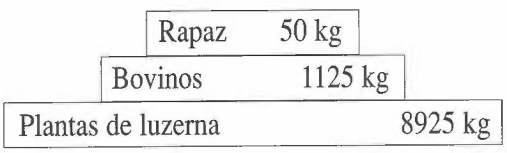
Clímace e regressão

O primeiro "grito de alarme" de que o homem perturbava o comportamento da biosfera foi dado em 1972, quando o chamado Clube de Roma, através do famoso relatório MIT, confirmou de vez as suspeitas de uma grande crise; excesso de população, que crescia e cresce acima da taxa conveniente (crescimento exponencial), a industrialização, a poluição acumulada diariamente nos mares e rios, nas cidades, no solo e na atmosfera.

A antropomassa artificial atingiu assim uma dimensão enorme em algumas formações sociais, ao ponto de começar a invadir as actividades em curso, aumentando o metabolismo externo para valores de 300 mil calorias diárias *per capita*.

Outra prova concludente da dissipação energética é dada em algumas antropocenoses através dos seus hábitos alimentares, satisfeitos ao longo de longas cadeias tróficas. Como exemplo, podemos referir que um peixe quando não é cozinhado de imediato, para ser transformado em farinha, que vai fertilizar a terra, de onde se colhe a forragem, que vai alimentar a vaca, de onde se retira o bife, é sem dúvida um bom exemplo da lógica consumista, do lucro, do acto económico que nos dias de hoje prevalece aos interesses ambientais.

Figura I
Exemplo de pirâmide ecológica de biomassa.
Cadeia alimentar (Luzerna – Bovino – Rapaz), área de 10 acres, um ano, em escala logarítmica.



1_10_10²

(de acordo com Neves (2002), p. 9)

A antropocenose urbana, nos dias de hoje, não tem energia suficiente para suportar o metabolismo externo da antropomassa, os recursos naturais encontram-se à beira do esgotamento, não consegue produzir alimentos para a população existente nem evita a poluição da biosfera. A partir deste cenário podemos dizer que a antropocenose urbana tem pervertido os processos biológicos, correndo o risco de entrar em *regressão*.

O *desenvolvimento sustentável*, a procura do *equilíbrio natural* estável entre o homem e a Natureza, é e sempre será a *chave* para esta inversão que se está a processar.

Poluição marinha

Para além da pesca, a acção do homem no mar cinge-se às actividades que se desenvolvem no ecossistema marinho, na sua proximidade, e aos produtos das suas actividades, que afectam e chegam às bacias de drenagem marinha.

A acção poluidora do homem nos ecossistemas marinhos leva a que haja uma redução dos *stocks* devido à *mortalidade maciça*, provoca um declínio ou mudanças graduais na *composição dos ecossistemas*, aumenta a possibilidade de ocorrência de *patologias* nos peixes, deteriora a *qualidade dos alimentos* dos peixes e altera as *taxas de crescimento* dos peixes, reduzindo-as.

De acordo com Gesamp (1986), citado por Caddy (1996), em *Les Ressources marines vivantes et leur développement durable*, todos os seres possuem uma "capacidade ecológica", que se resume à capacidade que um ser vivo tem para se adaptar a uma transformação causada pelo homem. Por outro lado, o mesmo autor refere que o meio marinho tem uma *capacidade limitada* para absorver os "produtos transformados" sem ser alterado, e esta capacidade pode ser quantificada. Refere ainda que um certo nível de contaminação não produzirá efeitos inaceitáveis sobre os recursos biológicos marinhos e termina referindo que o impacto nos recursos marinhos depende, em grande parte, da sua *localização e intensidade*, quer se trate de uma descarga deliberada ou acidental.

Os recursos marinhos

Ao longo do tempo tem-se pensado que os recursos marinhos têm a capacidade de restabelecer a sua abundância inicial, antes da exploração. Mas a verdade é que os níveis dos *stocks* marinhos para restabelecerem a sua capacidade inicial, após um período de pesca intensiva, terão de ver o número de capturas reduzido, mas também deverão ter uma melhoria das condições do ecossistema marinho. Nos dias de hoje assiste-se a uma *sobrepesca* dos recursos graças a técnicas de localização cada vez mais evoluídas, à *perda de habitats* devido em grande medida às técnicas de captura e, segundo nos refere Neves (2002), a um *desperdício*, pois cerca de 25% do pescado é lançado ao mar morto ou moribundo. Perante este quadro, a recuperação/preservação das espécies marinhas terá de passar por planos bastante elaborados.

A recuperação, bem como a preservação, dos recursos alimentares marinhos passa assim por uma adopção de *novos estilos de capturas*, *redução dos resíduos*, *eliminação de resíduos*, *restauração de ecossistemas degradados*, *aquacultura marinha*, *utilização ecológica das matérias secundárias*, *produtividade sustentável*, dotação das zonas costeiras com *minerais ferrosos* (aumentando a quantidade de fitoplâncton disponível), *aquacultura em alto mar*, *biotecnologia*, a utilização de *recifes naturais* para proteger as espécies mais jovens e não só, aumento da diversidade de *produtos manufacturados* à base de peixe, *educação ambiental* nas escolas e, para o cidadão comum, aumento do *conhecimento marinho*, *vigilância e fiscalização* das embarcações pesqueiras e o *tratamento de resíduos líquidos*.

Segurança dos produtos alimentares marinhos

Os consumidores estão cada vez mais alertados para a qualidade do peixe e as próprias leis governamentais são cada vez mais rígidas para garantir a qualidade. Fruto desta complexidade e rigidez surge o incumprimento dos chamados países em desenvolvimento, que não têm capacidade para respeitar e fazer cumprir estas normas mínimas, estabelecidas através do *Codex Alimentarius de la FAO/OMS* (FAO/WHO, 1993).

A descarga de metais pesados e de dioxinas leva a uma acumulação nas cadeias tróficas de produtos tóxicos, que levará, inevitavelmente, a alterações na qualidade dos produtos do mar.

A contaminação dos ecossistemas terrestres e costeiros e, por conseguinte, aquáticos/marinhos por bactérias patogénicas e vírus libertados por efluentes e descargas ilegais é o maior problema no mundo inteiro. As substâncias nutritivas que surgem nestes mesmos efluentes favorecem a proliferação de microrganismos flagelados (marés vermelhas), que podem contaminar peixes e invertebrados.

Neste quadro, a qualidade dos recursos marinhos está em risco, pois as agressões ao meio marinho são uma constante em *crescimento exponencial*.

Conclusão

O crescente consumo dos recursos alimentares marinhos por parte da população mundial leva a um aumento das capturas, muitas vezes efectuadas à margem das recomendações mundiais. Por outro lado, os consumidores são cada vez mais exigentes e selectivos no consumo de alimentos. As populações marinhas não têm tempo de se recompor das capturas a que são sujeitas e as agressões ao seu meio dificultam, ainda mais, a sua recuperação.

Bibliografia

• ANDRADE, Inácio Rebelo de, "A evolução dos ecossistemas humanos." I.N.I.C. – Centro de Economia Agrária e Sociologia Rural – Universidade Técnica de Lisboa, Separata de Economia e Sociologia, n.º 34.

• *"Atlas des ressources biologique des mers."* FAO, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et la l'agriculture, Département de Pêches, 4.ª edição, Rome, 1981.

• CADDY, J. F. e GRIFFITHS, R. C. e, *Les Ressources marines vivantes et leur développement durable.* Document Technique sur les Pêches, FAO, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et la l'agriculture, Rome, 1996.

• DARWIN, Charles, *A origem do homem e a selecção sexual.* Ed. Hemus, São Paulo, 1974.

• NEVES, J. A. M., *Apontamentos sobre Ecologia.* Edição do Autor, Viseu, 2002.

• MALTHUS, Thomas Robert, *Ensaio sobre o princípio da população.* Ed. Koogan, Rio de Janeiro, 1999.

Pedro Nunes e as Linhas de Rumo

Trabalho realizado por:
- *Paulo Jorge Antunes Nunes*
- *Ricardo José Borges Lopes*

Escola Naval
Departamento de Marinha

Introdução

Com o início do século XXI, cada vez mais é importante olhar para trás e recordar quem ajudou a construir o presente e por consequência directa o futuro! Nós, os Portugueses, sempre fomos um povo de descobridores, inventores e de inovadores, mas principalmente, sempre fomos um povo de navegadores.

Com o advento da tecnologia, a navegação foi-se tornando cada vez mais fácil. Mas em certas ocasiões nem todas as tecnologias juntas nos valem. É nestas ocasiões que temos de olhar para trás e buscar auxílio junto de métodos centenários, mas com grande utilidade no presente.

Com o aproximar da passagem do quinto centenário do nascimento de Pedro Nunes, é crucial uma referência reconhecida e grata ao seu trabalho e obra, com a qual iluminou as mentes do passado e continua a impressionar as mentes do presente.

Pedro Nunes foi um dos que ajudaram a construir a percepção que hoje temos de certos assuntos, como as linhas de rumo, as cartas de navegar, a ocorrência de certos fenómenos astronómicos... e muitos mais.

Possuidor de inegável génio e conhecedor dos postulados clássicos sobre geometria e matemática, foi a sua função de cosmógrafo que o obrigou a trabalhar estreitamente com pilotos e navegadores portugueses que sulcavam os mares do Mundo em busca de riquezas e fama. Esta ligação estreita levou Pedro Nunes a conhecer as dificuldades presentes na navegação da época assim como dos erros cometidos por alguns pilotos ou navegadores da época.

Pedro Nunes pode ser considerado como um "pai" da matemática em Portugal, através das suas obras; ao ligar profundamente a sua obra às ciências náuticas deu início a uma explosão de novas formas de fazer ou de entender uma das mais antigas artes do mundo: a capacidade de navegar e saber onde se encontra.

A matemática era usada pelo nosso excelente cosmógrafo na ciência náutica, porque, para ele, "a matemática é uma ciência de que o espírito se serve para claramente explicar os assuntos, mediante princípios certíssimos e de evidência superior". O âmbito da utilização da matemática e da geometria, com Pedro Nunes, deixa-se de restringir aos fenómenos celestes e ao espaço supralunar, mas vai ajudar a demonstrar os fenómenos da natureza, tanto no plano da astronomia, como no da geografia e da náutica.

A representação das linhas de rumo foi um dos mais interessantes temas de matemática estudados por Pedro Nunes até à exaustão. Uma linha de rumo pode-se entender como uma curva sobre uma esfera, tendo esta traçados sobre ela meridianos, ou seja, círculos máximos passando por dois pólos; a curva sobre a esfera vai cortar todos os meridianos segundo um mesmo ângulo. Este tipo de curva é de uma importância crucial para a navegação porque a maneira mais fácil de navegar em mar alto é obrigar o barco a manter um ângulo constante com o norte da agulha ou da bússola – este tipo de rota é uma linha de rumo. Todos estes conceitos estão presentes nas obras dedicadas por Pedro Nunes à náutica. Para o seu estudo ele recorreu à obra de Ptolomeu, que vai conferir aos seus trabalhos uma maior aceitação pela comunidade científica da época.

Igualmente importante é a parte do trabalho de Pedro Nunes dedicada a questões de cartografia. Pedro Nunes enuncia como propriedade desejável para as cartas que nestas as linhas de rumo sejam representadas por linhas rectas. A vantagem inerente para a navegação é evidente: unindo o ponto de partida e o ponto de chegada, numa tal carta, por um segmento de recta, obtemos o rumo a seguir.

Para terminar esta breve introdução podemos dizer que as obras de Pedro Nunes sobre a ciência náutica foram sobretudo, pelo seu rigor e precisão, elaboradas através de matemática pura. Estes trabalhos, como iremos ver, pouco ou nenhum interesse terão tido para as navegações da época, tendo sido condicionadas pelos ventos e correntes, assim como pela incerteza na posição correcta do navio. Mas são as características que, na época as derrubaram que agora, no presente e no futuro, irão elevar as suas obras à grandeza e reconhecimento merecido.

Pedro Nunes foi um incompreendido ao qual se aplica o seguinte pensamento: "não há nada mais prático que uma boa teoria".

Pedro Nunes (1502–1578)

Pedro Nunes foi um homem brilhante, que nasceu em Alcácer do Sal em 1502. Descendente directo de judeus, comunidade de onde saíram algumas das mais cultas e proeminentes personagens da História (que muito contribuíram para o desenvolvimento da ciência), Pedro Nunes em nada lhes ficou atrás mesmo demonstrando uma leve demarcação do ideal judaico.

Entre 1521 e 1522 estudou em Salamanca, naquela época um importante centro cultural, onde terá contactado

com as Matemáticas, com as obras de Ptolomeu e outros autores clássicos de renome e com disciplinas como a Teoria da Esfera, Aritmética, Geometria e Perspectiva. Obteve a licenciatura em Artes, pedra basilar para quem pretendesse seguir carreira na área de Ciências.

Em 1525 é convidado por D. João III para leccionar Matemática na Universidade de Lisboa.

Será importante a data de 1527, ano em que Pedro Nunes dá aulas a Martim Afonso de Sousa (até 1530) e a D. João de Castro. A 16 de Novembro de 1529 é nomeado cosmógrafo do reino; a 4 de Dezembro do mesmo ano torna-se lente substituto da cadeira de Filosofia Moral. Em 1531 lecciona Lógica na Universidade em Lisboa. A 23 de Fevereiro do ano de 1532 obteve o grau de doutor, através de uma licenciatura em Medicina, na cidade de Lisboa. Não poderemos esquecer que nesta época a Medicina estava amplamente ligada à Astrologia e ao estudo das Ciências.

A docência desenvolvida por Pedro Nunes ainda abarcava mais áreas, como a Metafísica. No entanto, cerca de 1532 interrompe as suas funções de docente para se dedicar por inteiro à sua função de cosmógrafo, sendo nessa altura que, aproveitando os seus enormes conhecimentos matemáticos (nomeadamente na área da geometria e trigonometria esférica), se lança na procura de esclarecimentos para as dúvidas que lhe foram colocadas por personagens ilustres como Martim Afonso de Sousa, seu discípulo, e dos mais conceituados navegadores da época. Foi nessa altura ainda que traduz e melhora, através de anotações e comentários, obras de conceituados autores, como é o caso de *Sphera* de Joannes de Sacrobosco. Em 1534 redige um manuscrito do *Livro de Álgebra*. Juntamente com a tradução do *Tratado da Sphera*, que foi publicado em 1 de Dezembro de 1537, foram impressos dois importantes tratados, que demonstram a genialidade criadora de Pedro Nunes, sendo eles: *Tratado sobre Certas Dúvidas de Navegação* e o *Tratado em Defensam da Carta de Marear*. Neles podemos verificar a ponte criada por este homem entre a matemática e a náutica; Pedro Nunes vai tentar esclarecer as dúvidas que lhe foram postas por Martim Afonso de Sousa e estabelecer as condições que deveriam ter as cartas de marear, abordando ainda outras temáticas de elevada relevância para a Navegação. Em 1544 é nomeado regente da cadeira de Matemática da Universidade de Coimbra, cargo que ocupa até 4 de Novembro de 1562. A 22 de Dezembro de 1547 é nomeado cosmógrafo-mor do Reino, como reconhecimento pelo valoroso trabalho desenvolvido até então.

Nos anos seguintes a 1562, Pedro Nunes publica várias obras, sendo um marco importante a data de 1571, ano em que é publicado o *De Crepuscullis* (para alguns a sua obra-prima) e o *De Erratis Orontii Finaei*, obras escritas em latim que tinham como objectivo a apresentação dos seus trabalhos à comunidade científica do seu tempo.

Em 1568 é chamado pelo rei D. Sebastião a reformar os pesos e medidas do Reino e em 1577 é consultado pelo papa Gregório XIII para se pronunciar sobre o projecto de Reforma do Calendário, facto que atesta o prestígio alcançado por Pedro Nunes a nível internacional.

No ano de 1576 fixa residência em Coimbra, cidade onde viria a falecer dois anos depois, na data de 11 de Agosto de 1578.

Os tratados de Pedro Nunes

Pedro Nunes foi essencialmente um homem teórico, que procurava demonstrações matemáticas e geométricas, de elevado rigor científico, descrevendo teorias e inventando instrumentos; teorias e instrumentos depois testados pelos navegadores nas suas viagens, sofrendo a avaliação dos mesmos. Um bom exemplo desta relação de mutualismo foi a criada entre Pedro Nunes e D. João de Castro, de que falaremos mais à frente.

Da leitura da sua biografia, apercebemo-nos de que os principais conhecimentos de Pedro Nunes surgiram das influências que este adquiriu, através de obras clássicas de autores gregos e medievais, com que terá contactado durante a sua estada em Salamanca.

As obras de Pedro Nunes podem ser divididas em duas secções: traduções e comentários e obras originais, através do desenvolvimento de teorias próprias. No primeiro caso, temos o *Tratado da Esfera,* publicado em 1537, onde Pedro Nunes traduziu para português a obra *De Sphera*, escrita em latim no século XIII pelo autor inglês Joannes Sacrobosco, que teria muitas influências de Ptolomeu e Alfragano, e representava um importante manual de Cosmografia e Astronomia no seu tempo. No entanto, Pedro Nunes não se limitou a traduzir, mas, sim, pulverizou o texto com numerosas anotações e comentários pessoais, tanto de rectificação, esclarecimento e actualização do texto, como de erudição e crítica.

O volume da *Esfera* contém ainda mais dois opúsculos, constituindo traduções anotadas e comentadas. No primeiro caso temos as versões da *Teórica do Sol e da Lua*, de Jorge Purbáquio, e do *Livro I da Geografia* de Claúdio Ptolomeu. No caso das obras propriamente originais, começamos por referir dois escritos modelares quanto à perfeita conjugação entre o seu génio de geómetra e de cosmógrafo e a prática dos pilotos. Referimo-nos ao *Tratado sobre Certas Dúvidas de Navegação* e *Tratado em Defensam da Carta de Marear*.

Nestas obras Pedro Nunes ocupa-se do esclarecimento das dúvidas que lhe foram apresentadas por Martim Afonso de Sousa e da descoberta e descrição das célebres linhas de rumo (loxodromias e ortodromias), bem como das célebres cartas hidrográficas quadradas; não se limitando somente a estas áreas, introduziu nomeadamente um método de cálculo da latitude por alturas extrameridianas ao Sol e um instrumento de cálculo da declinação magnética pela sombra do Sol. Estas serão as temáticas que desenvolveremos durante o trabalho.

Entre as obras originais de grande vulto devemos destacar o *De Crepuscullis*, publicado em 1542 com o intuito de dar resposta a uma dúvida do príncipe D. Henrique; escrito em latim e sendo uma obra essencialmente virada para a comunidade científica do seu tempo, Pedro Nunes apresenta os seus estudos sobre a variação da duração do crepúsculo em diferentes zonas climáticas do Globo, oferecendo aqui uma elaborada consideração científica, por via de demonstração geométrica, de problemas de filosofia natural.

Rumo no mar

Dos trabalhos de Pedro Nunes, nomeadamente durante a sua procura da solução para as dúvidas que lhe foram colocadas por Martim Afonso de Sousa, surgiu a descoberta e descrição de um dos mais importantes conceitos usados em navegação – as linhas de rumo.

As linhas de rumo descritas por Pedro Nunes permitiram a compreensão de alguns dos problemas que surgiam até então durante a condução da navegação; condução esta feita a rumo constante e que permitiu que se identificassem os problemas das cartas usadas, assim como a melhoria dessas mesmas cartas, servindo os trabalhos de Pedro Nunes como um importante auxiliar para os trabalhos levados a cabo por Mercator, que culminaram no aparecimento da carta de Mercator (1569): a principal carta de navegação usada ainda hoje.

As duas linhas de rumo descritas pelo matemático no seu *Tratado sobre Certas Dúvidas de Navegação* foram a derrota loxodrómica e a derrota ortodrómica.

A derrota loxodrómica é uma linha de rumo que faz um ângulo constante com todos os meridianos que cruza, ou seja, consiste em fazer uma derrota (o termo *derrota* é frequentemente usado quando se pretende fazer referência a um qualquer trajecto entre dois pontos da superfície terrestre) com uma direcção constante, como resultado do cruzamento a ângulo constante; é uma linha espiral que tende para os pólos, sem nunca no entanto lhes tocar, conclusão a que chega Pedro Nunes através do seu trabalho *De Crepuscullis*. As loxodromias, por serem linhas que apresentam sempre a mesma direcção, tornavam-se uma importante ferramenta para os navegadores do século XVI, cujos métodos e instrumentos rudimentares de navegação se reduziam a pouco mais do que uma bússola magnética. No entanto, nem tudo são vantagens: esta linha é a maior distância que poderemos ter entre dois pontos, e as cartas quadradas que os navegadores tinham na época não lhes permitiam marcar estas linhas de rumo com a precisão desejável.

Outro tipo de linhas de rumo são as derrotas ortodrómicas; ortodromias são arcos de círculo máximo que passam por dois pontos; estas determinam a menor distância que temos entre dois pontos, só que, no entanto, por serem arcos, ou seja, linhas curvas, são de difícil traçado nas cartas, assim como a sua condução se tornava difícil para os navegadores, que necessitavam de fazer constantes alterações de rumo e não sabiam a posição exacta do navio. Mesmo na actualidade a determinação destas derrotas necessita de alguns conhecimentos de trigonometria esférica, matéria que os navegadores do século XVI não conheciam; actualmente é possível resolver facilmente estes problemas recorrendo a calculadoras e a métodos precisos de posicionamento, como é o caso do GPS. Este tipo de linhas de rumo tem mais um problema: o aumento em latitude. Este facto acarreta consigo um problema, as condições atmosféricas e oceanográficas normalmente pioram com o aumento da latitude.

Estas linhas de rumo estudadas por Pedro Nunes foram objecto de uma descrição detalhada no seu tratado, onde o matemático recorre à representação geométrica para explicar a natureza das linhas de rumo, assim como tenta explicar as dúvidas que Martim Afonso de Sousa lhe apresentou.

Análise do *Tratado sobre Certas Dúvidas de Navegação*

Foi neste trabalho que Pedro Nunes estudou as linhas de rumo descritas no capítulo anterior, durante a análise geométrica que aplicou a uma das dúvidas que lhe foram apresentadas por Martim Afonso de Sousa.

A primeira grande dúvida que foi descrita por Pedro Nunes no seu tratado foi apresentada da seguinte forma:

"A Primeira que estando ho sol na linha em todos os lugares em que se achou lhe nacia em leste: e se lhe punha no mesmo dia em oeste: isto igualmente sem nenhũa deferença ora se achase da banda do norte ora da banda do sul. E preguntoume porque razã: Se governamos a leste ou a oeste: ymos per hũ paralello: em hũa mesma altura sempre: sem nunca podermos chegar a equinocial onde leuamos a proa juntamente com o leste da agulha."

Nesta descrição da dúvida que lhe foi colocada, percebe-se que a dúvida era muito mais complexa do que pode parecer numa primeira análise. Sugere a existência de um complexo raciocínio e conhecimentos refinados de astronomia e navegação astronómica.

Analisando a dúvida que lhe foi colocada, Pedro Nunes afirma que: estando o Sol num dos dias do equinócio, dia no qual este astro apresenta uma declinação de 0°, ou seja, vai realizar a sua órbita sobre o equador terrestre. Os equinócios têm mais uma particularidade, que é o facto de serem os dias em que o Sol nasce em todos os locais da Terra, excepto nos pólos, exactamente no ponto cardeal leste e têm o seu ocaso exactamente no ponto cardeal oeste.

Sabendo ainda que o nascimento e o ocaso são os pontos de intercepção do arco de horizonte com o arco descrito pela órbita do astro, a dúvida surge da seguinte forma: se no nascimento do Sol temos a intercepção entre a equinocial

(equador) e o horizonte, se dirigirmos a proa do navio na direcção do Sol e mantendo essa direcção (leste) durante um longo período de tempo, usando para isso a agulha, acabaria por chegar ao equador terrestre; no entanto, isso não aconteceu; como Martim Afonso de Sousa descreve, a altura (latitude) mantinha-se constante, facto que este não compreendia.

Quando colocou esta dúvida a Pedro Nunes, este fez um estudo geométrico do problema, apresentando o seu raciocínio de forma geométrica, descrita a seguir.

Explicação dada por Pedro Nunes à dúvida:

"Mas imaginemos hu circulo grãde no ceo: que passe pollo nosso zenit: ou polo horizonte: e cortando ao meridiano com angulos reytos: va per ambas as partes ter com a equinocial: onde a mesma equinocial se encontra com orizonte: e os taes lugares sam ho oriente e ocidente equinocial: e isto he geeral a todas as regiões do vniverso."

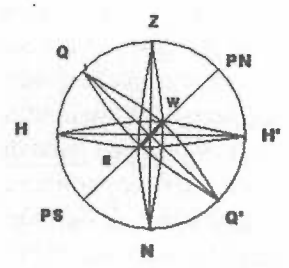


Fig. 1

Como é possível ver na fig. 1, o Sol, quando se encontra nos equinócios da Primavera ou Outono, realiza o seu movimento aparente em torno do equador celeste (QQ'), que é coincidente com o equador terrestre, ou seja, para um observador colocado no equador o Sol vai, durante a sua trajectória, passar exactamente sobre a sua vertical (zénite). No entanto, a situação descrita não é a de um observador sobre o equador, mas sim de um observador colocado num determinado paralelo, situação que se pretende representar na fig. 1; nesta situação, sabendo que o Sol circula sobre o equador, este vai nascer exactamente no ponto cardeal leste e vai ter o seu ocaso exactamente no ponto cardeal oeste, nos pontos de intercepção do equador celeste (QQ') com o horizonte (HH'); da observação dos círculos máximos marcados na fig. 1, rapidamente nos apercebemos da descrição que Pedro Nunes indicava no extracto anterior, a intercepção entre um círculo máximo que passe pelo nosso zénite (ZN), ou entre o círculo máximo que passe no nosso horizonte (HH'), e o equador (QQ'– linha equinocial), vai surgir o leste equinocial (E) e o oeste equinocial (W), exactamente os pontos cardeais de nascimento e ocaso do Sol, como está representado na fig. 1.

"E he isto de tal maneyra q̃ se gouernassemos a leste: e atassemos o governalho de sorte: que nenhũa mudança fezesse: e o mar fosse tam tranquillo: que nenhũa cousa embargasse a nossa navegação: e per cima de tudo isto ho vento nos fauorecesse: como quisessemos: e corresse pera aquela parte onde vay endereçado o leste da agulha: todauia se assi andasemos notauel espaço de caminho e oulhasemos agulha: achariamos que imos fora de leste: E a rezam disto he: porque posto q̃ no centro do horizonte donde partimos: fezesse ho circulo grande sobredito com o meridiano angulos reitos: como conuem pera ficar repartido o horizonte em quatro partes iguaes. Tanto q̃ saymos fora do tal lugar logo mudamos o horizonte: e pello conseguinte o meridiano nouo não corta ao circulo grande per que faziamos nosso caminho cõ angulos reitos: não faz outro desigual."

"Do qual se segue q̃ leuamos sempre a proa no oriẽte equinocial: o qual se aparta sempre do polo ou cẽtro do nosso orizonte per nouẽta graos: e nunca chegamos ao dito ponto: mas antes imos em hũa mesma altura e em igual distãncia da linha equinoscial que parece cousa para della nos espantarmos. E daqui vem q̃ porque indo leste oeste corremos tosdos os lugares que estam em hũ parallelo."

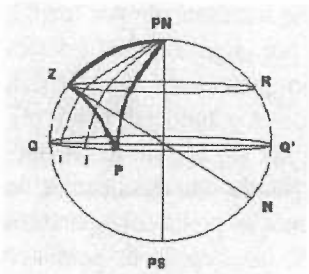


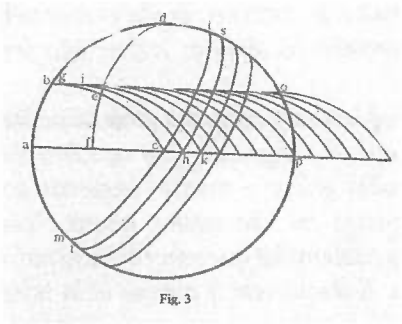
Fig.2

Nestes extractos Pedro Nunes apresenta a ideia de navegação através de uma ortodromia, que não é mais do que navegar ao longo de um círculo máximo, que une dois pontos, neste caso, o círculo máximo que passa pelo zénite e intercepta o equador.

Se repararmos na fig. 2, em que o semiarco (ZP) é uma parte de um círculo máximo que une o zénite do lugar (Z) e o ponto (P), que é um ponto sobre o equador, depressa se deduz alguns conceitos empíricos, como, por exemplo: o arco (ZP) ser uma curva, logo fazendo diferentes ângulos com os vários meridianos (ij) que se encontram marcados na figura 2. A constante variação de ângulos era uma das características desta rota descrita por Pedro Nunes. Em contrapartida, a rota que faria um ângulo de 90° com os meridianos era a descrita sobre o paralelo (ZR), sempre à mesma distância do equador, e, como tal, nunca chegando à linha equinocial.

"E pera demonstração do sobredito ymaginemos o q̃ circulo. d. a. p. he meridiano do orizonte. l. c. m. e a linha. a. c. p. sirua por equinocial o polo do orizonte seja ho ponto .b. do qual partimos e imos a leste: crara cousa he que ho leste da [a] agulha e a proa do nosso nauio: yrão endereçados ao ponto .c. por quanto a quarta .b. c. do circulo grãde: faz com o meridiano .d. a. p. angulos reitos do põto .b. e sendo o angulo .m. b. c. reito: toma do orizõte a quarta .m. c. como tambẽ na agulha: as duas linhas de norte sul. E leste oeste: tomã a quarta da roda da mesma agulha pella qual se representa o horizõte. E se partindo do ponto .b. e leuando a proa em .c. andassemos tanto que q̃ chegassemos ao ponto.e. achariamos já deferença na

agulha: porque o meridiano do tal lugar seria .d. e. f. o qual com o circulo .b. e. c. faz um angulo .f. e. c. menor que o reyto: e portanto o nauio yria então per outra rota que he menos q̃ leste: e estaria em outra altura menor que a primeira donde foy a partida: porque ho arco .e. f. he menor: que o arco .a. b."


Fig. 3

A fig. 3 pretende representar o mesmo que a fig. 2, mas esta última baseia-se numa descrição geométrica muito pormenorizada, que foi criada por Pedro Nunes para provar geometricamente o que dissera. Assim, nesta figura temos o zénite, que é o ponto (b), temos o horizonte deste ponto que é o arco (mcl), um meridiano representado por (dap) e a linha equinocial representada por (acp). É a partir destes conceitos que surge a descrição geométrica que nos diz: partindo do ponto (b) em direcção à equinocial, ponto (c), reparamos que o semiarco (bc) faz um ângulo recto (abc) com o meridiano (dap), mas quando nos deslocamos ao longo do semiarco (bc) e chegamos ao ponto (e) reparamos que o ângulo (fec) resultante da intercepção do semiarco (bc) com o novo meridiano (def), não é igual ao ângulo recto (abc). Logo, destes elementos deduz-se que, realizando sempre um ângulo de 90° com os meridianos, o que significa navegar ao leste da agulha, nunca se chegaria à equinocial.

"E por esta rezão antes que o erro se conheça achãdonos no ponto .g. em que nam descaymos nẽ da altura do polo: nem da rota que leuamos cousa sensiuel: emendamos de primeiro a navegação: e gouernamos ao ponto .i. de sorte que a agulha va justa em leste: e imos pella quarta .g. i. h. tendo ja por horizonte .s. h. t. e o ponto .h. he o oriente equinocial que pede o leste da agulha: o qual se mudou pella mudãça q̃ tambẽ fez o meridiano e orizõte. Nem procederemos muito indo per a quarta .g. i. h. por q̃ nos sera necessario passar a outra quarta que demãda o ponto .k. e assi faremos sempre gouernando ygualmẽte a leste: e emendandonos de principio: mudaremos tantas vezes os meridianos e orizõtes e faremos nosso caminho per tantas quartas das quaes cada hũa demanda a equinocial: em diferentes lugares: ate chegarmos ao ponto .o. que tem a mesma altura que .b. e aueremos andado o paralello .b. o . yndo sempre per as redondezas de circulos mayores: e fazendo algũs pequenos desuios que se não sentem: e ao sentido parece que andamos per hum paralello ygualmente: mas a causa deste parecer he. Por q̃ como quer que estes circulos mayores: per q̃ os nauegãtes andão quando vão em hũa altura: sejão contigẽtes o paralello de sua altura: e cortem no mesmo lugar da contingẽcia aos meridianos com angulos reytos: posto que pello tal circullo mayor andem algum espaço de caminho: não descaem logo da altura em que estauam: por q̃ há muito pouca declinação acerca do ponto de contingencia: e pellos pontos que estão perto della vay o circulo grande sobredito quasi dereito."

Deste segundo extracto rapidamente concluímos que para cada ponto do paralelo (bo) temos um horizonte diferente, mas paralelo ao do local anterior, e a partir de cada local em que estamos conseguimos sempre definir uma derrota ortodrómica que una a posição onde se encontra o observador e o equador, sendo esta rota constituída por uma curva que assume vários ângulos com a direcção norte-sul fornecida pelos meridianos.

A segunda dúvida que foi tratada por Pedro Nunes foi descrita da seguinte forma:

"O segundo que me perguntou he que elle se achara em XXXV graos da outra banda da linha: no tempo que o sol estaua no tropico de capricorno: e lhe nacia ao sueste e quarta de leste: e se lhe punha no mesmo dia ao sudueste quarta de loeste: como aos que vivem na mesma altura desta parte do norte: e que nam via como podia isto ser: porque per razam: assi auia de nacer aos que viuem da outra banda de sul quãdo ho sol anda per os signos da mesma parte: como nace a nos quando anda desta nossa banda. E poys a nos no verão estando ho sol no tropico de cancro: nos nace em nordeste quarta de leste: tambẽ aos que vivem da outra parte do sul: no seu verão deuia o sol nacer ao nordeste quarta de leste."

A segunda dúvida que lhe foi colocada por Martim Afonso de Sousa deveu-se ao facto de o navegador observar que, quando o Sol se encontrava no trópico de Capricórnio com a máxima declinação sul, este lhe nascia em sueste quarta leste; e o seu ocaso ocorria no mesmo dia a sudoeste quarta oeste, facto que o intrigou visto que o Sol quando se encontrava no trópico de Câncer com máxima declinação norte, os observadores colocados nas mesmas condições no hemisfério norte, vêem o Sol a nascer no nordeste quarta leste e o seu ocaso ocorria a noroeste quarta oeste, e não compreendia ele o porquê de a diferença dos azimutes de nascimento e ocaso não coincidir visto ocorrerem nas mesmas condições, mas em hemisférios diferentes.

Explicação dada por Pedro Nunes à segunda dúvida:

"[...] e he os que fezerem seu caminho per hũ paralello: e em hũa mesma altura sempre: que rota leuarão: poys não vão leste oeste se não per circulo mayor: pera o qual auemos de notar que posto que o circulo de leste oeste: seja aquelle que com os meridianos faz angulos reytos: [...]"

Neste extracto de texto, Pedro Nunes limita-se a dizer que ao navegar-se a ângulo constante de 90°, com todos os meridianos, perfazemos uma rota na direcção leste, e esta rota consiste em navegar não sobre um círculo máximo mas sim sobre um paralelo.

"[...] faz com o zodiaco no principio de Cãcro angulos reytos: e com o tropico tambẽ angulos reitos: poys q̃ passa pellos pollos dambos: e assi pareceria q̃ hum destes angulos reytos spheraes: ficaua parte do outro: e serião desiguaes. Mas na verdade os taes angulos sam yguaes: e quaes quer outro reytos: ora se façam de circulos mayores: ora cõ menores:[...]"

"A causa he porque todallas rotas per q̃ caminhamos: sam linhas que passam pello centro do orizonte: como acima dixe: e sam cortaduras comũas dos circulos mayores da sphera é a superficie do orizõte: do qual a agulha he figura: e porque todollos paralellos tirando a equinocial: que nam vay neste conto: sam circulos menores: cortam o orizonte em partes desiguaes: e vam per fora do seu centro: que he o mesmo centro da agulha: [...]"

Nestes extractos Pedro Nunes afirma que todos o paralelos determinados, com a excepção do equador, são círculos menores que dividem o horizonte em partes desiguais.

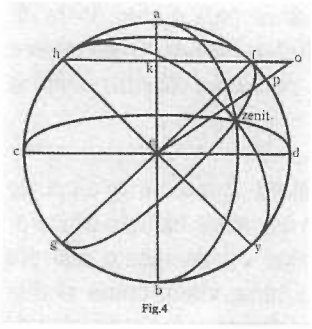


Fig.4

"[...] e por tãto nã podem seruir de rota algũa como nesta figura se ve. Em a qual o circulo .a. b. c. d. representa o orizonte: ou a agulha: e a linha .a. b. he a comũ cortadura do meridiano e orizonte: e fica per rumo de norte sul: a linha .c. d. he comũ cortadura do horizõte e do circulo grãde que passando pello zenit corta ao meridiano: cõ angulos reytos: e serue per linha de leste oeste. A linha .f. g. he comũ cortadura do orizonte: e de hũ circulo grande que passando pello zenit: toma o meo da quarta .a. d. e da quarta .b. c. e he o rumo de nordeste sudueste . A linha .h. y. fica da outra banda pella mesma arte: e he o rumo de noroeste sueste: e ho mesmo se ha de ymaginar. nas meas partidas e quartas: as quaes rotas todas passam pello ponto .e. que he o centro do horizonte."

O que Pedro Nunes pretende representar nesta figura é o arco que define o horizonte, e na periferia do círculo marcou os pontos cardeais representados por: a, f, d, y, b, g, c, h, respectivamente os pontos cardeais e colaterais norte, nordeste, leste, sudeste, sul, sudoeste, oeste e noroeste. Na fig. 4 aparecem representados vários círculos máximos que passam pelo zénite e pela vertical do ponto e que é o centro do horizonte.

"[...] Da equinocial ate 45 graos cortã os paralellos aos orizõtes da mesma altura: e dahi pera cima nã se podẽ cortar. E ho de 45 graos he cõtingẽte: e a linha h. f. he comũ cortadura do paralello e horizõte: naquela regiã em q̃ ho quadrado do sino da altura do polo: he a metade do quadrado do sino da altura da equinocial. E por aqui se sabera facilmẽte q̃ a regiã he esta. E tambẽ se quisermos saber isto per geometricamente faremos a linha k. o. igual ao semidiametro deste circulo e ajũtaremos os pontos .e. e. o. per linha direita: a qual corte o circulo no ponto .p. Sera por tanto o arco d. p. a altura do polo sobre o horizõte: na regiã em q̃ isto acõtece: e esta arte se teria se se pregũtasse ysto geralmente em outras rotas de hũa mesma bãda."

Neste extracto o matemático pretende criar um método geométrico para calcular a altura do pólo.

"He verdade que todollos lugares tem sua certa rota per que se correm. e isto mesmo terão os lugares q̃ estam em hũ paralello: mas a sua rota nam se tira de circulo menor: mas sera hũ circulo mayor que per quaesquer dous lugares do globo se pode lãçar: [...]"

Como nos diz Pedro Nunes, entre quaisquer dois pontos da Terra pode-se marcar uma rota que não resulta de um círculo menor, mas, sim, resulta da marcação de um círculo maior que passe pelos dois pontos.

"[...] e o espaço do circulo mayor que fica entre dous lugares: he menor q̃ o espaço do paralello que fica antre os mesmos lugares [...] e este he outro proueito de jr per circulo mayor que he andar menos caminho: mas quem por elle for saiba que lhe conuem mudar a rota cada ora: segundo a mudança que fazem nos angulos da posiçã dos lugares: os nouos meridianos com o circulo per que ymos: e a inuençam e sotileza disto q̃ ja he grande: cõsiste em saber quanta quantidade crescem ou mingoã estes angulos no processo do caminho: sobre a cantidade do angulo ou rota com que partimos. e quem desta maneira andar jra caminho direito. Nem se pode andar direito se nam com esta mudança de rotas: tanto quãto conuẽ. E se isto assi he como nos amostra a carta todas as rotas em linhas direitas sem as taes rotas nunca se mudarem: o que verdadeiramente nam pode ser pello q̃ dito tenho. e vam sempre forçando a agulha: e enclinandoa pera q̃ faça o mesmo angulo com a linha de norte sul."

Este extracto é de uma grande importância na obra de Pedro Nunes porque nele o matemático descreve as principais características das distintas linhas de rumo que podemos traçar entre dois pontos, tendo apresentado assim a ortodromia, que resulta da intercepção de quaisquer dois pontos por um círculo máximo, sendo esta a menor distância que podemos ter entre dois pontos; no entanto, o facto de apresentar uma variação de ângulos com os meridianos,

torna-se complicado de marcar nas cartas e de seguir, quando sabemos que os navegadores da época não conseguiam saber o seu posicionamento exacto e tinham para os auxiliar na navegação rudimentares bússolas. Em contraste, apresentava a linha que une dois pontos, e que apresenta ângulo constante com os meridianos, que, embora sendo uma distância superior entre dois pontos, permite realizar uma navegação baseada na informação dada pela bússola e permite fazer uma estima da posição.

"E não entendem os nauegantes que todalas linhas direitas que estam na carta sam cortaduras dos circulos mayores e orizõtes. e indo sempre a hũa rota: inclinandoa ao lugar do orizonte pera onde vão: he impos[s]iuel que vão pellas taes linhas direitas: e elles fazem sua cõta per ellas como se per ellas fossem."

"Do qual se segue: que os lugares ficam situados onde nam estam. antes ouso afirmar ser impos[s]iuel: que algum de quantos lugares estam na carta: tirando os que se acharã a norte sul: estee bem situado em a verdadeira longura que elles tem e que ho erro nam he pequeno mas muyto grande. E quando ao comprimento do caminho andam muyto mays do que elles cuydam: como na figura [figura 5] que se segue parece. Porque vam fazendo grãdes rodeos. e quando sem tomar a altura per estimação do caminho que tem andado querem fazer seu ponto: lançam em linha dereita: o que tem andado por rodeos: e ficam os lugares em mays longura da que tem:[...]"

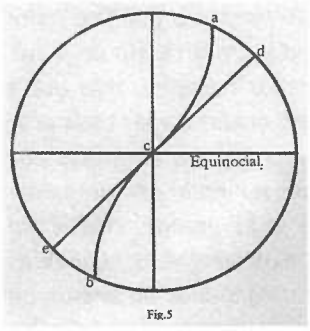


Fig.5

Neste momento convém indicar uma informação importante para a compreensão dos métodos. A carta quadrada usada pelos portugueses no século XVI resultava da aplicação das cartas quadradas usadas na área do Mediterrâneo onde as distâncias entre os pontos eram reduzidas quando comparadas com as grandes distâncias praticadas na navegação oceânica. Logo os erros gerados pelo facto de descrever essa área numa representação plana, em que os meridianos e paralelos se encontravam perpendiculares, não eram significativos.

Mas a Terra, como já na altura se sabia, era esférica, que não pode ser descrito numa representação rectangular plana sem sofrer ajustes para se retirarem os erros das distâncias, facto que no século XVI era desconhecido pelos navegantes. Assim marcavam loxodromias para percorrer longas distâncias oceânicas sem se aperceberem dos enormes erros que praticavam quando marcavam estas rotas nas cartas quadradas.

Pedro Nunes apercebeu-se do facto de nas cartas quadradas se encontrarem lugares marcados a distâncias diferentes das reais, assim como os navegadores nas suas navegações praticarem distâncias maiores do que aquelas que estes pensavam.

Neste extracto Pedro Nunes indica um dos principais erros das cartas que terá levado mais tarde Mercator a criar a sua projecção permitindo assim aos navegadores usarem loxodrómias sem restrições, pelo menos até aos 70° para norte e para sul do equador, latitude a partir da qual as deformações provocadas pela projecção de Mercator são demasiadamente grandes.

"[...] e se per altura que os navegantes poucas vezes acertam: fazem sua conta: hũas vezes erram: per darem mays longura: e outras vezes per darem menos. ho nordeste per que cuidam que vam: he a linha .d. c. e. nesta figura. mas ho caminho per que verdadeyramente andam: he a linha curua .a. c. b. a qual não he circulo: nem linha direita. e quem esta minha imaginação bem oulhar: entendera que do erro dos nauegantes se pode tirar a verdade: e q̃ sem jr a hum lugar: nem nũca nauegar: pella falsa informação que dam delle: se pode saber a verdade. Mas ho milhor seria pera craro conhecimẽto do assento dos lugares:[...]"

"[...] nauegar per arte: em a qual há dous modos: ho primeiro he jr per hũa mesma rota sem fazer mudãça: e isto guardão sempre os nauegantes: mas a cõta há se de fazer per hũa certa maneira de linhas curuas: como parece a nordeste desta figura: e não per linha direita: como a carta mostra."

Nestes extractos Pedro Nunes apresenta a ideia de loxodromia, e chega à conclusão que neste método de navegar vai ocorrer um desvio durante o movimento real em relação à rota que é marcada na carta, assim como as distâncias que são percorridas são diferentes das marcadas na carta.

"O segũdo modo seria jr per circulos mayores fazendo sempre aquella deferença: as rotas a que a que a desigualdade dos angulos: que se fazem com os nouos meridianos nos obriga: mas a conta se ha fazer em os mesmos circulos ou em linhas dereitas q̃ os representẽ e nã como na carta: em a qual postos q̃ todas as rotas sejão as cortaduras comũas dos circulos mayores com os orizõtes: não nos podem porem seuir pera este proposito: por q̃ fazem as rotas angulos iguaes pella equidistancia q̃ que sempre guardã."

"[...] se pode por em obra: com a mesma carta per q̃ nauegamos com algũa pequena mudança q̃ se faça: ficando a mesma forma da carta com a equidistancia das linhas q̃ ora tem. Mas tornãdo ao proposito principal: digo que pera sabermos a rota em q̃ dous lugares estão: auemos de lançar circulo mayor per ãbos: e os graos do orizõte corta a equinocial: e o outro põto onde o circulo q̃ lançamos

corta ao orizonte nos amostrarão a rota que he como parece na figura.

Neste segundo método descrito, ele diz que se pode navegar sobre um círculo maior que una dois pontos; no entanto, este método torna-se impossível de praticar devido aos métodos de cálculo e posicionamento disponíveis, assim como ao parco conhecimento dos navegadores em áreas como trigonometria esférica e cartografia.

Uma das confirmações de que as distâncias marcadas nas cartas de marear estavam incorrectas está patente num roteiro, dum dos mais famosos pilotos da Carreira da Índia do início do século XVII: Aleixo da Mota:

Indo-se pela paragem de entre a ilha de Ascensão e a Trindade se tenha muita conta com o governo que se vae fazendo porque duvido da arrumação d'estas ilhas, porque indo eu em demanda da ilha da Trindade que nestas cartas feitas pelo padrão d'el-rei está situada em altura de 19º e meio, e passada a dita altura fui vêr uma ilha e tomei o sol á vista d'ella estando como 2 leguas para oeste do seu meio achei estar em 20º largos; esta altura tomei com a náu quieta e o sol claro e a mesma altura tomou o sota piloto e outras muitas pessoas pelo que não há duvida na dita altura e faço ser esta a ilha da Trindade; posto que algumas pessoas que comigo tomaram o sol faziam ser esta ilha uma das de Martin Vaz pela dita altura que tomaram, e dando credito á arrumação das cartas, mas eu não sou d'este parecer porque passei já por entre as ilhas de Martin Vaz e as vi muito bem e são tres ilhas pequenas e veem-se todas juntas e eu não vi mais que a ilha que digo navegando desde pela manhã que a vi até noite que a deixei de vêr com tempo claro, pelo que aconselho que haja bôa vigia por esta paragem não se fiando da arrumação das cartas, á vista d'esta ilha que faço ser da Trindade nordestea a agulha 14º e meio, a sua conhecença se verá pela demonstração que está no fim d'este roteiro.

E porque tendo notado que das ilhas da Ascensão e Trindade para as ditas ilhas de Tristão da Cunha mostram as cartas mais mar do que ha na dita derrota e assim o tem notado outros pilotos, posto que elles dizem que é mais curta a derrota da ilha de Ascensão até o cabo de Bôa Esperança, mas eu não acho o dito erro senão da Ascensão até as ilhas de Tristão da Cunha e para o emendar digo que se não dê no cartear mais que uma quarta de nordestear e o mais que a agulha nordestea se lhe vá furtando para a derrota ir certa.

Pedro Nunes e a carta de marear

No seu *Tratado em Defesa da Carta de Marear* (1537), Pedro Nunes atribui vagamente a ideia da curva loxodrómica à obra de Ptolomeu – *Geografia*. Segundo Pedro Nunes, Ptolomeu já estava consciente de que a rota de um navio se encontrava segundo um rumo contínuo e rectilíneo, não sendo um círculo máximo. Para Pedro Nunes, um navio, ao navegar sobre um rumo, faz uma linha recta, excepto se o rumo corresponde com um meridiano ou com o equador. Esta linha recta é uma acumulação de pequenos segmentos de círculos máximos. Segundo os navegadores da época, o navio, ao seguir, cruzava novos meridianos e era sempre comandado em direcção a novos pontos no horizonte, mantendo assim a proa na direcção desses pontos, que mantêm uma relação constante. Chamaram à rota do navio uma curva romba.

Mas Pedro Nunes pensava o contrário. Segundo ele, para se conseguir observar que o navio tem seguimento, antes de rodar ou de sofrer uma pressão lateral, e assim vamos considerar que a rota é constituída por pequenos segmentos de círculos máximos. Pedro Nunes tentou explicar porque é que o navio sofre alterações de rumo se tem vento de feição e o homem do leme não regista qualquer alteração no rumo.

Em vez de deixar que a loxodromia distorça o rumo, segundo Pedro Nunes, deve-se seguir um círculo máximo e indo fazendo as correcções necessárias de proa em intervalos regulares. Estas correcções foram apresentadas por Pedro Nunes no seu *Tratado em Defesa da Carta de Marear*, assim como um método matemático para o seu cálculo. Imaginando um navio que parte do equador num rumo nordeste, e considerando um triângulo esférico em que um dos lados é o arco de meridiano que une o ponto de partida do navio e o pólo, outro dos lados é o rumo sobre o círculo máximo que o navio pretende seguir e o último é o arco do meridiano que une o pólo ao ponto de chegada do navio depois de ter sido aumentado à latitude um grau ao longo de um círculo máximo. Usando o teorema de Geber (ou o teorema dos senos), Pedro Nunes verifica que os senos dos ângulos de um triângulo esférico estão na proporção inversa aos senos dos arcos opostos a eles. A diferença entre os dois dá a necessária correcção a adicionar para manter o navio num rumo sobre um círculo máximo.

Relação de Pedro Nunes com os pilotos do século XVI

A relação estabelecida entre Pedro Nunes e os pilotos da época nem sempre foi pacífica e o facto de Pedro Nunes ter generalizado e aplicado a todos os pilotos a ideia de que os pilotos eram ignorantes, quando existia neste conjunto uma série de navegadores que já tinham dado provas de grande perícia (Pêro Albuquerque, João de Santarém, João de Lisboa, Manuel Álvares, Bartolomeu Dias e muitos outros). No entanto, também existiam muitos para quem a crítica de Pedro Nunes era merecida pela sua formação deficiente.

Para analisarmos esta relação, é de toda a conveniência fazer uma análise do valor prático das soluções e inovações propostas por Pedro Nunes para resolver os problemas do dia-a-dia da navegação. Sabe-se que as inovações não se tornaram correntes entre os pilotos e convém saber o porquê desta situação.

Pedro Nunes, entre outras propostas, propôs a alteração do valor da declinação da Estrela Polar de 3° 30′ para 4° 09′, valor que achava mais correcto; no entanto, hoje sabemos que o valor de 4° 09′ afasta-se mais da realidade do que o valor usado pelos pilotos.

A determinação da latitude de um lugar por observação de duas ou três alturas do Sol tomadas a qualquer hora do dia, bem como dos correspondentes azimutes magnéticos, quando o processo para ser rigoroso deveria ser utilizado com azimutes astronómicos e não com os magnéticos, não introduzia grandes erros, por isso poderia ser utilizada na generalidade das situações, excepto com valores de declinação magnética excessivamente grande ou com valores anormais. A exactidão do processo foi comprovado por D. João de Castro, que testou o processo no início da sua viagem de Lisboa para Goa, em 1538. O processo consistia em marcar pontos a partir da contagem de dois ângulos com os quais se traçavam dois círculos usando compassos especiais, sendo um processo complicado, de cuja utilização não existe conhecimento para além do uso de D. João de Castro.

Pedro Nunes aconselha, no *Tratado da Esfera*, o retorno ao cálculo da declinação do Sol pelo recurso a cinco tábuas, quatro que forneciam a posição do Sol na eclíptica e uma quinta que, a partir do valor do lugar, daria a coordenada celeste desejada. Este procedimento já fora proposto por Abraão Zacuto, mas como por essa via o cálculo final da declinação exigia interpolações que não podiam ser efectuadas com a facilidade actual. Seria sempre preferível fornecer aos pilotos tabelas com a declinação do Sol para os dias do ano; neste caso o conselho de Pedro Nunes não foi ouvido pelos pilotos, porque, como era óbvio, a partir do momento em que os pilotos tinham tabelas de onde podiam tirar os valores de declinação magnética directamente, não se iriam demorar a fazer cálculos morosos que muitos nem sabiam fazer.

Para determinação da altura e da declinação do Sol, Pedro Nunes propôs que se usassem dois instrumentos por si inventados, sendo objectos engenhosos que atestavam o espírito criador de Pedro Nunes: o anel naútico e o instrumento de sombras. No entanto o astrolábio permitia que se obtivessem medições mais rigorosas da altura do Sol, e o instrumento de sombras apresentava o problema de ser difícil determinar a declinação recorrendo às suas medições pouco rigorosas devido ao balanço do navio.

Como conclusão podemos dizer que ninguém pode contestar a preparação matemática e a genialidade com provas dadas de Pedro Nunes, que, no entanto, não soube compreender a pouca preparação matemática dos pilotos (na maioria dos casos modesta e deficiente) e do que era mais conveniente para a prática da pilotagem. Devido à má percepção de Pedro Nunes da realidade dos pilotos, nunca nenhum dos seus processos terá vingado, não tendo Pedro Nunes conseguido criar processos que contribuíssem para o aperfeiçoamento prático da navegação.

Conclusão

Ao longo do trabalho que agora concluímos, desenvolvemos um estudo sobre o trabalho de Pedro Nunes, nomeadamente sobre os seus tratados. Pedro Nunes foi uma das mais, se não a mais, ilustres personagens de Portugal no século XVI. Foi este génio matemático que descreveu pela primeira vez as linhas de rumo que ainda hoje usamos na navegação, demonstrando uma enorme percepção geométrica dos elementos que servem de base à navegação.

A loxodromia e ortodromia são as linhas de rumo apresentadas pelo teórico que explicava na sua secretária e no papel aquilo que os navegadores tinham dificuldade em perceber no mar. Distinguiu a loxodromia como sendo a linha que cruza os meridianos com igual ângulo, o que faz com que seja uma espiral que tende para os pólos na sua representação sobre a esfera, embora na carta quadrada seja representada por uma linha recta. No âmbito da ortodromia apresentou a linha curva que surge da resolução do triângulo esférico, que surge do círculo máximo que passa pelos dois ponto que se pretendem ligar.

Este génio português apresentou ideias, na sua maioria, de grande veracidade, mas sem grande aceitação dos pilotos, que, na época, adquiriam no mar a arte empírica e pouca científica que representava naquele tempo a navegação. Além de terem dificuldade de entender os elementos matemáticos em questão, não aceitaram de bom grado as críticas que o matemático lhes fez. As excepções a esta situação foram D. João de Castro e Martim Afonso de Sousa, que, além de terem sido discípulos de Pedro Nunes, possuíam uma formação muito acima da média que lhes permitia perceber as ideias descritas por este.

Em conclusão, podemos dizer que Pedro Nunes foi um homem que viveu fora do seu tempo, não estando os navegadores a quem este se dirigia preparados para compreender e pôr em prática as ideias dele. Mas, mesmo fora do seu tempo, Pedro Nunes publicou trabalhos que devem servir sempre de referência a qualquer pessoa que se dedique ao estudo da náutica devido ao carácter inovador para a época dos mesmos.

Bibliografia

- COSTA, Abel Fontoura, *Marinharia dos Descobrimentos,* Instituto Hidrográfico, Lisboa, 1983.
- ALBUQUERQUE, Luís, *A Naútica e a Ciência em Portugal – Notas sobre Navegação,* Lisboa, Gradiva, 1989.
- RANDLES, W.G.L., *Pedro Nunes and the discovery of the loxodromic curve.*
- QUEIRÓ, João Filipe, "Pedro Nunes e as linhas de rumo", *Gazeta de Matemática*, Julho de 2002.
- PEREIRA, Gaspar, *Roteiros Portugueses da Viagem de Lisboa à Índia nos Séculos XVI e XVII,* Lisboa. Imprensa Nacional, 1898, pp. 101, 102.
- Academia de Ciências, *Obras de Pedro Nunes,* vol. I, Imprensa Nacional de Lisboa, 1940.
- http://scientia.artenumerica.org/noniana/pn-afcosta.html
- www.met.uc.pt/~jaimecs/livrogt/2part1.html

Armamento Portátil (Passado, Presente e Futuro)

Trabalho realizado por:

- *Frederico Luís Torres Corte-Real*
- *José de Campos Castro Monteiro*
- *Yuri Purcell Ramos da Silva*

Escola Naval
Departamento de Fuzileiros

É muito frequente nos nossos dias que pessoas de mente superficial façam propaganda contra as armas e contra tudo que a elas se refira, por entenderem que as mesmas incitam à violência pessoal e a lutas sangrentas dentro da sociedade e internacionalmente .

Mas é, sem dúvida, um facto da história que as armas foram sempre, desde o seu aparecimento na Pré-História, o elemento mais importante e activo das civilizações e culturas. Basta para isso dizer que, graças às armas, o ser humano passou da sua primeira condição de *Homo primarius* à superiora e criadora de *Homo sapiens*. Por meio das armas o homem elevou a sua mente e com elas a sua forma de vida.

Para falarmos de armamento portátil, é necessário saber sobre o que é que estamos a falar. Para isso, começamos pelo geral, que são as armas. E o que são as armas? Arma é todo o instrumento destinado a atacar e a defender. Isto fornece-nos uma ampla definição, mas o que nos interessa é o armamento portátil, que não é mais do que uma subdivisão das armas em geral. O armamento portátil divide-se em duas áreas: as armas de fogo e as armas brancas. As armas brancas podem organizar-se em vários grupos cujos representantes podem ser as lanças, com as suas diversas variações, a espada, a adaga, etc. Também podemos fazer outra grande divisão nas armas brancas, a saber, aquelas que, utilizando qualquer meio motriz, se separam total ou parcialmente do objecto que as maneja, de maneira a atingir um alvo a distância; são deste tipo o arco e flecha, a besta, a azagaia, etc. Dentro das armas de fogo, existem as curtas e as longas. As curtas são aquelas que se podem apontar com uma só mão (salvo raras excepções, o cano não ultrapassa os 30 cm); as longas, ou de ombro, aquelas que exigem as duas mãos para se apontar, tais como espingardas, carabinas, etc.

Este trabalho está dividido em três grandes áreas – o passado, o presente e o futuro previsto para o armamento portátil.

Dentro do passado existem épocas em termos de armamento bastante díspares, é conveniente separá-las .

Começaremos então pela **Pré-História**[1]. As armas nesta altura eram essencialmente armas de caça, basicamente feitas de pedra e madeira. Foi nesta altura que surgiram as primeiras armas de arremesso, como a lança, e também nesta altura (no final da Pré-História) o arco e flecha, que durante anos foram as únicas armas capazes de atingir com perfeição um alvo a distância.

A época seguinte vai desde a **Proto-História até a Idade Moderna**. Neste vasto período (Proto-História, Antiguidade e Idade Média), que abarca sensivelmente 6 mil anos, a variação no armamento não foi significativa. Em linhas gerais, o tipo de armamento usado na Pré-História não diferiu muito do usado nesta altura, residindo a grande diferença na descoberta dos minerais metálicos e na sua transformação: o ouro, o cobre, o estanho, o bronze, a prata e, o mais importante, o ferro. Estes metais permitem a construção de um armamento que, embora seguindo as formas do anterior, possui maior potência e é de mais fácil manejo e eficácia do que o anterior.

As armas de fogo de antecarga (meados do século XIV a meados do século XIX). As armas de mecha e faísca (século XIV ao século XVIII) surgiram nos finais do primeiro terço do século XIV. Começou-se a falar de um novo armamento que atirava pesados projécteis a grandes distâncias por meio de uns tubos de ferro que flamejavam como um raio e rugiam como um trovão.

Os primeiros ensaios de armas portáteis de fogo realizaram-se nos finais do século XIV, mas sem que se possam dar exemplos concretos desses mesmos ensaios. No seu começo as armas de fogo eram bastante simples, pois compunham-se de uma coronha de madeira, cano e pouco mais. O seu mecanismo de disparo consistia em introduzir a pólvora no fundo e a seguir o projéctil de barro ou pedra; no orifício na parte de cima do cano, com ligação à pólvora, introduzia-se uma mecha ou rastilho, que servia para procedermos ao disparo [2].

A este tipo de arma, na sua versão para guerra, deu-se o nome de mosquete e, na sua versão para caça, arcabuz.

Este tipo de arma tinha vários inconvenientes, mas foi principalmente devido às dificuldades que o sistema de mecha oferecia na caça que se desenvolveu um novo sistema para incendiar a pólvora. Chegou-se assim à roda produtora de faíscas, que incendiavam a pólvora. Nasce assim a escopeta.

Mais tarde, houve outras pequenas evoluções nas armas, mas nenhuma delas bastante significativa; apesar disso, continuou-se com um grande problema, que era a precisão, qualidade essa que consiste na capacidade de os projécteis irem dar ao ponto que o atirador deseja.

A ideia de conferir ao interior do cano uns sulcos que imprimissem ao projéctil um movimento giroscópico durante o seu voo de maneira a evitar desvios surgiu em finais do século XV. O primeiro ensaio efectuado com armas desta característica foi efectuado por um armeiro alemão, G. Zollner, que fez umas estrias rectas ao longo do cano. Esta

ideia foi retomada por um armeiro de Nuremberga, chamado August Kotter. Este desenvolveu um cano com estrias helicoidais, que comprovadamente melhoraram a precisão da arma. Esta invenção surgiu por volta de 1520 e também se atribui a invenção da linha de mira a este mesmo armeiro.

A utilização das armas de "faísca"[3] terminou com o início do século XIX e o advento de novas tecnologias como o sistema de pistão.

O sistema de pistão surgiu da necessidade de se realizar tiro nas mais diversas condições, pois, se chovesse, a mecha poderia apagar-se e não atear a pólvora. Assim era imperativo que se descobrisse um sistema mecânico de ignição da pólvora. Mas a solução não estava no sistema em si, mas num material que conseguisse dar ignição à pólvora. Também se pensou no tipo de pólvora a ser utilizada. Descobriu-se então a pólvora fulminante, mas esta era de muito difícil manejo e bastante perigosa, provocando inúmeros acidentes. Este problema só foi resolvido quando, em 1799, o químico inglês Edward C. Howard inventou o fulminante de mercúrio. Depois deste avanço só faltava descobrir o sistema mecânico que desse ignição a este novo tipo de pólvora. Quem resolveu este problema foi um sacerdote anglicano, o escocês Alexander John Forsyth, que inventou o sistema de ignição por percussão, segundo o qual um pequeno martelo batia contra uma minúscula carga de mercúrio fulminante que, por sua vez, explodia causando assim a ignição.

Com este sistema surgiram diversas armas populares que marcaram uma época, nomeadamente nos Estados Unidos da América a famosa espingarda Kentucky. Durante a época do pistão esta classe de armas foi a mais utilizada nos EUA. Surgiram também as famosas carabinas estriadas de dois canos, que eram muito boas para a caça, pois em caso de perigo sempre se dispunha de mais um tiro, com que nos pudéssemos defender de qualquer ameaça. Fabricaram-se também carabinas de um só tiro conhecidas pela sua grande precisão; algumas destas carabinas fizeram história em diversos países, como na Alemanha o fuzil bávaro, ou a inglesa *Bailey, the typical English sporting rifle.*

Foi também neste período que aconteceu uma das mais importantes invenções, não em termos de armas, mas na balística. Um facto que influenciou bastante o desempenho das armas de fogo foi a invenção do projéctil cilíndrico-cónico e oval. Desde os finais do século XVIII que havia tentativas para se desenvolver este tipo de projécteis, mas só em meados do século XIX é que se conseguiram resultados importantes e significativos. Este tipo de projéctil tinha diversas vantagens, mas a mais relevante de todas foi o facto de se poder aumentar a potência sem ter que aumentar o calibre da munição e, consequentemente, na altura, o calibre do cano.

As armas de retrocarga (de meados do século XIX aos finais do século XIX). Entramos agora no último período histórico das armas. Neste período as armas sofrem uma evolução enorme, sendo totalmente diferentes das do período anterior, pelo facto de se abrir a arma deixando a câmara a descoberto. Estas armas oferecem diversas vantagens, entre as quais destacamos as mais importantes: carregam-se muito mais rapidamente, têm muito maior alcance e precisão e os seus cartuchos metálicos não são afectados pela chuva nem pela humidade. A esta superioridade quase total acresce o facto de as armas anteriores só poderem disparar um tiro sem recarregar, enquanto estas podiam disparar muitos mais.

Estas armas alcançaram inicialmente um grande sucesso nos EUA, onde nasceram grandes armeiros e sistemas de tiro baseados nesta técnica, como o Scharps, o Snider, o Spencer, o Henry (criador da Winchester), e os dois mais úteis em termos de armas de guerra, o Berdan e o Remington.

Com as armas de retrocarga e os cartuchos metálicos, só faltava um passo, que seria o de desenvolver armas de repetição que se pudessem carregar com diversas munições e disparar sucessivamente com um mínimo de esforço. Este tipo de armas foi desenvolvido pelos Norte-Americanos, mas estas primeiras armas tinham alguns inconvenientes, como, por exemplo, um alcance bastante reduzido, o que as tornava ineficientes em termos militares. O que para os países europeus não servia, pois viviam naquela altura em situações de pré-guerra, enquanto nos Estados Unidos as armas serviam essencialmente para a caça. Explica-se assim que, apesar de os Americanos serem os pioneiros nestas armas, foram os Europeus os primeiros a desenvolver armas de repetição para a guerra com alcances eficazes aceitáveis. Os grandes armeiros daquela altura eram principalmente alemães, como Paul Mauser e Ferdinand R. von Mannlicher. Foram eles que desenvolveram as armas de repetição para a guerra, armas estas que têm os seus nomes. Até a melhor arma americana, a Springfield, é uma adaptação da alemã Mauser. Este tipo de armas do final do século XIX perdurou quase sem alteração até à I Guerra Mundial, quando surgiram as armas semi-automáticas e automáticas.

Surgimento do armamento portátil moderno

Com o aparecimento da espingarda de assalto, o armamento portátil tomou outras proporções. Fora criada a possibilidade de cada combatente avaliar o poder de fogo de uma metralhadora apenas com o peso de uma espingarda.

Existe uma notável contradição entre a arma automática, cujo peso fornece a estabilidade necessária para o fogo em rajada, e a espingarda, que devido à sua leveza pode ser carregada e usada individualmente e cuja natureza é instável.

Para podermos ter uma referência, uma metralhadora para disparar um projéctil a 1000 m tem um peso médio de 25 kg, enquanto uma espingarda para disparar uma munição *standard* a 300 m pesa somente 4 kg.

Desde o início que o desafio tecnológico assentava numa só questão: será que a capacidade de a metralhadora disparar sob a forma de rajada pode ser aplicada numa arma 6 vezes mais leve?

O aparecimento deste novo tipo de arma teve início no princípio do século XX quando dois homens utilizando técnicas da altura alcançaram uma solução intermédia: uma metralhadora com a qual se podia fazer fogo de rajada apoiando a mesma na cintura do combatente. Browning e Hotchkiss inventaram as famosas espingarda automática Browning e espingarda mecanizada, respectivamente.

Ambos de origem americana, quase não tiveram sucesso antes da Grande Guerra, visto as suas armas, em virtude da sua cadência de fogo e do respectivo consumo de munições, se tornarem insustentáveis tanto para a indústria (incapaz de produzir em massa) como para os serviços logísticos.

Durante a guerra, as metralhadoras leves que eram então usadas por alemães e ingleses foram substituídas por espingardas automáticas nos EUA, França e Itália.

No decorrer do conflito, alemães e italianos, utilizando munições da pistola automática, usaram aquela que seria a primeira submetralhadora (arma municiada com projécteis de 9 mm Parabellum Glisanti e que possuía um alcance eficaz de 50 m).

No término da guerra, as armas automáticas usadas pelos combatentes não correspondiam àquelas que anteriormente haviam sido elaboradas e destinadas para a mesma. Usavam-se predominantemente submetralhadoras e espingardas mecanizadas. Porém, o soldado comum transportava ainda armas semi-automáticas e espingardas, mas o alcance do armamento havia sido reduzido para 300 m.

Apesar do grande avanço tecnológico que se fez sentir entre 1914 e 1918, a evolução da espingarda automática continuava bloqueada pela falta de poder das munições tanto na submetralhadora como no da espingarda mecanizada.

Apesar da árdua pesquisa entre as duas guerras mundiais, a situação permaneceu inalterável. O combatente continuava única e exclusivamente armado com:

– pistola automática e submetralhadora como arma pessoal;

– espingarda mecanizada ou metralhadora ligeira como armamento colectivo de uma secção;

– e as semi-automáticas e espingardas prevaleciam como armamento pessoal básico.

Após o aparecimento da doutrina moderna no que respeita à condução da guerra, o exército alemão apercebeu-se da má utilização da submetralhadora, aquela que outrora era aplicada na ofensiva passava então para a defensiva. Como tal, a via a seguir era a espingarda automática. A ideologia alemã fundamentava a criação de uma supersubmetralhadora que possibilitasse um alcance eficaz de 300 m através da utilização de munições adequadas.

Assim sendo, em vez de aumentarem o calibre das munições de 9 mm, reduziram-no para 7,92 mm, de forma a reduzir o seu poder e força cinética a fim de tornar possível disparar rajadas controladas a distâncias superiores às proporcionadas pela submetralhadora.

Porém, os técnicos alemães continuaram renitentes enquanto o exército nem queria ouvir falar num novo modelo da submetralhadora, a sua susceptibilidade estava virada para aquele que viria a ser um nome mítico nas origens da espingarda de assalto – a *Sturmgewehr*. A ironia foi que esta arma só chegou às unidades após Estalinegrado, cidade que determinou o momento de viragem e pôs Wehrmacht na defensiva.

A *Sturmgewehr* não é mais nem menos que a antepassada das espingardas de assalto actuais.

A nova era

Um dos recuos logísticos da famosa Sturmgewehr era a necessidade de usar munições não-adaptáveis a qualquer outra arma. Esta situação fazia com que esta arma não se enquadrasse na noção de sistema, mas não deixava de se afirmar como uma arma de oportunidade.

Apesar de tudo, os soviéticos viriam a aceitar a introdução da nova munição de calibre 7.62x39 mm para a AK 47 em 1950, fazendo com que as nações do Ocidente não voltassem a ser as mesmas.

Coube à FN Herstal (firma belga) a realização do velho sonho de um oficial de estado-maior, tarefa que seria realizada no decorrer do ano de 1950 com a criação da FAL (fusil automatique léger = light automatique rifle). Esta espingarda de assalto permitia o disparo em rajada de munições militares *standard*.

Certamente que a habilidade de disparar no modo de rajada a um alcance médio de 300 m dependia directamente da posição do seu utilizador (deitado com o apoio de um bipé). Porém, a curtas distâncias o volume de fogo proporcionado por esta arma compensava a dispersão que advém deste modo de prática de tiro.

Poderemos dizer que, ao produzir a FAL, a FN conseguia completar o trabalho havia muito começado por Browning e sua BAR.

Esta evolução (no que respeita a espingardas de assalto) provaria ser um sucesso, mas apesar da sua particularidade a FAL não permitia o disparo de rajadas controladas a alcances normais. A munição 7.62, devido ao seu poder e ao bipé instável, era um constrangimento para o combatente.

Em meados da década de 1950 e inícios da de 1960 as forças armadas norte-americanas tomaram particular interesse num projéctil de caça de calibre 222, que demonstrava alcançar grandes velocidades e despender menos energia inicial do que o de 7.62 mm.

Em 1968 a companhia norte-americana Colt inicia a produção da tão conhecida M16. Disparando uma munição 223 (5.56 mm), esta espingarda seria adoptada pelos exércitos do Ocidente apesar do criticismo que girava em torno da mesma.

Uma panóplia de espingardas de assalto surgiria, tendo como referência a M16 e a sua nova munição.

Toda esta nova gama estava apta a disparar quer num modo curto de rajada quer num extenso. As qualidades balísticas aferidas pela mesma munição (5.56 mm) eram

teoricamente idênticas e só um perito conseguiria distinguir as vantagens de uma em relação à outra.

O seu alcance médio estava estipulado na ordem dos 300 m, o que evitava ajustamentos na mesma para disparar munições a cerca de 900 m/s (propriedade que tornava estas espingardas particularmente fáceis de usar).

Abstraindo do desenho, do modo de operar e mesmo do tipo de munição a que se destina, o factor determinante prevalecia: como responderia a condições adversas (em todo o tipo de tempo, em todo o tipo de situações).

O bom funcionamento da arma era independente do bom ou mau uso do militar.

Na actualidade

Perante a realidade dos nossos dias, armas como facas e pistolas não podem ser englobadas no termo geral "armamento portátil".

Armamento portátil afirma-se, então, como algo estritamente militar e, como tal, intimamente ligado ao seu utilizador, ou seja, o combatente.

Assim sendo, podemos restringi-lo a um leque de armas que vai desde as espingardas a espingardas de assalto (sendo as últimas aquelas a que damos maior relevo), pois são estas que uniformizam qualquer exército actual e que lhe possibilitam um grande potencial de combate aliado a uma grande mobilidade no terreno.

Como constatámos acima, este tipo de armamento sofreu uma revolução significativa no período da Guerra Mundial, sendo o período posterior (que se afirma na actualidade) apenas de evolução. Isto é, o armamento portátil sofreu modificações a nível da estética, sistema operativo, precisão, peso, tamanho, recuo, tipo de munição, capacidade dos carregadores e cadência de tiro, porém não inovou em nada.

Assim sendo, iremos de seguida arrumar todas estas evoluções em três grandes grupos: campo operacional, tiro e fabril-logístico.

I) No campo operacional

a) Predominância da fórmula SCHV (*small caliber high velocity*), levando à tipificação das câmaras para o cartucho 5.56 mm por .45 mm.

b) Predominância dos sistemas de tomada de gás.

c) Preponderância do aferrolhamento por cabeça rotativa do ferrolho.

d) Predominância das culatras rebatíveis.

e) Difusão de uma arma compacta, com cano ultracurto, que, apesar da diminuição do rendimento balístico, não tivesse um peso superior a 3,9 kg quando pronta para combate.

f) Exigência do uso de ópticas, compatibilizadas segundo o STANAG 2324.

g) Generalização de altas cadências e dispositivos seriadores.

h) Obtenção de boas tensões de trajectórias e, por conseguinte, estabilidade giroscópica dentro do alcance de 600 m, com uma energia de boca na ordem dos 160/170 kgm e de recuo não superior a .500 kgm.

II) No tiro

a) Aparelhos de mira mecânicos ou ópticos que sejam robustos e que permitam aquisição de alvos penumbrosos.

b) Difusão de carregadores de grande capacidade (35-40-50 munições).

c) Uso generalizado de granadas e baionetas.

III) No aspecto fabril-logístico

a) Predominância de materiais sintéticos e ligas leves na armadura, culatras, carregadores e alguns mecanismos e ou componentes, juntamente com estruturas complementares de chapa de aço.

b) Tentativa de estandardização das armas de pequeno calibre fixadas pela OTAN.

É com base nestes três grupos que o quadro abaixo irá ilustrar que, de facto, não ocorreu nenhuma revolução a nível de armamento portátil após a Guerra Mundial, mas sim aperfeiçoamentos significativos nas inovadoras técnicas para a altura.

Devido ao baixo custo e facilidade de produção estandardizada, e ao máximo aproveitamento de matérias-primas não críticas ou estratégicas, com uma tolerância fabril elevada, o armamento portátil permite uma intertroca total de todos os seus componentes.

Logo, o seu projecto e fabrico devem oferecer a máxima confiança mecânica, robustez e facilidade de manutenção. Por isso, importa destacar que este tipo de armamento deve operar fiavelmente em todos os cenários e climas extremos, pois estes são os seus preceitos no âmbito operacional.

Os projectistas destes meios de assalto deverão levar em linha de conta um vasto panorama de exigências, dada a índole das complexas intervenções de combate.

E os desenhadores, por sua vez, deverão usufruir inevitavelmente da assistência fornecida pelo mundo informático e demais ferramentas que se encontram ao dispor da técnica do desenho industrial, assim como dos processos automatizados da engenharia contemporânea.

O armamento portátil: o próximo passo

A tecnologia do armamento ligeiro é muitas vezes descrita como madura. De facto, não tem havido grande revolução desde que foram introduzidas as armas semi-automáticas e automáticas há cerca de 100 anos.

Muitas das armas supostamente revolucionárias que foram introduzidas não têm sido mais do que modificações de designs anteriores. Em vez de revolucionárias, as modificações existentes têm sido bastante evolucionistas. Não haverá nada

CARACTERÍSTICAS DE ESPINGARDAS DE ASSALTO CONTEMPORÂNEAS

Nacionalidade/ Modelo	Calibre (mm)	Peso da arma municiada (kg)	Capacidade do carregador	Ritmo de fogo (rpm)
Linhagem da Sturmgewehr				
Alemanha MP 44	7.92x47	5.54	30	450
URSS AK47	7.62x39	5.12	30	600
Finlândia	7.62x39	4.81	30	600
	ou 5.56x45	4.52	30	600
Linhagem da Colt				
EUA M16 A2	5.56x45	3.85	30	600
Bélgica FNC Standard	5.56x45	4.36	30	600
Espanha CETMEL	5.56x45	3.96	30	600
Itália Beretta 70/90	5.56x45	4.23	30	680
Singapura SA 88	5.56x45	4.05	30	650
Armas contemporâneas				
Áustria AUG	5.56x45	4.29	30	680
França FAMAS	5.56x45	4.13	25	1000
GB SA80	5.56x45	4.98	30	800

num futuro próximo, no que diz respeito a tecnologia do armamento portátil, que seja tão revolucionário, como o foi o desenvolvimento da metralhadora no século XIX.

Armas, tais como a americana OICW[4] (falaremos sobre ela em pormenor mais adiante), são demasiado caras e excessivamente complicadas para serem produzidas em larga escala, com o intuito de serem utilizadas pelo combatente normal. Por outro lado, tecnologias realmente consideradas revolucionárias, tais como a *"metal storm"* (também falaremos sobre ela em pormenor mais a frente), ainda não provaram ser um substituto válido para as armas existentes.

Falaremos agora sobre certos casos particulares de evoluções existentes no armamento e que começam a provar serem o próximo passo a dar.

Submetralhadoras

A maior parte dos exércitos e forças policiais dos países ocidentais utiliza uma das armas da série H&K MP5. A MP5 é bastante fiável e precisa e, no que diz respeito às submetralhadoras, mortal quanto baste. Mais recentemente, o leque das submetralhadoras foi alargado, com o surgimento da Steyr TMP *(tactical machine pistol)*. Esta submetralhadora, pelo facto de ser mais compacta que a MP5, pode ser a arma eleita no meio das armas de defesa pessoal.

Sendo discutível, a FN Herstal P90 é considerada a submetralhadora mais avançada do mercado. Com um design bastante avançado, esta arma foi desenvolvida para as ocasiões em que o combatente tenha de ter, pelo menos, uma das mãos desocupada, sem prejuízo do maior poder de fogo de que dispõe.

Espingardas de assalto

Estas armas, intimamente ligadas à infantaria, são hoje em dia representadas pela OICW no topo da escala e, no fim da escala, pela AK-100, que não é mais do que uma Kalashnikov com revestimento de plástico, terminado em fosfato.

A espingarda de assalto G36 nasceu como um projecto da HK-50 no início da década de 1990. Foi adoptada em 1999 pela Bundeswehr (Exército Alemão) como a espingarda de serviço e nesse ano foi também adoptada pela Espanha. A G36 foi adoptada pela Polícia Britânica e vendida à Polícia Americana.

O primeiro aspecto que chama a atenção neste modelo é que incorpora uma lente de aumento para fazer pontaria com maior facilidade até 300 m. Também possui uma mira mecânica e pode incorporar uma óptica de visão nocturna. Um dos detalhes que mais saltam à vista neste modelo são os novos carregadores de 30 munições transparentes, que tornam mais fácil a contagem do número de munições existentes no carregador.

Em termos ofensivos, é caracterizada por uma enorme versatilidade, pois poderá incorporar um lança-granadas de 40 mm. Em 85%, o material desta arma é plástico, o que

facilita o seu manejo e limpeza. Outro aspecto que salta imediatamente à vista é o uso de polímeros.

Ao contrário da maior parte dos países ocidentais que têm tentado desenvolver novos tipos de armas de assalto, a Rússia tem estado estagnada, exceptuando o desenvolvimento da AN-94. Esta arma tem uma grande cadência de tiro quando em automático, em que os dois primeiros disparos saem a uma velocidade de 1800 tiros por minuto, passando depois automaticamente para 600 disparos por minuto. A difícil situação económica que a Rússia vive actualmente não permite que se produza esta arma de maneira a substituir completamente a AK.

A arma mais moderna em termos de espingardas de assalto tanto agora como num futuro próximo é a OICW. Essencialmente, este tipo de arma assume-se como um lança-granadas de alta tecnologia desenhado como um componente integral do sistema global de espingarda/lança-granadas.

O lança-granadas de 20 mm incorpora um sensor que determina a distância por sistema laser, carregador de 6 munições, sistema de controle de fogo de várias soluções, bússola electrónica, computador electrónico, câmara de vídeo, módulo térmico, munições automáticas programáveis, ópticas diurnas e nocturnas e uma bateria de energia suplementar e a possibilidade de operar independentemente do componente espingarda.

Permite ainda ao seu utilizador decidir se quer que as suas granadas explodam no ar ou se proporcionam um impacto directo até a uma distância de 1000 m.

Porém, esta arma inovadora que abre as portas para um futuro próximo apresenta inúmeros constrangimentos, que vão desde o seu peso excessivo à deterioração dos componentes da espingarda.

FIST 2000

Esta arma electrónica individual (EIW) possui um módulo de controle electrónico que permite, através de um dispositivo de selecção que substitui o usual mecanismo de fogo, usufruir de uma duração de tiro ininterrupto e cadência de fogo reprogramáveis.

Em adição, dispõe de sensores incorporados (que permitem visualizar a temperatura das munições e cano da arma uma vez municiada) e de uma bateria. Um indicador de luz reduzida aparece automaticamente num ecrã durante a noite de modo a possibilitar ao combatente a seguinte informação: prontidão para o exercício de fogo e alarme de falta de energia de bateria.

Uma memória não-volátil foi também incorporada de modo a registar o número total de munições disparadas.

As vantagens deste tipo de arma são: 1) a redução dos constrangimentos de desenho da arma (especialmente na relação arma/combatente), com a eliminação das ligações mecânicas; 2) controle da cadência de fogo e melhoria da consistência de fogo em modo de rajada; 3) uma maior confiança e segurança.

A **FN Herstal F2000** pode ser equipada com controle electrónico de fogo, com mira telescópica dia/noite e um lança-granadas de 40 mm. Esta arma foi desenvolvida com o intuito de ser competitiva no mercado internacional.

O objectivo mais próximo dos produtores de armas é tornar as espingardas de assalto do tamanho das submetralhadoras, mantendo com isso rentabilidade, cadência de tiro e potência. Exceptuando a A N-94 e a G36, que não adoptaram as novas tendências de tornar as armas compactas e mais pequenas, será neste ponto que se irão centrar as grandes empresas num futuro próximo.

ECAD FAMAS

Esta arma apresenta-se como uma melhoria do modelo anterior. Completamente interligada com o combatente devido a fazer parte de um todo (fato e espingarda), incorpora um sistema electrónico que permite ao seu utilizador usufruir de: 1) um sensor de altitude; 2) um sistema de controle de interface; 3) um modo de aquisição de alvos que engloba câmara diurna com intensificador de luminosidade para a noite, mira *laser* e um sistema que possibilita distinguir forças amigas ou hostis; e 4) uma escolha de alvos, brilho, contraste e transmissões rádio/imagem através de botões montados na frente da arma que fazem ligação ao sistema de controle de funções que se afirma no monóculo do capacete do seu utilizador.

O alcance efectivo desta arma está estimado no dobro do modelo anterior, ou seja, cerca de 500 m.

A revolução esperada

Como havíamos dito acima, todos estes desenvolvimentos no armamento não foram a revolução esperada, mas sim uma evolução do mesmo. Mesmo assim, já se pode começar a vislumbrar uma luz ao fundo do túnel, com notícias de armas completamente futuristas. Uma destas armas é a Metal Storm, que é uma arma cuja tecnologia foi desenvolvida pelo inventor australiano Mike O'Dwyer e diz-se que irá revolucionar a maneira actual de se fazer a guerra. Esta arma combina diversos canos, de maneira a atingir um maior poder de fogo. A maior parte das espingardas Metal Storm é constituída por um conjunto de canos que têm de ser substituídos quando estão vazios.

O conjunto de canos está carregado com conjuntos de munições, com a ajuda de um propulsor e controle por computador, que permite a esta arma atingir uma cadência de tiro teórica de aproximadamente 1 milhão de tiros por minuto.

A Metal Storm tem diversas vantagens em relação às armas convencionais existentes no mercado, nem que seja só pelo facto de esta não ter partes movíveis, ter várias cadências de tiro e ser totalmente controlada electronicamente. Por outro lado, tem alguns inconvenientes, que advêm do

facto de ela ser controlada electronicamente, quer dizer, se esta tiver uma falha electrónica, pura e simplesmente não dispara, o que em combate teria efeitos devastadores no combatente. Outra desvantagem que já foi referida consiste em que, quando ela estiver vazia, o conjunto de canos terá de ser substituído para a mesma ser recarregada.

Outras evoluções faladas poderm ser em termos de armas *laser*. Fala-se que existem armas a *laser* em poder dos norte-americanos, mas não divulgadas. Estas armas, fazendo uso de alta tecnologia, poderiam disparar supostamente à volta de 10 000 tiros por minuto com raios *laser*.

Conclusão

Depois de analisadas as armas do presente e algumas possibilidades para o futuro, é necessário fazer uma previsão com base nestas informações sobre quais serão os caminhos a tomar no futuro.

- Podemos começar por dizer que num futuro próximo as submetralhadoras serão substituídas pelas futuras espingardas de assalto compactas.
- O controle de fogo e as munições programáveis aplicadas ao lança-granadas OICW serão provavelmente aplicadas a outras armas no futuro.
- As armas controladas electronicamente não terão aceitação por parte das diversas forças armadas existentes por não serem fiáveis e nem se adaptarem às necessidades do combatente.

Com isto, terminamos dizendo que existem diversas evoluções tanto no armamento como nas munições. Mas estas não irão causar revoluções no meio militar e, mais importante ainda, não irão modificar a táctica militar existente, porque, apesar de estas serem as armas do futuro, não são mais do que modificações de armas anteriores, modificações essas que se baseiam essencialmente no material de que são feitas, peso, tamanho e cadência de tiro. Mesmo com as actuais ópticas de visão diurna/nocturna, as câmaras térmicas, nada disso trará as modificações de que o mundo militar estaria provavelmente à espera.

Esta revolução só irá chegar quando a próxima geração de armas incluir tecnologias como a propulsão através de energia electromagnética e as munições inteligentes. Isto, sim, trará um aumento significativo das capacidades do combatente.

Bibliografia

- Casariego, J. E., *Tratado Histórico de las Armas*, Barcelona, Editorial Labor, 1982.
- Jane's ; http:\www.Jane's.com
- Diez, Octavio, *Carabinas e Espingardas Militares*, Madrid
- Diez, Octavio, *Unidades de Combate e de Assalto*, Madrid.

Notas

[1] Quadro ilustrativo das armas e sua evolução durante a Pré-História em anexo.
[2] Ilustração do mecanismo de disparo em anexo.
[3] Quadro sobre as armas de mecha e chispa.
[4] *Objective individual combat weapon.*

Novos Saberes na Rota do Futuro

Trabalho realizado por:
• *Carina Nunes Araújo*

Universidade de Aveiro

Resumo de uma possível participação nas comunicações do Colóquio

Não quero que pensem que as ideias se guardam e se aprisionam no esquecimento da mente inata do Ser Humano.

Quero apenas que acreditem que tudo é possível, quero que acreditem apenas que tudo o que pensamos tem um destino quantitativo e qualitativo.

É na reunião de factos, direitos, premissas, contrapontos, averiguações, que tudo é possível, tudo tem um estatuto de realidade. Organização mental própria, correcta ou não... tudo é possível, confuso e questionável. Mas também nem tudo é tão igual, simétrico, tão dignificante ou até prestigioso e importante como este juntar de palavras, imagens e sentimentos.

Não quero que pensem que é uma ecologia de metamorfoses paradoxais; uma reciclagem de figuras e recursos de estilo e bioactividades. Quero apenas que compreendam, entendam e percepcionem que tudo é possível, mesmo que um minúsculo ser, que sou, tente desabrochar sob os olhares críticos de uma situação incalculada pela sociedade em que vivo.

Vejo a precoce reviravolta de mais um século, a aproximação vindoura de mais um milénio. E tudo isto, não passa de mais uma antropologia de início de uma jornada com algumas discussões e respostas às circunstâncias teoricamente fustigadas pelos preconceitos de juízo aquartelados pela consciência.

Pretendo apresentar e se possível dissertar sobre um pequeno grupo de textos redigidos por mim no Colóquio intitulado "Pedro Nunes – Novos Saberes na Rota do Futuro". Creio que durante alguns minutos poder-se-á ouvir, reflectir e discutir e até acreditar que o Mar influencia a vida de quem tem um enorme carinho pela grande imensidão e pelo mistério da tumultuosa água salgada do Mar.

Segue-se o destino
De quem não tem
Olhos para ver
Mas tem coração
Para sentir.....

Saudade

Saudade, de quê?
Não sei! De criar?
Não! De marear,
Navegar...
Tenho Saudade do mar
Das águas agitadas
Das tempestades marinhas
Do salitre na minha face
Adoro o mar, os Oceanos
As naus e as caravelas gloriosas.

Tenho Saudade, de quê?
Não sei! De viajar?
Sim! De partir...
Descobrir,
Conquistar,
Navegar nas grandes Aventuras
Cantar as Glórias Antigas
Elevar mais alto as nossas velas.
Tenho Saudade, de quê?
Não sei! De cereais?
Não! De pimenta,
Canela,
Café,
Seda,
Caril,
E navegar sem dor e sofrimento.

Tenho Saudade, de quê?
Não sei! De cantar?
Sim! De gritar Portugal
Falar Índia
Saudar Brasil
Comunicar África
Enfim muita Saudade
Do Prazer da Descoberta...

Auto...

Ocultos olhos cristalinos,
Agilidade corporal esplêndida,
E o gosto pela vida
É um coração que circula pelas veias
É uma cor que tinge uma pele.

Tangeram os sinos
E ressoaram os ouvidos adormecidos na noite.
E o aroma que vagueia?...
Entra pelas janelas

E oscila por entre os corpos
Das paredes esquálidas do quarto iluminado
Pelo clarão do farol...
Batem as ondas na falésia
Vazam as águas para um longínquo horizonte
Observa-se o ondear da caravela
A respiração da fauna e flora
Daquele espaço...
Que maravilha...
Que clarão lunar
Ânsia e beleza marítima.

Nunca fui feliz
Como poeta
Homem
E criança.

"Olhos castanhos
De encantos tamanhos"
São estes de Coimbra
Mar e Porto
Portugal.

Navegámos por
Tormentas
Miasmas de ondas
Quebradas
Partidas e entrelaçadas

O porão lançado
Cortado e quebrado
Fendeu oceanos
De águas salgadas
E Terras perdidas.

Portugal
De sonho
E vida
Estendida
Na grande Rota
De traços marítimos

Caravela
De cruz e punho estendido
É hora de vitória
E glória enaltecida.

Suprimida a Fé
Mas ganha e emancipada a Esperança
Foram traços
Que de mim marearam
Sem nada perderem
E tudo louvarem.

Mar! Ó pai...
Fazei com que se
Lhes abram os olhos,
Fazei com que se
Lhes abra o Tesouro:

As ondas batem sem fôlego
Nos rochedos quebrados
Pela fúria da tempestade.

A areia enrola e desenrola
A deplorável voz da maré.

E tudo se esvai
Em sanguinolentas
Artérias de desejo...

A heresia dos povos perturba
A ironia das correntes...

A graciosidade dos ventos
Move as velas içadas
Da caravela dos Descobrimentos

A hesitação
Afunila os sentimentos
De conquista

De um mergulhador
Inexperiente das coisas da vida
Rabugice intolerável
Ansiedade aos torcegões
Na infinita linha do horizonte.

Lusitanos marujos, e as nuvens de disposição incógnita
E ondulações observadas e sentidas que incógnita
disposição têm

Nau,
Caravela
De glória
Descobrimento
E vitória....

Saudade
De provisão
Enaltecida....

Descontentamento
De expressão
Enclausurado, o meu...

Mar! Ó pai...

Detesto a rima

Porque a não consigo sentir profundamente
A verdade vos digo
Escuto-a
Mas, severamente,
Sem redigir aquilo que vai
Por dentro da minha mente.

Camões escreveu
A consonância das palavras
Ganhou e perdeu
Mas nunca fui e serei capaz
De as deixar de ouvir...
Gosto delas
Porque seu ritmo é suave e comovente.

Pessoa, Fernando Pessoa
Irmão meu
De esplêndida composição poética
Rimou sem perder a forma
Dissertando sem perder o jeito.

Torga, não sei, não me lembro
Memória de espanto...
Que mentira morta
E austero pranto...

Mas sei e cativo Florbela Espanca
Ganhou a forma
Do modo como ela espanta.

Ai! rima martelada
Que horror
Tamanho que nunca vale nada.

Tenho angústia de escrever
E sentir que escrevo
Sem nunca vos ter...
Perpetuando a minha fúria
Da ironia que quero ser.

Citação

Uma Língua é o lugar donde se vê o mundo
e que se traçam os limites do nosso pensar e sentir.
Da minha Língua vê-se o Mar.
Vergílio Ferreira

Uma viagem feita por palavras, Língua e mar.
A Língua, as palavras vêem-se através do horizonte, sentem-se através do mar e diferenciam-se através do comunicar.
Às palavras, a Língua traz-lhe a saudade
Saudade de um mundo tranquilo,
Saudade de um lugar viajado
A saudade do Prazer da Descoberta
A alegria de ser Português e falar Português.
Ele avivou a nostalgia das palavras estremecedoras que lhe caíam da boca e das palavras cintilantes que lhe saíam da pena.
Sentiu curiosidade da Língua falada na Viagem.
Sentiu-se aventureiro das palavras soletradas no país.
É ser de vida, palavra e Língua navegada pelo mar.
É Humano de mar a sua palavra e a nossa Língua:
Ele é Camões.

Ruas cúbicas de estreitos prismas enraizados
Canetas motorizadas ultrapassam as nuvens intocáveis
Réguas e largos compassos descrevem...
O quê?!
Possivelmente, uma auto-estrada
Analiticamente, um túnel
Mas, na prática, é apenas uma ponte.
Cones, cilindros
Rectas, vectores
Pontos, semipontos
Traços e traçados
Constituem um monumento...
Não,
Simbolizam uma época
São um marco histórico
De um Povo Eloquente
Que foi exaltado há séculos atrás.
E é!, de novo elevado,
Relembrado e talvez
Reconhecido...
Mas será mesmo verdade?
Que o Cabo dodrado
A Tormenta ultrapassada
A Índia descoberta
O Brasil comunicado
E a África explorada,
São como...
O cheiro a canela,
Pimenta,
Caril,
Pau-preto,
Café,
Sal...
...
Não pensem noutra imagem
Senão naquela...
Naquela de Descoberta
Aventura
E Vitória.

Fúria

Lágrimas se escorrem
Em olhos riscados
Por cascalhos
Ruídos em areia.

Aflição aparente...

E tudo não passa
De uma superstição
Que se envolve
Num véu aveludado
Que conduz à ira
E à agonia
Do desespero,
A um flash cósmico
E platónico
Que até o próprio
Mar é incapaz
De se enfurecer
Numa tempestade
Inconstante e voraz
Da realidade existente em Nós.

O mar, querido se tornou
O oceano, amor deflagrou

E por uns tempos!
Adormecido ficou...
Concretizado, ainda não
Porque não ainda definido...

Acontecimentos concretizados
Foram a ordem do dia
E o medo de crescer
Alojou-se e não se defendeu...

Mas a revolta das suas agitadas marcas
Fez com que tudo de novo se refizesse
Com que tudo de volta regressasse...

Sinto agora que posso ser outra vez Mar
Sinto que agora posso ter o Oceano
Sinto agora que mergulhar é tudo
E tudo que ainda não tenho
E sem perder...

Quero, querer marear
Querer, quero navegar
Quero querer sentir a intépida
E deslumbrante maravilha da água...

Vivo do Mar
E sempre serei Mar...

A realidade ousada
Com que se compadece a vida
É inigualável à utopia
Da própria subsistência.

Morre-se sem que a dor se sinta
Esculpe-se um busto sem que os outros se apercebam
Cose-se com a linha da emoção
Sem que ninguém nos cative
Sem que ninguém nos ambicione

Arregaça as mangas
Criatura!
e...
Cria o teu próprio esboço
Corta os punhos da tua fantasia
E desse sangue escorrido
Traça o teu antagónico destino.

Olha e observa
Como que se
Ouvisses e escutasses
O som do mar
A esbater-se no penedo
Rochoso da escarpa.

Fecha, pois, agora esses teus grandes olhos
E adormece
Na escuridão profunda
Do teu incomparável Ego.

Relaxa o teu coração
Sem que sintas
Jamais a pulsação
Do teu tumultuoso ser.
Apenas te digo hoje
Conquista!
Não tenhas agastes....

Os descobrimentos foram a nossa Glória!

Concentrada com o tempo
Que aí vinha
Sentei-me no chão
De areia molhada pelo Mar
E pus-me a meditar com as estrelas
Era como as ondas
A bater na areia
Era como as ondas
A quebrar nas rochas...

E nada!

Apenas se sentia
O cheiro que pairava
Na brisa do ar.
Apenas se ouvia
O cantar da água viva
Daquele imenso equilíbrio....

Sim,
Vivo no esquisso dos dias
E na crepitante indecisão dos segundos.
Matizo a florescência
Da orquídea do meu coração.

Animo e agito
O cravo encarnado do meu sangue.
Tinjo a cicatriz púrpura e branca
Da tulipa da minha audição.
Regozijo o antúrio
Encarnado do meu cabelo.
Prolifero no secular cedro
Do meu embrutecido e teimoso ser.

Sim,
Já não vos digo
Como me chamo
Porque não mereceis
O meu exótico e diferente sorriso
E porque não quero
Já dar o golfinho do meu olhar
E o mar do meu destino.

Tempestade

Há sonhos que se fecham
No escuro e na antipatia da multidão.
Há realidades que se cravam
Na agitação promíscua da irritação mesquinha
Da criatura que nos cerca.

Não agites, não agarres,
Não forces uma situação irreversível!
Marca uma diferença
Correcta e sem incógnita.

Ai que raiva
Que fúria
Que agitação
E claridade obscura...
As multidões vagueiam
Por entre rotundas de cabelos escuros;
A transparência dos seus olhos
É a flecha que corre por entre os corpos...
A insistência de rumores estranhos é a amargura
Que ondeia e penetra nos nossos canais auditivos.
E o sangue que circula nas veias?
Transpõe a tempestade que se observa
Lá longe, no imenso horizonte salgado e azul.
Ali!, aquela nau, caravela...
É a imagem de glória
É um hino de vitória
Uma aventura descoberta...
Não, é um amontoado de árvores
De vida,
De humanidade...
E mais! Não se pode dizer...
Porque as velas elevam-se
E ressoam os sinos...tlim, tlum
A chegada é para breve...
E...

E nada acaba
E tudo recomeça.

Unhas

Onde posso, Eu, encontrar
O meu verosímil pedaço de carne?

Onde posso, Eu, coexistir com
A performance de um
Intérprete?
Onde posso, Eu, sentir
Que sou gente?
Acreditando que
O oceano foi traçado
Pelas jocosas tábuas de pinho
Pelas velozes caravelas
E robustas naus?
Que dobraram as tormentas
E conquistaram terras desconhecidas?

Amistosamente, ganhásteis
Aversão à minha própria pessoa...
Ou será mesmo
Que odiais o vossos próprio mundo?

Não consigo viver
Nesta revolta constante
E conflituosa de sociedades

É impossível crer
Na contemplação
Que tendes
Pela ostentação
Sem acreditar
No que o Ser Humano
Tem direito a fazer...
E sei
Que sem vos contradizer
Acrescento
Que sempre nasci
Para a Arte...
Para as garras
De tinta das minhas próprias
Unhas...

Orientação

Agora, não sinto o sangue
A correr-me nas veias.
A contundência
Da irritabilidade é tão voraz
Que se quebra numa teimosia
Audaz de sacrilégio...

Fugiram pardais
E pardalitos
Vagueiam, ainda, consoante
A direcção dos ventos
Andorinhas e gaivotas.

E já não sei
Se para Sul
Ou se para Norte
Me hei-de posicionar!

A melancolia dos dias
Fez com que
Já nada tivesse
Destino...

Só me resta
O tempo.

E, no tempo
Só me resta
A proeminência
Verosímil da realidade
E a hora do ensaio
Do anseio veloz
E perspicaz.

Olhos quebrados
Perante o inferno de ideias
Abstractas
Obsoletas
E ilusórias...

A descoberta ambígua do infinito
Por mares,
Marés,
Oceanos,
E praias de espuma, salgada, quebrada
São retratos de um passado de vitórias,
São palavras de um hino de glórias

Caravelas foram.
Naus partiram.
Navios inertes e estacionados agora estão.

A Saudade no momento estende-se
Aportando nos nossos pensamentos
Os náufragos do nosso paraíso...

E foi-se África
E foi-se Vera Cruz
E foi-se Índia
E foi-se Macau
E foi-se Timor!!!???
E Portugal?

Terra perdida na imensidão do Planeta
Epopeia esquecida na imensidão das águas
Nobel insólito a um artista
Que Lusitano lê e português sabe...

Ó! Língua frágil que és
Esculpida na voz de todos
Saudades de Mares
Saudades de vitórias
Saudades de batalhas
E agora te narro
Com sofrimento e opressão.

A possibilidade
De se poder ver
Por um rectângulo de vidro
E por uma abertura
De luz no meio
Da parede que
Quando
Sentada mais parece
Um quadrado cravado
Nos tijolos...
Mas que na realidade
Não é mais, nem menos
Que um novo rectângulo
Das mesmas dimensões
Que o outro...
Porém, numa posição diferente...

A opulenta fúria que corre
Nas tenebrosas ondas
Do mar que se destaca...
É perante os olhos que o observam
A agitação das marés e
Dos choques hídricos nos rochedos
E dobram os sinos, despertando
O ardor e a ira
Da permanente objectiva do horizonte, em brasa,
Revoltam-se as ondas

Com mais robustez
Nas dunas de areia; calma...
Vagueia na perturbação aquática
O Fruto da luminosidade cristalina!
A clareza das águas
Trespassa e
Transparecem os sons intermitentes
Do ciclo da vida...

Abriu-se uma porta
Reluz um clamor
Que vida, que aroma....
Que iluminação magnífica
Que surdina calorosa...
Lá ao longe observa-se um farol
Um barco, uma nau, uma caravela
Que beleza!
Olha, olha! O marinheiro,
O pescador
E o sino ressoa
E ninguém escuta.
Ai que imagem
Que sentimento
Que frescura,
Não! Aventura...
Imagens! mais uma vez...
Retratos,
Fotografias,
Pastéis,
Aguarelas,
Tinta-da-china...
Não! Telas de pincéis peludos e coloridos...
Florestas?
Não, um dia direi!...

Mar de sensação e mistério
De ânsia
Ciência
E império

Criaram-se naus
Caravelas
Veleiros e petroleiros
Descobriu-se
E ancorou-se.

Porém, agora
Teme-se que a revolta
Das marés
E das intempéries
Saudosistas
Da epopeia
Prevaleçam com a destruição
Da natureza
Invocada pelo Homem.

Quer-se uma rota
De futuro
Com conhecimento
Renovável das energias
Poluição, não!
Porque danifica
As glórias antigas
E as saudosas Conquistas.

Vi uma onda
Quebrar em múltiplas
Partículas e fracções de vida

Quis ser golfinho
E esqueci-me no esquecimento

Quis ser novamente golfinho
E descobri mundos infinitos
E jamais poderei...
Poderei esquecer
Todas as palavras
Salgadas que aquele marujo
Me tentou soletrar....

Tenho em mim
Uma vontade efémera
De descobrir e sentir
Toda esta tempestade
De marés, ondulações
Águas, caravelas
Naus e vidas...

Quero ser teu
Porque a ti te pertenço.

Quero injectar uma chama
De fúria e revolucionar
Mundos inteiros, ideias e consentimentos....

Dai-me forças,
Tanto para viver
Como para te definir,
Retratar,...
E definir aqueles
Que nada sabem, nem
Aceitam esta minha ideia

De em ti crescer
Mesmo ao lado do mundo
Que os envolve e rodeia...
Vivo do mar e sempre serei mar.

A minha vida
Será azul!
Como o mar...
Serei feliz
Como um peixe
Nas águas tépidas do Oceano Pacífico...
Corro riscos de vida
É verdade...
Tal como todo aquele ser
Que vive na presença dos tubarões.

Quero viver
Com o meu paraíso
Oceano-magnífico
A vida com o odor marítimo
Tem mais valor...
O amor salgado que sinto
É profundo,
Tão profundo como os mares.

Quero nadar
Ao lado dos peixes
Quero sentir
O desafio bucólico
Da minha sensibilidade
Onde se abre voluptuosamente
Como uma nudez que se mostra...

Palavras utópicas
Permanecem na minha mente...
Recordações indescritíveis
Vagueiam no aroma marinho do meu ser...

Adoro o mar...

E quando sinto
Que os outros me encontram
Os meus olhos chamejantes
Respiram ali algo
Íntimo e casto.
A turbulência das ondas
Desafia-me...
A passividade das marés
Constrói a minha lama.

E agora digo
Serei feliz...

Uma acentuada fraqueza
Caiu sobre os mais desprotegidos
Tudo se movimentou
Com olhos vendados...

Era o fim do mundo
Era a nostalgia do Paraíso
O enigma do Mistério
A escuridão da penumbra
Dos seculares cedros perpétuos
Que jorravam a incógnita
Da infindável adversidade
Que é a utópica mente Humana.

A tranquilidade estendeu-se
Ao pôr do Sol
Foi tão conquistada
Que a concha, revelada
Na imensidão do areal,
Foi tão reluzente
Que jamais temerá em desaparecer.

Saudades teve em nunca mais pertencer
A uma vida tão profundamente marcante.
Mas, sabe, porém que corpos unidos
Como estes nunca mais desperdiçarão
Uma maravilha tão grande que é
E sempre será:
O Mar.

Em poucas palavras
Poucos ditongos
Poucas letras
Poucos recursos
Em poucas, mesmo muito poucas metáforas.

Uma vida limitada como esta
Ter-se-á que definir:
A angústia desconcertante
Obrigatoriamente, ter-se-á que decifrar.

Sentimentos,
Expressões
E afectos
Em labaredas se queimam.

Mas sucessos
Sonhos
E
Desejos
Em pedras polidas
Se estendem e
Se cravam.

Mar de profunda revolta
Oceano de ambiciosa vontade.
Trazei com ela o futuro,
Despertai-lhe a ansiedade
E o progresso.

Ambiente de mar revolto
Arte de oceano apelativo
Maré vazante de insucesso
Maré enchente de acolhimento
Afecto e vitória.

Arte e Mar
Unidos num mergulho....

Saciar aquela vontade
De poder ter
O mar e não querer
Ter vida...
É sentir o som
A fugir
É ser-se imune
À tempestade avultosa
Da fúria das marés....

Saciar a vontade
De ser-se Mar
De Paixão,
Saudade....
E algo mais
Que não se pode
Descrever com as simples
Palavras que redigimos
É sentir que se
Tem sentimento,
Afecto e
Saudade...
A vontade
De ser-se Mar
É mais forte
Que a essência de se ter
Aquilo que ainda não se tem
É abrir a concha
Amedrontada pelo medo
E tactear as ondas
Sentindo-lhes a vida...

É suavemente
Acariciar-lhe os olhos
Verdes, cinzentos e azul-água
É beijar-lhe a face
Sentindo o salgado sabor
Que é o do Mar....

Saciar a vontade
De poder ter
O mar e querer
Não ter vida
É viajar e
Nunca mais regressar...

Oceano Atlântico-Pacífico
Uma simples página do meu diário de bordo

Ontem fiz anos, passaram-se vinte e sete dias do mês de Março. E hoje navego mais ou menos à deriva nas ondas traiçoeiras dos mares desconhecidos.

Quando era miúda e vivia lá no campo, rodeada de montes, árvores, animais e terra, terra sem fim, ansiava passar uns dias diferentes no alto mar, tinha prazer de descobrir novos mundos, viajar, viajar, viajar...

Foi sempre o meu sonho. Não sei... mas talvez fosse por ainda ser um ser ridículo, um ser dependente dos outros, por me ser desconhecido ou ainda por ser a palavra-chave de todos os dias nas bocas reluzentes de experiência dos habitantes mais idosos lá da aldeia. Fosse pelo que fosse, o certo é que o sonho um dia se tornou realidade.

Foi no dia vinte e sete do século passado que embarquei, naquela euforia de ver e sentir o mar ao pé de mim, de enfrentar novos perigos, de descobrir novos Mundos, de viajar, viajar, viajar, de conhecer a nova fauna que pensava não exitir, de sonhar mais alto e melhor...

Os dias vão-se passando e todos os dias acordo e o que vejo????!!!

É óbvio e claro que é o Mar, o céu, o Sol ou as nuvens, os peixes, mas não vejo Terra, não vejo montes, não vejo árvores, como dantes estava habituada.

Os dias iniciam-se com o lema que está dentro do meu coração, da minha alma, do meu pensar, do meu sentir e agir, penso que está bem guardado por todos aqueles que viajam como eu. Ao guardá-lo, fico como bebé babado, como criança alegre, como uma bela flor a desabrochar nas minhas mãos, como o amor que coexiste nos namorados, como o vento veloz e aromatizante a soprar na minha face salgada.

Não se riam, isto é verdade... Mas, afinal, não disse qual era o meu lema, que é: a "viagem e o prazer da Descoberta pelo Mar".

Há dias acordei muito assustada, aterrorizada, estava com medo, pois nunca tinha ouvido os sinos da caravela. De um salto, caio do segundo andar do beliche e vejo que tínhamos entrado de unhas e dentes numa enormíssima tempestade. Já devia estar preparada, mas... Nesse momento "a viagem e o prazer da Descoberta pelo Mar" estavam a ir por água abaixo. Sentia-me como uma criança chorona num quarto escuro, sentia-me mais ridícula que a minha ridícula vida de marinheira naufragada...

Tive de enfrentar a tempestade, o meu medo e a minha insegurança que me levou quase à morte, como a "Heroína

de todos os tempos", neste momento não sei como foi, desculpem a minha ignorância, a minha hipocrisia...

Ai, ai (estava a gritar), já chega, já chega de pingas gélidas na minha pena que escorregam para os meus dedos, de água salgada nos meus pés, de salitre no meu corpo, de algas no meu cabelo, já chega de ondulação, de terror marinho, de analogias e euforias, de enjoos e chega o massacre que faço todos os dias a mim própria acerca desta estupenda viagem e Descoberta pelo Mar... Deixem-me gritar, deixem-me gritar aos Deuses do Olimpo, a Nepturno, deixem-me gritar, gritar,..., morrer... Eu sei que Deus ajuda-me...

Desculpem a minha irreverência, fui mais alto do que pensava, admito que errei ao escrever este último parágrafo, exagerei na maneira como me comportei, eu sei. Padeci de um nervosismo naquele momento, não! Nestes minutos que se seguem, padeço de loucura, pois informaram-me que a tempestade tinha levado o retrato mais simbólico do meu amor, o retrato mais significativo da minha paixão, com o qual eu adormecia, vivia e recordava todos os dias, horas, minutos, segundos e instantes. Nunca mais, nunca mais poderei ver... só talvez, se um dia regressar...

São dias inesquecíveis que passo nesta gloriosa, conhecida e aventureira caravela, onde navego e navegarei permanentemente, mas quando chegar ao fim ficarei terrivelmente feliz por saber que ainda vivo e que o prazer da Descoberta pelo Mar e a Viagem, principalmente a viagem pelo Mar, está sempre dentro de mim...

Até breve...

Pescando Ideias para a Crise dos Oceanos

Trabalho realizado por:
- *Joana Martins Ferreira Barosa*
- *Ana Santos Ferreira*

Universidade do Algarve
Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente

"Há esperança no mar,
nenhuma na sepultura"

Provérbio irlandês

1. Introdução

Os mares e oceanos do planeta Terra – o aquoso seio materno do qual brotou tudo o que é vivo – não são indestrutíveis, como somos levados a crer quando atendemos para a sua imensidão. Por consequência desta ilusão e, desde os primórdios da sua história, a humanidade extrai exaustivamente as riquezas que estas massas de água fornecem, acreditando que ainda muito fica por colher. Não obstante, além de extrair os mais variados recursos, tem impactes de tal modo prejudiciais que estes ecossistemas se encontram ameaçados e em crise.

A maioria dos cientistas considera que a descoloração dos corais, as mudanças na composição das espécies, o florescimento de algas tóxicas e o colapso dos bancos de pesca são sintomas de complexas e profundas alterações na saúde dos ecossistemas marinhos (Knight, 2001).

De acordo com Vicente (1998), os recursos marinhos que se encontram disponíveis nas águas que estão juridicamente sob o controlo nacional são relativamente reduzidos, totalizando entre trezentas mil e quatrocentas mil toneladas.

Apesar de desvalorizada, relativamente a outros sectores, a pesca (integrando a captura, transformação e comercialização do pescado) é uma actividade cuja relevância transcende o lado puramente económico. Com contornos sociais de inegável importância e significado, a pesca não deixa de ser uma actividade produtiva, onde se repercutem as opções de natureza macroeconómica que se definem para o conjunto do tecido económico nacional, e onde também se fazem sentir os movimentos de crescente globalização dos mercados, característica primeira do espaço comunitário e mundial em que nos inserimos. As reformas de pesca são um elemento de discussão fulcral na actualidade e que respeita directamente a países costeiros como é o caso de Portugal, motivando-nos e fazendo-nos inquirir quais são as alternativas.

Partindo dos vários factores que afectam os oceanos, com especial ênfase nos que estão directa ou indirectamente relacionados com o sector das pescas, procurou-se, com a realização deste trabalho, fazer um pequeno levantamento de soluções que possam eventualmente equacionar a crise que este sector atravessa. Não se pretende propor medidas concretas visto que, pelo rigor inerente a esta problemática, essas medidas devem ser debatidas por outros, com formação e sensibilidade mais apropriadas.

2. Causas da crise dos oceanos

Os oceanos enfrentam hoje grandes problemas, nomeadamente a perda de habitats, a poluição, a sobrepesca e as capturas acessórias ou acidentais, que são as principais causas da crise dos oceanos.

2.1. A perda de habitats

Os peixes habitam locais específicos onde se alimentam e reproduzem, aos quais chamamos habitats (IPIMAR, 2002).

As populações costeiras, nas últimas décadas, cresceram bastante em consequência de um grande desenvolvimento económico costeiro (Seascape, 2002). A pressão turística e o desordenamento urbanístico são dois dos problemas que continuam a aguardar a aplicação dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (Alho, 2002).

A construção de centros urbanos junto à costa, bem como determinadas artes de pesca, como o arrasto, provocam a destruição de habitats pondo em causa a sobrevivência das espécies que deles dependem. Em boa verdade, e a título de exemplo, a ganchorra (usado na captura de bivalves), ao arrastar no fundo, destrói habitats das espécies bentónicas, afectando consequentemente a produtividade das outras espécies que deles dependem. Ao destruir as estruturas diversificadas dos habitats destrói-se também a protecção de pequenos peixes contra predadores.

Os fundos oceânicos que hoje são submetidos à prática do arrasto são 150 vezes maiores em área do que as áreas de floresta cortadas, por ano, em todo o mundo (IPIMAR, 2002).

2.2. A poluição

Embora se verifique uma crescente consciencialização relativamente à poluição, esta problemática continua bem presente nos nossos dias, tendo impactes negativos, a nível ecológico e ambiental, bastante notórios.

É certo que as associações protectoras de mamíferos marinhos podem actuar contra a caça à baleia e diminuir a

pesca acidental de mamíferos marinhos sendo difícil de evitar as mortes por biocontaminação devido a químicos orgânicos, metais pesados e outros tóxicos; por poluição acústica provocada pelas embarcações; por produção de petróleo e outras actividades; por exaustão ou redistribuição de presas em consequência de alterações climatéricas e sobrepesca (Seascape, 2002).

Nas plataformas petrolíferas, segundo declarações de Steve Kolian (*in* Seascape, Março 2002, Louisiana), as populações de peixe, as tartarugas marinhas e os corais estão em perigo, sendo necessária regulamentação para a redistribuição de plataformas petrolíferas e produção piscícola sustentável, visto que "pelo menos 100 dessas plataformas vão ser removidas todos os anos durante os próximos 40 anos, mas apenas 8% estão correntemente redistribuídas como recifes artificiais".

Os rios, os estuários e os próprios oceanos são ainda considerados como sistemas independentes em vez de elementos inter-relacionados ao longo de um percurso contínuo. Pensa-se que as pescas e outros recursos vivos devem ser sustentados por condições ao longo do contínuo, ou seja, é necessário agir em todo o ciclo da água, uma vez que este não é estático, afectando todos os ecossistemas marinhos envolventes. Também as alterações humanas em águas subterrâneas poderão provocar destruição nos recursos oceânicos e costeiros, tal como defendem alguns hidroecologistas (adaptado, Seascape, 2002).

2.3. Sobrepesca e capturas acessórias ou acidentais

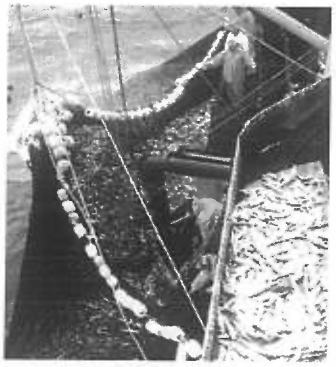


Fig. 1 – Embarcação de pesca que permite a pesca de uma grande quantidade de recursos (adaptado de http://www.tierramerica.net/2001/0225/particulo.shtml).

Os *stocks* mundiais de peixes estão ameaçados de extinção ou próximos da extinção comercial devido a excesso de navios e tecnologia. Por outro lado, cerca de 25% das espécies capturadas são novamente lançadas ao mar mortas ou à beira da morte *(bycatch)*, (IPIMAR, 2002) (Earle, 2001a).

Não obstante, a pesca ilegal é uma realidade pois, recentemente e no espaço de uma semana, por exemplo, foram presos dezasseis pescadores romenos (cujas embarcações transportavam 1100 mil toneladas de carne de tubarão) e oito pescadores turcos (depois de uma dúzia de golfinhos ter sido encontrada nas suas redes) (*Público*, 2002a).

Para se perceber melhor as implicações destes problemas nos oceanos, vejamos qual é o panorama actual do sector da pesca a nível nacional e internacional (capítulo 3).

3. Panorama actual do sector da pesca a nível nacional e internacional

Na década de 70, vivia-se a era de euforia pela indústria da pesca, dos enormes navios pesqueiros e das previsões de que a generosidade do mar resolveria o problema da fome no mundo. Não demorou muito para se concluir que a indústria de pesca não se comporta como a maioria dos sectores económicos, em que mais investimento garante maior retorno. Barcos mais possantes, redes mais amplas e dispositivos electrónicos mais sofisticados equiparam as frotas pesqueiras para perseguir a sua presa, de forma tão implacável que muitas espécies outrora abundantes se esgotaram de forma perigosa. Os *stocks* de peixe nos oceanos eram considerados – e ainda são, em muitos lugares – mercadoria a ser "colhida" como se fossem criados como gado ou plantados como o trigo. Na verdade, os peixes constituem as únicas criaturas selvagens que ainda são apanhadas em grande escala (Hamilton, 1999).

Em águas ocidentais, as taxas de mortalidade por pesca têm vindo a aumentar de tal forma que se aproximam e muitas vezes excedem os níveis históricos observados no mar do Norte (Comissão das Comunidades Europeias, 2002).

Estudos realizados pela FAO (1997) concluíram que 44% dos *stocks* pesqueiros marinhos encontram-se intensamente ou plenamente explorados; 16% estão sobrepescados; 6% em estado de depleção e 3% em recuperação lenta, o que significa que 69% dos *stocks* conhecidos necessitavam, em 1997, de uma intervenção rápida. Se a tendência de declínio do número de peixes maturos, de muitas unidades populacionais demersais economicamente importantes se mantiver (em consequência do aumento da taxa de mortalidade por pesca), haverá uma ruptura de um grande número de unidades populacionais de peixes de comunidade.

No caso das unidades populacionais de pequenas espécies pelágicas (arenque, espadilha, sarda, biqueirão, sardinha) e das espécies que alimentam as pescarias industriais (faneca norueguesa e galeota), a situação é um pouco melhor já que não se tem vindo a deteriorar nos últimos vinte anos. Ao nível dos recursos bentónicos (lagostim), observa-se um padrão de sobreexploração económica geral, mas a nível biológico a situação não pode ser sistematicamente considerada grave (Comissão das Comunidades Europeias, 2002).

Algumas das unidades populacionais que actualmente se encontram fora dos limites biológicos seguros são o tamboril (de várias zonas da comunidade), o carapau (na zona ibérica ocidental, a oeste da Escócia e da Irlanda e no Golfo da Biscaia) e o linguado (de várias zonas da comunidade). Todavia, poderão existir outros recursos com menos importância que possam também estar sobreexplorados.

Nos últimos anos, tem sido fomentada a ideia de que são necessárias acções rápidas e eficazes de conservação e preservação. Em Março de 2001 a Comissão das Comunidades Europeias apresentou o Livro Verde sobre o

Futuro da Política Comum de Pesca[1] onde aborda, entre outros assuntos, a necessidade de reformar a política comum da pesca. Com esta publicação, verificou-se que, além da supracitada situação alarmante de um grande número de unidades populacionais, os recursos haliêuticos e os desembarques apresentam um declínio dramático nos últimos vinte e cinco anos. Ao mesmo tempo, as frotas comunitárias dispõem de capacidades amplamente superiores às necessárias para exercer a pesca de uma forma sustentável.

Apesar de uma aposta na qualificação dos profissionais de pesca, nomeadamente ao nível da captura, aliada a uma perspectiva de rejuvenescimento do pessoal da pesca (circunstância que levou a que, nos finais dos anos 80 e início dos anos 90, se assistisse a um esforço de formação maciça de pescadores, em todos os níveis da carreira, facilitada com a implantação geográfica, ao longo de toda a costa, dos Centros de Formação do FORPESCAS, a partir de 1986, abrangendo actualmente os principais portos do país), o sector das pescas comunitário é também confrontado com uma fragilidade económica, uma rendibilidade financeira medíocre e um número de empregos em constante regressão. No período de 1990-1998, foram suprimidos 66 000 empregos no sector de captura, o que corresponde a uma redução global de 22%, tendo o emprego no sector de transformação sofrido uma baixa de 14% (Comissão das Comunidades Europeias, 2002) (Projecto MARVIL, 2000).

Por outro lado, a malha produtiva do Sector das Pescas continua a caracterizar-se por uma excessiva pulverização de pequenas unidades produtivas sobretudo ao nível da pequena pesca, o que condiciona a opção por soluções de verticalização propiciadoras de ganhos inerentes à prática de economias de escala. Também a associação de interesses não evoluiu para formas mais sofisticadas de associativismo, intervindo as organizações de profissionais do sector, nomeadamente as Organizações de Produtores, praticamente só na área da captura, incapazes de alterar o ciclo e assim actuar nas áreas da transformação e comercialização do pescado, de forma a fixar no sector maiores níveis de valor acrescentado. Este carácter deficiente da capacidade de organização é denominador comum em qualquer um dos subsectores da pesca. Aliada a esta incapacidade temos, entre outras fragilidades, a débil estrutura económico-financeira das empresas, o que dificulta a adaptação a novas realidades, como sejam, o acesso a recursos, e, no caso dos produtos transformados, a necessária imaginação e agressividade comercial perante um mercado cada vez mais competitivo (Projecto MARVIL, 2000).

Uma das perguntas que surge actualmente é se são necessárias ajudas agora que a tecnologia está já muito avançada e existem sobrecapacidades. A comunidade reconhece que existem formas de apoio que podem ser prejudiciais para o ambiente. Porém, existem também ajudas à reorientação profissional dos pescadores e destinadas a diversificar a economia das zonas dependentes da pesca que têm efeitos positivos directos na redução das capacidades de pesca (?, 2001). Segundo o Comissário das Pescas Franz Fischler, é socialmente mais responsável fazer tudo o que se pode para reduzir o esforço de pesca nos *stocks* ameaçados do que continuarem a perder-se muitos empregos, todos os anos (Mynde, 2002).

A proposta de reforma da Política Comum de Pesca tem desencadeado forte contestação dos vários Estados-Membros, em particular de Portugal, Espanha, França, Itália e Grécia, comunidades que vivem junto à costa e em que a pesca continua a ser um importante meio de subsistência (Melo, 2002).

No início de 2003, a Comissão das Comunidades Europeias espera propor a adopção de um conjunto preliminar de indicadores, elaborando, com os resultados obtidos por vários organismos competentes, indicadores de impacte ambiental, bem como elaborar um plano de acção para erradicar a pesca ilegal, não registada e não regulamentada. Não obstante, no primeiro de Janeiro do próximo ano entram em vigor os regulamentos relativos à conservação e exploração sustentável dos recursos haliêuticos, à demolição dos navios de pesca para o período 2003-2006. As frotas deverão ser reduzidas bem como o capital utilizado no sector de captura pois cada navio subsidiado reduz a produtividade e rendibilidade de cada outro navio que participa na pescaria em causa (Comissão das Comunidades Europeias, 2002).

Em 2010, estima-se que a produção pesqueira mundial variará entre 107 e 144 milhões de toneladas, das quais, provavelmente 30 milhões de toneladas serão reduzidas a farinha e óleo para uso não humano. Estimativas para o consumo humano variam de 74 a 114 milhões de toneladas, sendo que os maiores aumentos de produção deverão vir da aquacultura. A contribuição da pesca dependerá de algum desenvolvimento futuro e também dos resultados a serem obtidos com as medidas de manejo dos *stocks* (FAO, 1997).

4. O conceito de desenvolvimento sustentável

A expressão "desenvolvimento sustentável" foi adoptada pelo relatório "O nosso futuro comum", apresentado à Assembleia Geral das Nações Unidas em 1987 e publicado em Abril desse ano. Na sequência da apresentação deste relatório foi aprovada em 22 de Dezembro de 1989 a Resolução das Nações Unidas nº 44/228, que determinava a realização, em 1992, de uma Conferência Mundial ao mais alto nível, dedicada às questões do ambiente e desenvolvimento, tendo esta ocorrido no Rio de Janeiro. Dez anos depois, de 25 de Agosto a 4 de Setembro, realizou-se a Cimeira da Terra em Joanesburgo.

O relatório atraiu o interesse público talvez por lembrar pela primeira vez, de uma forma mais consistente, que a humanidade deve preservar os recursos naturais para as gerações futuras, além de que faz a análise, à escala mundial, da interligação e sincronização entre problemas sociais, económicos, ecológicos do fim do século e as suas soluções (*Público*, 2002b).

5. Elementos de estratégia

5.1. Aquacultura

O futuro do sector pesqueiro português irá depender cada vez mais do fomento da aquacultura em bases sólidas (IPIMAR, 1999).

A aquacultura ou cultura em água de peixes, moluscos e algas, existe há mais de dois milénios. Os primeiros relatos remontam à China do século V a. C. e a própria Bíblia refere a existência de viveiros e diques mas, as modernas técnicas de cultivo (desde a reprodução à engorda) terão sido introduzidas por um agricultor alemão apenas em 1733, com trutas. É após a Segunda Guerra Mundial que os países ocidentais aderem à aquacultura em grande escala, motivados pela sobreexploração dos recursos marinhos, criação de zonas de pesca e aumento da população mundial, sendo que a exploração intensiva surgiu nos anos 60 (Silva, 2002). Em 1984, a aquacultura contribui com 8% da produção pesqueira global (11% da oferta de alimento de pescado), tendo aumentado essa contribuição para 19% (26% da oferta de alimento de pescado) em 1995 (Neiva, 1996).

Em Portugal, a aquacultura surge associada à cultura do sal, no início enquanto actividade não dedicada, mas é sobretudo a partir da adesão à União Europeia que a actividade assume um carácter industrial, fruto dos financiamentos comunitários. Segundo a Direcção-Geral das Pescas, a aquacultura constitui uma importante alternativa às formas tradicionais de abastecimento de pescado, embora ainda desempenhe um papel relativamente restrito no sector da pesca, tendo a produção em 1998 correspondido a cerca de 5% do pescado fresco desembarcado e capturado em águas continentais (Silva, 2002). A maricultura constituirá previsivelmente o motor e suporte do desejado incremento da produção aquícola através da procura em mar aberto do referido aumento de produção que os condicionalismos estuarino-lagunares não permitem antever (IPIMAR, 1999).



Fig. 2 – Tanques de aquacultura de salmonídeos (adaptado de www.members.tripod.com).

Actualmente, a piscicultura e a moluscicultura são as principais actividades aquícolas praticadas no nosso país. No Norte e Centro cultiva-se a truta e no Sul a dourada e o robalo (ver fig. 2). Em algumas zonas são também produzidos linguado e pregado (espécies marinhas) ou ainda enguias, salmão, truta salmonada e achigã (espécies dulciquícolas). Aproximadamente 95% da moluscicultura nacional é proveniente do Algarve, nomeadamente as amêijoas e as ostras (Silva, 2002).

Apesar de a aquacultura ser uma alternativa à pesca e uma forma de preservar os recursos marinhos, também gera problemas ambientais, sobretudo em explorações intensivas, visto que a água é contaminada pelos detritos das rações, excrementos de peixes e químicos. As soluções para este problema passam pelo uso de rações com elevada digestibilidade e medidas profilácticas contra as doenças (Silva, 2002).

O risco de desaparecimento da diversidade genética das espécies é outra das preocupações do sector, pelo que é necessário sensibilizar os produtores para a separação dos peixes consoante a sua origem e história (Silva, 2002). Não obstante, o avanço da maricultura pressupõe um acréscimo substancial de conhecimento e experiência, para além de uma sensível progressão tecnológica, e por isso é importante que a evolução neste domínio (particularmente para além da estreita faixa costeira) seja encarada de forma séria e sem tibieza, numa perspectiva de largo prazo. A necessidade de compatibilizar a produção aquícola com a pesca e outras actividades que se desenvolveram na zona costeira justifica que se dê prioridade à aquicultura *offshore*, numa perspectiva de ordenamento integrado das actividades aquícolas e pesqueiras do litoral (IPIMAR, 1999).

A aquicultura *offshore*, em Portugal, iniciou-se na segunda metade de 1999, com a instalação de jaulas submersíveis e *longlines* para bivalves, ensaiando-se estas novas tecnologias de produção em articulação com sistemas recifiais (IPIMAR, 1999).

Para que haja um bom desenvolvimento da aquacultura europeia, a comunidade deverá apoiar a investigação e a elaboração de normas adequadas em matéria de ambiente e saúde, garantindo, assim, a existência de produtos sãos para os consumidores, promovendo um sector respeitante do ambiente e criando empregos. A estratégia a adoptar passará por um estabelecimento de normas para a aquacultura biológica; uma adaptação da legislação comunitária relativa às doenças dos peixes à evolução recente de produção, das tecnologias, sistemas de gestão e técnicas de diagnóstico; por uma regulamentação em matéria de bem-estar, necessidades biológicas e saúde dos peixes de cultura e pela adopção de medidas que reduzam a poluição aquática (nomeadamente a eutrofização) e que evitem a introdução e fuga de espécies alógenas (Comissão das Comunidades Europeias, 2002).

5.2. Recifes artificiais

Os recifes artificiais (ver fig. 3) consistem na colocação de estruturas pré-fabricadas de concreto e visam proporcionar a protecção de juvenis e a promoção da biodiversidade, enriquecendo a fauna e a flora marinhas da região. Incentiva também o turismo de mergulho, a pesca desportiva e submarina, servindo ainda de apoio para a fixação de equipamentos de pesquisa oceanográfica. Irá beneficiar a actividade pesqueira como um todo, utilizando

estratégias de exploração mais consentâneas com os recursos alvo das zonas litorais, podendo contribuir para o ordenamento e gestão integrada da zona costeira (Ecoplan, 1999) (IPIMAR, 1999).



Fig. 3 – Recife artificial implantado em Faro, a cerca de 20 m de profundidade, costa sul de Portugal (adaptado de Noronha, 2002).

Existem relatos da utilização dos recifes artificiais no Japão desde 1600, sobre a submersão de substratos duros em áreas costeiras, criando ambientes artificiais de colonização biológica, objectivando a exploração de recursos pesqueiros.

O cultivo de moluscos marinhos e de macroalgas tem sido aplicado com sucesso principalmente em países asiáticos. Actualmente, países como o Japão, Taiwan, Canadá, Estados Unidos da América, França e Portugal são líderes na prática do manejo sustentável dos recursos costeiros através da implantação de sistemas de recifes artificiais (Ecoplan, 1999). Na costa algarvia foram implantados em 1992, a título experimental, tendo-se estas estruturas expandido nos finais de 1995, e, a seu termo, estender-se-ão por 26 km de costa (ver fig. 4). Pretende-se, igualmente, alargar este projecto à costa ocidental (IPIMAR, 1999).

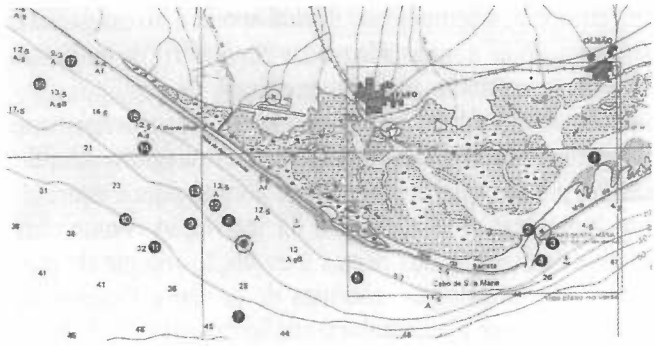


Fig. 4 – Mapa da zona de recifes implantados na costa sul algarvia, com uma extenção de aproximadamente 26 km (Instituto Hidrográfico, ?).

É comum fabricarem-se estes recifes em molde de fibra de vidro, utilizando cimento especial, acrescido de microssílica, apresentando maior resistência e pH com valores próximos aos do ambiente marinho, o que facilita a fixação da comunidade biológica. Como é óbvio, o uso de materiais inadequados pode trazer sérios prejuízos às comunidades marinhas (Ecoplan, 1999).

5.3. Zona Económica Exclusiva

Não existem muitos países com práticas reais de gestão integrada da ZEE. Existem alguns bons exemplos em nações arquipélago como as Filipinas e experiências como no Canadá, na costa do Oceano Pacífico. A maioria dos países luta ainda por uma gestão, se não integrada pelo menos ordenada, do litoral, da costa (Projecto MARVIL, 2000).

A sustentabilidade a largo prazo do sector pesqueiro português irá depender da optimização do aproveitamento dos recursos disponíveis na nossa Zona Económica, no respeito pela qualidade ambiental e equilíbrio dos ecossistemas, procurando soluções inovadoras nos domínios da produção pesqueira e aquícola, afinal Portugal é o país da União Europeia com a maior ZEE (IPIMAR, 1999) (Noronha & Silva, 2001). Com cerca de 1,6 milhões de quilómetros quadrados, a ZEE portuguesa equivale a dezoito vezes a área continental. Pode ir até 200 milhas marítimas a partir da linha base da costa (Projecto MARVIL, 2000) (ver fig. 5).

Boa parte do nosso futuro está dependente dos recursos que ocorrem nesta extensa área atlântica e do modo como delas soubermos fazer um uso que se deseja social e economicamente útil e sustentável a largo prazo, promovendo-se condições mais favoráveis à qualidade de vida e à estabilidade das comunidades costeiras que dependam da exploração dos recursos marinhos (IPIMAR, 1999).

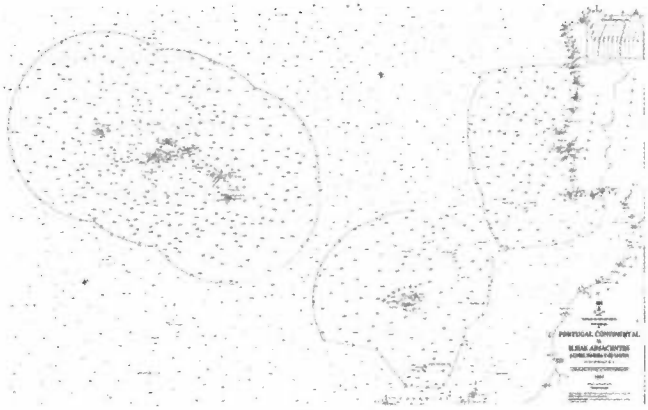


Fig. 5 – Mapa da Zona Económica Exclusiva portuguesa (Projecto MARVIL, 2000).

Recentemente, foi atribuído o prémio Gift of the Earth (uma distinção da WWF para indivíduos que tenham tido iniciativas de enorme relevância na conservação da natureza, nomeadamente a pesca sustentável e o estabelecimento de áreas marinhas protegidas) ao exemplar procedimento que se tem seguido para designar o Lucky Strike e o Menez Gwen como Áreas Marinhas Protegidas, tendo a cerimónia de entrega dos prémios decorrido na Horta, no dia 20 de Junho de 2002 (*Mundo Submerso*, nº 66, 2002).

Os sítios Lucky Strike e o Menez Gwen são dois dos campos hidrotermais de grande profundidade localizados dentro da Zona Económica Exclusiva de Portugal (Açores). Estes campos albergam uma fauna única na qual se incluem camarões e mexilhões de espécies até há pouco desconhecidas pela ciência, bem como as importantes bactérias quimiossintécticas que medeiam a transformação de

matéria inorgânica em matéria orgânica, sem recurso a energia solar.

A decisão da atribuição do prémio baseou-se no facto de Portugal, através da Secretaria do Ambiente do Governo Regional dos Açores, estar a tomar uma atitude firme e precaucionária (ou seja, a aplicar o "Princípio da Precaução", tal como foi definido na Convenção do Rio de Janeiro) em relação às fontes hidrotermais. Não obstante, este procedimento permitiu delinear um Plano de Gestão, que inclui em harmonia, todos os utilizadores. Importa salientar que este foi o primeiro prémio atribuído no âmbito de uma zona de grande profundidade no Atlântico Norte (*Mundo Submerso*, nº 66, 2002).

5.4. Recursos de profundidade

Sensivelmente há duzentos e cinquenta anos, alguns cientistas escandinavos, incluindo Lineu, referiram alguma da fauna de profundidade, ainda que, só há cinquenta anos, através de submersíveis, se tenha tornado evidente, por exemplo, a diversidade e extensão dos corais de profundidade. Estes assemelham-se aos recifes de corais tropicais tanto na sua diversidade como fragilidade. Em boa verdade, os cientistas estão alarmados pelos danos provocados pelas pescas, danos que, em alguns bancos de coral de profundidade, podem afectar um terço ou metade de toda a extensão e que levam muito tempo a regenerar. De igual modo, podem perder-se todas as informações que os corais podem transmitir relativas aos primórdios dos tempos (Graffis, 2000).

A expansão rápida da produção de petróleo e de pesca de profundidade nos últimos anos são duas das causas dessa destruição pois começaram a afectar os mares até aos 2000 m de profundidade. Segundo uma análise da World Wildlife Fund e da World Conservation Union são necessárias medidas urgentes para proteger os mares profundos de sobreexploração, sendo necessário um consenso internacional para regular e proteger a exploração dos mares profundos, para além das 200 milhas náuticas (Mynde, 2001).

A necessidade de preservar os recursos de profundidade é ainda reforçada se se pensar que metade da superfície da Terra é coberta por águas oceânicas (mar aberto e zonas profundas) que estão fora das jurisdições nacionais das zonas económicas exclusivas dos países costeiros, o que os torna particularmente susceptíveis de serem explorados exaustivamente (note-se que se trata de recursos da população mundial) (Mynde, 2001).

No último Junho, no Luxemburgo, o conselho chegou a um acordo político, numa reunião da comissão, fixando as oportunidades de pesca para um número de espécies de peixe de profundidade e as condições em que poderão ser pescados, usando os dados relativos a 1990-1999, como referência. O documento prevê que a partir do próximo ano sejam dadas licenças aos barcos autorizados a praticar este tipo de pesca (Mynde, 2002) (*Público*, 2002b).

Parte da solução para restabelecer os *stocks* passará pela criação de áreas protegidas em mar alto ("High Seas Marine Protected Areas" – "HSMPAs"). Claro que não se espera que haja uma única solução para todas as potenciais áreas protegidas, mas ao formularem-se mecanismos transparentes que permitam que os direitos dos utilizadores legítimos do mar alto sejam respeitados, estar-se-á a criar uma hipótese do *status* de protegido ser respeitado (Mynde, 2001).

A World Wild Found, juntamente com a Unilever, propõem o desenvolvimento de uma certificação que identifique os produtos piscícolas que se apoiam em bases bastante sustentáveis. Talvez este sistema envolva, eventualmente, um sistema mandatório no qual a comunidade de nações escondam os dados das suas práticas de pesca, desde a protecção de habitats ou às capturas acessórias (Marx, 1998).

Torna-se também importante determinar a magnitude destes recursos, os perigos que correm, o potencial que apresentam para um uso sustentável e acções que venham a proteger a sua biodiversidade. No ano passado, uma equipa de cientistas americanos descobriu novas espécies e interacções de organismos de grande profundidade na zona do Hawai. Pensa-se que estes organismos poderão ser úteis como fármacos. O melhor conhecimento e a descoberta de novos recursos de profundidade, poderá, de acordo com os mesmos cientistas, permitir um desenvolvimento da energia das ondas, da energia eólica de *offshore*, da capacidade geradora de corrente e tidal, bem como constituir novas potenciais tecnologias para a produção alimentar, mineral e de água doce e, de modo análogo, o desenvolvimento de tecnologias de ponta dos oceanos poderá ser uma oportunidade para introduzir e desenvolver tecnologias com interesse para a exploração de outros recursos marinhos (Seascape, 2002) (Mynde, 2001).

No final de Julho do presente ano, na Califórnia, foi testada uma câmara designada "Eye in the sea", concebida para observar comportamentos na escuridão das profundezas (em profundidades entre os 700 m e os 1000 m). Os criadores desta câmara esperam conseguir captar imagens de criaturas vivas nunca vistas pelo homem. O que torna "Eye in the sea" tão única é a sua capacidade para se apoiar no fundo, esperando por um sinal de biolumiscência que a active. No instante em que é lançado um sinal químico pelo "ser", a câmara grava o *flash* biolumiscente, enviando uma luz vermelha, invisível para a criatura, tirando, simultaneamente, uma imagem digital (St. John & Baalke, 2002).

5.5. Reservas marinhas e áreas protegidas

Tal como se tem referido ao longo deste trabalho, as Áreas Protegidas e as Reservas Marinhas são muito importantes para aliviar muitos dos problemas da crise dos oceanos. Cerca de 150 cientistas e especialistas no estudo dos oceanos pediram o estabelecimento imediato de reservas marinhas para que se volte a povoar os mares do planeta, durante uma conferência na Califórnia (Knight, 2001).

De acordo com o Decreto-Lei nº 227/98, de 17 de Julho[2], as reservas e os parques deverão ser considerados

espaços naturais em que um apurado exercício de ordenamento permite uma gestão racional equilibrada entre os diversos interesses e em que as vertentes de conservação, exploração pesqueira, turismo e outros usos se desenvolvem segundo uma perspectiva optimizada de desenvolvimento sustentável. Assim, de acordo com o mesmo diploma, as reservas marinhas têm por objectivo a adopção de medidas dirigidas para a protecção das comunidades e dos habitats marinhos sensíveis, de forma a assegurar a biodiversidade marinha. Por seu lado, os parques marinhos visam a adopção de medidas de protecção, valorização e uso sustentado dos recursos marinhos, através da integração harmoniosa das actividades humanas.

As reservas marinhas, além de funcionarem e terem efeito a curto prazo, diferem dos parques terrestres porque servem como criadores naturais: os níveis de população podem ser recuperados graças à dispersão de larvas além dos limites das reservas, levadas pelas correntes marítimas e marés. Estudos revelam que após um ou dois anos da criação de algumas reservas, a densidade média da população da vida marinha era substancialmente maior, bem como a biomassa, tamanho médio dos organismos e a diversidade de espécies, não apenas nas áreas de reservas como nas áreas adjacentes (Knight, 2001).

Cerca de trinta países do mundo contam com reservas marinhas, curiosamente, menos de 1% dos oceanos do mundo estão protegidos como áreas de conservação. Algumas áreas protegidas, como o Parque Nacional Marinho da Grande Barreira de Coral, na Austrália, abrangendo milhares de quilómetros quadrados, envolvem políticas concebidas para contemplar múltiplos interesses, incluindo a pesca comercial. Outras, como as águas que banham Fernando Noronha, no Brasil, Guerro Negro, no México, e a baía de Fagatele, nas Samoas Americanas, são bem menores, mas visam a protecção de golfinhos, baleias, recifes de coral. (Knight, 2001), (Earle, 2001b). Em Portugal, algumas das reservas naturais da zona costeira são as Berlengas, os estuários do Tejo e do Sado e o sapal de Castro Marim (ver fig. 6).



Fig. 6 – Mapa de Áreas Marinhas Protegidas, existentes em Portugal Continental. A vermelho figura o Parque Nacional, a verde, Parques Naturais, a azul, Reservas Naturais e, a rosa, estão representadas Paisagens Protegidas (in www.ICN.pt).

Em Portugal Continental, foram recentemente dados os primeiros passos no sentido de se estabelecerem áreas marinhas protegidas, nomeadamente com a criação do Parque Marinho do Parque Natural da Arrábida e da Reserva Marinha da Reserva Natural das Berlengas. Estas duas Áreas Marinhas Protegidas foram, aliás, uma dádiva ao planeta Terra pelo governo português, através da WWF, no ano internacional dos oceanos – 1998. No entanto, a criação destas valiosas Áreas Marinhas Protegidas não foi acompanhada de medidas de protecção dos ecossistemas nem das necessárias medidas de ordenamento e gestão, que aguardam a publicação dos Planos de Ordenamento. Outra agravante é o facto de não existir, a nível nacional, um organismo onde se encontrem reunidos os necessários especialistas e que defina uma estratégia nacional de protecção dos ecossistemas marinhos.

Os pescadores costumam opor-se com firmeza às reservas marinhas, mas ao perceberem que aumenta a diversidade e o tamanho da fauna, apoiam-nas (Knight, 2001).

Actualmente verifica-se um desequilíbrio nos ecossistemas marinhos frágeis, na ausência de uma fiscalização eficaz e de uma gestão consequente, nomeadamente nos espaços classificados como reservas marinhas (Alho, 2002). Não obstante, a Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ENCNB), que pretende ser um instrumento orientador para a conservação da natureza e da biodiversidade biológica (em resposta ao previsto na Lei de Bases do Ambiente – Lei nº11/87, de 7 de Abril – e à Convenção da Biodiversidade), é quase omissa em referências à conservação marinha, continuando também a não distinguir medidas e programas para estes ecossistemas. Assim, é urgente a inclusão neste documento de uma estratégia que respeite as diferenças e especificidades destes ecossistemas em relação aos terrestres (Noronha & Silva, 2001).

5.6. Outras

As alternativas também poderão ser encontradas fora do sector das pescas. Por exemplo, o aumento da proteína animal poderá vir do aumento da aquacultura (capítulo 5.1) e da agricultura mais do que propriamente da pesca. Todavia, as pescas terão que ser adaptadas para estas actividades e em certas áreas como Estados/regiões do interior, não se dispõe de terra para estas estruturas. Importa salientar que muitos destes programas bem sucedidos actuam em conjunto com a legislação, regulação e esforço das pescas e restauração de habitats (FAO, 2000).

Uma perspectiva interessante é o desenvolvimento de uma técnica geradora de *upwelling* a larga escala.

Em ambientes naturais, muitas zonas com condições excelentes para a pesca surgem em zonas de *upwelling* nas costas do Peru, Califórnia e Japão. Ao instalarmos uma estrutura no fundo do mar que gire artificialmente um fluxo de *upwelling*, e aproveitando as marés de forma a que

os nutrientes (abundantes no fundo) ascendam à zona fótica, poder-se-á promover o desenvolvimento de plâncton. Estudos realizados no Japão revelaram que o fitoplâncton aumentou de 7,5 a 25 vezes o número de células; o zooplâncton aumentou cerca de 2,5 vezes; e nos bentos, apesar de o número de indivíduos ter diminuído, a biomassa aumentou. Ao analisarem-se os dados da pesca antes e depois da instalação destas estruturas verificou-se que além de aumentar o tamanho do pescado também aumentou a sua diversidade. Esta estratégia poderá complementar e ser complementada pelo recurso a recifes artificiais (ver capítulo 5.2) (FAO, 2000).

Outro ponto para o controlo e a gestão do Oceano é a vigilância marítima. Há definitivamente uma "corrida ao armamento" para uma melhor pesquisa, vigilância e controlo das águas costeiras e ZEE. Muitos Estados costeiros têm dispositivos marítimos adequados à tarefa de vigilância e investem fortemente na pesquisa científica marinha, nomeadamente na Europa.

Os sistemas de radares costeiros, integrados geralmente com serviços de informação da gestão do tráfego de navios (VTMIS), existem em quase todos os Estados costeiros europeus. Muitos têm uma Guarda Costeira ou uma instituição forte abrangente que coordena em si as agências encarregues da vigilância e gestão marítima (Projecto MARVIL, 2000).

Outra inovação a nível de vigilância marinha foi o "sistema de informação geográfica para a vigilância marítima" (abreviadamente designado SIG-VM), cujo principal objectivo foi produzir cartografia e avaliar as potencialidades da ligação da informação cartográfica a bases de dados, ao tratamento geo-referenciado de informação em tempo real e a ligação a modelos dinâmicos. Isto com a finalidade de contribuir para a concepção de um Sistema de Comunicação, Comando, Controlo e Informação com capacidade de Gestão (C3I+G) para a Zona Económica Exclusiva (Projecto MARVIL, 2000).

6. Conclusões

Durante anos aprendemos como apanhar, cozinhar e comer peixe de diferentes formas e tamanhos, agora temos de aprender a preservar o sistema que produz este bem essencial (Marx, 1998).

A Rota do Futuro, embora marque um rumo universal, é traçada por cada um de nós na medida em que preservar é um dever que nos compete a todos; afinal, e citando Hamilton (1999), oceanos e litorais fazem parte da equação de desenvolvimento.

Para que esta Rota nos leve a bom porto, é necessário assegurar um desenvolvimento sustentável ecológica, económica e socialmente, através da contribuição para a existência de ecossistemas marinhos saudáveis de actividades responsáveis e sustentáveis no sector das pescas e aquicultura, e assegurar um nível de vida adequado para as populações que dependem das actividades piscatórias.

Parece-nos de todo importante medidas que venham promover uma maior protecção da biodiversidade e uma melhor utilização dos recursos capturados (evitando os desperdícios). Não obstante, defendemos a existência de um plano de acções intersectoriais, a nível nacional, capaz de assegurar a gestão integrada na zona costeira e a prevenção da poluição marítima. Uma das estratégias a adoptar para valorizar as pescarias costeiras e cumulativamente proteger a biodiversidade é a continuação da implementação de recifes artificiais. Outras medidas importantes na manutenção da biodiversidade poderão basear-se em redes ecológicas de conservação que englobem um grande colectivo de países.

De forma a assegurar a renovação de *stocks*, combatendo a perda de habitats, podem-se definir zonas protegidas e reservas marinhas que juntamente com as zonas protegidas e reservas marinhas já existentes deverão ser alvo de uma maior fiscalização com um maior prejuízo para os infractores.

A estimulação da inovação tecnológica e de recursos alternativos, através de investigação multidisciplinar cautelosa (de áreas como a biotecnologia, a biologia molecular, a dinâmica das populações, a tecnologia das pescas, a ecologia e a matemática) poderá também abrir novos horizontes, revendo criticamente conceitos e metodologias e consolidando o sector pesqueiro em toda a sua latitude.

Com a realização deste trabalho, algumas soluções, que possam eventualmente equacionar a crise dos oceanos, ficaram por explorar e outras poderão nem ter sido abordadas já que estávamos limitadas pelo número de páginas e alguns dos tópicos dão "pano para mangas". Todavia, além de termos tomado consciência da situação actual dos oceanos, este projecto fez-nos questionar o que se poderia fazer e assim partimos na aventura, em busca de novos saberes.

Enquanto existir no homem vontade de ir mais além, o conhecimento não será travado e continuará a existir esperança... Procuremos conhecer os mares e esperemos que estes possam continuar a fazer parte da humanidade durante muitos milhões de anos.

Notas

[1] COM (2001) 135 final de 20-3-2001.

[2] Este decreto-lei vem alterar o Decreto-Lei nº 19/93, de 23 de Janeiro, que estabelece a Rede Nacional de Áreas Protegidas, dotando-a das figuras de reservas e parques marinhos integrados.

Referências

• ALHO, J. M., "Perspectiva da Liga para a Protecção da Natureza sobre o estado do Ambiente em Portugal", Lisboa, 18 de Junho de 2002.

• COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, "Comunicação da comissão relativa à reforma da política comum da pesca (guia)", COM (2002) 181 final de 28-5-2002.

• ? "Apoio comunitário: ajudar o sector a reestruturar-se", 2001, *in:* http://europa.eu.int/comm/fisheries/pcp/faq3_pt.htm

• EARLE, S. A., "Extinção", 2001 a, *in:* http://www.bio2000.hpg.ig.com.br/extincao.htm

• EARLE, S. A., "Oceanos", 2001 b, *in:* http://www.bio2000.hpg.ig.com.br/oceanos.htm

• FAO, "Review of the state of word fishery resources", *Fisheries Circular,* n#920. FIRM/C920, 1997.

• FAO, "Marine Ranching: Global perspectives with emphasic on the Japanese experience", *Fisheries Circular*, n#943, 2000.
• GRAFFIS, M., "Deep peril for deep sea corals", *New York Times*, September 23, 2000, *in* http://www.nytimes.com
• HAMILTON, R., "Uma nova era na gestão dos recursos marinhos", BIDAMÉRICA, 1999, *in* http://www.iadb.org/exr/IDB/stories/1999/por/3-4e2.html
• IPIMAR, "Uma perspectiva para o futuro 2000-2006", 1999.
• IPIMAR, "As causas da crise dos oceanos", 2002, *in:* http://www.ipimar.pt/pescas-oceanos/crash.html
• KNIGHT, D., "Oceanos desprotegidos", 2001, *in:* http://www.tierramerica.net/2001/0225/particulo.shtml
• ECONAUTA, "Programa RAM – Recifes Artificiais Marinhos", 1999, in http://www.reefball.com.ecoplan
• MARX, W., "Who's watching over the global fish market", California Coast & Ocean, 1998, ISSN 1052-5823 *in* http://www.ocean98.org/cacoast.htm
• MELO, E., "Comissário Fishler reitera urgência na reforma das pescas", Jornal *Público*, 16 de Junho de 2002.
• MUNDO SUBMERSO, "WWF atribui prémio aos Açores", *Mundo Submerso*, nº 66, Agosto de 2002, Calibre 12 Editores, S. A., p. 7.
• MYNDE, C., "Urgent Need to Protect the High Seas", May 10, 2001, Environment News Service (ENS), *in* http://www.panda.org/resources/publications/water/highseas.pdf
• MYNDE, C., "Europe to regulate deep sea fisheries", June 19, 2002, Environment News Service (ENS).
• NEIVA, G., "Contribuições da Aquicultura e da Pesca", 1996, *in:* http://www.pescabrasil.com.br/artigos/aqui_p1.htm
• NORONHA, I., & SILVA, M., "Conservação do meio marinho: que estratégia? Que futuro?", 2001, *in* http://www.horta.uac.pt/Projectos/Msubmerso/200108/ENCNB.htm
• Projecto MARVIL, "O sector das pescas em Portugal", 2000, *in:* www.marvil.pt
• *Público*, "Autoridades romenas encontram mil toneladas de tubarões mortos por pescadores", 4 de Maio de 2002 a, *in:* http://ecosfera.publico.pt/noticias/noticia945.asp
• *Público*, "Dossier Cimeira da Terra 2002", Agosto de 2002 b, *in:* http://ecosfera.publico.pt/noticias
• Seascape (ay903@extra.lafn.org), "Restore our damaged Oceans, Comission Urged", Seattle, Washington, June 13, 2002, Environment News Service (ENS).
• SILVA, N., "Como peixe na água", 2002, *PC INTERWEB*, nº 16, Fevereiro de 2002, IMPALA Editora, pp. 10-12.
• St. JOHN, I., & BAALKE, R., "Stealth deep water camera system may find new deep-sea creatures", 2002, *in* http://www.hboi.edu/news/press/jul0802.html
• VICENTE, D. N., "A exploração económica dos recursos marinhos", 1998, *in* http://www.horta.uac.pt/ct/forum/debate/entradas/4.html

Cleaning of Gaseous Effluents by Activated Carbon

Trabalho realizado por:
- *Alexandre Filipe Fernandes Caseiro*
- *Joana Leitão Alexandre*
- *Rui Manuel Marques Andrade*

Universidade de Aveiro
Departamento de Ambiente

Abstract

Activated carbons are a family of compounds that are used for solvent recovery or contaminant separation from a liquid or gas stream. They can be used for such purpose because of their properties of large surface area and porous structure. There are many parameters used to define those properties.

After selection of a source, preparations for use are made. These preparations include carbonisation and activation. Carbonisation involves slow heating of the source in anaerobic conditions. This initial treatment forms a fixed carbon mass full of tiny pores. The stage of activation requires exposure to other oxidising agents such as a mixture of gases. It is this stage that confers to the activated carbon its internal and very developed pore network imparting certain surface chemistries (functional groups) inside each particle. Both steps can occur simultaneously if chemical agents are used, such as zinc chloride or phosphoric acid. However, there are many variations to this model and the purpose of the final product dictates the manufacturing process followed.

Gaseous effluents come mainly from combustion process sources, such as coal or oiled-fired power plants and automobile gases. Activated carbons can be used to clean those gases from many of their pollutants, such as sulphur dioxide, carbon monoxide, heavy metals (mercury), dioxins, polychlorinated biphenyls and volatile organic compounds, among others. The main way by which activated carbon cleans gases is adsorption, however, it can be completed by chemisorption. Adsorption is a physical process depending on the surface properties of the adsorbent and the molecule to be adsorbed. Chemisorption depends on the surface chemistry of the adsorbent, which is subsequent to the raw material and the activation process.

Several techniques can be employed in the use of activated carbons to purify a gas phase: fixed bed, fluidised bed and injection system. The choice being mainly influenced by the optimisation of the process (relation between costs and results). Also, one parameter of importance in that relation is the recovery potential of the activated carbon.

1. Introduction

Activated carbons have been widely used as adsorbents in environmental control due to their outstanding surface area, pore structure and surface chemistry. These characteristics depend on the origin of carbon, and the history of its preparation and treatment conditions. [24]

Activated carbons can be produced from a large variety of raw materials, basically by two methods: physical or chemical activation. The physical activation method involves carbonisation of the raw material and the subsequent activation at high temperature in a carbon dioxide or steam atmosphere. Chemical activation is performed in one stage, combining carbonisation with activation, by using a dehydrating agent such as zinc chloride, phosphoric acid or potassium salts. [33] [43]

Activated carbon filtering performances are due to surface area and properties. Also, the manufacturing process and the raw material chosen are of great importance. Among the processes that happen in the activated carbon surface while cleaning, the physical adsorption is of most concern, being chemiosorption also important.

In the gas-phase, activated carbons are mainly used to remove pollutants from combustion processes. There are three main techniques used to reach an efficient removal: fixed bed, fluidised bed and injection system.

The objective of this paper is to introduce activated carbon, its characteristics and its manufacturing processes, as well as to give a general overview of the use of activated carbon as adsorber for gas stream pollutants, relating its use and performance with its origin and its manufacturing process.

2. Background

2.1. Activated carbon

Activated carbon is a family of carbonaceous adsorbents with a highly crystalline form and extensively developed pore structure. Activated carbon is similar to crude graphite, but in an imperfect form. As graphite and diamond, activated carbon is a form of carbon that practically does not contain any nitrogen, hydrogen, halogens, sulphur or oxygen.

The porosity, and subsequent large surface (about 2000 m^2/g for activated carbon fibres) of activated carbon is what makes it "active", it is where it is useful. It is that property, by allowing physical adsorption to occur, that allows activated carbon to be used in the purification either of water stream as of gases and air, removing taste and odour-causing organic compounds, volatile organic com-

pounds (VOCs), trihalometanes (THMs), and other halocarbons. These compounds are "trapped" in the porous structure of activated carbon and effectively removed. It has been in use for nearly one century for water and gas purification, as well as for solvent recovery or natural gas storage. New applications are ever emerging and activated carbons are extensively studied. [4][45]

The reason why activated carbon is such an effective adsorbent material is due to its large number of pores. These provide a large surface area relative to the size of the actual carbon particles and its visible exterior surface.

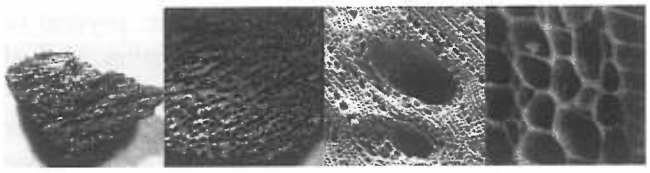


Figure 2.1 – Close-ups of carbon surface and pores (magnification increases from left to right) (pictures from Millenium Inorganic Chemicals).

2.2. Properties of activated carbon

A wide variety of activated carbons are available. The characteristics of activated carbon are due to the raw materials and activation technique used during the manufacturing process. The goal of the use of activated carbon will determine which product to chose. Characteristics of importance in choosing carbon types include pore structure, particle size, total surface area and void space between particles. [25]

There are many parameters that can measure those properties, but only some test methods are the same everywhere, described on certain standards (DIN, AWWA, ASTM) and used by most carbon manufacturers. However, almost every carbon manufacturer has developed his own methods. This makes it almost impossible to compare grades from different sources. [41]

The main tests and properties are the following:

2.2.1. Adsorption properties

Although activated carbons have been widely used as adsorbents catalysts and catalyst supports in a variety of industrial and environmental applications, their adsorption capabilities are shown to be largely controlled by their surface characteristics. [23]

The effectiveness of activated carbon is usually specified by the amount of a certain test chemical it can adsorb per unit weight of activated carbon used.

Carbon tetrachloride number (CCl4 number)

This test is used for activated carbon used for filtering air and gases.

A mixture of air and CCl4, at a specific temperature and concentration, is passed through a previously weighed activated carbon sample. When the sample does not increase in weight any further, it has soaked up all the CCl4 it can. The increase in weight is then the amount of CCl4 adsorbed. The CCl4 number is then the percentage of increased weight. Due to adverse effects of carbon tetrachloride on the environment, butane is now used in a similar test. [41]

Iodine number

This test is used when the activated carbon purpose is liquid-phase purification.

A known quantity of activated carbon is ground up into powder and mixed into a standard solution of iodine in water. After mixing, a certain amount of iodine is adsorbed. By finding out how much iodine is left in the solution, the amount of iodine adsorbed by the activated carbon used can be determined. This number is usually expressed as milligrams of iodine adsorbed per gram of activated carbon used. [41]

BET surface

This test is used to measure the internal surface area of the internal pores of an activated carbon sample. For such purpose, the amount of liquid nitrogen needed to evenly cover all the surface in the pores is determined for a certain constant temperature. The results are then used in the BET mathematical model. The final result is expressed in square meters per gram of activated carbon. [23] [41]

2.2.2. Physical properties

Density

Density is affected by the raw material used and the degree of activation. It does not affect the effectiveness of the adsorption per unit weight, but it has an effect on the adsorption per unit volume. There are at least five ways to express the density of activated carbon. [41]

Hardness

This property is of importance because the harder the carbon, the less it will crumble into fine particles during handling use and fewer will be its losses. The hardness of activated carbon is expressed through the following test (Ball-Pan Hardness): a certain amount of activated carbon is put into a pan, together with some steel balls and shaken for a certain period of time. Weighing the carbon before and after the shaking determines the amount of loss. [41]

Moisture

Sometimes, in the manufacturing process of activated carbon, it can happen that it is washed with acid, then rinsed with water and dried. It is then possible that a certain amount of water is left in the activated carbon. [41]

2.2.3. Total ash content

Activated carbon is made from raw materials that are mainly carbon, but not only. For example, coal can be a raw material, but it is made of approximately 90% of carbon, the remainder is made up of various materials. These minerals remain as ash when the activated carbon is incinerated. The total ash content is measured by the following test: a known mass of activated carbon is incinerated (heated to 950°C for 3 hours) until all the carbon is burnt off. The total ash content is the weight of the remaining ash, expressed as a percentage of the original weight of the activated carbon. [41]

2.2.4. Particle size distribution

Different particle size in the activated carbon offer different flow resistance to the fluid filtering. Typically, for filtering gases, the larger granules sizes are used, and the smaller for liquids. Granules sizes and size distribution are determined using a system of sieves separation. [41]

2.2.5. Pressure drop

The pressure drop is the difference between the incoming pressure and the outgoing one caused by the resistance in the activated carbon. It is influenced by the carbon bedheight, the diameter or particle size of the activated carbon, the fluid velocity and viscosity, etc. This property has no relation with the adsorption capacity of the carbon, but just with its form and shape. [41]

Though all these tests are useful to quantify the related properties, only pilot tests that approach the conditions of the aimed process will give valuable information. Through these tests, an useful issue is to draw a breakthrough curve, where the pollutant concentration in the outcoming stream is represented in function of time. Each activated carbon has his breakthrough curve for every specific pollutant. Through that curve, the efficiency of removal can be studied. [17]

2.3. Manufacture of activated carbon

After choosing the base material, the manufacture of activated carbon involves two main steps:
1. The carbonisation of the raw material at low temperature;
2. Activation of the carbonised product.

These two steps may be led in one- or two-stage process. The properties of the final activated carbon will depend on the raw material and which activation process is used. Because the production of an active carbon must balance economic viability with performance, there are a lot of investigators working on the raw materials and the manufacturing processes looking for more cost-effective products. [7] [15]

2.3.1. Raw materials

The generation of activated carbon begins with the selection of a raw carbon source. Many natural sources can be used as base material, sources are wood, lignite, coal, coconut shell, biowaste, waste sludge, and petroleum residues. [23]

The base materials are grouped in families of substances, none of the families are characterised by a definite structural formula nor can any be separately identified by chemical analysis. The differentiation is based upon the adsorptive and catalytic properties. None the less, the many variations in adsorptive characteristics revealed in different activated carbons may be but different permutations of a relatively few basic properties. [17]

Because of economic reasons, cheap precursor materials must be readily available and convertible to an active carbon using a minimum of resources. [15]

2.3.2. Manufacturing process

In general, the manufacturing processes of activated carbons in laboratory scale may be categorised in two groups. One includes the synchronous process of carbonisation (one-stage process), and the other is the asynchronous process in which carbonisation is prior to activation (two-stage process). Of course, the activated carbons obtained from different processes exhibit different properties. [7]

The two step process is the so-called physical activation: the first step is the carbonisation of raw material in an inert atmosphere at lower temperatures, and the second is the activation in the presence of steam, carbon dioxide and/or air at higher temperatures. The chemical activation is usually carried out in one step, which consists of impregnation of the material with a strong dehydrating agent, zinc chloride, potassium hydroxide or phosphoric acid and then heating the mixture to a temperature of 400°-800°C. [48]

The specific conditions under which carbonisation and activation are done can have great influence on the type of adsorptive capacities that is formed. This aspect is important for some applications, but not for others. [17]



Figure 2.2 – Carbonised coconut shell and activated coconut shell (pictures from ActiveCarb Ltd).

2.3.2.1. Physical activation

Carbonisation

The purpose carbonisation process, pyrolysis – decomposition of a substance by the action of heat (*Oxford English Dictionary online*), is to enrich the carbon content and to create an initial porosity in the char. Many of the non-carbon elements, mainly volatiles, are removed during this process. The carbonisation process leaves an imprint effect on the final product and a careful selection of carbonisation parameters is important in order to produce the required quality of activated carbon. [46]

The carbonisation of an organic precursor is one of thermal decomposition in an inert atmosphere when mainly oxygen and hydrogen are evolved. Residual carbon atoms restructure into condensed aromatic rings with a limited degree of planarity based upon (but not identical to) the graphite lattice. This lack of planarity prevents a close packing of the structure. The spaces between the buckled layers constitutes the porosity and have the dimensions of nanometers (Riley and Franklin as cited by [36]).

Experimental parameters controlling char properties from pyrolysis reactions include: (i) the nature and physical state of the parent feedstock, (ii) heating rate during pyrolysis, (iii) final heat treatment temperature and (iv) soak time. [36]

Carbonisation rate affect both porosity development and strength (Rodríguez-Reinoso *et al.,* 2000). The carbonisation temperature affects the structure of activated carbon. High carbonisation temperatures would result in a greater amount of volatiles being released from the raw material and eventually influences the product yield and porosity (Wan Daud *et al.,* 2000). Slow heating rates, higher heat treatment and longer soak times favour a more ordered char, and this leads to slower gasification reactions in the activation process. [36]

Before carbonisation, there can be one preparation step, a kind of preparation of the raw material to optimise the carbonisation step aiming certain characteristics, or a better price. For rice straw-based activated carbons, for example, it was found that the inclusion of a pre-carbonisation process contributes to the formation of activated carbons with higher values of the BET surface area and microporosity than those of activated carbons without pre-carbonisation. The inclusion of a pre-carbonisation step is necessary to get a less defective carbonaceous intermediate that yields high content of micropores during the subsequent activation of rice straws. [7]

$FeCl_3$ can also be used for such purpose. Namely, the use of $FeCl_3$ in a pre-carbonisation step produces an activated carbon with iron oxide (magnetite) in the internal surface that plays the role of a basic centre for the catalytic oxidation of polluting gases. [6]

The process used in the carbonisation step must be in accord with the raw material, the activation step and the activated carbon properties aimed. [6] [36]

Activation

In physical activation, activated carbons are produced by carbonising the raw materials prior to steam activation. The activation process further develops the porosity and creates some ordering of the structure to generate a highly porous solid as final product. [46]

Physical activation is the mild oxidation (gasification) of the char obtained from the carbonisation of the raw material. It is basically a controlled combustion process at high temperature (800°C-1000°C) in the presence of suitable oxidising gases such as steam or carbon dioxide. These gases are preferred because of the slow gasification kinetics that allow gas molecules to diffuse into the carbon micropores and develop a large surface area. [37] [18] [3]

Initially, at activation percentages <10%, the mechanism is the opening of previously inaccessible porosity, the amorphous carbon blocking the char pores being burned-off preferably. With further activation, the carbon of the elementary crystals reacts at different rates in different parts of the surface. Carbon atoms at dislocations, discontinuities and the edges of the elementary crystals, which have unsaturated valences, leave the surface as gaseous oxides. These processes lead in the first stage to new pore formation and in the second stage, at medium and high activations, to widening of the existing pores and formation of larger pores by burn-off of walls between adjacent pores (Pastor and Bunner, 1980, as cited by [38]). [39]

The main factors affecting the gasification rate are: (i) active sites concentration in the carbon surface; (ii) carbon crystallinity and structure; (iii) presence of inorganic impurities; and (iv) diffusion of reactive gases to the active sites. Factors (i) to (iii) depend on the raw material and its previous history. The conditions under which the char has been obtained (carbonisation rate, temperature and time) affect its ordination degree and, thus, the gasification rate. Factor (iv) depends on the material resulting from carbonisation (the wider the porosity, the easier it is for diffusion of reacting species and products), and on the conditions of the gasification process, i.e. temperature, flow and kind of activating gas. Gasification temperature affects gasification rate and this influences porosity development due to a balance between gasification rate and diffusion rate to the inside of the char porosity. Thus, the activating gas used

affects the properties of the activated carbon (Pastor and Bunner, 1980, as cited by [38]). [39]

2.3.2.2. Chemical activation

Chemical activation is the simultaneous carbonisation and activation of the raw material by impregnation with dehydrating agents such as phosphoric acid, zinc chloride and potassium hydroxide that favour the formation of a cross-linked rigid matrix. The common feature of these impregnants is their ability for carbonisation (they are catalysts of the pyrolysis reaction) and, therefore, development of a desired pore structure. The impregnation ration (which is the weight ratio of impregnant to raw material) and the activation temperature and duration govern the properties of the resultant activated carbon (Caturla *et al.*, as cited by). [23] [3] [18] [33] [45] [48]

Chemical activation with metallic chlorides: the effectiveness of carbonisation is enhanced when the source material is impregnated with metallic chlorides. $CaCl_2$ and $ZnCl_2$ are the most used. The finished char is washed with acid and water. Zinc chloride has been found to maximise the adsorptive capacity and bulk density of activated carbons produced from lignocellulosic materials. The degradation of cellulose material and the aromatization of the carbon skeleton upon $ZnCl_2$ treatment result in the creation of the porous structure. Zinc chloride acts as a dehydrating agent that promotes the decomposition of carbonaceous material during the pyrolysis process, restricts the formation of tar, and increases the carbon yield. Essentially, vacant interstices in the carbon matrix are formed upon extensive post pyrolysis washing of the pores. The extent of chemical activation can significantly alter the characteristics of the produced carbons: at high $ZnCl_2$ concentrations, some $ZnCl_2$ remains in the external part of the carbon particles and widens the porosity by a localised decomposition of the organic matter (Caturla *et al.*, as cited by). [23] [48]

Chemical activation with phosphoric acid: this technique is only used with lignocellulosic materials. The role of H_3PO_4 in activation of biomass is to accelerate the cleavage of bonds between biopolymers (principally cellulose and lignin), followed by recombination reactions in which a rigid cross-linked solid is formed. Phosphoric acid is preferred when the problems linked to the use of zinc chloride are of concern. Namely, these problems are: corrosion, inefficient chemical recovery and environmental disadvantages. Also phosphoric acid also presents environmental problems, such as eutrophication (Jankowska as cited [43], Jatgoyen *et al.*, 1992, Jatgoyen *et al.*, 1993, and Molina-Sabio *et al.*, 1995, as cited by). [18] [48]

The manufacturing processes here presented are not the only ones, neither are they rigid. There are many possible combinations and adaptations, depending on the raw material used, the means available and the properties targeted. For example, the use of combined activation, where steam activation follows chemical activation is widely studied; the impregnation of the activated carbon with certain chemicals to reach certain (for example, chemiosorption) properties is also possible, as well as mixing activated carbon with another component, such as lime. The type of the reactor (rotary, fixed, mobile or fluidised bed) used during the manufacturing process also affects the properties of the activated carbon. [16] [3] [11]

2.3.3. Forms and shapes of activated carbon

The main forms of activated carbon are: powder (PAC), granular (GAC) and fibre. [17] [41]

The granular carbons can be separated into broken types and extrudates (pellets with fixed diameter). Broken type carbons are used in fixed carbonbeds for a liquid phase application. The regeneration of this type of carbon depends on the hardness and on the loading. Extrudates are made by mixing cokes with inert binding material. The resulting paste is pressed through extruders with holes of different diameters, varying from 0,8-10,0 mm. After drying and final activation, the filaments are broken into smaller pieces. The usual length of the pellets are 3–5 times the diameter. Spent extrudates can also be regenerated. [17] [41]

Compared to the other forms of activated carbons, activated carbon fibres are especially interesting because of their uniform pore structure, a higher surface area, faster adsorption kinetics and a lower pressure drop. Activated carbon fibres are mainly made from PAN [poly(acrylonite)], but other precursors may be phenolic resin, pitch and rayon. [27] [39]

3. Characteristics of gaseous effluents

The gases that are filtered with activated carbon are mainly combustion gases. For that reason, the pollutants released by combustion processes are emphasised in the present work. The main pollutants released by such processes are: sulphur dioxide, heavy metals, dioxins and PCBs, nitrogen oxides, volatile organic compounds (VOCs), and particulate matter. [16]

3.1. Oxides of nitrogen

Oxides of nitrogen are mainly released into atmosphere by automobiles escape gases, but also incinerators, namely fossil fuel power plants (coal and oil-fired). They are responsible for photochemical smog, a major source of pollution in the metropolitan city areas. [25]

NO plays an important role in tropospheric photochemistry. Currently, the only known pathway for the production of ozone in the troposphere is the photolysis of NO_2 ($NO_2NO+O(^3P)$), which further reacts with O_2 to produce ozone (O_3) by the reaction $O(^3P)+O_2O_3$. Therefore, increasing NO emissions, in the presence of hydrocarbons and sunlight, are thought to be the cause of increased regional levels of tropospheric ozone and other photochemical oxidants ([25], Logan, 1983, as cited). [40]

3.2. Carbon monoxide

Carbon monoxide appears as a residue of fuel combustion, when fuel is not completely burnt. Carbon monoxide inhibits the blood's ability to carry oxygen to body tissues, including vital organs such as the heart and brain. Because of this property, its health effects are the followings: at low concentrations, fatigue in healthy people and chest pain in people with heart disease; at higher concentrations, impaired vision and co-ordination; headaches; dizziness; confusion; nausea; fatal at very high concentrations. [13]

3.3. Volatile organic compounds

Volatile organic compounds (VOCs) are defined as any organic compound having at 293.15 K a vapour pressure of 0,01 kPa or more, or having a corresponding volatility under the particular conditions of use. The organic solvents have been known as the source of about 35-40% of VOCs emissions to the atmosphere. Among these organic solvents are benzene, toluene and xylene. (VOC as defined by EC directive 1999/13/EC of 11 March, Article 2 sub 17, as cited by IMPEL-European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law, 2000). [14] [48]

These emissions can be divided into two categories: anthropogenic and biogenic. Major anthropogenic sources include combustion of fossil fuels and solvent evaporation and many trees and plants emit a wide variety of biogenically emitted volatile organics compounds. [13], IMPEL-European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law, 2000. [14]

The main environmental effect of VOCs in general is their role in the formation of smog and ozone in the stratosphere in the presence of nitrogen oxides. Smog and ozone cause respiratory damage, damage to property and vegetation (agriculture and ecosystems). Individual components of VOCs are known for other negative effects, such as toxic effects on health and ozone layer depletion in the stratosphere. Volatile organic compounds (VOCs) are emitted into the troposphere by a vast number of sources. [13] (IMPEL-European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law, 2000). [14]

3.4. Particulate matter

Airborne suspended particulate matter can be either primary or secondary in nature. Primary particles are emitted directly into the atmosphere either by natural or anthropogenic processes, whereas secondary particles have a predominantly man-made origin and are formed in the atmosphere from the oxidation and subsequent reactions of sulphur dioxide, nitrogen oxides and VOCs. In most European countries, industrialisation and high volumes of traffic mean that anthropogenic sources predominate, especially in urban areas, and sources of anthropogenic particles are the similar throughout Europe. The most significant of these are traffic, power plants, combustion sources (industrial and residential), industrial fugitive dust, loading/unloading of bulk goods, mining activities, forest fires and, in some cases, non-combustion sources, such as building construction and quarrying. The main natural sources of airborne particulates in Europe are sea spray and soil resuspension by the wind (European Commission, 1997). [14]

Large particles mainly come from the soil and smaller particles come from the burning of fossil fuels, like gasoline in cars and the coal used at power plants. The smaller the particle, the more dangerous, because it can travel deeper into the lungs. When particulate matter is breathed, it can irritate and damage the lungs, causing breathing problems. [13]

3.5. Dioxins and PCBs

PCDD and PCDF (polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofuranes) are commonly known as dioxins. Due to their different level of chlorination and positioning of chlorinated atoms, there exist different kinds of congener. Dioxins may originate from different sources, including waste incineration, bushfire, diesel emission and even cigarette smoking. But the dioxins in the ambient air originate mainly in the waste incineration processes. PCBs (polychlorinated biphenyls) can be generated and released to the environment from various combustion processes when chlorine donor compounds are present. These sources can include incineration of wastes such as municipal solid waste, sewage sludge, hospital and hazardous wastes; metallurgical processes such as high-temperature steel production, smelting operations, and scrap metal recovery furnaces; and the burning of coal, wood, petroleum products, and used tires for power/energy generation. They both are persistent environmental contaminants that due to their high fat solubility and resistance toward metabolic degradation accumulate in the food chain. [7] [13] (European Union Scientific Committee on Food, 1999.) [14]

3.6. Sulphur dioxide

The introduction of sulphur dioxide into the atmosphere is of major concern because it is the principal cause

of acid rain. Sulphur dioxide can react slowly with oxygen to form the trioxide that subsequently reacts with water to form sulphuric acid. Acid rain causes acidification of water bodies and soils, contributes to damage trees at high elevations and has corrosive effects on buildings. Prior to falling to earth, SO_2 gas and its particulate matter derivatives contributes to photochemical smog. Sulphur dioxide also has harmful effects on human health. [13] [27]

3.7. Mercury

There are several heavy metals released by combustion gases, but in this paper only mercury will be considered.

Mercury has very high toxicity and a tendency to bioaccumulate. The major anthropogenic sources of mercury are coal combustors and municipal waste incinerators. Elemental mercury and mercury chloride are the major constituents of in the incineration flue gases. Mercury provides many risks for human health if inhaled. It is harmful for the nervous system and is thought to be carcinogenic. [13] [22]

4. Cleaning gases with activated carbon

4.1. Adsorption

Adsorption is defined as "the process by which specific gases, liquids or substances in solution adhere to the exposed surfaces of materials, usually solids, with which they are in contact". [35]

The imperfect structure of activated carbon results in a high degree of porosity and more than a million-fold range of pores sizes, from the range of the visible to the molecular dimensions. In the smaller pores, intermolecular attractions result in adsorption forces, that works like gravity on a molecular scale. The forces responsible for that movement are the Van der Waals forces. [17]

What happens is similar to precipitation, and adsorbates are removed from waste stream. It is the high porous structure of activated carbon that provides a huge surface area for adsorption. To develop a strong adsorption force, either the distance between the carbon platelets and the adsorbate must be decreased (reduction of pores sizes), or the number of the carbon atoms in the structure must be increased (raising the density of the carbon). [17]

Molecules remain in the gas/vapour state because of the energy of separation and translation contained in the moving molecules. In order to adhere to the surface, that energy must be displaced to bring the molecules to a state of rest. When activated carbon is present in the system, the adsorption-affinity squeezes away the energy, that is released in the form of heat (adsorption heat). The higher the temperature of the gas/vapour phase, the higher the energy of the molecules, and more attractive force is needed to displace the residual energy from each molecule. That is translated by the fact that more carbon is needed to reach the same adsorption rate (the same amount of gaseous molecules brought to a state of rest) for a certain gaseous flow if this is at higher temperature. [17]

The adsorption rate also depends on the nature of the gas molecules, porous substances will take up many gases but in different amounts and the more condensable gases are adsorbed in greater quantities. Many studies showed that there is a relationship between the adsorbability and the boiling point, also to the critical temperature: vapours that readily condense to a liquid state will be more readily adsorbed than gases that liquefy only if and when cooled to a low temperature. Although, there are deviations to these statements that point out that we lack knowledge about the total forces that act on the adsorption phenomena. [17]

Because the solid contributes to the adsorption force (by contributing to the Van der Waals force), its nature is also relevant in the process. It was found that the molecular structure influences the amount adsorbed, but that relation depends on the pressure: at low pressures, the adsorption increases with molecular size. Also at low pressures, the adsorption increases when an atom of oxygen, chlorine, or nitrogen is introduced into an organic compound molecule to be adsorbed. Increasing the pressure promotes the adsorption of smaller molecules, and eventually reverses the order found at low pressures. [17]

From a mixture of gases or vapours, the one more strongly adsorbed will be the one more strongly adsorbed from the pure state, but each may be less adsorbed than in the pure phase at the same partial pressure. In some applications, the adsorptions of some compounds are so small that the chemical adsorbed can be viewed as being alone. This is the case, for example, for the adsorption of organic compounds from air. [17]

Generally, activated carbons are mainly microporous, but in addition to micropores they also contain macro and mesopores, which are very important in facilitating the access of the adsorbate molecules to the interior of carbon particles.

Activated carbon adsorption proceeds through three basic steps:

1. Substances adsorb to the exterior of the carbon granules;
2. Substances move into the carbon pores;
3. Substances adsorb to the interior walls of the carbon.

The adsorption technique is as follows: the macropores (>50 nm) create easy access of the molecules to the smaller pores. The mesopores (2-50 nm) influence the speed of adsorption and the transport of molecules into the micropores (<2 nm), where the actual adsorption takes place (Ahmadou as cited by [18]).

4.2. Techniques

The three main techniques by which activated carbon can be used are the following:

4.2.1. Fixed bed

In these processes, a fixed bed filled with activated carbon is used to remove pollutants from the gas stream. Granular activated carbon is usually used in fixed-bed adsorption processes because of ease of operation and no carbon loss problem. An important issue of this technology is the bed depth. [7] [21]

4.2.2. Fluidised bed

Here, a moving carbon bed is used for adsorption. Powdered activated carbon is the most commonly used form of activated carbon for such purpose at the present time. This technique consists of the addition of adsorbents to the gas stream in opposite direction and posterior gathering. [7] [16]

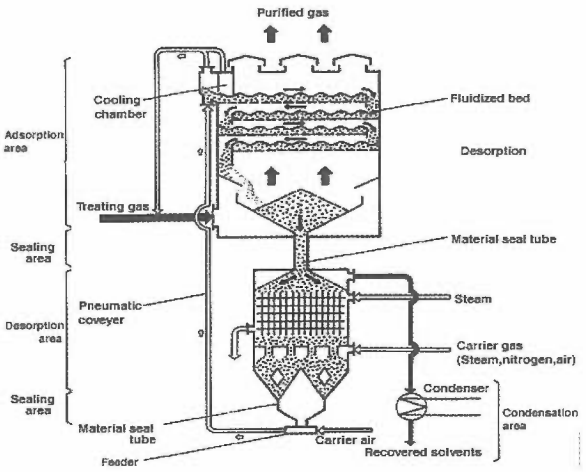
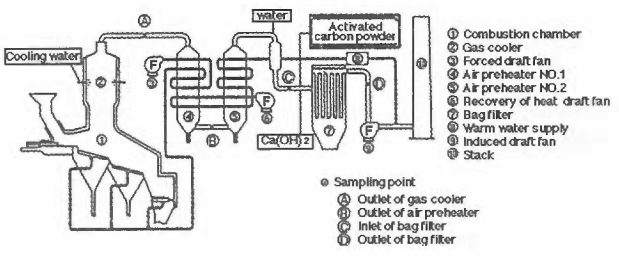


Figure 4 – Scheme of a fluidised bed solvent recovery unit (picture from Daikin Industries, Ltd).

4.2.3. Injection system

Activated carbon is injected in front of the fabric filter for adsorption. The following stack gas stream carries the activated carbon into a bag-style dust filter, followed by the formation of a layer of reacted activated carbon inside for higher pollutant removal. [7]



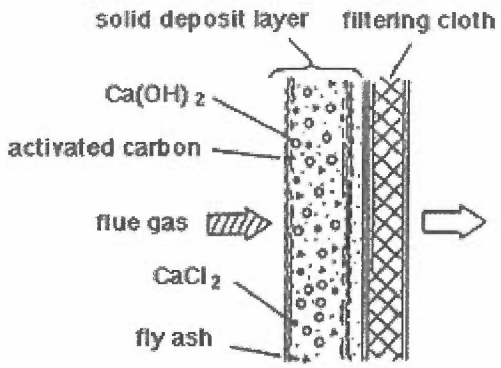


Figure 4.1 – Injection equipment for dioxin removal. The solid deposit layer at the filtering cloth, removed and recovered as collected dust (pictures from Miura Chemical Equipment Co., Ltd.).

4.2.4. Regeneration of activated carbon

The regeneration step of activated carbon is called desorption. It is when the adsorbed material is recovered from its surface in view to a reuse of the adsorbent. The economic feasibility of many adsorption-based separation processes greatly depends on efficient removal of adsorbates from the adsorbent used. Among the several techniques to regenerate the saturated adsorbent particles, thermal swing adsorption (TSA) and pressure swing adsorption (PSA) schemes have been generally employed for this application. A thermal swing cycle operates between two different temperatures, but at same pressure. In the meanwhile, pressure swing cycles operate between two pressures without the change in temperature, except for that caused by the heat of adsorption and desorption. The choice should always be dictated by economics and sometimes these techniques can be employed together (the so-called PTSA) to increase the regeneration efficiency. In the adsorption systems designed for solvent recovery, thermal swing regeneration has been commonly used since the solvent molecules show high affinity on the solid surface even at very low partial pressures. Essential information to design the TSA-solvent recovery process involves the adsorption equilibrium relationships within the operating temperature range and mass- and heat transfer mechanisms around the system (Yu *et al.*, 2000, Ko *et al.*, 2001).

4.3. Some applications

4.3.1. Nitrogen oxide

Presently, the activated carbon fixed-bed adsorption is considered as an efficient process for the control of nitrogen oxides, being an alternative for the selective catalytic reduction method, which uses NH_3 and shows some environmental problems (the reductor becomes a pollutant). The adsorber used for such purpose is usually impregnated because of the presence of oxygen in the gas mixture to be cleaned. The high affinity of oxygen

for carbon, which causes a notable loss of material by combustion, is the main problem for practical purposes. Consequently, an optimum balance between carbon consumption by O_2 and NO_x seems to be essential. The impregnant can be KOH (potassium), and other first series transition metals, such as Fe, Cu, Co, Ni. It was shown that none of this metal catalysts combines the two desirable characteristics: high activity and high selectivity. NOx adsorption on impregnated activated carbon is mostly chemiosorption accompanying catalysis rather than physical adsorption, but its concrete mechanism is not defined yet. [25] [19]

4.3.2. Carbon monoxide

A number of solid adsorbents prepared by the impregnation of transition metals on activated carbon for the removal of carbon monoxide in purification processes have been used for the past many years. These activated carbon-supported metals are believed to effectively adsorb CO by complex formation between CO and metal halides, which are highly dispersed on the surface of the adsorbents. [31]

Tin, which is in group IV of the periodic table and is not a transition metal, has been mentioned to have the ability to adsorb CO in its oxide form such as SnO_2 to produce CO_2 on the adsorbent surfac ([31], Willet, 1991, as cited by Mohamad *et al.*, 2000).

4.3.3. Sulphur dioxide

Activated carbons have shown to be adsorbents for SO_2 removal, since that in the presence of air and moisture they catalyse the conversion of SO_2 into H_2SO_4. Adsorption and catalytic oxidation of sulphur dioxide on carbon catalysts can be carried out at a wide temperature range between 20°C and 200°C. In the presence of oxygen the carbon material catalyses the oxidation of SO_2 to SO_3. The extent of this reaction does not depend on the amount of reactants (SO_2+O_2) adsorbed on the carbon surface but on the number of chemisorbed molecules. In the presence of water vapour the formed SO_3 reacts to give H_2SO_4, which is retained in the pores of the material. De Barr and Lizzio proposed a mechanism for SO_2 removal by carbon materials including the following steps: (a) SO_2 adsorption, (b) O_2 chemisorption, (c) SO_2 oxidation and (d) H_2SO_4 formation. Recently the existence of fleeting carbon-oxygen complex as intermediate of the SO_2 removal reaction has been postulated. Thus, this complex formed during SO_2 adsorption is supposed to be the reaction intermediate necessary for oxidation of SO_2 to SO_3. As a consequence of H_2SO_4 accumulation, a decrease in the sulphur removal efficiency takes place. Then, the saturated material must be regenerated by a thermal treatment (T>400°C) ([27] [34], Siedlewsky, 1965, De Barr and Lizzio, 1995 and 1996, as cited by Muñiz, 1998).

Compared to other forms of activated carbons, activated carbon fibres are especially interesting for gas-phase applications because of their uniform pore structure, faster adsorption kinetics and a lower pressure drop. Additionally, it has been shown that specific chemical groups on the surface of carbon micropores can enhance adsorption capacity towards SO_2. Mochida *et al.* (1988) found that using a fixed bed of PAN-based (poly(acrylonite)) carbon fibres was very effective for removal of SO_2 from flue streams. They suggested that surface nitrogen groups might be responsible for the high adsorption capacities by PAN fibres. Fei *et al.* (1995) studied pitch fibres that had been heat treated to decompose surface oxygen functional groups resulting in increased activity for conversion of SO_2 to H_2SO_4. KOH-activated activated carbon fibres gave much longer breakthrough times (100% removal for many hours), much higher than the 10% removal value for the same fibres after steam activation. The higher activity of KOH-activated activated carbon fibres was attributed to the higher specific surface area and higher nitrogen content. The ability of activated carbon fibres will depend rather on chemical properties (superficial functional groups) rather than on physical characteristics, such as surface area. The existence of superficial groups (nitrogen and oxygen functionalities of basic nature) with appropriate characteristics for SO_2 adsorption and for catalytic oxidation of SO_2 to SO_3 seems to be the main factor which determines the extent of SO_2 retention. [27] [28]; Fei *et al.*, 1995 and Mochida *et al.*, 1988, as cited by Mangun *et al.*, 2001, Jüntgen, 1989).

Sulphuric acid adsorbed on the activated carbon surface after sulphur dioxide removal can be carried away by a simple water stream. However, one significant disadvantages of this particular process include significant losses of carbon by chemical reaction and by attrition. The thermal treatment is also possible, although it is normally found that this step cause variations in physicochemical properties of the carbon and its related sorbent properties. [28] (Davini 2001.)

4.3.4. Volatile organic compounds

The activated carbon cloths based on textile viscose reveal very interesting properties for environmental applications and especially for the treatment of air loaded with volatile organic compounds (VOC). Activated carbon cloth is a promising material for adsorptive processes as the gas-solid transfer velocities are very intensive and the adsorption capacities are very efficient (LeCloirec *et al.*, 1998, as cited by Saubrenat *et al.*, 2001).

The catalytic destruction of VOC benefits from a low oxidation temperature due to less energy consumption. For example, benzene, toluene and xylene can be oxidate at relatively low temperatures by a Pt catalyst supported by activated carbon (Wu *et al.*, 2000).

For organic material, Dunn *et al.* (2001) showed that thermal decomposition released effectively some organic compounds from the carbon surface.

4.3.5. Mercury

Adsorption, especially using activated carbon, as adsorbent, is currently the most widely used technology for mercury removal from the incineration flue gases. Activated carbons are injected into the flue gas right before it enters electrostatic precipitators or bag house filters. In a fixed-bed type system, the flue gas passes through a packed tower with a specified depth of activated carbon particles. The system is designed to increase the contact time between mercury and the sorbents (activated carbon) without causing pressure drop to increase. [22]

It has been shown that better mercury removal rates could be obtained when using sulphur-impregnated activated carbon than virgin ones. Because, when physical adsorption is a dominant process upon using virgin activated carbon, chemisorption is facilitated by the formation of HgS when using the sulphur-impregnated activated carbon. In addition, sulphur impregnation improves the mercury removal efficiency by changing the surface area and pore size distribution which were affected by impregnation temperature and impregnation ratio. Nevertheless, the price of such technology is high (Korpiel *et al.*,1997, Liu *et al.*,1998, and Hsi *et al.*, 2001, as cited by Jongsoo *et al.*, 2002).

For mercury-impregnated activated carbon, it was found that electrolytic treatment, under suitable operating conditions, was appropriate. In such treatment, the elemental mercury is removed from the carbon structure by using it as an anode. [42]

5. Summary

Activated carbons have been in use since the early part of the 20th century for water and gas purification. Activated carbon is a highly porous form of carbon, the main parameter of which is its surface area. Other parameters are important for its applications, such as hardness, particle size distribution, pore size distribution, and surface chemistries. Many tests have been developed to measure these properties, but only pilot tests can give reliable information about a future utilisation of a certain activated carbon.

The manufacture of activated carbon involves mainly two steps: carbonisation and activation. These two steps can be carried out in a two stage process, called physical activation, or in a one stage process, where de-hydrating chemicals are used, called chemical activation. There are many variations of the manufacture process in view to optimise the final product performances. The manufacture process used is chosen in function of the raw material, the purpose of the final product and economics.

In the gas-phase cleaning, activated carbons are mainly used to purify combustion gases. The main pollutants of such gases are many, and their effects on environment and health are diverse. The European authorities have been attentive to this problem, developing a legislation as well as verification mechanisms that lead industrials to look for gas-cleaning technologies.

References

[1] ACTIVCARB, LTD (referred on 15/01/2002), available on page: http://www.fengroup.com/activecarb/activecarb.htm

[2] Ahmedna M., Marshall W.E. and Rao R.M., *Surface properties of granular activated carbons from agricultural by-products and their effects on raw sugar decolorization*, Bioresource Technology, 71:2: 103-112, January 2000.

[3] Al-Khalid T. T., Haimour N. M., Sayed S. A. and Akash B.A., *Activation of olive-seed waste residue using CO_2 in a fluidized-bed reactor*, Fuel Processing Technology, 57:1: 55-64, August 1998.

[4] Atwater J. E., Akse J. R., T. -C. Wang, S. Kimura and D. C. Johnson, *Preparation of silicon-carbide-coated activated carbon using a high-temperature fluidized bed reactor*, Chemical Engineering Science, 56:8: 2685-2693, April 2001.

[5] Baçaoui A., Yaacoubi A., Dahbi A., Bennouna C., Phan Tan Luu R., Maldonado-Hodar F. J., Rivera-Utrilla J. and Moreno-Castilla C., *Optimization of conditions for the preparation of activated carbons from olive-waste cakes*, Carbon, 39:3: 425-432, March 2001.

[6] Boudou J. P., Bégin D., Alain E., Furdin G., Marêché J. F. and Albiniak A., *Effects of $FeCl_3$ (intercalated or not in graphite) on the pyrolysis of coal or coal tar pitch*, Fuel, 77:6: 601-606 May 1998.

[7] Chang Hun Yun, Yun Heum Park and Chong Rae Park, *Effects of pre-carbonization on porosity development of activated carbons from rice straw*, Carbon, 39:4: 559-567, April 2001.

[8] Daeho Ko, Mikyung Kim, Il Moon and Dae-ki Choi, *Analysis of purge gas temperature in cyclic TSA process*, Chemical Engineering Science, 57:1: 179-195, January 2002.

[9] DAIKIN TECHNOLOGIES, LTD. (referred on 29/01/2002), available on page: http://nett21.unep.or.jp/CTT_DATA/AIR/AIR_6/html/Air-189.html

[10] Davini P., *SO_2 adsorption by activated carbons with various burnoffs obtained from a bituminous coal*, Carbon, 39:9:1387-1393, August 2001.

[11] Davini P., *The effect of certain metallic derivatives on the adsorption of sulphur dioxide on active carbon*, Carbon, 39:3: 419-424, March 2001.

[12] Dunn J. G. and Fisher N. G., *Thermal decomposition of frothing agents adsorbed onto activated carbon*, Thermochimica Acta, 366:2: 157-166, 24 January 2001.

[13] EPA (referred on 29/01/2002), available on page: http://www.epa.gov

[14] Europa (referred on 29/01/2002), available on page: http://europa.eu.int/comm/environment/air

[15] Evans M. J. B., Halliop E. and MacDonald J. A. F., *The production of chemically-activated carbon*, Carbon 37:2: 269-274, February 1999.

[16] Fell J. and Nethe L. P., Limpeza de gases de combustão usando carvão activado (Cleaning of combustion gases using activated carbon), *Tecnologias do Ambiente*, Ano 9, n.º 41, 2001.

[17] Hassler, *Purification with activated carbon*, Chemical Publishing Co., Inc., New York, 1974.

[18] Hsisheng Teng and Sheng-Chi Wang, *Preparation of porous carbons from phenol-formaldehyde resins with chemical and physical activation*, Carbon, 38:6: 817-824, 2000.

[19] Illán-Gómez M. J., Brandán S., Linares-Solano and Salinas-Martínez de Lecea C., *NO_x reduction by carbon supporting potassium-bimetallic catalysts*, Applied Catalysis B: Environmental, 25:1: 11-18, 21 February 2000.

[20] Jeong-Ho Yun, Dae-Ki Choi and Hee Moon, *Benzene adsorption and hot purge regeneration in activated carbon beds*, Chemical Engineering Science, 55:23: 5857-5872, December 2000.

[21] Jia-Ming Chern and Yi-Wen Chien, *Adsorption of nitrophenol onto activated carbon: isotherms and breakthrough curves*, Water Research, 36:3: 647-655, February 2002.

[22] Jongsoo Jurng, Tai Gyu Lee, Gyo Woo Lee, Sung-Jun Lee, Byung Hwa Kim and Jochen Seier, *Mercury removal from incineration flue gas by organic and inorganic adsorbents*, Chemosphere, In Press, Uncorrected Proof, available online 1 January 2002.

[23] Khalili N. R., Campbell M., Sandi G. and Gola J., *Production of micro- and mesoporous activated carbon from paper mill sludge; I. Effect of zinc chloride activation*, Carbon, 38:14: 1905-1915, 2000.

[24] Lee J. C., Lee B. H., Kim B. G., Park M. J., Lee D. Y., Kuk I. H., Chung H., Kang H. S., Lee H. S. and Ahn D. H., *The effect of carbonization temperature of pan fiber on the properties of activated carbon fiber composites*, Carbon, 35:10-11: 1479-1484, 1997.

[25] Lyubchik S.B., Benoit R. and Beguin F., *Influence of chemical modification of anthracite on the porosity of the resulting activated carbons*, Carbon, In Press, Uncorrected Proof, Available online 20 November 2001.

[26] László Krisztina and Szcs András, *Surface characterization of polyethyleneterephthalate (PET) based activated carbon and the effect of pH on its adsorption capacity from aqueous phenol and 2,3,4-trichlorophenol solutions*, Carbon, 39:13: 1945-1953, November 2001.

[27] Mangun C. L., De Barr J. A. and Economy J., *Adsorption of sulfur dioxide on ammonia-treated activated carbon fibers*, Carbon, 39:11: 1689-1696, September 2001.

[28] Martín-Gullón I., Andrews R., Jagtoyen M. and Derbyshire F., *PAN-based activated carbon fiber composites for sulfur dioxide conversion: influence of fiber activation method*, Fuel, 80:7: 969-977, May 2001.

[29] Millennium Inorganic chemicals (referred on 15/01/2002), available on page: http://www.millenniumchem.com/channels_en.htm

[30] MIURA CHEMICAL EQUIPMENT CO., LTD. (referred on 29/01/2002), available on page: http://nett21.unep.or.jp/JSIM_DATA/AIR/AIR_4/html/Document_123.html

[31] Mohamad A. B., Iyuke S. E., Daud W. R. W., Kadhum A. A. H., Fisal Z., Al-Khatib M. F. and Shariff A. M., *Adsorption of carbon monoxide on activated carbon-tin ligand*, Journal of Molecular Structure: 550-551: 511-519, 5 September 2000.

[32] Moo Been Chang, Jung-Jeng Lin and Shu-Hao Chang, *Characterization of dioxin emissions from two municipal solid waste incinerators in Taiwan*, Atmospheric Environment 36:2: 279-286, January 2002.

[33] Moreno-Castilla C., Carrasco-Marín F., López-Ramón M. F. and Alvarez-Merino M. A., *Chemical and physical activation of olive-mill waste water to produce activated carbons*, Carbon, 39:9: 1415-1420, August 2001.

[34] Muñiz J., Herrero J. E. and Fuerte A. B., *Treatments to enhance the SO_2 capture by activated carbon fibres*, Applied Catalysis B: Environmental, 18:1-2: 171-179, 21 September 1998.

[35] *Oxford English Dictionary online* (referred on 15/01/2002) available on page: www.oed.com.

[36] Pastor A. C., Rodríguez-Reinoso F., Marsh H. and Martínez M. A., *Preparation of activated carbon cloths from viscous rayon. Part I. Carbonization procedures*, Carbon, 37:8: 1275-1283, 1 January 1999.

[37] Robau Sánchez A., Aguilar Elguézabal A. and de La Torre Saenz L., *CO_2 activation of char from Quercus agrifolia wood waste*, Carbon, 39:9: 1367-1377, August 2001.

[38] Rodríguez-Reinoso F., Pastor A. C., Marsh H. and Huidobro A., *Preparation of activated carbon cloths from viscous rayon; Part III. Effect of carbonization on CO_2 activation*, Carbon, 38:3: 397-406, 2000.

[39] Rodríguez-Reinoso F., Pastor A. C., Marsh H. and Martínez M. A., *Preparation of activated carbon cloths from viscous rayon. Part II: physical activation processes*, Carbon, 38:3: 379-395, 2000.

[40] Roelle P. A. and Aneja V. P., *Nitric oxide emissions from soils amended with municipal waste biosolids*, Atmospheric Environment, 36:1: 137-147, January 2002.

[41] Snowblack Activated Carbon Ltd., Activated carbon properties (referred on 13/01/2002) available on page: www.snowblack.com/carbon/ac-properties.htm

[42] Tsai W. T., Chang C. Y., Wang S. Y., Chang C. F., Chien S. F. and Sun H. F., *Cleaner production of carbon adsorbents by utilizing agricultural waste corn cob*, Resources, Conservation and Recycling, 32:1: 43-53, May 2001.

[43] Tsai W. T., Chang C. Y., Wang S. Y., Chang C. F., Chien S. F. and Sun H. F., *Preparation of activated carbons from corn cob catalyzed by potassium salts and subsequent gasification with CO_2*, Bioresource Technology, 78:2: 203-208, June 2001.

[44] Sobral L. G. S., Santos R. L. C. and Barbosa L. A. D., *Electrolytic treatment of mercury-loaded activated carbon from a gas cleaning system*, The Science of The Total Environment 261:1-3-16: 195-201, 2000.

[45] Vernersson T., Bonelli P. R., Cerrella E. G. and Cukierman A. L., *Arundo donax cane as a precursor for activated carbons preparation by phosphoric acid activation*, Bioresource Technology, In Press, Uncorrected Proof, Available online 7 December 2001.

[46] Wan Mohd Ashri Wan Daud, Wan Shabuddin Wan Ali and Mohd Zaki Sulaiman, *The effects of carbonization temperature on pore development in palm-shell-based activated carbon*, Carbon, 38:14: 1925-1932, 2000.

[47] Young-Whan Lee, Dae-Ki Choi and Jin-Won Park, *Performance of fixed-bed KOH impregnated activated carbon adsorber for NO and NO_2 removal in the presence of oxygen*, Carbon, In Press, Uncorrected Proof, Available online 6 January 2002.

[48] Yulu Diao, W. P. Walawender and L. T. Fan, *Activated carbons prepared from phosphoric acid activation of grain sorghum*, Bioresource Technology, 81:1: 45-52, January 2002.

O Mar e os Poetas

Trabalho realizado por:
• *Augusto Ndinnu Pinto Haikela*

Escola Naval
Departamento de Marinha

"Por mares nunca de antes navegados"
(Luís de Camões)
partiu o povo nobre e de coragem:
os heróis por Camões assinalados
com a sua lusíada mensagem.

E o mar abriu os braços esverdeados
prestando a esse sonho vassalagem
mostrou marés de pão, rumos salgados
onde traçou as rotas da viagem.

Se foi Deus que inventou o oceano
"pousa, no mar, num gesto soberano"
(Ângelo de Lima)
Sua mão a mostrar esse destino.

Por isso só por Ele é que o mar chama
sempre que o crude cai e se derrama
sobre o seu leito, outrora, cristalino.

Sobre o seu leito, outrora, cristalino,
"como se fosse o mar, que sonha e sente"
(João de Barros)
o coração do povo bom, latino,
aonde pulsa o mar eternamente.

Que o lusitano tem, desde menino,
a paixão pelo mar sempre presente
pois canta-lhe nas veias, como um sino,
ondas a marulhar ao sol poente.

E o tempo da infância não regressa
"onde ele acaba, o coração começa"
(Vitorino Nemésio)
a bater de saudade a toda a hora.

"Mar sem marés, sem vagas, e sem porto"
(Florbela Espanca)
que deixou naufragar o sonho morto
no barco que navega p'lo mar fora.

No barco que navega p'lo mar fora
vão meus versos de sal e de miragens
feitos do mar exposto à luz d'aurora
"banhando do poema as verdes margens".
(Manuel Alegre)

Vão as quinas aonde o sonho mora,
vão urcas, caravelas e viagens,
a glória do Infante a quem, agora,
com versos presto as minhas homenagens.

Vai toda a gratidão do pescador,
numa oração de graças ao Senhor,
quando leva o sustento para casa.

Por isso com meus versos fiz a Ilha,
"da solidão marinha a maravilha"
(Carlos de Oliveira)
que me faz ser gaivota em maré rasa.

Que me faz ser gaivota em maré rasa
"passando o Tejo para além da ponte"
(Ary dos Santos)
sempre a cruzar o mar num golpe d'asa,
virada para a luz do horizonte.

Pois não procuro abrigo, lar ou brasa,
a calmaria amena, a paz do monte,
estou na tempestade que me arrasa
e põe em tanto olhar eterna fonte.

E o pranto que há na mãe, triste e chorosa,
"vem afogar a sede angustiosa",
(Tomás Ribeiro)
sempre que espera o filho que não vem.

As ondas vestem luto e não cambraias
"para aumentar de lágrimas nas praias"
(José Gomes Ferreira)
a tristeza dorida dessa mãe.

A tristeza dorida dessa mãe
que p'la vida do filho vai rezando
em frente ao mar que o seu menino tem
"na praia essa mulher ficou chorando".
(Gonçalves Crespo)

E faz promessas à Virgem de Belém
que traga o seu menino, ofertando

a sua vida em troca desse bem
junto do cais o filho vai chamando.

"Erguidas pela angústia e pelo vento"
(Miguel Torga)
são as ondas que levam seu tormento
"nas brumas irreais do mar do norte".
(Fausto José)

Nem os cinco mistérios do seu terço
impediram que o mar fosse esse berço
embalando o seu filho ao som da morte.

Embalando o seu filho ao som da morte
...e o barco cheio d' esperança a naufragar
"abre a vela aos tufões. O resto...à sorte!"
(António Feliciano Castilho)
e lá ficou p'ra nunca mais voltar.

Pois o mar como sempre foi mais forte
do que aqueles que o ousam enfrentar,
aonde a voz do vento dita o mote:
"que arfar eterno de revolto mar".
(Soares dos Passos)

"A ronda das marés salgou a terra"
(Afonso Duarte)
e houve gaivotas mortas pela serra
junto às margens da minha solidão.

E nas redes inúteis e vazias
houve marés de dor, marés sombrias,
quando o barco chegou vazio de pão.

Quando o barco chegou vazio de pão,
do mar que Pedro Nunes tanto amou,
memória secular desse Padrão
que o povo lusitano transportou.

O mar que foi o tema e oração
quando o poeta triste convidou;
"Georges", vem pisar o luso chão
desta Pátria de sol aonde estou.

"Anda ver meu país de marinheiros"
(António Nobre)
de naus, de caravelas, de gajeiros;
marinheiros das gáveas todo o ano.

"Os que avançam de frente para o mar"
(Sophia de Mello Breyner Andresen)
este povo com esp'rança no olhar
para sempre ligado ao oceano.

Para sempre ligado ao oceano
"o espírito do mar adora a lua" *(António Patrício)*
e quando cruza as águas, todo ufano,
o povo faz dos remos a charrua.

Mas surge o Adamastor que lhe faz dano,
e a saga deste povo continua,
mas já não é herói nem soberano
que a fome, lentamente, se insinua.

E **"o mostrengo que está no fim do mar"**
(Fernando Pessoa)
vai tecendo, raivoso, sem parar,
o manto da tristeza que hoje o cobre.

Cantado por marujos e poetas
que resta do País das Descobertas?
"Portugal teve o mundo – e ficou pobre".
(Afonso Lopes Vieira)

"Portugal teve o mundo – e ficou pobre",
só rico de passado e de memórias,
e a palavra saudade é como um dobre
dum sino, como o eco das vitórias.

Cantando o tempo d'ouro e o povo nobre
que espalhou pelo mundo essas glórias,
mas hoje tristemente ele descobre
que as rotas já são linhas transitórias.

Mas p'ra que na memória sempre fique
a gesta do Infante D. Henrique
na Escola Naval vai-se entoando.

Seu **"talant de bien fere",** obra de artista,
... e o mar de novo é luso... onde se avista
algas que a mão de Deus vai semeando.

Algas que a mão de Deus vai semeando
com Seus dedos divinos e alma pura
aonde a luz do sol foi apagando
as sombras da antiga escravatura.

A dignidade humana foi juntando
povos de pele branca e pele escura
por sobre os oceanos se irmanando
cumprindo a lei que vinha na Escritura.

Pois tudo não passou dum pesadelo
e o agoiro do Velho do Restelo
ficou junto da margem feito em espuma.

"Espuma de marés, conchas vazias"
(Fernanda de Castro)
pois o vento levou as profecias
para longe de nós, uma após uma.

Para longe de nós, uma após uma,
... e esta Pátria de naus e de trigais
cumpriu, como não houve outra nenhuma,
as rotas desses feitos ancestrais.

Quando o Adamastor envolto em bruma
soprou procelas, ódios, vendavais,
sem querer que a Epopeia se consuma,
cravou neste País os seus punhais.

Mas a pequena Pátria de gigantes
guiada p'la estrela dos navegantes
"vagando a curva terra, o mar profundo".
(Bocage)

Soube inventar caminhos de oceano
e tudo porque um povo lusitano
levou seu Portugal a todo o mundo.

Levou seu Portugal a todo o mundo
com esse povo herói, como brasão,
que, orgulhosamente, é oriundo
da Pátria de Camões, sua nação.

Com a alma poeta, que eu difundo,
sempre à espera de D. Sebastião
que há-de vir num cavalo vagabundo
com uma espada de sonho em cada mão.

"Longe, por esse azul dos vastos mares"
(Almeida Garrett)
há-de surgir, um dia, dos lugares
onde está o Padrão das Descobertas.

Pois sabe "O Desejado" que tem fama
a Pátria onde nasceu Vasco da Gama
cantada pela voz dos seus poetas.

Cantada pela voz dos seus poetas
que acordam esses velhos marinheiros
fazendo da coragem suas metas,
homens de boa raça, verdadeiros.

Se foi o Criador que deu ofertas
aos arrais do luar, aventureiros,
também lhes deu as horas mais incertas
a par das cinco quinas de luzeiros.

E ao espalhar pelo mundo essa façanha
"vozes do mar, da selva, da montanha"
(Antero de Quental)
a sua gesta lusa não descansa.

"Ao tomarmos o gosto aos oceanos"
(David Mourão-Ferreira)
seremos imortais mesmo que os anos
não nos deixem dobrar a Boa Esp'rança.

Não nos deixem dobrar a Boa Esp'rança
quando os braços do mar a mágoa embala
e uma gaivota êxul em tarde mansa
solta gritos d'angústia que não cala.

Erguida, frente ao mar, a dor avança
na Pátria que se nega a ser vassala,
mas se o mar faz com a morte uma aliança
é só com a voz do vento que ele fala.

"E esse jeito de mão que tens nas ondas"
(Sebastião da Gama)
que leva tantas vidas quando rondas
velhos barcos d'herança, naufragados.

Também foi quem honrou sua bandeira
e o povo que a levou à terra inteira
"por mares nunca de antes navegados".
(Luís de Camões)

O Ciberespaço e o Mar: Espaços de Analogia e Antítese

Trabalho realizado por:
• *Fernando Manuel Rocha da Cruz*

Universidade do Minho
Departamento de Sistemas e Informação

O CIBERESPAÇO

O termo *ciberespaço* foi utilizado pela primeira vez, em 1984, num romance de ficção científica denominado *Neuromancer*. Com este termo designava-se o universo de redes digitais, representativo de uma nova fronteira económica e cultural, e um palco de conflitos mundiais. Etimologicamente, a palavra *ciberespaço* permite inferir a ideia de "*espaço de controlo*", uma vez que é formada a partir do prefixo *ciber* que significa "*homem do leme*" ou "*piloto*" e a palavra *espaço* (cf. Serra, 1996). Contudo, Lévy (cf., 2001b) entende o *ciberespaço* como um espaço metafórico e não como um verdadeiro espaço.

"O espaço de comunicação aberta pela interligação mundial dos computadores e das memórias informáticas. Esta definição inclui o conjunto de sistemas de comunicação electrónicas (compreendendo o conjunto de redes hertzianas e telefónicas clássicas) na medida em que acompanham informações provenientes de fontes digitais destinadas à digitalização" (Lévy, 2000, p. 95).

O ciberespaço é um *locus* de extrema complexidade e heterogeneidade, caracterizando-se pela interacção social e pela interacção do homem com as máquinas. O espaço virtual, tal como o espaço social, longe de ser homogéneo, encontra-se fragmentado e *territorializado* em diferentes espaços simbólicos, constituídos e operacionalizados pelas interacções que aí se desenvolvem. Por conseguinte, os grupos que se formam no ciberespaço não se encontram limitados pelo uso de uma única plataforma de sociabilidade, não obstante poderem preferir uma em particular (cf. Guimarães Jr., 1999).

Há, por isso, que distinguir *plataforma de sociabilidade virtual* de *ambiente de sociabilidade virtual*. Por *plataforma* entende-se o *software* utilizado na base da interacção social em rede, v. g., IRC. O *ambiente de sociabilidade virtual* é o espaço simbólico de uma dada comunidade virtual. Esta necessita de *plataformas* para interagir, ou seja, utiliza programas específicos orientados para a comunicação de dois ou mais utilizadores. É desta interacção que se formam comunidades virtuais, as quais poderão ser estáveis ou não (ibid.).

A distinção entre *plataformas* e *ambientes* faz sentido, já que, na investigação antropológica, a pesquisa deve privilegiar o espaço constituído e elaborado socialmente e não aquele que é somente determinado pelo aparato técnico (Guimarães Jr., 1999).

Num futuro próximo, o ciberespaço poderá assumir-se como o principal canal de comunicação e suporte de memória da humanidade. Tal será possível pela digitalização geral das informações, ou seja, através da criação, gravação, comunicação e simulação de dados, o que, aliás, já ocorre hoje em dia (ibid.). A telemática codifica informações escritas para o modo digital, transformando-as em *bits*, isto é, em sinais eléctricos e magnéticos (cf. Silva, 2000). Para Lévy, digitalizar uma informação consiste na sua codificação numérica, ou seja, na sua substituição por sequências de zeros e uns (2000, pp. 54-55). Transformada em *bits*, a informação pode ser enviada ou recebida através de linhas telefónicas, quase instantaneamente, para qualquer parte do mundo (cf. Silva, 2000). O ciberespaço permite, assim, a circulação de informações sob a forma de imagens, sons, textos, etc.

O ciberespaço é, por outro lado, a dimensão da sociedade em rede, onde os fluxos definem novas formas de sociabilidade. As redes, a que se refere este estudo, são as redes comunicacionais informatizadas como a Internet, Kidsphre, Zamir, etc., que ocupam não somente o espaço dos fluxos, mas onde elas próprias se assumem como o próprio espaço. Este assume-se, cada vez mais, como um espaço de trocas simbólicas entre pessoas dos mais diversos *cantos* do mundo (cf. Tancman, 2000a).

O desenvolvimento das Novas Tecnologias da Informação e o aumento dos utilizadores da Comunicação Mediada por Computadores proporcionaram um novo deslocamento sociocultural (cf. Silva, 2000). Verifica-se, por isso, uma migração para o ciberespaço que Lévy explica através de uma teoria de cariz evolutivo. Na sua perspectiva, após o homem ter explorado (Paleolítico) e conquistado (Neolítico) o Planeta, colocando-o em relação (tempos modernos), chegou o momento de evoluir para um contacto à escala planetária, pelos meios telemáticos, ou seja, através do ciberespaço. Por conseguinte, a migração para um mundo de interacções virtuais cria uma realidade social virtual que, apesar de manter as mesmas estruturas da sociedade real, não dispõe, necessariamente, de total correspondência com esta, visto possuir os seus próprios códigos e estruturas (cf. Guimarães Jr., 1997).

"Les droits de l'homme sont universels, mais, bien entendu, ils sont universels virtuellement, ils valent pour toute l'humanité, ce qui ne veut pas dire qu'ils sont respectés partout. Donc ils réunissent vraiment toute l'humanité, mais seulement virtuellement, dans une idée, alors, ce qu'il y a d'intéressant avec le Cyberespace, c'est que

l'humanité se rencontre elle-même dans cet espace de communication, mais d'une façon beaucoup moins virtuelle encore qui veut pas dire que la religion, la philosophie, la science et le droit n'ont pas de validité. [...] Parce que le Cyberespace c'est un nouveau lieu virtuel où l'humanité se rencontre elle-même, justement par la médiation de ce grand hypertexte de la culture mondiale, de la culture planétaire, des cultures planétaires" (Lévy, 2001a).

Para Lévy, o ciberespaço permitirá consolidar a tecnodemocracia, ou seja, "*uma nova formação política onde a tecnologia da electrónica tornará viável o desenvolvimento de comunidades inteligentes capazes de se autogerir*" (cit. *in* Tancman, 2000a). Este processo fomentaria o desenvolvimento individual ou regional e levaria à participação daquelas em processos emancipadores e abertos de inteligência colectiva. A formação destas comunidades teria em conta as preferências individuais e não as geográficas (cf. Silva, 2000). Giddens define a política emancipadora como "*uma perspectiva genérica preocupada sobretudo com a libertação dos indivíduos e grupos de constrangimentos que afectam adversamente as suas hipóteses de vida. A política emancipadora contém dois elementos: o esforço por cortar as amarras do passado, permitindo assim uma atitude transformadora em relação ao futuro; e o objectivo de ultrapassar a denominação ilegítima de alguns indivíduos ou grupos sobre outros*" (1994, p. 188).

"Two decades ago, computer hobbyists saw personal computers as a path to a new populism. They imagined how networks would allow citizens to band together to run decentralized schools and governments. Personal computers would create a more participatory political system, the hobbyists believed, because 'people will get used to understanding things, to being in control of things, and they will demand more'. [...] If the politics of virtuality means democracy on-line and apathy off-line, there is reason for concern. There is also reason for concern when access to the new technology breaks down along traditional class lines. Although some inner-city communities have used computer-mediated communication as a tool for real community building, the overall trend seems to be the creation of an information elite" (Turkle, 1996a).

O *novo mundo* criará ou recriará, por conseguinte, uma nova divisão social, processando-se uma nova redistribuição de saberes e poderes em função do domínio e participação no ciberespaço (cf. Tancman, 2000a). A criação de comunidades virtuais promoverá também o aparecimento de sociedades marginalizadas constituídas por *infoexcluídos*, já que estes não possuirão "*senhas de acesso*" para acederem às tecnologias da informação (ibid.). As "*senhas*" referidas são de ordem económico-financeira, pois é necessário possuir (ou ter acesso) a um computador ligado à rede, pagar a ligação ao provedor de acesso, assim como os impulsos telefónicos, e possuir disponibilidade de tempo para estar on-line. As "*senhas*", também, poderão ser de ordem sociocultural, v. g., possuir conhecimentos de informática e de navegação na Internet, contexto sociocultural próprio que permita estar on-line, possuir domínio linguístico, v. g., noutras línguas e motivação para aceder às novas tecnologias.

"O ciberespaço [...] é o novo meio de comunicação que emerge da interligação mundial de computadores. O termo designa não só a infra-estrutura material da comunicação digital, mas também o universo oceânico das informações que ele alberga bem como os seres humanos que nele navegam e o alimentam" (Lévy, 2000, p. 17).

1) O Espaço e o Tempo

Nas *comunicações mediadas por computador* (CMC) não existe o dia, nem a noite, quanto muito podem-se constatar horários locais, que perderão interesse quanto mais heterogéneo for o grupo de utilizadores. De igual modo, sem fronteiras físicas e/ou geográficas, os utilizadores do ciberespaço com facilidade frequentam diversos espaços das CMC, inclusive de forma simultânea (cf. Mayans i Planells, 2001).

Emanuel Kant foi um dos principais filósofos idealistas, defensor de uma concepção subjectiva do tempo e do espaço. Para Kant, tempo e espaço eram uma forma de contemplação dos sentidos (cit. *in* Tancman, 2000a). Porém, o ciberespaço "*não é somente uma sucessão de imagens e sensações*" experimentada pelo cibernauta, é também uma expressão material dos avanços da sociedade contemporânea (cf. Tancman, 2000a). O ciberespaço, não sendo um lugar, materializa-se – ou melhor, desmaterializa-se – no espaço dos fluxos comunicacionais, isto é, nas redes (cf. Tancman, 2000b).

No espaço de fluxos, as relações sociais sofrem um processo de desmaterialização ao circularem sob a forma de impulsos electrónicos. O cibernauta navega então, num espaço desterritorializado, onde as referências de lugar e de caminhos se modificam substancialmente. Não se sabe, porém, qual o rumo seguido por uma determinada comunicação, uma vez que existem inúmeros provedores de acesso. Logo, não existem referências de lugar (cf. Tancman, 2000a).

"Espaço é justo uma dessas metáforas orientadoras, talvez a mais basal, e hoje quase ubíqua: constrói-se a interface de tal modo que a rede é percebida pelo usuário como um **espaço** topográfico (ciberespaço virtual), com lugares *(sites)* onde estão reunidos as atrações e serviços, e vias de conexão (a internet seria o esboço de uma *info-highway, info-bahn*), 'caminhos' pelos quais locomover-se entre os sítios. O processo pelo qual um usuário busca informações, serviços, parceiros, sempre evoca o de um deslocamento, de um percurso – a navegação, o *surfing* – como se fosse o próprio sujeito que, mergulhado no circuito virtual, se movimentasse percorrendo a topografia da rede – ao invés de assistir estático aos pedaços do material circulante na rede desfilarem à sua 'janela'. Período de interação na rede tende a ser vivido como uma viagem: incor-

poração do sujeito num outro mundo, com lógica própria, que duplica o convencional, e que permite franca circulação por todos os seus meandros sem esforço" (Filho, 1995).

A *modernidade*, segundo Giddens, verifica-se pela predominância de quatro instituições, a nível mundial: industrialismo, capitalismo, vigilância e poder militar. Um dos principais pilares é o industrialismo, devido às "*relações sociais implicadas no uso generalizado da energia mecânica e das máquinas nos processos de produção*" (1994, p. 13). O capitalismo é outra instituição fundamental, devido não só à proliferação de mercados concorrenciais de bens e serviços, mas também de força de trabalho. Um terceiro pilar a ter em linha de conta é a vigilância que implica controlo da população e supervisão social, através dos poderes legislativo e judicial. E, por último, a modernidade assenta no poder militar, por este controlar os meios de violência do Estado-Nação (ibid.).

O ritmo *desenfreado* das mudanças sociais, bem como o seu âmbito e profundidade, alterando modos de comportamento e práticas sociais, explicam-se pelo carácter dinâmico da modernidade, o qual é superior a qualquer outro sistema. O dinamismo é explicado pelo mesmo autor através de três conjuntos de elementos: *separação do tempo e do espaço*, *descontextualização* e *reflexividade* (cf. Giddens, 1994, pp. 14-18).

Em épocas pré-modernas, o tempo era medido em função das tarefas realizadas num determinado lugar, ou seja, o tempo era indissociável do espaço. A universalização dos calendários e a introdução da medição mecânica do tempo permitiram a autonomia deste face ao espaço. O *esvaziamento* do tempo e do espaço é um processo dialéctico, podendo mesmo serem recombinados de forma a permitir a coordenação das actividades sociais, sem necessária referência a um lugar (cf. Giddens, 1994, p. 15).

"A organização social moderna pressupõe a coordenação rigorosa das acções de muitos seres humanos que estão fisicamente ausentes; o 'quando' destas acções está directamente ligado ao 'onde', mas não, como nas épocas pré-modernas, através da mediação do lugar" (ibid).

Este *esvaziamento* permitiu o deslocamento das relações sociais de contextos locais de interacção e sua reestruturação em extensões indefinidas de tempo e espaço, v. g., no ciberespaço (cf. Tancman, 2000a). Por conseguinte, a percepção instantânea, *atemporal*, das CMC substituiu a percepção cronológica do tempo (cf. Silva, 2000).

"Este é o espaço onde locais para a discussão de interesses comuns podem facilmente surgir, os locais de interacção formam-se à medida que os interesses surgem. Locais que se tornam espaços de encontro de características virtuais onde o tempo e o espaço reais não são condicionantes da interacção entre sujeitos provenientes das zonas geográficas mais díspares" (Cardoso, 1998).

A descontextualização, referida por Giddens, diz respeito a dois tipos de mecanismos: "*garantias simbólicas*" e "*sistemas periciais*". O primeiro possui valor padrão e, por isso, pode ser trocado em qualquer contexto, v. g., o dinheiro. O segundo mecanismo utiliza modos de conhecimento técnico cuja validade não pode ser colocada em causa, nem por quem a pratica, nem pelos clientes que a utilizam, v. g., comida, medicamentos, meios de transporte. Tanto uns como outros baseiam-se nas relações de confiança e de risco. Enquanto a confiança é fruto de uma relação contratual, o risco deve-se à ocorrência de resultados inesperados numa determinada acção. Por conseguinte, as acções passam a estar descontextualizadas, visto serem influenciáveis por elementos ausentes (cf. Giddens, 1994, pp. 15-18).

A reflexividade é a terceira grande influência sobre o dinamismo da vida social moderna. Baseia-se na ideia de que a generalização do acesso ao conhecimento permitiu que ele próprio dinamizasse as alterações ao nível da interacção social. Porém, à medida que estas foram estudadas, os resultados foram conhecidos pelos próprios actores sociais. Contudo, nem toda a informação é captada da mesma forma por todos os agentes sociais, dado o poder diferencial dos mesmos (cf. Giddens, 1994, pp. 18-19).

Por último, observar-se-á ainda a caracterização dos lugares e dos não-lugares, uma vez que Marc Augé classifica o ciberespaço como um não-lugar. Considera, então, que os *lugares* são "*identitários, relacionais e históricos*" (1998, p. 59). Identitários porque constitutivos da identidade individual; relacionais porque os elementos encontram-se distribuídos em relações de coexistência; e, finalmente, históricos porque são "*lugares de memória*" (cf. Augé, 1998, pp. 59-61). O *não-lugar* distingue-se do *lugar* – que a antropologia da sobremodernidade promoveu ao estatuto de objecto de estudo – porque não pode definir-se "*nem como identitário, nem como relacional, nem como histórico*" (Augé, 1998, p. 83).

"Na situação de sobremodernidade, uma parte desse exterior é feita de não-lugares, de imagens. Frequentar os não-lugares constitui, hoje em dia, a ocasião de uma experiência sem precedente histórico, de individualidade solitária e de mediação não humana (basta um cartaz ou um ecrã) entre o indivíduo e o poder público" (Augé, 1998, p. 122).

Michèle Tancman discorda de Marc Augé, pois entende que no ciberespaço o *não-lugar* assenta em relações identitárias que o cibernauta constrói na sua própria memória, uma vez que na rede é possível o convívio entre pessoas (cf. 2000a). Considera-se, no entanto, que sendo o ciberespaço constituído por pontos de passagem, existirão alguns que fixarão os indivíduos em relações sociais e identitárias. Porém, nem todos os endereços – WWW, FTP, @, ICQ – terão o poder de fixar indivíduos em relações permanentes e duradouras, salvo um ínfimo número.

2) Real *versus* Virtual

A virtualidade funda-se na visão religiosa do mundo onde o poder e a bondade se unem na virtude. O virtual é, então, a possibilidade de produzir efeitos, ou de se produzir a si próprio como efeito. O termo surge também relacionado com a saúde, a força e a pureza sexual (cf. Sousa, 2001). Lévy distingue nela três sentidos: técnico, corrente e filosófico. O sentido técnico corresponde à descrição digital numa memória informática (cf. Lévy, 2000, p. 77). No sentido corrente, significa "*irrealidade*", opondo-se, por isso, à realidade, já que não é possível obter, simultaneamente, as duas qualidades. Na acepção filosófica, é virtual aquilo que existe em potência e não em acto. Por isso, o virtual opõe-se ao actual e não ao real, já que actualidade e virtualidade são dois estados diferentes da realidade (cf. Lévy, 2000, p. 51).

A virtualidade distingue-se ainda da imaginação. Esta última parte da base empírica para posteriormente se afastar da realidade. A virtualidade, por seu lado, diz respeito à potencialidade e à possibilidade de ser, ou de se tornar, uma força no mundo real. Verifica-se, por isso, uma relação de complementaridade entre imaginação, virtualidade e realidade. Não é por acaso que a realidade estimula a imaginação: aquilo que é imaginado torna-se realidade e constata-se uma mútua influência entre a virtualidade e o mundo real (cf. Ribeiro, 1995).

"Se na oralidade primária o conhecimento social encontrava-se encarnado em indivíduos, únicos portadores da tradição e responsáveis pela sua transmissão em vida a discípulos; se com a introdução da escrita o conhecimento social pôde objectivar-se parcialmente em suportes concretos, singulares, que deveriam ser preservados, atualizados, transmitidos; agora o suporte material está sendo virtualizado. Ao invés de objetos únicos e perecíveis, manuscritos, livros, exemplares concretos de texto transmitido, o único suporte material de que se necessita é da rede de comunicação, onde todo o conhecimento social circula sob forma digitalizada, disponível em princípio a qualquer usuários detentor de uma conexão" (Filho, 1995).

O virtual, contudo, tende a distorcer a experiência do real de diversas formas. Por um lado, faz parecer real experiências artificiais vividas, v. g., em ambientes tridimensionais – efeito *Disneylândia* (cf. Turkle, 1996a). O interface dos ambientes virtuais é de utilização intuitiva e criam um forte sentido de imersão, face à abundância de informação tridimensional, dentro de um modelo computadorizado (cf. Sousa, 2001). Por outro lado, torna a patranha – efeito da simulação – mais estimulante que o real – efeito do *crocodilo artificial*. Após experiências virtuais com animais selvagens torna-se entediante observá-los, v. g., num jardim zoológico, onde só parecem querer dormir. Por último, a experiência virtual pode ser tão estimulante que se acredite que através do ciberespaço se encontre mais do que aquilo que parece. É o caso das trocas de género, onde não raras vezes, o masculino assume o papel do feminino e vice-versa, considerando que desta forma compreendem melhor o outro género (cf. Turkle, 1996a).

O computador permite-nos o acesso à vida social *on-line*, e é por seu intermédio que se desenvolve o ritual de passagem do território físico para o espaço virtual. De facto, trata-se duma nova forma de conceber o tempo, o espaço e os relacionamentos, onde o virtual se assume, cada vez mais, como um conceito chave do mundo contemporâneo. Ele está presente nas universidades virtuais, na política virtual e até no sexo virtual (cf. Silva, 2000).

Os relacionamentos na '*vida real*' processam-se, regra geral, através de um prévio contacto físico. Assim, num primeiro momento, encontra-se a pessoa, face a face, e, à medida que se trocam informações e se identificam áreas, afinidades e ideias comuns, tem-se a possibilidade de conhecê-la melhor. Nos relacionamentos virtuais, há uma inversão do processo. Primeiro, as pessoas interagem virtualmente e só depois é que se conhecem fisicamente, ou não. A atracção inicial verifica-se, não pelo aspecto físico, mas pela forma de se expressar, pelo seu humor, inteligência ou *nickname*. É a sublimação, por excelência. A identificação de afinidades e a troca de informações pessoais só se verificará, a partir desse momento, com o diálogo estabelecido (cf. Castro, 2001e).

"As características do 'lugar virtual' residem na territorialidade, imaterialidade, tempo-real e interactividade. Tais aspectos possibilitam relações sociais simultâneas e acesso imediato a qualquer parte do mundo, inaugurando uma nova percepção do tempo e das relações sociais" (Tancman, 2000a).

Comunidades virtuais, como as do MUD[1], são um exemplo da forma como a cultura da simulação muda noções tradicionais como a identidade. De facto, tornam possível a construção de múltiplas e fluidas identidades. Quando se vive uma representação electrónica, tem-se a possibilidade de vestir a "*pele*" de inúmeras personagens. Por isso, as pessoas tornam-se peritas da sua própria apresentação e criação, tendo em conta o sentimento de desejabilidade social (cf. Turkle, 2001b).

O adágio de Pigmalião "*tu és aquilo que quiseres ser*" confirma que não estamos limitados pelas nossas histórias, já que nos podemos recriar continuamente (cf. Turkle, 2001b).

"As we stand on the boundary between the real and the virtual, our experience recalls what the anthropologist Victor Turner termed a liminal moment, a moment of passage when new cultural symbols and meanings can emerge. Liminal moments are times of tension, extreme reactions, and great opportunity. When Turner talked about liminality, he understood it as a transitional state, but living with flux may no longer be temporary. Technology is bringing postmodernism down to earth itself; the story of technology refuses modernist resolutions and requires an openness to multiple viewpoints" (Turkle, 1996c).

3) A Cibercultura

O desenvolvimento da multimédia e a sua aplicação à Web, a partir dos anos 90, deu um novo impulso à

cibernética. Esta visava o controlo através das tecnologias, mas, a partir do referido momento, passou a integrar nos seus objectivos o controlo através da criação e difusão de informações (cf. Souza, 2001). É neste contexto que surge o conceito de cibercultura. De facto, a tecnologia influenciou de forma determinante o imaginário humano, na forma de se representar e interagir (cf. Guimarães Jr., 1997).

"Quanto ao neologismo cibercultura, ele designa aqui o conjunto das técnicas (materiais e intelectuais), as práticas, as atitudes, as maneiras de pensar e os valores que se desenvolvem conjuntamente com o crescimento do ciberespaço" (Lévy, 2000, p. 17).

Lévy atribui sentido antropológico à cibercultura. Considera que não se trata de uma subcultura, mas de uma mutação cultural, ou seja, de um novo tipo de universal. Trata-se, na sua opinião, de uma universalidade não totalizante, isto é, indeterminada. Esta resulta da interacção social na rede, onde cada novo elemento cultural, heterogéneo, acrescenta algo ao todo. Trata-se, por isso, de um processo contínuo que se encontra em constante reorganização, visto tratar-se de um espaço que se metamorfoseia constantemente (cf. 2001a).

"O que circula na rede, mais que informação, mensagens, são atos de linguagem. A imagem do grande banco de dados não deve ocultar a da ágora virtual, onde o que está em jogo é a interação, a negociação entre atores sociais e instituições. Não apenas 'acesso a informações' socialmente neutras, mas: ordem, persuasão e consenso, afirmação, aliança, desafio, contestação, ofensa, solicitação, punição, acordo, autorização, crime, sexo, defesa, promessa, compromisso, desculpa, etc. Num terminal de computador, digitar palavras corresponde literalmente a executar comandos – realizam ações no mundo representado do virtual. Reifica-se vez por toda a eficácia simbólica" (Filho, 1995).

As referências culturais da Humanidade estão a mudar por dois motivos. Um deve-se às características da cibercultura – alcance global, integração de todos os meios de comunicação e interactividade. O outro deve-se à migração de grupos sociais para o ciberespaço. As CMC permitem que a troca de informações se realize num sistema relacional de "*muitos para muitos*", quando até há pouco tempo, apenas se verificavam relacionamentos do tipo "*um para um*" ou "*um para muitos*". Este último abrange os meios de comunicação de massa, v. g., televisão, rádio, jornais. A tendência actual da sociedade é, como já referimos, tendo por base o conhecimento, organizar-se em torno de "cidades digitais". As CMC reúnem pessoas para partilharem interesses e objectivos e não propriamente, devido à sua localização geográfica. As diferentes culturas tendem, também elas, a migrarem para o ciberespaço. Por outro lado, a cibercultura proporciona a interacção entre indivíduos, por escrito, em tempo real ou com flexibilidade de horários. Assim, a rede proporciona "*uma desterritorialização do saber*" e pode transformar os cidadãos em "*inteligências associadas*" (cf. Silva, 2000).

"Donc, ce n'est au hasard, ni même étrange, que nous vivions, à cette fin de siècle, une vague d'agrégations tribales spontanées e nomades (Maffesoli) où la technologie numérique interactive a un rôle fondamental, principalement avec l'ordinateur personnel et cet ordinateur de l'ordinateur qui est devenue l'Internet. Peut-être la cyberculture contemporaine qui est train de s'étendre dans cette fin de siècle puisse nous remettre dans une société qui participe à ce que McLuhan a appelé le modèle tribal du village global (même s'il faut le mettre au pluriel)" (Lemos, 2001).

A mutação cultural ou civilizacional encontra-se, segundo Lévy, intimamente relacionada com o sistema de comunicação. Por isso, considera que a invenção da escrita foi a principal transformação da História, nos sistemas de comunicação. De facto, numa sociedade de cultura oral, a comunicação só era possível dentro do mesmo contexto. Após a invenção da escrita, torna-se possível receber uma mensagem sem restrições de cariz espácio-temporais, ou seja, pode-se aceder a mensagens que se encontrem "*fora do contexto*", ou seja, produzidas noutras épocas e noutros contextos culturais. Esta noção de "*fora do contexto*" foi sublimada, legitimada e interiorizada pela cultura. Está, por isso, na origem da conceptualização da ideia de *Universalidade*. Este conceito surge, por um lado, devido ao esforço de na emissão dos textos os dotar de elementos e axiomas que permitam a sua compreensão noutro contexto. Por outro lado, deve-se ao desenvolvimento das técnicas de tradução e interpretação dos mesmos. Neste universal fundado sobre a escrita o que permanece inalterado é o sentido. Pretende-se assim, através das técnicas linguísticas atribuir aos mesmos um sentido único, independentemente do contexto em que se encontrem. É nesta clausura semântica que se encontra a ideia de totalização. Verifica-se, então, a inseparabilidade entre os referidos conceitos – universalização e totalização –, a qual só será colocada em causa pela cibercultura. Esta irá reconduzir-nos novamente à partilha do mesmo contexto, graças à comunicação em tempo real, no ciberespaço (cf. 2000, pp. 116-118).

A interconexão mundial de computadores, em tempo real, permite aos usuários da rede partilhar o mesmo contexto. As características holístas do hipertexto permitem que cada documento, indepentemente da sua localização geográfica, constitua uma parte dum só contexto cultural (virtual). O ciberespaço é constituído por uma infinidade de microcontextos em conexão, podendo os indivíduos passar de um microcontexto a outro, sem nunca alcançarem a totalidade. Todos contribuem com uma pequena parte para este *Universal*, mas ninguém o consegue dominar. O acesso e partilha do ciberespaço resulta no direito de participar na inteligência colectiva da humanidade (ibid.).

"O computador (ou o ciberespaço) faz passar a consciência humana para um nível superior, isto é, permite-lhe

tomar contacto consigo mesma e unificar-se – aqui e agora – à escala da espécie. Libertado do medo pelo fogo, o homem pôde inventar a técnica, a linguagem e a religião. Libertado pela arte da monotonia do real, começámos a projectar mundos. Libertados da memória pela escrita, acelerámos a história. Libertados da razão e do cálculo pelo computador, estamos em vias de reunir a nossa inteligência colectiva. Até que descubramos juntos o que há de mais universal, de mais eterno e de mais concreto, o instante presente, e a luz que brilha e arde nele perpetuamente, o fogo único da consciência" (Lévy, 2001b, p. 162).

De cada vez que há uma nova conexão, surge também uma nova linha de fuga, ou seja, uma nova forma de fugir da totalidade. A inteligência colectiva não é uma inteligência global, onde todos pensam o mesmo ou da mesma forma. É, pelo contrário, a reunião das diferenças. Não se trata, porém, de uma dilatação do local, já que no ciberespaço todas as culturas são minoritárias (embora algumas não o creiam) (cf., Lévy, 2001a).

"Perceber esta dimensão cognitiva fundamental da informática fornece-nos uma pista para compreender por que as formas de representação social da rede tendem a ser **representações do todo social**, como se a rede fosse 'naturalmente' a metáfora da sociedade. É assim que a rede aparece para o usuário como se fosse uma **máquina única**, gigantesca, abrangendo toda a malha de instituições sociais, e reunindo o conjunto do legado comum, de toda a tradição objectivada. Representação rizomática, modo de articulação do heterogéneo e da pluralidade, garantidos por um suporte universal (e. g., o protocolo IP/TCP). Onde as desigualdades inscrevem-se como dificuldades em conhecer o caminho, ou a necessidade do conhecimento de determinada senha de entrada, do domínio de certo jargão ou ferramentas de manipulação da parafernália técnica" (Filho, 1995).

A universalidade sem total distingue-se, ainda, do pós-modernismo. Esta corrente teórica termina com os universais, pois defende que cada ponto de vista tem a sua legitimidade, mesmo que seja oposto a outro. Por seu lado, a universalidade é entendida como a presença em si mesma da humanidade. Por isso, quando uma religião universal se dirige a toda a humanidade, reúne virtualmente todos os seres humanos nos seus valores e na sua revelação.

Lévy identifica três grandes etapas históricas. A primeira é a das sociedades fechadas (clã ou tribo), de cultura oral, que vive numa totalidade sem universal. Na segunda etapa, as sociedades ditas "civilizadas", que conhecem a cidade, a agricultura, a escrita, fizeram surgir um universal de carácter totalizante. Por último, na terceira etapa, correspondente à globalização económica em virtude do desenvolvimento das redes de comunicação, verifica-se o universal não totalizante (cf., 2001a).

"As tradições desdobram-se na diacronia da história. Os intérpretes, operadores do tempo, passadores das linhas de evolução, pontos entre o futuro e o passado, reactualizavam a memória, transmitiam e inventavam por meio do mesmo movimento as ideias e as formas. As grandes tradições intelectuais ou religiosas construíram pacientemente bibliotecas hipertextuais às quais cada nova geração acrescentava os seus nós e os seus laços. Inteligências colectivas sedimentadas, a Igreja ou a universidade cosiam os séculos uns aos outros. O Talmude faz multiplicarem-se os comentários dos comentários nos quais os sábios de ontem dialogam com os de anteontem. Longe de deslocar o motivo da "tradição", a cibercultura inclina-a segundo um ângulo de 45° para a dispor na sincronia ideal do ciberespaço. A cibercultura incarna a forma horizontal, simultânea, puramente espacial, da transmissão. Ela não comunica no tempo a não ser por acréscimo. A sua principal operação é ligar no espaço, construir e estender os rizomas do sentido" (Lévy, 2000, p. 276).

O MAR E OS OCEANOS

A Terra possui cinco oceanos – Atlântico, Pacífico, Índico, Austral ou Antárctico e Árctico – que cobrem a maior parte do Planeta. É considerado um sistema energético, em interligação com os fundos marinhos e com a atmosfera. Os oceanos e os mares abertos cobrem, assim, pouco menos de 71% da superfície terrestre (361 milhões de quilómetros quadrados) e encerram 1322 milhões de quilómetros cúbicos de água. Desempenham no "equilíbrio natural da Terra um papel proporcional à sua extensão e ao seu volume consideráveis" (Oliveira, 1998, pp. 5122-5123).

A água do mar constitui 97,5% de toda a hidrosfera e distingue-se do conjunto dos outros líquidos pelas suas propriedades fisíco-químicas, a saber, salinidade, temperatura e densidade, assim como pelas suas propriedades dinâmicas, que resultam de factores como correntes produzidas pelos ventos, ondas ocasionadas pela atracção planetária ou atmosfera e ainda pela sua terceira propriedade – fertilidade – resultante da fotossíntese.

A complexidade e a heterogeneidade do mar e dos oceanos ao nível fisico-químico não é menor no que diz respeito à sua classificação jurídica e à legislação que os rege. Por conseguinte, considera-se que o domínio marítimo dos Estados compreende o mar litoral, numa certa extensão, os portos marítimos, os estuários, os mares interiores, os estreitos e canais marítimos, o solo coberto pelas águas do mar territorial, o subsolo correspondente e a plataforma continental.

O Direito Internacional admite sem contestação a jurisdição exclusiva dos Estados sobre o mar adjacente às costas ou litoral dos Estados, numa certa extensão, a qual pode ser designada por mar territorial, mar nacional, mar litoral, mar jurisdicional, águas territoriais, águas jurisdicionais ou águas nacionais (Cunha, 1984, p. 159).

A Zona Contígua é a zona do mar adjacente ao limite do mar territorial, fazendo, por isso, parte do alto mar, em que o Estado ribeirinho poderá exercer certas competências rigorosamente especializadas (*op. cit.*, p. 167).

A Plataforma Continental é a zona do fundo do mar adjacente às terras emersas e que se considera, do ponto de vista geológico, como seu prolongamento (*op. cit.*, p. 170).

A Zona Económica Exclusiva, segundo o art. 55º da Convenção do Direito do Mar de 1982 "é uma zona situada além do mar territorial e a este adjacente" com a extensão de 200 milhas, na qual o Estado costeiro pode exercer direitos que a Convenção enuncia, mas em que todos os outros Estados, com ou sem litoral, beneficiam de certas liberdades (*op. cit.*, p. 177).

O Alto Mar é constituído pelos espaços marítimos que não fazem parte do território dos Estados e o seu regime jurídico esteve organizado com base no princípio da liberdade de utilização geralmente denominado por princípio da liberdade dos mares. Este princípio pertence actualmente ao domínio do Direito Internacional comum e começou a ser aceite após a publicação por Grócio de *Mare Liberum* (1608) (*op. cit.*, p. 213).

O Mar e os Oceanos, principalmente na forma de Alto Mar, assume-se, tal como o Ciberespaço, como um *locus* de liberdade e comunicação entre os povos. Os primeiros assumiram-se no passado como o principal canal de comunicação e suporte da memória da humanidade enquanto os segundos ocuparão o lugar dos segundos enquanto canal de comunicação.

Se no Ciberespaço, o bloqueio de alguns nós não impede que se processe a informação, o mesmo parece não se passar com as rotas marítimas, as quais resultam da conjugação da tecnologia, com os ventos e com as correntes marítimas.

"Senhores, a mim me chamam Fernão Gil Porcalho, e este olho que me vedes menos, me quebraram os achéns na tranqueira de Malaca, quando na segunda vez vieram sobre D. Estevão da Gama, o qual desejando de me fazer mercê, por me ver tão pobre, como era naquele tempo, me deu licença que fosse a Maluco, onde prouvera a Deus que não fora, já que tal sucesso havia de ter a minha ida; porque depois que parti do porto de Talangame, que é o surgidouro da nossa fortaleza Ternate, havendo já vinte e três dias que navegávamos com tempos bonanças, e bem contente de nós, em um junco que trazia mil bares de cravo, que valiam mais de mil cruzados, quis a minha triste ventura, por muitos pecados que contra Deus cometi, que sendo noroeste-sueste com a ponta de Surubaia, na ilha de Jaoa, nos deu um tempo de norte tão rijo, que com a vaga dos mares cruzados, e com o grande escarcéu que o mar levantou, nos abriu o junco pela roda de proa; pelo qual nos foi forçado alijar o convés, e correndo assim aquela noite a árvore seca, sem mostrar ao vento um só palmo de vela, por serem insofríveis as refregas, que amiúde o tempo de si lançava, viemos com assaz de trabalho até meio quarto de alva rendido, em que supitamente se nos foi o junco ao fundo, sem dele se salvarem mais que estas vinte e três pessoas que aqui vedes, de cento e quarenta e sete que nele vinham" (Pinto, 1996, pp. 61-62).

O desenvolvimento tecnológico, no período histórico dos Descobrimentos, quer ao nível do transporte, quer ao nível dos instrumentos de navegação, permitiram não só o transporte de toneladas de mercadorias, como também o transporte de pessoas e seus bens, para lugares longínquos. Desta forma, os Portugueses espalharam-se pelo mundo e dominaram uma boa quota-parte. Relembre-se, a propósito, a famosa divisão do mundo entre Portugal e Espanha, concretizada no Tratado de Tordesilhas (1494).

"As tecnologias naúticas foram sempre desenvolvidas, à revelia dos meios académicos, como uma verdadeira 'sabedoria do mar' (é isso o 'experiencialismo' português dos séculos XV e XVI), e os ambientes universitários, rapidamente tomados com a Contra-Reforma tridentina, nunca foram muito permeáveis à ciência e à técnica, privilegiando, pelo contrário, a retórica e as humanidades. Deste relativo divórcio se ressentiram ambas, a técnica e a ciência. A 'sabedoria do mar' não conseguiu passar de um simples experiencialismo (que, por falta de teorização, nunca se transformou numa verdadeira prática científica) e, tendo sido a mola real da superioridade e da prosperidade portuguesas, rapidamente estagnou e se deixou ultrapassar pelas tecnologias estrangeiras, assim se chegando à decadência, já sentida nos finais do século XVI. Pelo contrário, os meios académicos cristalizaram num saber livresco e a maior parte das vezes ultrapassado. Desligados do mundo real e suas tecnologias, monopolizando a consideração social para o seu saber abstracto, contribuíram para a estagnação e descrédito daquelas. Não é este, certamente o caso de Pedro Nunes" (Albuquerque, 1994, p. 810).

A política emancipadora dos Portugueses permitiu dar a conhecer que era possível navegar para sul do cabo Bojador e mais tarde que era possível dobrar o cabo das Tormentas e baptizá-lo como cabo da Boa Esperança. Desta forma se provou com a vontade destemida dos Portugueses, no período dos Descobrimentos, que era possível passar do oceano Atlântico para o apetecido Índico, por via marítima.

No mar, a dimensão temporal não foi alheia ao sucesso ou insucesso das viagens marítimas. A este propósito, relembre-se o caso de Bartolomeu Dias, que dobrou o cabo das Tormentas, mas que não concluiu o empreendimento de chegar à Índia, deixando, por isso, a porta aberta a Vasco da Gama.

E, ao contrário do ciberespaço, o mar e os oceanos assumem-se como "lugares", já que são "identitários, relacionais e históricos", e, como tal, podem ser objecto de estudo das ciências sociais. Há uma identidade colectiva que é possível reconstituir no mar, o qual se encontra repleto de histórias e acontecimentos que definem um povo e a sua interacção com outros povos, quer no mar, quer nas zonas costeiras.

A ligação de um povo à sua História pode ser considerada virtual e, por conseguinte, a relação desse povo com o mar (História) pode, de idêntica forma, ser classificada

como virtual. Estamos no domínio virtual quando não existe contacto físico, nem com o passado, nem com o mar (presente), por parte da maioria da população, como é o caso da população portuguesa.

CONCLUSÃO

"Deste rio de Tobasoí se partiu António de Faria, uma quarta-feira pela manhã, véspera do Corpo de Deus, do ano 1540. E fez seu caminho ao longo da costa do reino Champa, pela não esgarrar com os ventos lestes, que o mais do tempo cursam naquele clima muito tempestuosos, principalmente nas conjunções das luas novas e cheias; e logo à sexta-feira seguinte, sendo tanto avante como o rio, a que os naturais da terra chamam Tinacoreu, e os nossos Varela, lhe pareceu bem, por conselho de alguns, entrar nele, para aí tomar informação de algumas cousas que desejava saber, e para também ver se achava aí novas do Coja Acém que ia buscar, porque todos os juncos de Sião, e de toda a costa do Malaio que navegavam para a China, costumavam fazer suas escalas neste rio, e às vezes vendem bem suas fazendas a troco de ouro, e calambá e marfim, de que em todo este reino há muito grande quantidade.

E surgindo da barra para dentro, defronte de uma povoação pequena que se dizia Taiquileu, nos vieram logo muitos paráos de refresco a bordo, os quais, vendo que éramos gente nova que eles ali nunca tinham visto, ficaram muito espantados" (Pinto, 1994, p. 81).

Durante vários séculos, as tecnologias náuticas foram desenvolvidas à revelia dos meios académicos como uma verdadeira "sabedoria do mar". No período da Contra-Reforma, os meios académicos privilegiaram a retórica e as humanidades em detrimento da ciência e da técnica.

Nas últimas décadas do século XX, foram desenvolvidas, nos meios académicos, novas tecnologias que nos permitem o acesso ao ciberespaço. Uma das redes mais conhecidas e mais utilizadas neste domínio é a Internet. Todavia, Ciberespaço e Internet são domínios que extravasaram há algum tempo os meios em que foram criados, para estarem presentes em todos os domínios, e. g., social, cultural, político e militar.

William Gibson criou e definiu *ciberespaço*, o qual poderá assumir-se como o principal meio de comunicação e suporte de memória da humanidade. No entanto, também o mar e os oceanos são meios de comunicação e suporte de memória da humanidade. É inegável a história associada aos mesmos e as sensações que aqueles nos podem estimular.

Como vimos ao longo deste trabalho, é possível traçarmos algumas analogias, bem como algumas antíteses, entre o espaço real (mar) e o espaço virtual (ciberespaço), do ponto de vista das ciências sociais. Por conseguinte, podemos "navegar" no mar e no ciberespaço, onde ambos possuem pontos de partida e chegada, bem como pontos de escala ou "passagem". As redes ou rotas assumem-se como canais de informação e como repositórios da memória da humanidade. É importante não esquecermos de estabelecer laços políticos, sociais, culturais e outros, através dos mesmos, uma vez que é possível unir diferentes pontos geográficos reais e virtuais. Tratam-se, por isso, de espaços antagónicos (virtual/real), mas complementares. Nesta perspectiva, são, indubitavelmente, espaços de "fronteira".

O ciberespaço (virtual) pode desempenhar um papel complementar do mar e dos oceanos (real) e pelas histórias que o mesmo encerra (virtual). Foram os factos do passado que nos permitiram dar a conhecer o "mundo ao mundo". Há, por isso, uma cultura universal que os Portugueses, enquanto detentores duma parcela da mesma, devem não esquecer, mas partilhar com os outros. Daí que se sugira o fomento de viagens marítimas com o intuito de formar e informar todos aqueles que desejem conhecer o mar e as suas potencialidades, bem como, a sua História. A cultura aparece aqui como um gérmen para fazer renascer a ligação dos Portugueses ao mar que lhes deu perante o mundo momentos de prestígio e glória.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, L. (dir.) (1994), *Dicionário de História dos Descobrimentos Portugueses*, vol. II, Círculo de Leitores.

AUGÉ, M. (1998), *Não-Lugares, Introdução a uma antropologia da Sobremodernidade*, Venda Nova, Bertrand Editora, 2ª ed.

CARDOSO, G. (1998), *Para uma Sociologia do Ciberespaço: Comunidades Virtuais em Português*, Oeiras, Celta Editora, 1ª ed.

CUNHA, J. S. (1984), *Direito Internacional Público*, Lisboa, Centro do Livro Brasileiro.

GIDDENS, A. (1994), *Modernidade e Identidade Pessoal*, vol II, Oeiras, Celta Editora, 1ª ed.

LÉVY, P. (2000), *Cibercultura*, Lisboa, Instituto Piaget.

LÉVY, P. (2001a), *Filosofia World – o Mercado, o Ciberespaço, a Consciência*, Lisboa, Instituto Piaget.

OLIVEIRA, L. (dir. ed.) (1998), *Nova Enciclopédia Larousse*, vol. 17, Círculo de Leitores e Larousse.

PINTO, F. M. (1994), *Peregrinação*, Editores Reunidos, Lda.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

CASTRO, C. (2001e), "Ciberencontros: o chat da Internet como espaço virtual de convívio social" [em linha]. Disponível em http://www.aguaforte.com/antropologia/ccastro5.htm> [consultado em 02/05/2001].

FILHO, J. (1995), "Tribos Electrônicas: usos & costumes" [em linha]. Disponível em http://www.alternex.com.br/~esocius/t-jayme.html [consultado em 11/04/2001].

GUIMARÃES Jr., M. (1997), "A Cibercultura e o surgimento de novas formas de sociabilidade" [em linha]. Disponível em http://www.cfh.ufsc.br/~guima/ciber.html [consultado em 16/03/2001].

GUIMARÃES Jr., M. (1999), "Sociabilidade no Ciberespaço: distinção entre Plataformas e Ambientes" [em linha]. Disponível em http://www.cfh.ufsc.br/~guima/papers/plat_amb.html [consultado em 14/03/2001].

LEMOS, A. (2001), "Cyber – Flânerie" [em linha]. Disponível em http://www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/txt_and2.htm. [consultado em 11/04/2001].

LÉVY, P. (2001b), "Cyberespace et cyberculture" [em linha]. Disponível em http://www.uoc.es/humfil/digithum/digithum1/levy/ciberespai_fr.htm [consultado em 22/03/2001].

Mayans i Planells, J. (2001), "Nuevas Tecnologías, Viejas Etnografías – objecto y método de la etnografía del ciberespacio" [em linha]. Disponível em http://www.ub.es/antropo/ciber/mayans/nuevas.htm [consultado em 27/06/2001].
Ribeiro, G. (1995), "The condition of Transnationality – exploring implications for culture, power and language" [em linha]. Disponível em http://www.alternex.com.br/~esocius/t-gustav.html [consultado em 11/04/2001].
Serra, P. (1996), "O problema da técnica e o ciberespaço" [em linha]. Disponível em http://bocc.ubi.pt/pag/jserra_problema.html [consultado em 14/03/2001].
Silva, C. (2000), "Comunidades Virtuais e a Comunicação via Ciberespaço – Uma análise da Rede Brasileira de Jornalismo Ambiental" [em linha]. Disponível em http://www.jornalismoambiental.jor.br/Mono carine.doc [consultado em 16/03/2001].
Tancman, M. (2000a), "A dimensão socioespacial do ciberespaço: uma nota" [em linha]. Disponível em http://www.tamandare.g12.br/indexciber.htm. [consultado em 16/03/2001].
Tancman, M. (2000b), "A dimensão do ciberespaço sob o prisma da cidade digital de Niterói" [em linha]. Disponível em http://www.tamandare.g12.br/ciber/ [consultado em 16/03/2001].
Turkle, S. (1996a), "Virtuality and its Discontents" [em linha]. Disponível em http://www.prospect.org/print/V7/24/turkle-s.html [consultado em 20/03/2001].
Turkle, S. (1996b), "Virtual Reality: playing in the MUDs" [em linha]. Disponível em http://web.mit.edu/sturkle/www/constructions.html [consultado em 15/03/2001].
Turkle, S. (1996c), "Who am we? (continued)" [em linha]. Disponível em http://www.wired.com/wired/archive/4.01/turkle.html?pg=10&topic=&topic_set= [consultado em 20/03/2001].

[1] MUD ou *Multi User Dungeons*: "neste tipo de jogos, cada jogador assume o papel de um personagem com determinadas características próprias da sua cultura. Cada tipo de personagem é designado na gíria por *avatar* ou *incarnation*" (Lemos, 1998, p. 276).

Fuentes e Influencias de Pedro Nunes en la Biblioteca de Santa Cruz

Trabalho realizado por:
- *Isabel Abia Martín*
- *Roberto San Miguel Polanco*

Universidad de Valladolid
Escuela Universitaria Politécnica

ORIGEN E HISTORIA DEL PALACIO Y LA BIBLIOTECA DE SANTA CRUZ

La Biblioteca de Santa Cruz, intrínsicamente unida y enclavada en el Palacio del mismo nombre, es obra de un gran mecenas, hombre político y Cardenal de España, Don Pedro González de Mendoza.

Nacido en Guadalajara el 3 de mayo de 1428, era de una familia de gran linaje, siendo su padre el Marqués de Santillana y su madre, Catalina de Figueroa. Fue arzobispo de Sevilla, después de Toledo y en 1473 el Papa Sixto IV le nombra Cardenal tomando la advocación de la Santa Cruz, de quien era muy devoto.

Bajo esta advocación funda, entre otras obras, el hospital de la Santa Cruz de Toledo y el Colegio Mayor de Santa Cruz de Valladolid, después de varias gestiones preliminares cerca de la Santa Sede, la Justicia y Regimiento de la ciudad y la Universidad de Valladolid. Una vez conseguida la bula de Sixto IV de 29 de mayo de 1479, el Cardenal expide el 21 de noviembre de 1483, desde Vitoria, el documento por el que instituye el Colegio Mayor Santa Cruz en Valladolid.



Puerta principal del Palacio de Santa Cruz.

Su finalidad era servir de albergue a jóvenes sin medios económicos y bien dispuestos para el estudio. Tendría su capilla, estaría dotado de rentas y gozaría de beneficios a modo del Colegio de San Bartolomé de Salamanca.

Fija el número de colegiales en 20 (9 de Cánones, 6 de Teología, 2 de Derecho y 3 de Medicina) y para ellos, para que pudiesen consultar y estudiar primero los manuscritos y después los libros impresos, manda hacer la biblioteca en la sala principal y más grande del Palacio, ya que ocupa la totalidad de la fachada principal, como símbolo y manifestación de su importancia así como de su servicio fundamental en el estudio y su continua utilidad. El interior de la sala fue mandado pintar y decorar a Pedro Gumiel.

En la realización de las puertas de la biblioteca, de gran valor artístico, intervino el escultor Alejo de Vahia, de origen extranjero pero vecino de Becerril de Campos (Palencia). Son de madera de nogal y están divididas en cuatro entrepaños con relieves esculpidos de los maestros de la iglesia Santo Tomas y San Agustín en los entrepaños de la parte central.

La librería primitiva no se conserva; la actual es barroca, obra del ensamblador Alonso del Manzano que se comprometió a ejecutarla en madera de nogal con escudos tallados, estantes y moldurajes. Está fechada hacia 1705, ocupa toda la sala, rodeándola, y tiene dos pisos con un corredor intermedio de bonita barandilla, para facilitar el acceso a los libros de la parte superior. Se usan columnas salomónicas para la separación de los distintos cuerpos. En la parte alta termina con decoración de motivos botánicos, con los escudos del cardenal (Mendoza y Figueroa), y con una serie de cartelas en las que se indicaban las secciones y materias de las obras. En el testero hay un gran cuadro que representa al Cardenal Mendoza montado en un caballo blanco y que se atribuye a Manuel Petit, que vive en el primer tercio del siglo XVIII y pertenece a la escuela castellana.

Ya acabada la biblioteca e inaugurado el colegio, sabemos muy poco acerca de ella en esta primera etapa, sin poder calcular el número aproximado de libros que la componían. Empezó a formar sus fondos con la donación de obras del propio cardenal y seguramente escogidas por él con sumo rigor entre los manuscritos renacentistas italianos e incunables que tenía en su propia biblioteca y algunos de los cuales se conservan todavía en ella; luego se fue enriqueciendo mediante donaciones y sucesivas adquisiciones ya que el colegio tenía un patrimonio muy rico.

El cardenal Mendoza al dictar sus Constituciones para la organización del Colegio da dos de ellas encaminadas a salvaguardar los libros: por la constitución 52 establece la prohibición de sacar libros de la biblioteca ni aún para llevarlos a la Cámara de los colegiales y por la constitución 53 ordena que todos los libros que él había donado fueran ligados con férreas cadenas. Estas reglas de carácter general fueron complementándose por los colegiales en el transcurso del tiempo y así hacia 1510 se acordó que el estacionario tuviese abierta la librería los días lectivos una hora por la mañana y otra por la tarde, afirmándose esta ordenanza por estatuto de 8 de octubre de 1512. A pesar de todo y como estas medidas no daban los resultados apete-

cidos, en el siglo XVII el Papa Inocencio X expide un Breve por el que impone la pena de excomunión tanto para los que extraigan libros de la biblioteca como para los que sabiéndolo, no lo denuncien y se puedan hacer gestiones para su devolución.

Gracias a estas medidas disuasorias pudo la biblioteca llegar con bastante integridad a principios del siglo XIX. Basándonos en el manuscrito 487, que es un catálogo de las obras existentes en la biblioteca, hacia 1740 había unos 7.000 volúmenes y el inventario de libros realizado en 1807 por la Real Chancillería para entregarlos a la Universidad de Valladolid nos muestra que a fines del siglo XVIII tenía Santa Cruz unos 13.000 volúmenes, es decir aproximadamente el mismo número que tiene en la actualidad.

En la segunda mitad del siglo XVIII y durante el XIX hay una serie de acontecimientos que van a modificar la vida del colegio y de la Biblioteca de Santa Cruz que hasta entonces había estado al servicio exclusivo de los colegiales:

• La expulsión de los Jesuitas, decretada el 31 de marzo de 1767, va a ser la causa de que muchos libros de los colegios de la Compañía en la provincia de Valladolid fueran a parar con el tiempo a la Biblioteca de Santa Cruz.

• La Reforma de los Colegios Mayores se produce con Carlos III en 1777. En este momento, la biblioteca se va a abrir por primera vez a los profesores universitarios para la consulta bibliográfica, previa petición de los mismos.

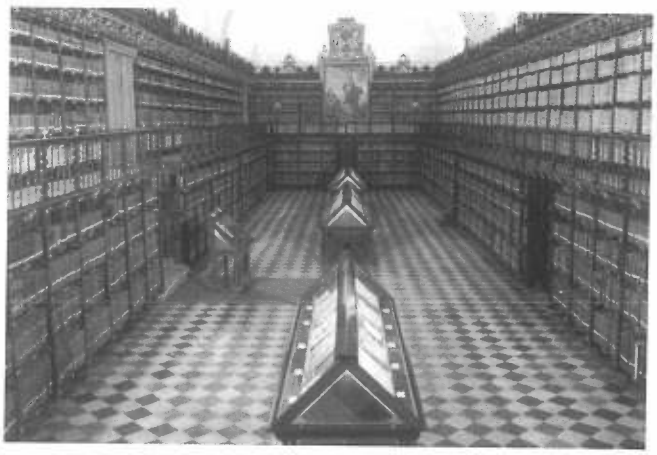
• La Biblioteca pasa a la Chancillería de Valladolid. No estando muy satisfecho con las reformas efectuadas en los colegios mayores, Carlos III los suspende definitivamente y sus bienes son incautados por el estado según Real Cédula de 25 de septiembre de 1798. El destino de la biblioteca preocupaba mucho y por eso deciden que pase a depender de la Real Chancillería cuyo presidente, con muy buen criterio, eleva al rey una propuesta para hacerla pública ya que si no se abre al público, dice, solo servirá para pasto de ratones. El rey accede y se nombra un bibliotecario y un ayudante, abriéndose al público todos los días no feriados de 8 a 11 de la mañana y de 3 a 5 de la tarde. Los bibliotecarios vivían en el palacio que entonces era sede del seminario conciliar.

• La Biblioteca pasa a la Universidad. En 1807 la universidad solicita al rey que se le adscriba la espléndida Biblioteca de Santa Cruz ya que parecía de poco sentido que estuviese bajo la custodia de la Chancillería. El rey da su consentimiento poniendo como condición que sigan los bibliotecarios que estaban y que los libros no se muevan de su lugar. Lo más interesante de este hecho es que se hace el inventario de libros citado anteriormente y el recuento de los libros entregados asciende a un total de 13.431 volúmenes impresos y 336 manuscritos.

Además, surgen dos acontecimientos importantes en esta primera etapa universitaria:

• Elaboración de un catálogo de los manuscritos existentes que solicitó el Ministerio de Gracia y Justicia que puede ser el Ms. 500 de la actualidad.

• Inventario de libros robados por la soldadesca francesa, la mayoría de los cuales eran mapas y obras de geografía.



Panorámica de la Biblioteca de Santa Cruz.

La restauración de los Colegios Mayores se produce en 1830 y la biblioteca vuelve a depender del colegio. Es un período oscuro, del que no se tienen muchas noticias, pero fue corto, pues solo duró 6 años, ya que a causa del Decreto de Desamortización de Mendizábal fueron definitivamente suprimidos los Colegios Mayores.

Por último, el colegio pasa definitivamente a la Universidad. Mientras, la Biblioteca no va a depender de la Universidad como hubiera sido lo lógico sino de la Dipu317 tación de Valladolid a través de la gestión de la Comisión de Monumentos de la provincia y no es hasta 14 años después, en 1850, cuando se hace entrega de la biblioteca al rector de la Universidad de Valladolid, Manuel de la Cuesta.

También ese mismo año se entregaron a la Universidad los libros procedentes de las órdenes religiosas suprimidas, que junto con los procedentes de los colegios de la Compañía de Jesús formaron como tres fondos distintos de libros dentro de la misma universidad.

A partir de este momento y durante años, la Biblioteca de Santa Cruz y la Universitaria tienen vida independiente, a pesar de pertenecer a la misma institución. Lo demuestra el hecho de la construcción de una biblioteca universitaria espaciosa en la calle Librería donde se depositaron los libros procedentes de los jesuitas y de la desamortización, siguiendo Santa Cruz con sus fondos propios.

A principios del siglo XX comienza el proceso de unificación de ambas bibliotecas. En 1909 se derribó el viejo edificio de la universidad y los libros de su biblioteca pasaron al Palacio de Santa Cruz. Se hizo una selección de los que se consideraban mas útiles por la frecuencia de sus consultas y quedaron expuestos al público. Eran unos 4.800 aproximadamente; el resto, metidos en cajones, se distribuyeron por las distintas dependencias del palacio, incluida la biblioteca.

También en estos primeros años del siglo XX la Biblioteca de Santa Cruz va a sufrir profundas reformas que perduran hasta nuestros días: se suprimen muchos ejemplares que estaban situados en doble fila en los estantes;

luego se introdujeron en estos estantes libros pertenecientes a la Universidad (no muchos), como lo demuestran claramente los ex-libris de los colegios jesuitas y conventos desamortizados.

Pero la reforma más profunda fue la supresión de la distribución de los libros por materias, como había regido en el colegio hasta ahora, y la colocación de los mismos por la encuadernación y el tamaño. Solo se expusieron los encuadernados en piel y en pergamino.

Los fondos bibliográficos de la Biblioteca de Santa Cruz están divididos en las siguientes secciones:

- Sección de manuscritos;
- Sección de incunables y raros;
- Sección de impresos;
- Sección de legajos.

Sección de manuscritos



Consta de 521 manuscritos, entre los cuales destaca como pieza más antigua y valiosa de la biblioteca, *Los Comentarios a la Apocalipsis de San Juan*, de Beato de Liébana, manuscrito mozárabe escrito en pergamino, de letra visigótica, fechado en el año 970, que contiene 87 miniaturas a todo color y en magnífico estado de conservación. La temática de la que tratan los manuscritos es muy variada y ofrecen los diversos aspectos del saber de cada época. Existe desde una Biblia hebrea hasta clásicos como los *Discursos de Cicerón* y el *Cronicón de Eusebio de Cesarea*, pasando por temas de historia y derecho como un ejemplar del *Becerro de las Behetrías* del año 1352.

También hay otro fondo de manuscritos formado por los documentos pertenecientes al Colegio Mayor de Santa Cruz, entre los que destacan su Documento Fundacional y el Privilegio de los Reyes Católicos.

Sección de incunables y raros

Está compuesta por 355 volúmenes, de los cuales unos 200 son incunables. Entre estos destaca una obra de Bernardo Justiniano, impresa en Roma en 1471 y que es el libro impreso más antiguo de la biblioteca. Existe también un ejemplar del *Calendario de Regiomontano*, editado en Venecia en 1476, primera obra en la que aparece portada y el *Fascículus Temporum* de Werner Rolewinck de Laer, primer libro con grabados impreso en España, Sevilla, en 1480.

Dentro de los Raros, considerados así por su antigüedad, ilustraciones, edición limitada, categoría de autor, etc. y pertenecientes sobre todo a la primera mitad del siglo XVI, hay que señalar *El Arte de Navegar* de Pedro de Medina, impreso en Valladolid en 1545, *La Crónica de Juan II* de Fernán Pérez de Guzmán, impresa en Logroño en 1517, y como obra más moderna dentro de esta sección la edición príncipe de *La Jerusalén Conquistada* de Lope de Vega, impresa en Madrid en 1609 por Juan de la Cuesta, famoso impresor del Quijote.

Sección de impresos

Cuenta con 12.887 impresos de los siglos XVI, XVII y XVIII sobre todo, más algunos del siglo XIX de la Biblioteca de Santa Cruz y otros 11.000 libros impresos, procedentes de la biblioteca general universitaria, también de estos mismo siglos. Esto constituye un fondo bibliográfico antiguo importante tanto en cuanto a su número como a la calidad de sus obras.

La temática de estas obras es predominantemente religiosa, debido en gran parte a su procedencia, Jesuitas y Desamortización, y doctrinal, es decir libros de enseñanza de cualquier disciplina de las que se impartían en la Universidad de Valladolid, escritas en latín la mayoría. En el siglo XVIII se incorporan libros científicos escritos en francés y otras lenguas europeas, ampliando el campo temático existente: matemáticas, botánica, ciencias naturales, etc. destacando como principal obra de esta época un ejemplar completo de la Enciclopedia Francesa.

Sección de legajos

Comprende 4400 folletos de los siglos XVIII y XIX, referentes en su mayoría a la propia vida de la institución universitaria, Memorias de Instituto de Segunda Enseñanza y papeles de la vida cultural castellana: Discurso de ingreso de eruditos locales en las Academias e Instituciones Culturales de la Ciudad, Memorias, Actividades... También están incluidos dentro de esta sección 502 documentos impresos en Valladolid de los siglos XVI al XIX.

Los manuscritos, incunables y raros que constituían secciones independientes en la Universidad se colocaron en la misma dependencia que los del Colegio, primer paso para la definitiva unión que ya se había iniciado en 1928 y 29 al publicarse los catálogos de Rivera y Lamadrid en los que ya se asigna a estos libros la numeración correlativa.



Cartel de las Fiestas de Valladolid, 1898.

En 1920 se estrena el nuevo edificio de la Universidad y los libros que estaban en los cajones todavía, se van a su biblioteca hasta el año 1940 en el que con motivo del incendio que sufre la Universidad, vuelven a una dependencia aneja a la Biblioteca de Santa Cruz en la que estuvieron hasta 1988. Después, estos libros de la biblioteca universitaria sufrieron otro cambio de ubicación hasta que en 1993 se produce el traslado definitivo de estos fondos al Palacio de Santa Cruz donde en la 2ª planta, unida a la biblioteca por una escalera colgante, se les ha habilitado una espaciosa sala con una bonita librería, para su instalación definitiva.

De esta forma se mantiene por fin unido todo el fondo antiguo que posee la Universidad de Valladolid pero per-

maneciendo siempre la distinción entre las dos bibliotecas originarias: Santa Cruz y Universitaria.

PEDRO NUNES: FUENTES E INFLUENCIAS EN LA BIBLIOTECA DE SANTA CRUZ

Pedro Nunes nació en Alcácer do Sal, Portugal, en 1502. Gran cosmógrafo y matemático portugués, Pedro Nunes es una figura clave para la preparación del discurso científico del final del siglo XVI. En una primera fase Pedro Nunes tradujo referencias antiguas para crear un léxico científico. Esto condujo a una confrontación entre lo antiguo y lo nuevo. Su trabajo en el campo de la elaboración de mapas demostró que se trataba de una figura destacada en el estudio de las ciencias náuticas. Ideó un instrumento matemático denominado nonio, que sirve para medir ángulos pequeños, y publicó importantes obras.

En una segunda fase surgió una transformación de información en conocimiento y llegamos a un mundo visto desde la "cesta de vigía" con una gran confrontación entre las ideas geográficas, animales, plantas, con la creencia de la gente. Por todo esto se utilizó la aritmética como representación real pasando a ser una nueva lectura, como el *Tratado de la Esfera*.

Dado que la Biblioteca de Santa Cruz se funda en 1483, este trabajo trata de encontrar la relación entre Pedro Nunes y dicha biblioteca, puesto que la fundación data de unos años antes de la vida y obra de este autor.

Con el *Tratado de la Esfera* empieza la obra de Pedro Nunes. Habla de las diferencias que encuentra en el primer libro de *Geografía* de Ptolomeo, cuya obra se encuentra en el fondo bibliográfico de la Biblioteca de Santa Cruz, de las diferencias entre el todo o la porción, es decir entre la geografía y la corografía. Otro de los temas tratados es el perímetro de la tierra, en el que él pensaba que había un gran error. También existe una crítica a Marino de Tiro y unas representaciones de la tierra con diversas anotaciones. Después encontramos diversas publicaciones como *Astronomía* e *Introducción de Sphaera Epitome,* un resumen de 12 hojas, en 1542 un Trabajo del *Crepusculis*, luego un trabajo de *Erratis Oronti* y uno de los libros más importantes como fue el *Libro de Álgebra*. Después de su muerte se publicaron otro tipo de obras como *De arte ataque rationale navigandi u Opera* de Pedro Nunes.

En cuanto al *Libro de Álgebra en Arithmética y Geometria* fue redactado en 1542 y publicado por primera vez en castellano en 1567 para Don Enrique. Después fue escrito en portugués en la década de los 30. En su *Libro*, Nunes trata el álgebra como una disciplina autóctona y se preocupa por el rigor y la claridad en los conceptos que introduce y la justificación de las reglas que utiliza.

Por todo esto, nuestro trabajo se centra en analizar y descubrir todas aquellas fuentes en las que por un motivo u otro Pedro Nunes estudia, describe y hace referencia en algunas de sus obras. Así como la influencia de los trabajos de Pedro Nunes en las obras de autores posteriores a él.

Procedemos a continuación a una breve reseña de las fuentes e influencias de Pedro Nunes que se encuentran en la Biblioteca de Santa Cruz.

FUENTES DE PEDRO NUNES EN LA BIBLIOTECA DE SANTA CRUZ

Pedro Nunes, tal como explicamos en su biografía, fue conocido por ser un gran matemático y cosmógrafo de su siglo; para ello estudió, analizó y reflexionó sobre algunos de los más importantes matemáticos y científicos de su tiempo y anteriores.

De estos personajes históricos estudió sus obras y recopiló información que luego a él le serviría para sus estudios de navegación y cosmografía, así como la relación entre estas ciencias y las matemáticas.

Dentro de todos los autores a los que hace comentarios Pedro Nunes en su obra nos vamos a centrar en auellos de quienes se guardan obras en la Biblioteca del Palacio de Santa Cruz.

• Pedro Apiano

Pedro Apiano (1495-1552) fue conocido sobre todo por sus tratados en geografía y por sus textos sobre instrumentos astronómicos.



Obra de Pedro Apiano.

Pedro Nunes estudia, de todas las obras que escribió Pedro Apiano, tres fundamentalmente. La primera de ellas, *Introductio Geographica*, es esencialmente una reedición, por Apiano, de un conjunto de trabajos muy importantes del matemático Johann Werner, que tiene por objetivo dar unas nociones básicas sobre la geografía a la vez que estudia los diversos instrumentos astronómicos, a la que Pedro Nunes hace referencia en sus trabajos. La segunda obra que nos encontramos de Pedro Apiano, *Instrumentum Primi Mobilis*, es una de las más importantes de sus obras, entre otros aspectos porque contiene una de las primeras tablas de senos, calculados para cada minuto. Pedro Nunes estudiará atentamente este texto a la vista de que en sus obras se refiere en varios pasos a ella. Por último, nos encontramos uno de los textos de cosmografía más divulgados del siglo XVI, *Cosmographia* de Pedro Apiano, sobre todo por los excelentes diagramas que contiene. Este ejemplar se encuentra en la Biblioteca Histórica de Santa Cruz.

• Arquímedes

Arquímedes (287-212 a. C.), matemático y físico griego nacido en Siracusa, conocido especialmente por sus inventos. Se le atribuyen unos cuarenta inventos mecánicos.

Entre sus obras destacaremos:

• *De la esfera y del cilindro*, donde pone de manifiesto que el volumen de la esfera es igual a dos tercios del volumen del cilindro circunscrito y que la superficie de la esfera es cuatro veces mayor que su círculo máximo;

• *Conoides y esferoides;*

• *Sobre las hélices;*

• *Equilibrio de los planos;*

• *Sobre la cuadratura de la parábola;*

• *El arenario*, donde inventa un sistema de numeración que le permita expresar números muy grandes, que utiliza para calcular el número de granos de arena que podrían llenar la esfera celeste, cuyo diámetro estima en un valor próximo a un año-luz;

• *Equilibro de los cuerpos flotantes*, en el que describe sus trabajos sobre hidrostática y el principio de Arquímedes.

La edición de *Archimedis Syracusani Philosophi ac Geometrae excellentissimi opera*, que se encuentra en Santa Cruz, contiene el texto en griego y la traducción latina, con un comentario de Eustocio Ascalonita, matemático griego nacido en Ascalona (Palestina) hacia el año 480.

La obra contiene los siguientes tratados: *De Sphaera et cilindro, Circuli dimensio, De conoidibus et sphaeroidibus figuris, Di lineis spiralibus, De aequeponderantibus vel centra gravitatis planorum, De quadratura parabola, De Harenae numero,* y a continuación unos comentarios de Eustocio que se refieren a los dos libros *De esfera y cilindro,* al libro *De circuli mensurationem* y al *Teorema equiponderalium.* En los comentarios compara la labor de Arquímedes con la de Platón, Herón, Apolonio, Diocles, Pappus, etc., según las traducciones de Eudemo, Erastóstenes, Nicomedes, Dionisidoro, etc.

Pedro Nunes conoce la obra de Arquímedes y en sus obras usa y cita *De Sphaera et cilindro*, *Planorum aequeponderantium*, *De Harenae numero* y otras, refiriéndose también a los comentarios de Eustocio.

• Estrabón

Estrabón (63 a. C.- 24 d. C.), geógrafo e historiador griego. Nacido en Amaseia, en la actual Turquía, viajó por el Nilo en una expedición dirigida por Aelio Gallo, prefecto romano de Egipto. Pasó muchos años en Roma. Se sabe poco de su vida, pero afirmaba haber viajado desde Armenia en Oriente a Cerdeña en Occidente, y desde el Ponto Euxino (mar Negro) en el Norte hasta las fronteras de Etiopía en el Sur. Sólo se conservan algunos fragmentos de su trabajo histórico, en 43 libros, complemento de la historia del griego Polibio. Su *Geografía*, una descripción detallada del mundo, en 17 libros, tal como se conoció en la antigüedad, se conserva casi por completo; tiene un gran valor, sobre todo por sus extensas observaciones respecto de las relaciones entre el medio natural y los hombres que lo habitaban.

La *Geografía* de Estrabón recoge importante información geográfica. Fue una de las fuentes más importantes del conocimiento geográfico durante la Edad Media y después, y su autor muchas veces considerado el fundador de la geografía. En los siglos XVI y XVII la *Geografía* fue impresa en varias ediciones y suscitó varios comentarios y traducciones. Fue una obra bien conocida en Portugal y Pedro Nunes hace referencia a la *Geografía* en ciertas ocasiones.

Tomó como base de su *Geografía*, que reunió en 17 libros (y se conserva casi íntegra, pues sólo falta parte del libro VII), la teoría de Erastótenes, al que no superaba en matemáticas. Esta es la causa de que sus descripciones se apartaran de la realidad al salirse de la parte del Mediterráneo que él había recorrido, pues al querer llevar al plano la superficie esférica lo hizo con poca exactitud. Una de sus preocupaciones era la pequeña extensión del globo que representaba la Tierra por ellos conocida, lo que le hizo sugerir la existencia de continentes desconocidos.

Existen tres ejemplares de esta obra en la Biblioteca Histórica de Santa Cruz: uno de los ejemplares, según una nota manuscrita, procedía de la librería de Carmen Calzada, de Valladolid; el segundo ejemplar procede del Colegio de la Compañía de Jesús de San Ambrosio, y llevaría notas manuscritas con los expurgos de la Inquisición de 1614, 1651 y 1640; por último, el tercer ejemplar no sabemos de donde procede, pero destacaremos su hermosa impresión y el texto a dos columnas en latín y griego.

• Euclides

Euclides (306-238 a. C.), matemático griego, cuya obra principal, *Elementos de geometría,* es un extenso tratado de matemáticas en el que se recoge toda la matemática elemental en 465 proposiciones, que se deducen de cuatro axiomas y cinco postulados y que se exponen en XIII libros, de los cuales los cuatro primeros tratan de geometría plana; el V y el VI, de las "proporciones"; los tres siguientes son de aritmética; el X versa sobre "las irrelaciones algebraicas", y los tres últimos recogen la geometría del espacio.



Los *Elementos* de Euclides se utilizaron como texto durante 2.000 años, e incluso hoy, una versión modificada de sus primeros libros constituye la base de la enseñanza de la geometría plana en las escuelas secundarias. La primera edición impresa de las obras de Euclides que apareció en Venecia en 1482 fue una traducción del árabe al latín.

Dentro de las obras de Euclides con las que Pedro Nunes estaba familiarizado, contamos en la Biblioteca Histórica de Santa Cruz con un ejemplar de la obra *Opus Elementorum Euclidis Megarensis in Geometrian Artem*, procedente de la librería de San Benito el Real.

Pedro Nunes muestra tener pleno conocimiento de esta obra de Euclides, sobre todo al contener diagramas matemáticos con los que podía resolver delicados problemas de geometría.

• Gerardo de Cremona

Gerardo de Cremona (1114-1187), traductor italiano afincado en Toledo, donde tradujo obras científicas, médicas y filosóficas del árabe al latín. Según una *Vida* redactada por sus alumnos, el motivo del viaje de Gerardo a Toledo fue su afición por la gran obra de teoría astronómica del griego Tolomeo, el *Almagesto,* del que era imposible encontrar ningún ejemplar en Italia. Una vez en Toledo, decidió aprender árabe para poder traducir la enorme cantidad de libros que se encontraban escritos en ese idioma. La producción de Gerardo de Cremona fue inmensa: tradujo unos 21 tratados médicos, entre ellos obras importantes de Ibn Sina y al-Razi, 30 sobre matemáticas y astronomía (incluido el *Almagesto*), 6 sobre alquimia y 11 de filosofía. Estos textos, aunque de una literalidad exagerada, representaban una ampliación considerable del cuerpo científico greco-árabe accesible a los eruditos latinos, por lo que contribuyeron enormemente al resurgir de las ciencias naturales en la Europa medieval.

Al él se le atribuye la obra *Teórica planetarum*, consistente en una breve y personal versión de la concepción ptolemaica del mundo, se conserva en diferentes manuscritos y se imprimió por vez primera en Venecia, junto con otros textos de astronomía en 1518. Esta obra es una de las clásicas de la astronomía medieval latina, consistente en una introducción a la astronomía teórica, donde se explican los conceptos fundamentales del Sol, de la Luna y de los planetas. En el Renacimiento, las imprecisiones y los errores de la *Teórica planetarum* fueron duramente criticados por los astrónomos más importantes.

• Pomponio Mela

Pomponio Mela (43-50 d. C.), geógrafo y escritor hispanorromano. Nacido en la antigua ciudad de Tingentera, situada en la actual provincia de Huelva, es autor de un tratado geográfico escrito en latín, en el año 43 o 44, y titulado *De situ orbis* o *De Chorographia* ("Una descripción del mundo" o "Sobre corografía").

Dividido en tres libros, en él se relatan viajes por las costas del mundo entonces conocido, que se extendía desde el Norte de África hasta el océano Índico. Además de su valor geográfico, con detalles técnicos sobre los diversos lugares, la obra tiene un valor etnológico, pues relata las diversas costumbres de los moradores de dichos lugares así como otros aspectos, como el arte de sus pueblos. Gran parte del contenido de esta obra son recopilaciones de otros autores como Heródoto, Estrabón y Marco Terencio Varrón. La parte referente a la Península Ibérica fue editada en Buenos Aires, en 1947.

Pomponio Mela es una fuente importante para el conocimiento de la geografía de su época hasta la era de las grandes exploraciones, trece siglos más tarde. Plinio el Viejo le cita en su enciclopedia sobre *Historia natural* como una gran autoridad sobre el tema.

En la Biblioteca Histórica de Santa Cruz, encontramos el *Compendio geographico i historico de el orbe antiguo. I descripción de el sitio de la tierra.* Este compendio recoge una traducción de la obra *De situ orbis* o *Chorographia*, escrita por Pomponio Mela. Este ejemplar procede de la librería del Colegio de la Compañía de Jesús, de Valladolid.

La obra, dividida en tres libros, es un recorrido por las costas del mundo conocido, desde África de Norte al océano Índico. Libro I: División del mundo en cuatro partes y descripción de África y Asia. Libro II: Descripción de Europa. Libro III: Las costas de España en el mar exterior... Es fundamentalmente un trabajo de recolección y selección de noticias de autores griegos y latinos.

La obra de Pomponio Mela, clasificada como una geometría histórico-descriptiva, suscitó relativamente pocas observaciones de Pedro Nunes, mucho más interesado en los aspectos matemáticos-cartográficos asociados a las representaciones geográficas.

• Claudio Ptolomeo

Claudio Ptolomeo (100-170 d. C.), astrónomo y matemático cuyas teorías y explicaciones astronómicas dominaron el pensamiento científico hasta el siglo XVI. También se reconocen sus aportaciones en matemáticas, óptica y geografía. Posiblemente, Ptolomeo nació en Grecia, pero su nombre verdadero, Claudius Ptolemaeus, refleja todo lo que realmente se sabe de él: "Ptolemaeus" indica que vivía en Egipto y "Claudius" significa que era ciudadano romano. De hecho, fuentes antiguas nos informan de que vivió y trabajó en Alejandría, Egipto, durante la mayor parte de su vida.

Inventó una trigonometría para la utilidad de los astrónomos que prevaleció en la ciencia de la Edad Media junto a su sistema solar. Astronomía y trigonometría que expone en su tratado *Sintaxis matemática*, en 13 libros escritos en griego, denominado *Almagesto*. Es un resumen de los conocimientos matemáticos de la época aplicables en la astronomía y descripción de los instrumentos empleados entonces en las observaciones; y así como el sistema astronómico de Ptolomeo fue superado por el de Copérnico, sus teoremas siguen constituyendo la base de la trigonometría.

La fama de Ptolomeo como geógrafo es también muy notable; su obra ha sido fuente principal de la geografía moderna. Tres siglos antes Hiparco vio la necesidad de conocer las latitudes y longitudes de los principales puntos de la superficie terrestre para dibujar los mapas. Marino de Tiro, poco antes que Ptolomeo, reunió los escasos datos, bastantes erróneos, que podían tener entonces, y Ptolomeo los utilizó para trazar sus mapas con una red completa de paralelos y meridianos.

Tenemos conocimiento de que esta obra fue muy importante para Pedro Nunes, quien se cree que estudió la traducción de la misma hecha por Johann Werner, en la cual aparecían anotaciones de este autor.

La edición conservada en la Biblioteca Histórica de

Santa Cruz data del año 1535. Está dividida en tres partes, la tercera contiene 50 mapas grabados en madera corregidos por Miguel Servet que actuó, por tanto, como cartógrafo; en esta edición se ha alterado ya la típica forma triangular de la Península Ibérica y para ello probablemente empleó portulanos o algunas cartas de Sevilla.

• Johannes de Sacrobosco

Johannes de Sacrobosco (1190-1256) fue un matemático y astrónomo inglés del siglo XIII. Es también conocido, aunque se usa menos, por su nombre inglés de John Holywood. Se sabe que en 1230 estaba en París, siendo profesor de Matemáticas y Astronomía de su universidad.

Es sobre todo famoso por el *Tractatus de Sphaera Mundi*, especie de compendio del *Almagesto*. También fue autor de la obra *De arte numerandi.*

Pedro Nunes hizo una traducción de la famosa obra de Johannes de Sacrobosco, que fue publicada en 1537.

Contamos en la Biblioteca Histórica de Santa Cruz con tres ejemplares entorno a esta obra de Sacrobosco. El primero de ellos, *Sphera Mundi cum tribus Commentis,* es una obra que contiene tres comentarios de la *Esfera del Mundo*, del Sacrobosco. En los tres comentarios está el original en tipografía distinta que el respectivo comentario. El tercero contiene además tablas de las longitudes y latitudes de varias ciudades de occidente y otras tablas astronómicas. Constituye uno de los volúmenes del fondo de incunables de la Biblioteca de Santa Cruz. El segundo está acompañado de la práctica totalidad de los mejores tratados de astronomía que se escribieron desde el siglo XIII hasta fines del siglo XV. El tercer ejemplar es igual que el primero, sólo que el primero contiene además las *Quaestiones subtilissimae*, de Alberto de Sajonia.

• Marco Vitruvio Polion

Marco Vitruvio Polion (siglo I a. C.), arquitecto e ingeniero militar romano, del que se conocen escasos datos. Dedica su obra a Julio César y a Augusto. Se conocen pocas obras suyas; una de ellas es la Basílica de Fano.

Una de las obras de este autor, *De Architectura libri decem*, que Pedro Nunes traduce, es clave para la historia de la arquitectura y de la tecnología. Su libro lo escribió al final de su vida, habiéndose realizado de él numerosas ediciones y traducciones a partir del Renacimiento, época en la que fue ampliamente tenido en cuenta por los arquitectos humanistas. Muchas ediciones añaden figuras, ya que el texto original carecía de ellas.

En algunas obras de Pedro Nunes, éste cita a Vitruvio y discute asuntos de tipo científico como cuestiones de cosmografía, horología, máquinas y mecánica, así como temas relacionados con la arquitectura.

En la Biblioteca de Santa Cruz se conserva una edición de esta obra que contiene comentarios y observaciones de Guillermo Filandro, Daniel Barbaroy y Claudio Salmasi.

También en la Biblioteca de Santa Cruz se conserva otra edición de Vitruvio, editada en 1596 con anotaciones de Guillermo Filandro, y una adicción con las medidas y pesos de Georg Agrícola.

INFLUENCIA DE PEDRO NUNES EN LA BIBLIOTECA DE SANTA CRUZ

Se ha tratado en el punto anterior sobre autores en los que Pedro Nunes se apoyó para la redacción de algunas de sus obras, ya fuera para traducir referencias antiguas para crear un léxico científico o para comentar o discutir sobre obras de autores anteriores a él, de las que Pedro Nunes da buena cuenta de sus fallos o aciertos.

No podemos terminar este trabajo sin dedicar una parte del mismo a la trascendencia que tuvo Pedro Nunes en los años siguientes a su muerte y cómo muchos autores de los siglos XVI y XVII, e incluso del siglo XVIII, escriben sobre la obra de este gran cosmógrafo y matemático portugués, a la vez que existen autores que elogian, y otros que discuten, sus obras.

Dentro de todos los autores que durante esos siglos hacen comentarios sobre Pedro Nunes en su obra nos vamos a centrar sólo en aquellos de quienes en la Biblioteca del Palacio de Santa Cruz se encuentran algunas obras.

• Tycho Brahe

Tycho Brahe (1546-1601) es probablemente el astrónomo de observación más famoso del siglo, aunque no está claro si lo recuerdan mejor por el hecho de que sus datos proporcionaron la base para el trabajo de Johannes Kepler (1571-1630), o debido a los aspectos más coloridos de su vida y muerte. Desde una edad temprana demostró tener interés por la astronomía. Después de tres años en la Universidad de Copenhague, Tycho Brahe pasa un período de 1562 a 1576 que viajaba por Alemania, estudiando en las Universidades de Leipzig, de Wittenberg, y de Rostock, trabajando con otros eruditos en Basilea, Augsburg, y Kassel.

La aparición en 1572 de una "estrella nueva", de hecho una supernova, incitó a la primera publicación de Tycho, que fue publicada por una impresora de Copenhague en 1573. En 1574, dio algunas conferencias de astronomía en la Universidad de Copenhague. Tycho era ya de la opinión de que el mundo sistema de Copérnico era matemáticamente superior al de Ptolomeu, pero físicamente absurdo. En 1576, su relocalización permanente a Basilea, que consideraba el lugar más conveniente para continuar sus estudios astronómicos, fue prevenida por rey Federico II, que le ofreció la isla de Hven, en donde estableció su observatorio.

Con la ayuda real abundante, Tycho construyó allí un domicilio y un observatorio que él llamó Uraniborg, y desarrolló una gama de instrumentos del tamaño y de la precisión notables que él utilizó, con el auxilio de ayudantes y de estudiantes numerosos, observó los cometas, las estrellas, y los planetas.

En 1588, Tycho publicó de su prensa un trabajo sobre

el cometa que había aparecido, causando una ráfaga de otras publicaciones, en 1577. El octavo capítulo de este libro también contuvo el sistema de Tycho del mundo, que conservó la tierra como el centro inmóvil del universo, el sol girando en torno a ella y los planetas en torno al sol.

En 1596 él publicó un volumen de su correspondencia con otro noble-astrónomo, Wilhelm IV con el matemático Christoph Rothmann de Hesse-Kassel y con Wilhelm. El último era un copernicano confiado, y las discusiones poderosas de Tycho sobre la superioridad de su propia cosmología eran el motivo de la publicación de las cartas.

Otro trabajo comenzado por Tycho en la Isla de Hven era el *Mechanica de los Instauratae de Astronomiae* (1598), una relación ilustrada de sus instrumentos y observatorios en la que se observan figuras equipadas con el nonio de Pedro Nunes, y el *Progymnasmata de los instauratae de Astronomiae* (1602), que contuvo su teoría de movimientos lunares y solares, de la parte de su catálogo de estrellas, y de un análisis más detallado de la supernova de 1572.

Dentro de todos sus trabajos publicados, nos encontramos en la Biblioteca del Palacio de Santa Cruz el más importante astronómico observacional del periodo pre-telescópico, cuyo título es *Tychonis Brahe Dani Epistolarum Astronomicarum Libri,* traído de la Biblioteca Reina Sofía. En este libro aparecen instrumentos con el nonio de Pedro Nunes, que infelizmente se perdieron, a la vez que hace referencia al trabajo de Pedro Nunes *De Crepusculis* y a discusiones con científicos de la época.





Ejemplar único por sus anotaciones.

• Cristóbal Clavio

Cristóbal Clavio (1537-1612). Jesuita y matemático alemán, nacido en Bamber, profesor de Matemáticas en la Universidad de Coimbra y en el Colegio Romano en Roma, fue considerado el Euclides del siglo XVI.

En 1574 publica la primera edición propia de *Los Elementos de Euclides*, que constituye uno de los libros de texto más importantes para el estudio de la geometría y de las matemáticas en las escuelas y universidades renacentistas. Sus aritméticas serían utilizadas por numerosos matemáticos, entre los que cabe destacar a Leibniz y Descartes.

El papa Clemente XIII le encargó reformar el calendario juliano en 1582, debido a sus amplios conocimientos de astronomía.

En su exposición científica se funde el método escolástico tradicional y el empirismo moderno.

En lo que respecta a los lazos de unión que mantuvo con Pedro Nunes, fue uno de los mayores responsables de la difusión de la obra de Pedro Nunes en Europa, al sentir gran admiración por el matemático portugués. Así, lo demuestra en su *Opera Matematica* de 1612, que con ella divulgó la notación de Stifel; a través de sus manuales se difundió la matemática en la Europa católica del siglo XVII. Mientras, transmite su admiración de Pedro Nunes a los Jesuitas y le trata en sus obras de sumo ingenio y excelentísimo geómetra.

• Pedro Gassendo

Pierre Gassendi (1592-1655). Filósofo, matemático, astrónomo y físico francés. En el año 1617 fue profesor de Filosofía de la Universidad de Aix-en-Provence. Durante los siguientes años dio clases, viajó a Flandes, Holanda, y trabajó en estudios de ciencia y filosofía. En el año 1634 fue preboste de la Catedral de Digne, y en 1645 profesor de Matemáticas en el Colegio Real de París.

Atomista epicúreo, cristiano, antiaristotélico y anticartesiano. *Sintagma philosophiae epicuri* (1649). Sus ideas animaron las corrientes laicas y científicas inmediatamente anteriores a la revolución newtoniana, especialmente en acústica, óptica, cinemática y astronomía, al divulgar y defender los trabajos de Copérnico, Kepler y Galileo.

En la Biblioteca de Santa Cruz encontramos una edición de su *Opera Omnia*. Pierre Gassendi difunde de un modo diferente la obra de Pedro Nunes. No se referirá expresamente a cualquier trabajo de Pedro Nunes, sin embargo le incluyó en la lista de los grandes matemáticos y astrónomos del siglo XVI.

• Giovanni Battista Riccioli



Portada de uno de los libros de Giovanni Battista.

Giovanni Battista Riccioli (1598-1671), astrónomo y religioso jesuita italiano, fue profesor de Filosofía, Teología y Astronomía en los colegios de la Orden de Parma y Bolonia. Trabajó con el también jesuita Grimaldi, el primero que observó difracción de la luz, y juntos aumentaron en 350 estrellas el catálogo de Kepler. Realizó interesantes observaciones sobre las manchas de la Luna y los satélites de Saturno.

Ha dejado varias obras de astronomía muy estimadas, como el *Almagestum novum*, que comprende la astronomía antigua y nueva. En ella se encuentra la lista y discusión de todos los eclipses citados por los historiadores desde el nacimiento de Rómulo hasta 1647. Quizás más importante, por las observaciones que encierra, es su *Astronomía reformada.*

La *Geografía e hidrografía reformadas*, obra que Wolf llama excelente y casi única en su género, comienza con una introducción a la geografía y contiene catálogos de

navegación y geodesia, geometría del globo, altimétrica, nivelaciones para canales y conducción de aguas, tabla de latitudes y longitudes e hidrografía, con estudio de flujos y reflujos. Fue reproducida con correcciones y adiciones en 1672.

El ejemplar de la Biblioteca de Santa Cruz procede de la Biblioteca Osuna.

En este trabajo se encuentran varias referencias a los trabajos de Pedro Nunes, mostrando así que los trabajos de Pedro Nunes en la segunda mitad del siglo XVII habían sido integrados en la astronomía de la época.

BIBLIOGRAFÍA

- ESTEBAN PIÑEIRO, M.; GARCÍA TAPIA, N.; GÓMEZ CRESPO, F.; JALÓN, M.; MUÑOZ BOX, F.; VICENTE MAROTO, M. I., *Fuentes para la historia de la ciencia y la técnica en la Biblioteca del Palacio de Santa Cruz*, Junta de Castilla y León, Valladolid, 1990, 2 vol.
- VV.AA., *Historia de la Universidad de Valladolid*, Universidad de Valladolid, 1989.
- Enciclopedia *Encarta*
- *www.universia.es*
- *www.terra.es*
- *www.biografias.com*
- *www.hps.cam.ac.uk*
- *http://euler.ciens.ucv.ve*
- *www.google.com*

Pedro Nunes (página de internet)

Trabalho realizado por:
- *Miguel Angel de Pedro Cibanal*
- *Alejandro Trebolle Liz*

Universidad de Valladolid
Escuela Universitaria Politécnica

En esta comunicación hemos pretendido realizar una recopilación, al menos básica, de los diferentes legados de la figura de Pedro Nunes.

Ambos somos estudiantes de ingeniería y por ello queríamos realizar un trabajo que estuviese dentro del contexto de nuestra carrera, que fuese fundamentalmente técnico, ya que nuestras aportaciones en otros ámbitos más históricos o de investigación no hubiesen supuesto gran aportación a la divulgación de la figura de este gran científico.

La idea, que nos convenció, surgió mientras intentábamos documentarnos sobre la figura de Pedro Nunes.

Es prácticamente imposible llegar a conocer a este personaje dentro de la red española. Nos pareció entonces que la mejor forma de aportar algo acerca de este personaje era difundirlo en nuestra red, ya que no es solo un científico o matemático portugués exclusivamente: su obra, de difusión mundial, podría ser considerada por lo menos íbera, ya que algunas de sus obras, las más importantes, fueron publicadas ya en su época en el idioma castellano.

No hemos pretendido adjudicarnos nada nuevo. Sobre todo porque hemos encontrado documentación de gran calidad entres las páginas portuguesas de interés. Si que hemos pretendido recopilar las que hemos considerado mejores de entre las obras publicadas en la web para el público español, ya que ésta podría considerarse la única página en internet expuesta en nuestro idioma. Y también dotarla de un aspecto más novedoso y propio, y sobre todo sencillo para el público tanto portugués como español.

Nuestra página podría dividirse en un aspecto técnico y otro de documentación, aderezado con algunas novedosas secciones que hemos creído indispensables para el usuario poco especializado en el tema a tratar.

Dicho esto, procedemos a visualizar la página contando sus respectivas secciones.

Felpudo

Nuestra página principal esta dividida en:

Un marco superior, en color azul, nos da la bienvenida y nos recuerda el objetivo de esta página. Pertenece al Coloquio de las Jornadas del Mar 2002. Y que todos los usuarios conozcan dicho objetivo.

En el apartado técnico, tenemos una imagen animada de múltiple secuencia.

Después nos encontramos con una imagen del nonius, colocada en el centro de la página, que nos da la bienvenida. Y por último, unas banderas y unos botones animados nos dan la posibilidad de visitar la página en dos idiomas diferentes, en español o en portugués.

Cabe destacar que nuestro dominio del idioma portugués es ante todo mejorable, y este es el aspecto que mayor problema nos ha dado, ya que hasta última hora no hemos encontrado a unos buenos traductores, que nos ayudasen en el trabajo.

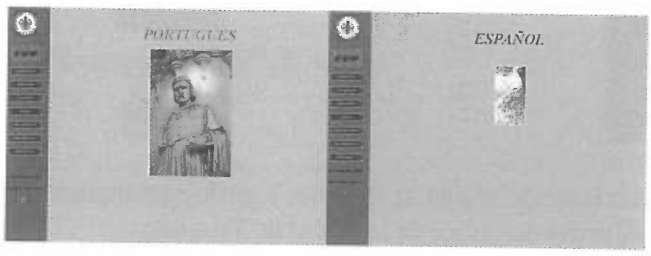
Index Portugués y Español



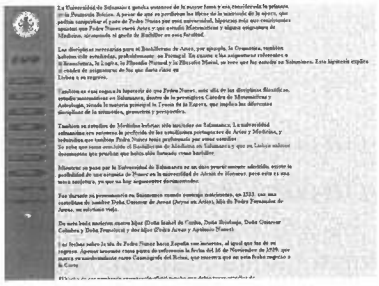
Los aspectos técnicos son bastante sencillos y al ser una obra de exposición meramente gráfica, son totalmente apreciables

Como puede verse, a la izquierda tenemos un marco que recoge todas las secciones de la página. En cabeza se pueden encontrar dos gráficos que sirven respectivamente como enlace a la pagina web de la Universidad de Valladolid y a nuestra Escuela Politécnica. Los botones posteriores son las secciones que propiamente recogen a Pedro Nunes: la biografía, el encuadre histórico (una idea propia nuestra), los estudios (que son las obras que otras personas han escrito sobre nuestro científico), las obras, la bibliografía, tanto en internet como escrita, las curiosidades (verdaderos souvenires de nuestra web) y los créditos.

Por último, hemos colocado una dirección de correo electrónico, para poder estar en contacto con nuestros usuarios.



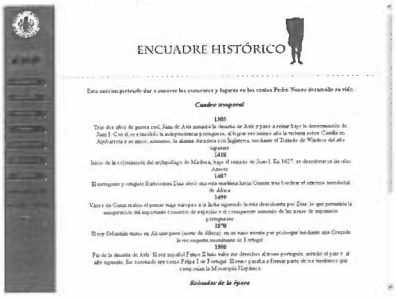
El index español se compone de las mismas partes que el portugués, ya que el contenido de ambas versiones es el mismo. De todos modos, para otorgar una mayor vistosidad hemos variado ligeramente su aspecto.



Biografía

Esta sección es indispensable en cualquier página web que quiera dar a conocer a un personaje. Creemos que es de las mejores que se puede encontrar en estos momentos en la red, sin ser tampoco demasiado extensa, lo justo para conocer bien a Pedro Nunes, sin entrar en demasiados detalles que desvíen nuestra idea de la vida de este científico portugués.

Encuadre Histórico

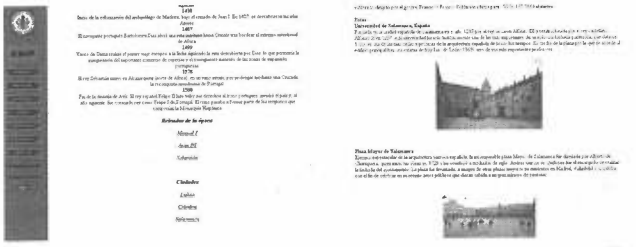


Creemos que ésta puede ser nuestra sección más novedosa. La idea es que para conocer a un personaje histórico, sea científico, escritor, navegante... hace falta conocer el ambiente que se encontró durante el desarrollo de su obra.

Muchas veces la situación histórica o las necesidades de la época influyen notablemente en la dirección que toma la investigación, en nuestro caso científica. Por eso hemos realizado un cuadro histórico que recoge desde cien años antes del nacimiento de nuestro personaje, hasta después de su muerte. Además, hemos hecho un resumen de los monarcas de esa época, para conocer mejor dicha situación histórica y también de las principales ciudades en las que vivió Pedro Nunes: Lisboa, Coimbra y Salamanca.

Los resúmenes de los reyes recogen su biografía y los hechos más importantes.

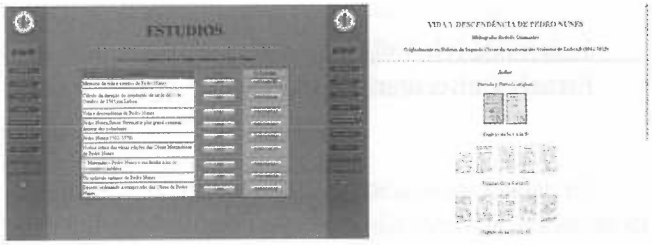
Las ciudades las hemos dividido en diferentes apartados que dan una descripción más clara y ordenada, además de acompañarlas con imágenes de dichas ciudades, sin las cuales cualquier descripción seria incompleta.



(En la misma página, si seguimos bajando encontramos....)
(Ejemplo del enlace de la ciudad de Salamanca)
(Ejemplo del Rey Manuel I)

Estudios

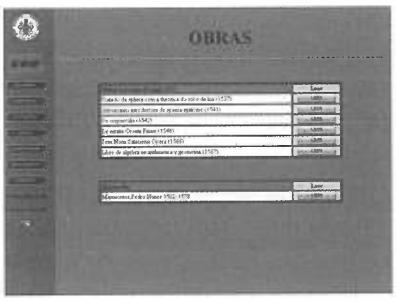
En este cuadro se encuentran los principales estudios sobre la obra y vida de nuestro personaje, Pedro Nunes. En cada línea del cuadro, aparecerá el autor del estudio, seguido del título de su obra. A continuación se encuentran dos botones "LEER" y "DESCARGAR". Con ellos podremos descargarnos el estudio directamente, o acceder a un índice de sus páginas, cada una de las cuales podremos consultar; es decir, tendremos la posibilidad de hojear cada estudio como si del papel se tratara.



Picando en el boton "LEER", que acompaña a cada estudio, accedemos a una página índice del estudio, como ésta, a partir de la cual podremos hojear el documento página a página.

Obras

Como se puede ver, en este cuadro están recogidas las principales obras de Pedro Nunes. Podemos descargarlas directamente y consultarlas desde casa, u hojearlas una a una. Algunas de estas obras se encuentran solo para descargar debido a su gran tamaño. Pero la mayoría se encuentran para hojear. Desde el índice de todas las obras podemos consultar la bibliografía. En este índice está también cada una de las hojas de la obra, picando en ellas podemos ampliarlas y leerlas una a una, y además desplazarnos a la hoja anterior, siguiente, al índice, o descargar la obra completa desde aquí mismo.



Estos textos han sido recogidos de la web de la Biblioteca Nacional portuguesa. Cabe destacar el único manuscrito original que se conserva de Pedro Nunes, localizado en la Biblioteca Nacional Central de Florencia

(Por ejemplo, pulsando el boton "LEER" del Manuscrito, se cargaría en nuestro navegador la imagen siguiente, en la cual podremos consultar dicha obra de Pedro Nunes, seguida de su traducción al español.)

Curiosidades

En este apartado podemos ver sellos y monedas conmemorativas sobre la figura de Pedro Nunes, y al clickear sobre ellas podemos verlas ampliadas.



Se puede destacar, dentro de las curiosidades, una foto de un cráter lunar llamado Nonius en honor al cosmógrafo que nos ha reunido en estas Jornadas, y donde podemos ver su emplazamiento exacto. También destacamos la foto del único Nonius original de Pedro Nunes, encontrado por el comandante Estácio dos Reis, especialista en instrumentos científicos y localizado en el museo de Florencia.

Bibliografía

En internet

Dentro de esta extensa lista de webs relacionadas con Pedro Nunes, caben destacar las páginas de la Biblioteca Nacional portuguesa y la página personal del profesor Enrique Leitão, que con muchas otras páginas reflejan la importancia del legado dejado por Pedro Nunes; muchas de estas páginas se deben a colegios de enseñanza secundaria e institutos que en su honor llevan su nombre.

También hay que mencionar las páginas de los departamentos de Matemáticas de las universidades de Cambridge, Lisboa y Coimbra, donde se destaca el carácter científico de la obra de Pedro Nunes.

A modo de anécdota, podemos incluir en nuestra bibliografía incluso una web filatélica, que contiene sellos conmemorativos del 500 aniversario del nacimiento de Pedro Nunes.

En papel impreso

Todas ellas son obras dedicadas al estudio del cosmógrafo portugués, y en algunas de ellas incluso podemos contemplar sus portadas.

Créditos

En este apartado queremos agradecer a las personas que nos han ayudado en pequeños conflictos técnicos, que van desde el diseño web, la traducción de documentos e incluso el desarrollo del apartado gráfico: Carmen Lloriente, Henar Garcia Victoria, Atanasio Lourenço das Neves...

Y por supuesto, a nuestra tutora Isabel Vicente Maroto, y a la Escola Naval por habernos acogido en estas Jornadas sobre Pedro Nunes, Novos Saberes na Rota do Futuro 2002.

Pedro Nunes na Cartografia do Século XVI

Trabalho realizado por:
• *Carina Isabel Correia Simões*

Universidade de Lisboa
Faculdade de Letras/Departamento de História

Com este trabalho pretendemos perceber qual a contribuição de Pedro Nunes para a cartografia no século XVI. Teria Pedro Nunes contribuído com novos saberes para a cartografia, situando-se por essa razão na rota do futuro? Esta é a questão a que nos propomos responder com este trabalho ou pelo menos contribuir para que se reflicta um pouco acerca do seu contributo para uma revolução na cartografia.

Sendo este um trabalho de história, não iremos analisar os tratados de Pedro Nunes, mas tentaremos compreender se a sua obra teve ou não repercussões na cartografia e se foi ou não ponto de partida para reflexões de outros autores.

Começaremos por procurar elaborar uma breve caracterização da cartografia do século XVI, sendo que esta caracterização implica uma abordagem da cartografia mediterrânica e portuguesa do século XV. Assim, revela-se importante procedermos a um pequeno estudo acerca do aparecimento da "carta-portulano", que influenciará a cartografia portuguesa aquando da sua génese.

O desenvolvimento da cartografia náutica portuguesa está intimamente ligado com a utilização da navegação astronómica pelos pilotos portugueses. É a partir destas inovações técnicas e das descobertas de novos espaços geográficos que surge a cartografia portuguesa, e serão esses dois factores que irão conduzir ao aparecimento de novos problemas nas cartas portuguesas, que Pedro Nunes procurará resolver.

Na segunda metade do século XIII deu-se na cartografia mediterrânica o aparecimento da carta-portulano. Para Luís de Albuquerque, a carta-portulano "não é mais do que a transcrição gráfica do que se encontra escrito nos portulanos, contém a representação das costas e dos lugares ao longo delas, visitados e localizados pelos navegadores de acordo com uma prática de navegação designada náutica de 'rumo e estima' "[1]. Durante o século XIV este tipo de carta começa a difundir-se, revolucionando o tipo de representação do mundo que tinha caracterizado toda a época medieval que lhe é anterior. Se no século XIII se começa a produzir uma cartografia marcada pela experiência de navegação e se denota um cuidado no aperfeiçoamento da representação da costa, até aí o mundo era representado de uma forma extremamente fantasiosa. Depois de um período em que a representação do mundo se reduzia a pouco mais que os mapas T-O, na carta-portulano aparecem, normalmente, representadas as costas do Mediterrâneo desde o mar Negro até à Península Ibérica. Esta revolução operada no seio da cartografia deveu-se a uma necessidade de articular a navegação de rumo e estima[2] com uma representação gráfica dos espaços navegados. Mais do que isso, tornava-se extremamente útil encontrar um suporte que com a agulha de marear[3] permitisse aos pilotos seguirem um rumo, e a carta-portulano vai permitir ao piloto realizar esse trabalho. Esta carta caracterizava-se por estar coberta por uma rede de linhas de rumo, que se estendiam a partir de dois pontos que permitam utilizar a agulha. Nas cartas portuguesas o número de pontos foi-se estendendo, passando também a ser utilizados para desenhar uma rosa-dos-ventos onde uma flor-de-lis indicava o norte. A navegação no Mediterrâneo não era particularmente difícil, na medida em que as marés e as variações magnéticas não representavam um problema para os pilotos. Com as primeiras viagens no "Mar Oceano", os portugueses rapidamente se aperceberam de que este sistema não era passível de ser utilizado e começaram, através da experiência que iam adquirindo, a procurar utilizar novas técnicas que os auxiliassem na exploração do oceano Atlântico. Contudo, é importante referir que, numa primeira fase, os portugueses produziram e utilizaram cartas "rumadas"[4] que procuravam articular com a navegação astronómica.

Da mesma forma que nos primeiros tempos a cartografia portuguesa foi influenciada pela cartografia medieval, também os genoveses, à medida que os portugueses iam alargando o conhecimento do mundo, tiveram a preocupação de ir actualizando os espaços geográficos recém-descobertos, tornando importantes as suas obras cartográficas para o estudo da expansão portuguesa.

A cartografia portuguesa é vista pela historiografia como uma consequência das viagens marítimas encetadas pelos portugueses[5]. De facto, a relação entre as viagens marítimas e a cartografia é inegável, nomeadamente porque as cartas se tornaram essenciais para o progresso das viagens e porque se sentia necessidade de cartografar as descobertas.

Como referimos, na segunda metade do século XV, à medida que as viagens dos descobrimentos progrediam, a náutica tradicional, praticada no Mediterrâneo, foi sofrendo alterações, na medida em que as antigas técnicas já não correspondiam às necessidades dos "homens do mar". As técnicas que caracterizavam a navegação astronómica substituíram as técnicas tradicionalmente mediterrânicas utilizadas num mar fechado onde se navegava essencialmente com costa à vista. A grande inovação da navegação astronómica, assim apelidada porque se baseava na

medição de uma coordenada dos astros, inscreve-se no facto de se começar a determinar latitudes a bordo, inaugurando-se a navegação moderna [6].

As viagens marítimas contribuíram também para transmitir à Europa uma representação muito aproximada da real configuração das ilhas e continentes do mundo que, principalmente, os portugueses iam encontrando e registando nas suas viagens [7].

Apesar de se notar alguma preocupação em cartografar os espaços o mais próximo da realidade, nem sempre foi possível aos cartógrafos fazê-lo, quer pela escassez de informações relativas a algumas zonas com as quais os homens do mar tinham tido contactos superficiais [8], quer porque não seria benéfico para a expansão portuguesa transmitir informações correctas de algum ponto estratégico [9].

O aparecimento da cartografia portuguesa integra-se no âmbito das escolas mediterrânicas onde as cartas, como já foi referido, eram baseadas em distâncias estimadas pelos rumos sem correcção da declinação magnética. Esta técnica, que levava os cartógrafos a assinalarem os lugares de acordo com rumos magnéticos que, geralmente, não correspondem aos rumos geográficos, foi usada durante largos anos, mesmo depois de os pilotos já navegarem através da medição dos astros. Como já referimos, nos primeiros tempos os portugueses não fizeram mais do que utilizar as cartas características do Mediterrâneo, provavelmente porque ainda não tinham conseguido resolver o problema da elaboração das cartas de forma a estar conforme às novas técnicas de marear. Pode mesmo dizer-se que a "cartografia portuguesa atlântica"[10] continua a linha de evolução, de que a carta-portulano tinha sido a maior expressão até então, da cartografia mediterrânica de que era herdeira. Não obstante, esta evolução não significa uma ruptura com as cartas-portulano, na medida em que a cartografia de matriz portuguesa desenvolvida a partir do Atlântico coexiste com a cartografia mediterrânica e, depois do (re)aparecimento da *Geografia* de Ptolomeu, com a cartografia ptolomaica que começou a ser impressa[11].

Parece-nos pertinente introduzir, brevemente, a problemática em torno da origem da cartografia portuguesa. Armando Cortesão defendeu que no decurso do reinado de D. Dinis já se faziam cartas em Portugal. Esta tese foi defendida, essencialmente, por convicção, já que não foram encontrados indícios dessa prática entre nós. O testemunho de Duarte Pacheco Pereira acerca da vinda de um cartógrafo de Maiorca (Jaime de Maiorca), que teria sido chamado pelo Infante D. Henrique, para entre outras coisas ensinar a desenhar cartas, leva-nos a discordar com esta hipótese levantada por Armando Cortesão. Na *Crónica da Guiné* de Gomes Eanes de Zurara encontram-se outros contributos para a resolução deste problema. Assim, Charles Verlinden, na leitura que faz, conclui que por volta de 1443 se desenhavam em Portugal cartas onde se incluía a representação da costa africana (re)conhecida pelos portugueses. Luís de Albuquerque nos seus diversos trabalhos concorda com este historiador, embora use com mais frequência a data de 1445. A tese defendida por Charles Verlinden parece-nos a mais plausível, apesar de esta continuar a ser uma questão em aberto devido ao desconhecimento de espécimes cartográficos datados desta centúria. Conhecem-se apenas três exemplares da cartografia portuguesa de Quatrocentos: a carta atlântica anónima de Módena, a carta atlântica assinada por Pedro Reinel e a carta atlântica de Jorge de Aguiar, de 1492 [12], onde as características da cartografia mediterrânica, elaborada para ser cruzada com a navegação de rumo e estima, se observa de forma clara.

Se tudo começou no século XV, é ao século XVI que se reporta o período a que Armando Cortesão chamou "período áureo da cartografia portuguesa". A cartografia portuguesa de origem náutica atingiu o seu maior desenvolvimento no século XVI, sendo reflexo dos progressos na navegação e do avanço do conhecimento geográfico. O planisfério de Cantino, datado de 1502, que foi considerada "a mais importante obra cartográfica portuguesa que nos chegou", é um exemplo do desenvolvimento da cartografia náutica portuguesa, sendo que demonstra já uma preocupação em introduzir uma escala de latitudes, através da utilização das linhas do equador e dos trópicos. Se se estava no início do período áureo da cartografia portuguesa, alguns pilotos começavam também a ter a percepção de que as cartas nem sempre estavam de acordo com o que os pilotos observavam, o que levou os cartógrafos a introduzirem escalas de latitude nas cartas desenhadas com base nas técnicas mediterrânicas. Estas discordâncias entre as observações e o que estava representado nas cartas tornaram-se visíveis nas regiões onde a declinação magnética era maior [13], como veio a registar-se na zona da Terra Nova, onde Pedro Reinel introduz, em 1504, uma escala oblíqua. Todas estas inovações acabariam por revolucionar a cartografia, na medida em que uma acompanhava os percursos da outra. Contudo, se demonstram uma inovação na forma de elaborar as cartas, são também exemplo da falta de compatibilidade destas com a arte de navegar introduzida nas viagens portuguesas. Deste problema resultam um sem-número de soluções pensadas pelos cartógrafos como formas de corrigir e permitir conciliar as cartas com a arte de navegar empregada e um esforço, baseado no conhecimento empírico, de cada um dos pilotos para atravessarem as dificuldades nesta ou naquela região onde as inconformidades se agravavam. João de Lisboa, em 1514, no *Tratado da Agulha de Marear* tem já consciência da declinação magnética, mas é D. João de Castro quem vem dar ênfase a esse problema evidenciando a necessidade de reformular os mapas.

As técnicas utilizadas no Mediterrâneo mostravam-se a cada dia menos funcionais para navegar no oceano Atlântico e prosseguir as viagens de (re)conhecimento da costa africana. Ao não avistarem terra tornava-se ne-

cessário aos pilotos determinarem, com o maior rigor possível, a distância coberta em cada dia e a solução encontrada para este problema baseava-se nas observações astronómicas, que se aperfeiçoaram de forma a chegarem a rigorosas determinações da latitude [14].

Face a estes problemas, pode dizer-se que é com alguma naturalidade que se começam a procurar novas soluções que tornem as cartas de marear mais funcionais.

Pedro Nunes torna-se uma personagem de algum relevo na cartografia do século XVI devido a um pedido de esclarecimento de Martim Afonso de Sousa, após a sua viagem de reconhecimento ao Brasil entre 1530 e 1533. Não temos conhecimento do texto de Martim Afonso de Sousa e foi o próprio cosmógrafo quem deixou testemunho dos problemas que lhe tinham sido colocados por Martim Afonso, numa carta que escreve ao rei: "Nam há muytos dias senhor falando com Martim Afonso de Sousa sobre a nauegação que fez pera as partes do sul antre outras cousas me disse com quanta diligencia e per quantas maneyras tomara a altura dos lugares em que se achara: e verificara as rotas per que fazia seus caminhos: mas que em sua viagem esperimentou [...] E perguntoume: por que razã se gouernamos a leste ou oeste ymos per hum paralello: em huma: mesma altura sempre: sem podermos chegar à equinocial onde levamos a proa juntamente com o leste dagulha [15]". Esta pergunta de Martim Afonso de Sousa foi o motor que levou Pedro Nunes a reflectir acerca da carta de marear. Um dos grandes problemas que provocou a crise na cartografia radica na declinação magnética, que provocava deformações na representação geográfica nas cartas e que, em última análise, levava a uma proliferação de escalas que permitiam aos pilotos utilizar as cartas e contornar os problemas nela existentes. "Pedro Nunes tentou demonstrar que as linhas de rumo não se harmonizam com as coordenadas numa superfície plana" [16], concluindo que a solução passaria pela representação de pequenas superfícies e pela utilização das linhas loxodrómicas.

Com o *Tratado de certas duvidas da navegação* Pedro Nunes pretendeu dar resposta às dúvidas que Martim Afonso de Sousa tinha sentido durante a sua viagem ao Brasil e sobre as quais o tinha interrogado. Mas, para melhor percebermos qual o contributo do cosmógrafo para a cartografia do século XVI, torna-se fulcral referirmos o *Tratado em Defensão da carta de marear*, onde, para além de continuar a dar resposta às questões que Martim Afonso de Sousa lhe apresentara, estuda o problema da definição da rota no mar e a sua marcação na carta apresentando pela primeira vez a ideia da linha loxodrómica [17]. A ideia da linha loxodrómica, fundamental para a resolução dos problemas que se começaram a sentir no século XVI e que se agravariam, era, desta forma, levantada em 1537. Pedro Nunes acabaria por desenvolver esse tema numa tradução latina, onde introduz algumas novidades, publicada em Basileia em 1566. Muitos dos historiadores portugueses defendem que Mercator teria tido acesso à obra latina de 1566 [18], mas também à versão original de 1537 [19], onde se teria inspirado para elaborar, em 1541, o globo terrestre que colocaria em prática o que Pedro Nunes tinha teorizado [20], com as alterações necessárias, consagrando a utilização das linhas loxodrómicas na elaboração de cartas.

Pedro Nunes, um teórico, procurou aproximar a teoria da prática mantendo contactos com alguns homens do mar. Apesar do seu esforço, destacam-se, ao longo da sua vida, conflitos com Diogo de Sá e Lopo Homem.

Em 1537 Pedro Nunes publica no *Tratado de certas duvidas da navegação* a resposta às dúvidas de Martim Afonso de Sousa, sendo um pouco duro com os homens do mar: "E quanto ao comprimento do caminho, andam muito mais do que eles cuidam, [...] porque vão fazendo grandes rodeios; e quando, sem tomar altura, por estimações do caminho que têm andado, querem fazer a estimação do seu ponto, lançam em linha direita o que têm andado por rodeios, e ficam os lugares em mais lonjura [isto é: longitude] da que têm, que é grande desserviço de Vossa Alteza [por aproximar a oriente o meridiano de Tordesilhas]; e se por altura, que os navegantes poucas vezes acertam, fazem sua conta, umas vezes erram por darem mais lonjura, e outras vezes por darem menos [21]." Sendo Pedro Nunes um teórico, não podia estar de acordo com uma prática que privilegiasse o empirismo em detrimento da teoria e dos métodos que ele considerava serem os mais correctos e os que conduziam a melhores resultados, queixando-se: "mas os pilotos sabem tão pouco, que podendo-se aproveitar de muitas coisas, para por muitas vias buscarem o que desejavam saber, não sabem fazer mais do que esperar meio-dia" [22]. Os pilotos, talvez devido às severas críticas de Pedro Nunes, acabaram por não conceder o devido interesse às suas reflexões. Outra das razões para essa falta de interesse radicaria também no facto de Pedro Nunes ser visto como um homem de gabinete, que nunca tinha navegado, perdendo qualquer credibilidade por parte dos pilotos. Aliás, o próprio Pedro Nunes tem consciência da falta de comunicação entre o saber teórico e prático quando diz: "Bem sei quão mal sofrem os pilotos que fale na Índia quem nunca foi nela, e pratique no mar quem nele não entrou [23]."

Depois de tecer críticas aos pilotos também os cartógrafos são alvo da sua reflexão: " [para que serviam] cartas e pomas douradas e iluminadas, pelas quais se pode bem dizer: mentiras escritas com letras de ouro" [24]. Contudo, a sua actividade cartográfica será, também ela, criticada por Lopo Homem, de que se conhecem exemplares magníficos. Pedro Nunes terá executado um "padrão de navegar" [25] a que Lopo Homem faz os seguintes comentários: "Todas as cartas que por este padrão se fizeram e fazem em o Armazém, são mui desvairadas de toda a verdade e ciência de navegar, e em todas as armadas que foram à Índia se fizeram e aconteceram muito maus recados e más viagens em o navegador por elas e se perderam muitas armadas de el-rei, que Deus tem, por serem mui fal-

sas e fora de toda a razão e verdade [26]." O padrão, segundo Luís de Albuquerque, baseava-se em longitudes observadas a partir de eclipses do Sol e da Lua. O maior erro do padrão radicaria exactamente na observação das longitudes, que eram obtidas com grandes erros nesta época. Segundo Lopo Homem, com este padrão o domínio português sobre as ilhas do Cravo era posto em causa porque a distância "do meridiano de Lisboa à Índia e ao Mameluco" era encurtada. A conclusão de Luís de Albuquerque acerca desta temática, que não tem merecido muita atenção por parte dos historiadores, parece-nos pertinente e por essa razão vamos apresentá-la: "Não podemos ajuizar da razão que porventura assiste esta feroz crítica de Lopo Homem, porque o padrão de Nunes não sobreviveu, e desapareceram as cartas sobre ele desenhadas; e talvez o sumiço que levaram abone, afinal, as palavras violentas do cartógrafo [27]." O nosso estudo não nos permite discordar ou concordar com a posição de Luís de Albuquerque, porque para isso seria necessário uma investigação mais profunda acerca desta temática, não obstante fica registado o contributo de um grande historiador da história dos Descobrimentos.

Se a função de Nunes passava por estar atento à arte de navegar, nos seus textos mostra-se preocupado com os problemas que esse campo atravessava. Neste sentido, não podemos deixar de conceder algum mérito a Pedro Nunes, que parece ter procurado esforçar-se para resolver os problemas da arte de navegar, ainda que nem sempre o tenha conseguido fazer com sucesso, segundo Lopo Homem. Talvez a sua formação teórica se tenha transformado no maior entrave para uma contribuição real para o desenvolvimento da marinharia portuguesa [28].

Pedro Nunes, ao nível dos seus contributos para a cartografia do século XVI, pode de facto ter estado na rota do futuro como o esteve na matemática. Se não conseguiu concretizar o que tinha teorizado, contribuiu para a resolução da problemática que Martim Afonso de Sousa lhe tinha apresentado, tendo o mérito de chamar a atenção para a resolução dos problemas através da utilização das linhas loxodrómicas. A Mercator é reconhecido o valor de ter elaborado a carta que colocava em prática o que Pedro Nunes tinha teorizado. Talvez pelo facto de o seu trabalho ser mais visível, seria o nome deste último que mais se teria celebrizado, não nos anos subsequentes, mas na historiografia que se havia de produzir em torno desta problemática. Não obstante, a carta de latitudes crescidas, que permitia representar as linhas loxodrómicas por linhas rectas, tinha grandes vantagens práticas que só tarde foram reconhecidas [29].

Bibliografia

ALBUQUERQUE, Luís, dir.

• "A cartografia portuguesa dos séculos XV a XVII", in *História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal*, vol. II, Academia das Ciências de Lisboa, 1986.

• *A Comissão da Cartografia e a Cartografia Portuguesa Antiga, in* série de separatas do Centro de Estudos de História e Cartografia Antiga nº 166, Lisboa, Instituto de Investigação Científica Tropical, 1984.

• *A Náutica e a Ciência em Portugal. Notas sobre as Navegações*, Lisboa, Gradiva, 1989.

• "Cartografia", in *Dicionário de História dos Descobrimentos Portugueses*, vol. I, Lisboa, Círculo de Leitores, 1994.

• "Linha loxodrómica", in *Dicionário de História dos Descobrimentos Portugueses*, vol. II, Lisboa, Círculo de Leitores, 1994.

• *Os Antecedentes Históricos das Técnicas de Navegação e Cartografia na Época dos Descobrimentos*, Lisboa, Comissão para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1988.

CORTESÃO, Armando

• *Cartografia e Cartógrafos Portugueses dos Séculos XV e XVI. (Contribuição para um Estudo Completo)*, vol. I, Lisboa, Edição da Seara Nova, 1935.

• *Cartografia Portuguesa Antiga*, Colecção Henriquina, Lisboa, Comissão Executiva das Comemorações do V Centenário da Morte do Infante D. Henrique, 1960.

• *História da Cartografia Portuguesa*, 2 vols., Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa, 1969-70.

COSME, João

• "Pedro Nunes", in *História de Portugal dos Tempos Pré-Históricos aos Nossos Dias*, dirigida por João Medina, vol. IV, Amadora, Ediclube, 1995.

DELERUE, Raul Esmeriz

• "Pedro Nunes. Contributo para uma sínteses referenciada da sua bibliografia", in *Revista da Biblioteca* Nacional, vol. 7 (2), s. 2, Lisboa, Biblioteca Nacional, 1992.

FERRONHA, António Luís A.

• *A Imagem do Mundo em Transformação. A Cartografia Portuguesa*, Lisboa, Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses e Ministério da Educação, 1990.

FONTOURA da COSTA, A.

• *Pedro Nunes (1502-1578)*, Lisboa, Agência-Geral do Ultramar, 1969.

GONÇALVES, J. Vicente

• *Passos de Pedro Nunes ao Serviço do Rei*, Academia das Ciências de Lisboa, 1985.

GUERREIRO, Inácio

• "A cartografia dos Descobrimentos portugueses e a 'política de sigilo' ", in *As Rotas Oceânicas. Sécs. XV-XVII*, Lisboa, Edições Colibri, 1999.

• "A cartografia portuguesa dos séculos XV e XVI", in *História dos Descobrimentos e Expansão Portuguesa*, dirigida por Aurélio de Oliveira, Lisboa, Universidade Aberta, 1990.

MARQUES, Alfredo Pinheiro

• *A Cartografia dos Descobrimentos*, s. l., Edição Elo, 1994.

• "Pedro Nunes", in *Dicionário de História dos Descobrimentos Portugueses*, vol. II, Lisboa, Círculo de Leitores, 1994.

• *Origem e Desenvolvimento da Cartografia Portuguesa na Época dos Descobrimentos*, Lisboa, Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 1987.

MOTA, A. Teixeira da

• "Cartografia portuguesa dos Descobrimentos", in *Anais do Clube Militar Naval*, Lisboa, 1960.

RANDLES, W. G. L.

• "Pedro Nunes and the discovery of the loxodromic curve, or how, in the sixteenth century, navigating with a globe had failed to solve the difficulties encountered with the plane chart", in *Revista da Universidade de Coimbra*, vol. 35, Coimbra, 1989.

VENTURA, Manuel Sousa
• *Vida e Obra de Pedro Nunes*, Lisboa, Instituto de Cultura e Língua Portuguesa.

VERLINDEN, Charles
• "Quand commença la cartographie portugaise", in *Revista da Universidade de Coimbra,* vol. XXVII, Coimbra, 1979.

Notas

[1] V. Inácio Guerreiro, "A cartografia portuguesa dos séculos XV e XVI", in *História dos Descobrimentos e Expansão Portuguesa*, dirigida por Aurélio de Oliveira, Lisboa, Universidade Aberta, 1990, p. 200.
[2] V. Alfredo Pinheiro Marques, *Origem e Desenvolvimento da Cartografia Portuguesa na Época dos Descobrimentos*, Lisboa, Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 1987, p. 41.
[3] Idem, *ibidem*, p. 44.
[4] Idem, *ibidem*, p. 45.
[5] V. Luís de Albuquerque, "Breves considerações sobre o outro na cartografia portuguesa", in O *Confronto do Olhar. O Encontro dos Povos na Época das Navegações Portuguesas. Séculos XV e XVI*, coordenada por António Luís Ferronha, Lisboa, Editorial Caminho, 1990, p. 31.
[6] Idem, *ibidem*, p. 32.
[7] Idem, *ibidem*, p. 31
[8] Este aspecto é visível no planisfério dito de "Cantino", onde a península indochinesa é erradamente representada pela falta de informações ou incompreensão das mesmas devido às dificuldades linguísticas ou de conversão das medidas asiáticas em medidas portuguesas.
[9] A política desenvolvida pelos monarcas portugueses em relação ao território brasileiro é demonstrativa desta característica da cartografia portuguesa.
[10] V. Alfredo Pinheiro Marques, *op. cit*, p. 47.
[11] A crescente importância das viagens e da cartografia portuguesas acabaria por condicionar a "cartografia náutica das 'cartas-portulano'" e a "cartografia 'culta'" das edições dos códices de Ptolomeu durante o século XV. Os descobrimentos geográficos que destruíam os mitos do imaginário europeu em relação a vários locais do mundo, de que não se tinha noção da dimensão, foram os principais responsáveis pela "rápida" e necessária evolução que estes dois tipos de cartografia sofreram.
[12] V. Alfredo Pinheiro Marques, *op. cit*, p. 81.
[13] V. Luís de Albuquerque, *Os Antecedentes Históricos das Técnicas de Navegação e Cartografia na Época dos Descobrimentos*, Lisboa, Comissão para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1988, p. 18.
[14] Idem, *ibidem*, p. 9.
[15] V. J. Vicente Gonçalves, *Passos de Pedro Nunes ao Serviço do Rei*, Academia das Ciências de Lisboa, 1985, p. 39.
[16] V. João Cosme, "Pedro Nunes", in *História de Portugal dos Tempos Pré-Históricos aos Nossos Dias*, dirigida por João Medina, vol. IV, Amadora, Ediclube, 1995, p. 183.
[17] V. Alfredo Pinheiro Marques, "Pedro Nunes", in *Dicionário de História dos Descobrimentos Portugueses*, vol. II, Lisboa, Círculo de Leitores, 1994, p. 811.
[18] A publicação desta obra em Basileia, um dos pontos fundamentais de difusão das obras impressas na altura, leva-nos a concluir que seria muito difícil Mercator não ter lhe ter tido acesso.
[19] Idem, *ibidem*.
[20] V. W. G. L. Randles, "Pedro Nunes and the discovery of the loxodromic curve, or how, in the sixteenth century, navigating with a globe had failed to solve the difficulties encountered with the plane chart", in *Revista da Universidade de Coimbra*, vol. 35, Coimbra, 1989, p. 69.
[21] V. Luís de Albuquerque, *A Náutica e a Ciência em Portugal. Notas sobre as navegações*, Lisboa, Gradiva, 1989, p. 151.
[22] Idem, *ibidem*, p. 152.
[23] Idem, *ibidem*.
[24] Idem, *ibidem*, p. 153.
[25] Idem, *ibidem*.
[26] Idem, *ibidem*.
[27] Idem, *ibidem*, p. 154.
[28] Idem, *ibidem*, p. 156.
[29] V. Luís de Albuquerque, "Breves considerações sobre o outro na cartografia portuguesa", in O *Confronto do Olhar. O Encontro dos Povos na Época das Navegações Portuguesas. Séculos XV e XVI*, coordenada por António Luís Ferronha, Lisboa, Editorial Caminho, 1990, p. 33.

O Transporte de Passageiros em Portugal

Trabalho realizado por:
• *Élio Martins de Bastos Figueiredo*

Escola Náutica Infante D. Henrique
Departamento de Pilotagem

Devido a este trabalho ter sido entregue num cd interactivo, não foi possível editá-lo neste livro.

A Primeira Operação do Terço da Armada A Reconquista da Baía

Trabalho realizado por:
- *Rui Emanuel da Silva Filipe*
- *Nuno Miguel Drago Gonçalves*

Escola Naval
Departamento de Fuzileiros

Introdução

Os Fuzileiros tiveram ao longo da história, desde quando ainda denominados "Terço da Armada", um importante papel na defesa das costas ultramarinas tanto em combates navais como projectando o poder da força naval para terra agindo como tropas terrestres: "[...] do mar para a terra [...]".

Este trabalho visa, assim, após uma pequena introdução histórica, salientar a importância da existência de uma força desta categoria como parte de um poder militar, através de um relato acerca da primeira operação do "Terço da Armada da Coroa de Portugal" – a reconquista da baía de Todos-os-Santos.

1 – Criação do Terço da Armada da Coroa de Portugal



Infante do Terço da Armada.

O final do século XVI, para a história do Terço da Armada, foi como que a génese do mesmo, visto que foi nesta altura que se começaram a formar forças de carácter provisório, denominados "terços", que tinham a duração de alguns anos e que após as negociações de paz com Inglaterra (1604) foram reformados, deixando de haver permanentemente tropas organizadas em Portugal.

Em 1618, D. António de Ataíde, conde de Castanheira e Castro Daire, foi nomeado general perpétuo da Armada Portuguesa (cargo também designado por general de mar) com o intuito de combater o modelo de organizar armadas somente quando necessário, que provocava a estranheza entre os homens constituintes das guarnições. Estas reformas foram desde cedo suspensas por impossibilidade de o rei Filipe III de Espanha se deslocar a Portugal e por o na altura vice-rei, marquês de Alenquer, não se mostrar receptivo a esta ideia de se formar uma força de carácter permanente em Portugal. Em 1619, aquando da vinda de Filipe III de Espanha a Portugal, D. António de Ataíde aproveitou a ocasião para expor a sua proposta ao soberano, mas mais uma vez ela ficou suspensa – até 1621, altura da ascensão ao trono de Filipe IV de Espanha, que prontamente chamou a si D. António de Ataíde para discutir assuntos da Armada de Portugal.

Nasce assim, em 1621, o primeiro corpo de tropas designado "Terço da Armada da Coroa de Portugal", com carácter permanente, comandado por um mestre-de-campo, seguindo-se na cadeia hierárquica o sargento-mor e constituído por 10 companhias comandadas por capitães, que por sua vez eram constituídas por homens provenientes da região da Estremadura (litoral).

2 – Motivo da criação do Terço da Armada



"[...] do mar para a terra [...]"

Embora não houvesse na altura conflitos terrestres, continuava a ser necessário a formação todos os anos de armadas com a função de proteger a navegação ao longo da costa, aquando do regresso das províncias ultramarinas, de ataques de pirataria.

As intenções de D. António de Ataíde eram então a formação de um "terço" de homens pertencentes à Armada com carácter permanente (aproveitando a experiência de soldados mais antigos) e com organização definida, para guarnecer navios, proteger a navegação e ainda com a possibilidade de empregar esta força em terra, projectando o poderio da Armada "[...] do mar para a terra [...]".

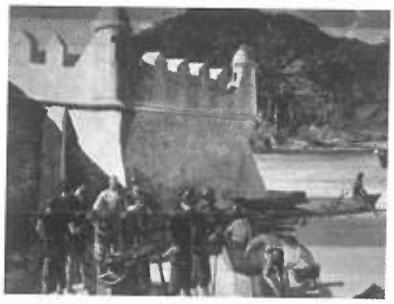
Assim, as funções iniciais do Terço da Armada eram a guarnição dos navios da Armada de Guarda Costa, para combate em situações de abordagem ou quando a proximidade do inimigo permitia o uso de armas portáteis. A sua necessidade era por isso amplamente justificada pela frequência com a qual eram atacados os nossos navios no regresso do ultramar.

3 – A conquista da baía de Todos-os-Santos pelos holandeses

A invasão holandesa de zonas estratégicas do Brasil deveu-se não só a uma guerra deste país com Espanha, mas também à luta pelo comércio livre.

No ano de 1621, os Holandeses fundaram a Companhia das Índias Ocidentais, prevendo um sucesso idêntico ao da Companhia das Índias Orientais, que teria como área de acção os continentes africano e americano.

A ocupação da baía de Todos-os-Santos constituía uma base de ameaça para as colónias espanholas, visto que se configurava como um ponto estratégico para atacar e aprisionar navios (transporte de prata do México e Peru) e impedir socorro a essas colónias.



Fortificações no Brasil.

Na Holanda, por esta época, todos sabiam que só seria possível conquistar essa capital, tão bem defendida por fortalezas bem guarnecidas, com uma poderosa força de combate. Por este motivo, em 1623, a Companhia das Índias Ocidentais equipou uma frota de 23 navios sob o comando do almirante Jacob Willekens e do vice-almirante Pieter Pieterszoon Hein, tendo como comandante-geral da tropa de desembarque Jan van Dorth, destinado ao posto de governador da conquista. Findo o aprontamento, fizeram sair a esquadra aos poucos da Holanda, reunindo-se em Março de 1624 em Cabo Verde, tendo como destino final a baía de Todos-os-Santos. Em 8 de Maio de 1624 a esquadra holandesa deu entrada na barra da cidade da Baía; porém, o governador Diogo de Mendonça Furtado, avisado antecipadamente a respeito da expedição, tratara de melhorar as fortalezas de Santo Agostinho e de Itapagipe para melhor proteger a cidade. O governador convocou gente do recôncavo e vizinhanças para se juntarem aos integrantes da tropa, sob o comando do capitão António de Mendonça, para a resistência da cidade. Com grande superioridade numérica e inegável capacidade militar e concreto conhecimento do país, os holandeses atacaram no dia seguinte, à alvorada do dia 9 de Maio de 1624, com fogo de artilharia projectado pelos seus navios, e, após breve resistência, os invasores anularam a oposição encontrada. Como consequência, as forças holandesas puderam desembarcar no dia 12 de Maio com alguma serenidade (visto que a débil defesa já havia sido dizimada pelos fogos de preparação), ressalvando a resistência do governador Diogo de Mendonça, que havia ficado com a sua família na cidade, onde a defendeu durante muito tempo a partir do seu palácio. Não obstante, foi preso com os poucos que com ele estavam e posteriormente remetido para a Holanda.

Por fim, após a conquista, os holandeses ainda conseguiram aprisionar algumas naus que pretendiam entrar na baía ignorando os acontecimentos.

4 – Motivos da aliança luso-espanhola

A notícia da conquista da Baía pelos Holandeses ao chegar a Madrid, em Julho de 1624, foi motivo de alarme, pois a ocupação da capital do Brasil representava, para além da perda de território, uma séria ameaça a todas as colónias espanholas no continente americano. Este território constituía uma base de ataque e aprisionamento de frotas de comércio e destruição de linhas de comunicação entre a metrópole e as colónias.

Para que o domínio holandês não se confirmasse era necessário recuperar o que havia sido perdido; e para esse efeito foi reunida uma força constituída por duas armadas, uma portuguesa e uma espanhola com numerosas forças de desembarque, cujo comando conjunto foi entregue a D. Fradique de Toledo, marquês de Valdueza, e o comando da portuguesa ao general D. Manuel de Menezes. Para além do Terço da Armada português, havia sido constituído ainda um terço de socorro como reforço.

A armada portuguesa partiu no dia 22 de Novembro de 1624 rumo a Cabo Verde, onde aguardou pela armada espanhola para aglutinação e de onde partiriam juntas para a Baía, onde, segundo relatos, chegaram a 29 de Março de 1625.

5 – A primeira operação do Terço da Armada – a reconquista da Baía

5.1 – Origens e causas da guerra

Portugal, colocado sob o domínio da Espanha desde 1580, teve necessariamente de lhe seguir a sorte nas guerras em que se envolveu, e, entre outras, a guerra de rebelião das Províncias Unidas. Atacada por tantos inimigos, geralmente nações marítimas, a Espanha viu-se obrigada a deixar à mercê dos adversários aquelas das suas possessões mais distantes, que menos lhe interessava defender.

Encontrava-se nestas condições o Brasil, com um reduzido comércio de açúcar e numa época em que as suas minas ainda não tinham sido descobertas. Todos os cuidados da Espanha, no que se referia às colónias da América, se encontravam no México e no Peru, cujas minas de ouro e prata eram uma fonte inesgotável de recursos para sustentar a guerra contra os seus poderosos inimigos.

Depois de uma luta prolongada contra a Espanha, na qual as Províncias Unidas obtiveram vantagens, tanto no mar como nas próprias colónias de Espanha, ajustou-se em 1609 uma trégua, mas de tal modo redigida, que não evitava a continuação das hostilidades contra as colónias de Portugal.

Os ataques às nossas colónias e ao nosso comércio do Oriente amiudaram-se, e os corsários holandeses redobraram também de actividade contra o comércio do Brasil, de tal forma que no ano de 1616 se conseguiram apoderar de 28 navios da sua carreira.

Os prisioneiros de um ou outro corsário que era apresado, conduzido à Baía, podiam ver o estado precário da sua defesa; voltando à Holanda, davam conta das suas observações, encarecendo a facilidade da sua ocupação e as vantagens que dela resultariam.

O espírito comercial dos holandeses compreendeu não só o valor político, mas também o económico-social da

ocupação do Brasil, que aliás se podia conseguir com relativa facilidade, pois em toda a sua costa apenas havia duas praças de alguma importância. Tomadas, fortificadas e guarnecidas estas praças, e estabelecidas depois algumas outras pequenas fortificações costeiras, poderia dominar-se todo o vasto território interior.

Havia, pois, da parte dos holandeses, um plano deliberado, repousando em informações obtidas durante a trégua e visando a posse das conquistas espanholas da América do Sul. Enquanto durou a trégua, navios holandeses tinham visitado os portos, examinando as suas condições, e reconhecido que entre a população havia um certo número de cristãos-novos, tão relacionados em Amesterdão como em Lisboa, quiçá por interesse com laços mais estreitos na primeira destas capitais. Por meio deles alcançaram os holandeses numerosas informações, itinerários, etc. Soube-se depois que a expedição de 1642, se não fora aconselhada, fora guiada pelas informações dos judeus da cidade.

Mas o que mais do que tudo facilitou a entrega do Brasil aos holandeses foram os erros do governo e o estado moral da colónia, onde a corrupção e o escândalo se desenfreavam com insolência.

5.2 – A escolha da Baía

Encerrada em 1621 a trégua de 12 anos (1609-1621) entre as Províncias Unidas e o reino da Espanha, a directoria da recém-fundada Companhia Holandesa das Índias Ocidentais (lançada em 23 de Junho de 1621, com um capital de sete milhões de florins) decidiu-se ir à luta.

Durante algum tempo a directoria da Companhia oscilou entre ocupar Pernambuco ou Salvador, até que decidiu enviar uma poderosa esquadra para a baía de Todos-os-Santos. De facto, ela era um soberbo logradouro natural para os barcos que vinham da grande travessia do Atlântico. A localização da cidade de Salvador, capital do Brasil, colónia desde a sua fundação por Tomé de Souza em 1549, fazia dela o ponto ideal para a articulação comercial com Luanda, na costa de Angola, do outro lado do Atlântico, como também dali facilmente se atingiam as demais capitanias do Nordeste e as do Sul do Brasil. Com a ocupação daqueles dois portos, o de Salvador e o de Luanda, os holandeses pensavam em controlar todos os vértices do comércio triangular açucareiro.

As Províncias Unidas detinham as principais empresas de refino do açúcar, o Nordeste produzia a cana-de-açúcar, enquanto de Luanda vinham as cargas de escravos para labutarem nos engenhos brasileiros. Salvador, que naquela altura não tinha mais de 1400 casas erguidas, fora as igrejas e mosteiros, não possuía, contando os seus arredores, uma população superior a 50 mil habitantes, número suficiente para que uma guarnição não muito numerosa de soldados holandeses pudesse dar conta. Portanto o assalto àquela cidade fazia que, como assinalou Joaquim Veríssimo Serrão:

1) Possibilitasse o passo decisivo para a conquista completa do Brasil;

2) Enfraquecesse o comércio ibérico em geral, especialmente no Atlântico Sul;

3) Fizesse de Salvador o ponto-chave, a sustentação estratégica do comércio holandês com as Índias, servindo como escala das frotas que cruzavam o oceano em direcção ao Índico.

Segundo também circulou à boca pequena naquela época, usaram os caminhos internos do Brasil para chegar às minas de prata do Potosi, nos Andes bolivianos (ideia que só poderia decorrer da falta de exactidão das informações geográficas de que os holandeses dispunham então).

5.3 – O assalto a Salvador



A cidade do Salvador, sitiada por terra e mar pelas tropas - hispano-luso-napolitanas

A grande frota holandesa de 24 barcos, 3300 homens e mais de 1000 canhões não poderia deixar os portos das Províncias Unidas sem despertar suspeitas. Imediatamente as autoridades ibéricas souberam que o seu destino era a costa do Brasil. Mas qual das cidades? Que porto haveria de atacar? Mandaram pois avisos a todos. O governador-geral do Brasil, Diogo Mendonça Furtado, há três anos no cargo, tomou as providências possíveis. Reforçou os muros, acelerou a construção de um pequeno forte sobre uma laje em frente a Salvador e alertou a quem pôde. No dia 8 de Maio de 1624, os navios inimigos, todos embandeirados e com os canhões pintados de vermelho-forte, flanaram pela baía de Todos-os-Santos a dentro. No seu comando vinha o almirante Jacob Willekens, mas quem iria brilhar na conquista de Salvador era o seu segundo, o almirante Pieter Hein (que mais tarde, em 1628, se iria celebrizar pela captura em Cuba de uma frota espanhola inteira carregada com prata mexicana). No dia seguinte, 10 de Maio, os holandeses, comandados pelo coronel Van Dorth, depois de terem disparado umas canhonadas, desembarcaram as suas forças e, para sua completa surpresa, quase não encontraram resistência.

5.4 – O pânico geral

Apesar de o governador-geral Mendonça Furtado ter disposto bem as tropas para a defesa, o incêndio dos navios lusos que estavam ancorados e os estrondos dos pelouros lançados pelas canhonadas dos holandeses provocaram o pânico entre as milícias. Mal viram os fuzileiros bravos desembarcar, saíram em disparada para os matos vizinhos sem sequer disparar um só tiro. O governador-geral tentou entrincheirar-se no palácio, mas foi inútil. A partida do bispo D. Marcos Teixeira, na noite anterior, desfizera qualquer esperança de resistência por parte da população

restante. Cegos de medo, como observou o padre Vieira, "não vendo quanto se infamavam a si e a todo Portugal, desampararam totalmente a cidade, fugindo cada um por onde pôde, deixando todos suas casas e fazendas, e muitos, para mais ligeireza, as próprias armas" – tomados pelo "pavor etiam auxilia formidat" (carta ao geral da Companhia de Jesus de 26 de Setembro de 1626). O governador-geral, juntamente com o seu filho e mais alguns oficiais, foi aprisionado pelos holandeses e mandado para bordo dos navios que estavam ancorados ao largo. Em seguida remeteram Mendonça Furtado preso para as Províncias Unidas.

5.5 – A jornada dos vassalos

Enganaram-se os directores da Companhia Holandesa das Índias Ocidentais ao estimarem que não haveria grande reacção da parte dos reinos ibéricos caso a Baía fosse tomada pelos holandeses.

Em Julho chega a Madrid a notícia da ocupação da Baía. Grande foi o alarme que produziu, não tanto pela perda, em si, da capital do Brasil, mas porque a sua ocupação pelos holandeses representava uma ameaça a todas as colónias espanholas da América. Era uma base avançada, estabelecida pelo inimigo no nosso próprio território, da qual com mais facilidade podia desferir os seus golpes contra os dispersos e pouco defendidos territórios do seu adversário, e em particular contra o seu comércio marítimo.

Imediatamente se resolveu em conselho pleno de estado e guerra o apresto de duas poderosas armadas, uma em Espanha e outra em Portugal, com um corpo entre 8 e 12 mil homens de tropas, devendo ouvir-se a tal respeito a D. Fradique de Toledo como já predispondo-o ao mando delas. Não só concorriam a Espanha e Portugal, mas também os demais Estados subordinados à Coroa.

Em 7 de Agosto escrevia el-rei aos governadores de Portugal:

"Houve por bem de resolver, que da armada do mar oceano se ajunte a maior força que for possível, ficando só para a guarda da costa 10 ou 12 navios, e que os mais hão de ir ao Brasil, levando para a empresa 3000 infantes. E que nessa coroa se ajunte toda a maior força que puder ser, com pressuposto que há-de estar tudo prestes para 20 deste presente mês."

Enquanto não partia a armada, dispunha-se a remessa de mais prontos socorros. Mandava-se ao governador do Maranhão, Francisco Coelho de Carvalho, que ia em caminho, que se detivesse em Pernambuco com a gente que levava, e a Martim de Sá, governador do Rio do Janeiro, que acudisse com a gente e mantimentos que pudesse.

As primeiras ordens de partida dadas a D. Fradique de Toledo eram efectivamente para 20 de Agosto. As duas armadas deviam reunir-se em Lisboa e daqui partirem juntas. Da parte da Coroa de Portugal havia uma dificuldade, devida a que, na ocasião, a nossa armada andava sobre as ilhas dos Açores, esperando dar guarda às naus que da Índia neste tempo costumavam aportar a Lisboa. Sua Majestade ordenava que se fizessem extremos e se pusesse a armada a ponto de navegar, ainda que a da guarda das naus se detivesse com elas.

5.6 – Preparação das armadas

Os governadores empregaram todos os seus esforços no aprontamento de navios, artilharia, munições, armas, mantimentos e gente, despedindo capitães para as províncias do reino, a fazerem gente de guerra, e outros oficiais aos portos marítimos, a alistarem a gente do mar, dividindo entre si o trabalho, tomando o conde D. Diogo da Silva o cuidado do que pertencia ao apresto do mar e D. Diogo de Castro o que dependia da terra.

O conde de Miranda, Diogo Lopes de Sousa, governador da Casa do Porto, reuniu 10 navios, providos de gente de mar e guerra, munições e mantimentos, com o que muito se adiantou à armada. Destes 10 navios, 3 vinham de Viana do Lima, com 300 homens de mar e guerra, e chegaram todos reunidos a Lisboa sob o comando de Tristão de Mendonça Furtado.

Durante o mês de Agosto partiram por três vezes socorros de gente, armas, munições:

1) Em duas caravelas, a 8, para Pernambuco, 120 homens;

2) Em três caravelas, pouco depois, D. Francisco de Moura, levando 150 homens;

3) A 19, no navio *Nossa Senhora da Penha de França*, Salvador Corrêa de Sá, com 80 homens.

Um quarto socorro de 130 homens foi a Angola, no navio *Nossa Senhora do Desterro*, com Bento de Banha Cardoso.

Nobres, prelados, fidalgos e mercadores, quantos algo tinham, acudiram espontaneamente com oferecimento de dinheiro ou serviços para a necessidade, facilitando muito a acção das autoridades. Todo o subsídio em dinheiro que deram os portugueses para o apresto da armada montou a 234 300 cruzados.

Foi tal a pressa que se deu à expedição, que, chegando a 27 de Setembro a armada que esperava nos Açores as naus da Índia, 40 dias depois se fez a ponto de navegar uma armada de 26 velas e mais de 4000 homens de mar e guerra. Era seu general D. Manuel de Menezes, tão célebre então pelo nascimento, pelo valor e por outras virtudes como depois pelas desgraças, tão respeitado pela ciência como temido pela severidade da índole fleumática. Arvorava a sua insígnia no galeão *S. João*.

O almirante da armada era D. Francisco de Almeida, igual nas acções ao apelido, embarcado no galeão *Santa Ana*, ao mesmo tempo que era mestre-de-campo do terço da armada. Por sua vez foi António Moniz Barreto, estimado pela intrepidez no ânimo e pela suavidade da índole, o mestre-de-campo de um outro terço que se levantou, denominado "de socorro", embarcado no galeão *Conceição*. Cada um dos terços compunha-se de 1900 infantes.

Enquanto se preparavam as armadas, os holandeses iam também por sua parte recebendo alguns reforços, e, como possuíam o domínio indisputado do mar, utilizavam-no entregando-se à guerra contra o nosso comércio.

Dava-se grande pressa à armada, principalmente porque havia notícia de que na Holanda se preparava um grande socorro que, a chegar primeiro que o nosso, asseguraria por completo o domínio do mar e a ocupação em terra ao inimigo, tornando depois muito mais difícil a sua expulsão. As ordens de Castela para que se não demorasse a armada de Portugal eram insistentes. Pensavam mesmo os espanhóis em seguirem sós, se os portugueses não estivessem preparados a tempo, mandando el-rei escrever aos condes governadores "que atendessem com a maior prontidão ao mais breve expediente, porque em chegando a Lisboa D. Fradique, se não achasse lesto D. Manuel, partiria sem ele, com que ficariam faltando os portugueses em negócio tanto seu, a despesa perdida e o sucesso mais duvidoso".

Um tal aperto dava cuidado aos governadores, tanto mais que em carta de 13 de Setembro se dizia estar a armada de Castela pronta a navegar, esperando-se apenas o aprontamento da Coroa de Portugal.

Chegou a tal ponto a desconfiança que em outra carta, de 28 de Setembro, acabava por decidir el-rei que "determinando-se D. Fradique a não esperar os atrasos da armada de Portugal, lhe mandassem de Lisboa pilotos, contramestres e guardiães e homens práticos da costa do Brasil, para os partir pelos navios da sua armada".

Pouco depois mudavam em Madrid as opiniões sobre o local de concentração das armadas. A 19 de Outubro considerava-se não ser tão conveniente entrar D. Fradique com a sua armada no porto de Lisboa, pelo dano que ambas ali podiam ter, mas que, saindo a armada de Portugal, demandasse o cabo de S. Vicente, onde acharia a de Castela.

À medida que o tempo passava, reconhecia-se que o apresto da armada de Castela se tornava mais demorado, e então, a 28 de Outubro, reiterava Sua Majestade as mesmas ordens, e insistia em que, se a armada portuguesa não achasse a espanhola no cabo de S. Vicente, prosseguiria para Cádis, e aí esperaria D. Fradique.

Finalmente a armada de Portugal ficou pronta a navegar muito antes da de Castela, partindo D. Manuel de Menezes de Lisboa. Ao todo eram 22 navios designados de forma diferente conforme as autoridades. Segundo o almirante Brito Freire, que escreveu em 1675, seriam 9 galeões, 5 navios e 8 navios menores, além de 4 embarcações com apetrechos e mantimentos que não se conseguiu acomodar nas naus, que continham muito material pessoal dos fidalgos.

A armada de Castela não era de menos aparato, antes superior em naus, gente e experiência, conduzindo muitos cabos e soldados veteranos, tão exercitados nas acções de terra como nos conflitos do mar. Esta armada era composta por 30 navios de guerra, entre galeões, naus e urcas, além de 8 patachos e caravelas. Reuniram-se em Cádis 16 navios de Castela, 4 da Biscaia, comandados por Martim Vallecilla, 6 de Quatro Vilas, sob o comando de Francisco de Azevedo, e finalmente 4 da esquadra que formou o duque de Osuna, e que se chamou de Nápoles, comandada por Francisco de Ribera.

Era general da armada, como se disse, D. Fradique de Toledo Osório, marquês de Valdueza, e mestre-de-campo-general, o marquês de Cropani.

As duas armadas reunidas, a portuguesa e a espanhola, formavam uma armada de 52 navios de combate, com 1185 peças de artilharia e 12 566 homens, dos quais cerca de 4000 eram portugueses. A artilharia da armada portuguesa compunha-se de 310 peças, com o municiamento de 2504 pelouros redondos e de cadeia, mosquetes e arcabuzes, 2 510 800 quintais de pólvora e material para fortificação e para conserto de navios.

5.7 – Partida das armadas com destino à Baía

Como foi dito, as duas armadas deviam reunir-se em Lisboa, tendo o conde-duque aprazado a partida para 20 de Outubro. Como, depois de aprestada e provida a portuguesa, a de Castela não o estava, e por não ser prudente ir para Cádis, partiu a armada portuguesa para Cabo Verde a 22 de Novembro com a ordem de esperar a de D. Fradique. A 19 de Dezembro a armada portuguesa tomou as ilhas de Cabo Verde, devido ao mau tempo; o galeão *Conceição* afastou-se do restante da armada a 14 e foi encalhar nos baixos de Santana, junto à ilha do Maio, onde se perdeu, salvando-se parte da gente – e morrendo apenas os que se precipitaram em abandoná-lo, ao todo 140.

Cinquenta e dois dias esteve a armada em Cabo Verde esperando a espanhola. Esta tentou sair de Cádis a 5 de Dezembro, mas um temporal obrigou-a a voltar ao porto, onde esperou pacientemente 40 dias.

A 4 de Fevereiro, segundo Duro, ou a 6, segundo Brito Freire, avistaram-se reciprocamente as duas armadas. Assumiu D. Fradique o comando geral das forças, celebrou logo conselho de guerra e deu instruções gerais para a navegação e combate.

De Cabo Verde se fizeram as armadas à vela em 11 de Fevereiro, e a 29 de Março, véspera de Páscoa da Ressurreição, surgiram na boca da baía, ao nordeste do Forte de Santo António.

A seis léguas da baía se mandou reconhecer a terra e tomar língua. Da torre de Garcia de Ávila chegou aviso a caravela aos generais da armada, do estado em que o inimigo se encontrava e do valor mais aparente que real da sua fortificação, do que da sua preocupação em cuidar da defesa.

Ao primeiro aparecimento da armada, cada uma das partes imaginou ser a da sua nacionalidade, que esperava, mas, ao aproximar-se e fundear, todos reconheceram que era a prometida da corte católica.

Embora D. Fradique tivesse o mando supremo das armadas, contudo, os portugueses, com D. Francisco de Moura, deviam obediência directa a D. Manuel de

Menezes, conforme uma carta d'el-rei, de 29 de Outubro, para D. Francisco.

Apesar da viciosa organização do comando e da rivalidade que existia entre portugueses e espanhóis, a operação foi coroada de êxito, o que, se em parte se deveu a causas estranhas ao valor guerreiro da expedição, não deixou contudo de ter como importante factor o bom entendimento dos chefes e a vontade de vencer que a todos animava.

5.8 – O desembarque das armadas

Depois de reconhecer o exterior da praça, D. Fradique convocou o conselho de guerra de ambas as armadas, ao qual assistiu D. Francisco de Moura, e propôs desembarcar 3000 homens, deixando a bordo as forças principais a fim de interceptar os socorros que o inimigo esperava, mas, cedendo às observações de alguns generais, resolveu que se desembarcassem 4000 homens, sendo 1500 portugueses, dos terços de D. Francisco de Almeida e António Moniz Barreto, 2000 castelhanos, sob os mestres-de-campo D. Pedro Osório e D. João de Orelhana, e 500 napolitanos, sob o comando do marquês de Tornecusa. A estas forças deviam juntar as do nosso arraial: 1400 portugueses, que consigo tinham D. Francisco de Moura, e 400 índios de arco e flecha.

Na mesma tarde entrou a armada para dentro da baía, fundeando em curva, aproximadamente na direcção noroeste-sueste, em uma linha dupla, com as capitanias ao centro e à direita a esquadra de Portugal. Ficou deste modo fechada a saída à frota inimiga, que se encontrava dentro do porto, composta de 25 navios, a qual se viu obrigada a coser-se com a terra, buscando o abrigo da artilharia dos fortes.

Ao amanhecer do domingo de Páscoa começou o desembarque, sem resistência por parte do inimigo. No desembarque empregaram-se os barcos dos engenhos, cada um dos quais conduzia uma companhia. Posta a gente em terra, com D. Fradique, logo se lhe juntou D. Francisco de Moura, ficando D. Manuel de Menezes com as armadas. Também foi conduzida para terra alguma artilharia, para armar as baterias, que em seguida se começaram a construir, ao mesmo tempo que se ocupavam as alturas dominantes e se preparava o ataque à cidade por cinco pontos diferentes, nos quais as forças se concentraram:

1) O Quartel do Carmo, onde assistia D. Fradique, com parte dos terços de António Moniz Barreto e D. João de Orelhana;

2) O sítio das Palmeiras;

3) Um morro que seguia para a banda de S. Bento;

4) Quartel de S. Bento, muito importante, onde assistia o mestre-de-campo-general, marquês de Cropani, com os terços de D. Francisco de Almeida, de Osório e do marquês de Tornecusa;

5) A costa esquerda, onde D. Manuel de Menezes, com a sua gente, fez três plataformas para baterem a frota inimiga.

5.9 – Ataque geral por mar e por terra

A indústria de D. Manuel de Menezes deveu-se ao fácil abastecimento das tropas que operavam em terra, achando desembarcadouro e caminho da marinha a S. Bento.

Os holandeses dispunham, segundo as informações de D. Francisco de Moura, de 2500 homens e 180 peças, e tinham mantimentos e munições para seis semanas. Os seus navios estavam ancorados à sombra de três redutos construídos na marinha e tinham metido a pique três navios, por fora dos 25, para impedir que os nossos os fossem abordar. Toda a artilharia das presas fora assestada nas baterias dos fortes construídos de novo e nas dos antigos, reparados ou melhorados.

Eram, ao todo, 92 bocas-de-fogo que o inimigo tinha montado em terra. Nas ruas da cidade fizeram fortes trincheiras, em algumas das quais colocaram artilharia, na praia assestaram 20 peças, em lugares acomodados ao nosso dano fizeram 7 baluartes de terra.

No mar tinham 22 navios às presas, dos quais 6 de guerra, de 600 a 700 toneladas, e alguns deles armados com 30 a 40 peças de ferro e de bronze.

Segundo afirma Guerreiro, as suas intenções eram embarcarem toda a gente nos navios que tinham no porto, e fazerem-se ao mar, levando toda a fazenda possível, e deixando a praça aos nossos; tudo porém lhes impediu o bloqueio apertado das nossas armadas.

Ameaçados por tantas forças, assim por terra como por mar, resolveram concentrar as suas, abandonando os fortes de Monserrate e de Aguado de Meninos, que os nossos ocuparam, ficando assim com um porto adequado ao desembarque de tropas, e principalmente de artilharia, no que até então houvera dificuldade. Ao mesmo tempo começavam os nossos recebendo socorros do interior.

No dia 6 acercou-se a armada da praça, a tiro de canhão da cidade, sofrendo o fogo vivo das obras da defesa e batendo estas e os navios holandeses dentro do porto, no que fez bastante dano a umas e a outros. Aproximavam-se os nossos por terra cada vez mais das linhas inimigas, batendo-as dia e noite.

Prepararam os holandeses dois ou três brulotes para lançarem contra as nossas capitanias, que estavam ancoradas a muito curta distância. Pretendiam eles anteciparem-se com os brulotes à nossa ronda das chalupas, que se mandava fora saber se havia algum movimento. Ao mesmo tempo que despediam os brulotes, lançavam muitas bombas e foguetes, para estabelecerem alguma confusão entre os nossos. Mas estes, divisando as velas, entenderam que os inimigos levavam aqueles navios de fogo para poderem escapar-se na confusão, e logo se levou toda a armada, seguindo todos os navios o general de Portugal, que à pressa se embarcou.

Descobertos a tempo os brulotes antes de atracarem, e quando se dirigiam às capitanias de Portugal e do estreito,

o primeiro encalhou numa cabeça de areia, quando ameaçava já de perigo quase inevitável aqueles navios, correndo o segundo para as almirantas de D. Francisco de Almeida e Roque Centeno. Esta disparou com tanta felicidade uma peça que fez estalar a máquina antes de tempo. Acudiram as chalupas a afastá-las com diligência e oportunidade, passando uma tão próximo da almiranta do estreito que ficaram chamuscados alguns dos seus marinheiros.

A esta tentativa de ataque com os brulotes quiseram alguns dos nossos, induzidos pelo marquês de Cropani, corresponder, abrasando alguns dos navios inimigos. Estando o negócio resolvido, contrariou-o D. Manuel de Menezes, que sobre o assunto escreveu a D. Fradique, considerando a operação arriscada e com poucas probabilidades de êxito, por ser oposição da lua, e estar o inimigo prevenido, enquanto por outro lado julgava mais seguro afundá-los com a artilharia.

Concordou D. Fradique e, de facto, começaram os nossos navios a bater os contrários, mas com fraco resultado, preocupando sempre os nossos o receio de alguma tentativa com navios de fogo. Para prevenir ataques desta natureza, andava de ronda todas as noites uma nova guarda de 12 chalupas, prontas a dar-lhe forte com ancorotes que traziam.

Como os navios inimigos se encontravam fundeados cosidos com a terra, para dentro do Forte de S. Marcelo, reconheceu-se que era preferível estabelecer em terra as já referidas baterias ou plataformas para os bater. Foi o que fizeram D. Manuel de Menezes e D. Martim Vallecilla, colocando em lugares acomodados, opostas à direita da linha inimiga, três plataformas, que jogavam 16 peças, e das quais se batiam os navios holandeses e parte da cidade, e com tal fortuna que em uma tarde lhes lançámos dois navios a pique, e outros se seguiram, até ao número de sete, incluído a capitania.

Por terra, o cerco apertava-se cada vez mais, a ponto de em algumas estâncias apenas mediar entre os adversários a distância da cava que a uns e outros servia de resguardo.

A 14 chegava Salvador Corrêa, enviado por seu pai, governador do Rio de Janeiro, com 200 homens e mantimentos, em duas caravelas e quatro canoas remadas por índios, havendo percorrido ao longo da costa umas 400 léguas. De Pernambuco chegou também, como foi dito, D. Jerónimo de Albuquerque Maranhão, com alguns socorros.

Tinha o inimigo lançado contra nós 2510 balas e recebido 4168, segundo as contas de Guerreiro. Já a 19, as tropas francesas e alemãs ao serviço do inimigo pretendiam capitular, reconhecendo a sua inferioridade em terra e a impossibilidade de se escaparem nos navios. A nossa artilharia sobrepunha-se à sua e os seus navios iam sendo afundados. Por alguns que se passaram ao nosso campo se soube da desconformidade que havia entre os soldados das diferentes nacionalidades.

Restava a esperança da armada de socorro, único meio de contrastar a nossa superioridade, quando fosse em força suficiente para o conseguir. Mas já a este tempo a desunião dos chefes mais difícil tornava a resistência. Em resultado de um motim militar tinha sido deposto o general Guilherme Schouten e substituído pelo capitão Kijf, homem dado a bebidas espirituosas, ao mesmo tempo que era resolvida a entrega da cidade.

5.10 – A capitulação



A reconquista da Bahia (tela de Juan Bautista Maino, 1634)

A 28 de Abril, quando portugueses e espanhóis escalavam um dos baluartes, os de dentro pediram capitulação. Convocados conselhos de uma e outra parte, pretenderam os holandeses sair da praça com honras de guerra, mas D. Fradique negou-lhas e eles vieram a aceitar as condições que lhes ditou o vencedor, entre as quais figuravam:

1) A entrega da cidade com toda a artilharia, armas, munições, apetrechos, abastecimentos e navios que estivessem no porto;

2) Dinheiro, jóias, utensílios e escravaria;

3) Restituição dos prisioneiros;

4) O compromisso de não tomarem armas contra a Espanha até chegarem à Holanda.

No dia 1 de Maio evacuaram os holandeses a cidade para bordo de embarcações que os deviam levar à Holanda, com mantimentos para três meses e meio.

Eram 1912 homens de mar e guerra, entre holandeses, ingleses, alemães e alguns franceses, e 600 negros. Os mortos nas baterias excederam 300. Da frota que tinham no porto, restavam em bom estado 2 patachos e 6 navios, que foram os aprestados para conduzir os vencidos. Os carregamentos preciosos resgataram em parte as despesas da expedição.

Segundo Guerreiro, os troféus da vitória foram 219 peças de artilharia, 21 navios, dos quais apenas 6 podiam flutuar, 1000 quintais de pólvora, muitas munições, abastecimentos e armas.

Conclusão

Em suma, mostrou-se, através do relato dos acontecimentos durante a reconquista da baía de Todos-os-Santos, que o Terço da Armada teve um papel determinante na manobra ofensiva das forças aliadas luso-espanholas.

Justificou-se assim a sua criação com carácter permanente, que, caso não o fosse, seria mais difícil e morosa a reacção à investida holandesa em terras americanas, que eram de importância fulcral para os portugueses e espanhóis devido às riquezas que daí provinham.

Glossário

Aprontamento – acto ou efeito de aprontar.
Urca – antiga embarcação portuguesa muito bojuda.
Bojudo – que tem grande bojo.
Bojo – parte convexa e arredondada de um objecto.
Patacho – embarcação ligeira de dois mastros e mastaréu de joanete no mastro da proa.
Arcabuz – antiga arma de fogo, de cano curto e largo.
Brulote – pequena embarcação, carregada de matérias inflamáveis ou explosivas a que se lança fogo para incendiar navios inimigos.
Almiranta – nau em que vai o almirante.
Ancorote – de âncora.
Escravaria – quantidade de escravos.

Bibliografia

MATOS, Gastão de Melo de, "Notícias do Terço da Armada Real", in *Anais do Club Militar Naval.*
MATOS, Semedo de, "O Terço da Armada da Coroa de Portugal (1621). Novas informações sobre a sua criação", Academia de Marinha.
SOUSA, Afonso Botelho, "Perda e restauração da Baía – 1624-25", in *Anais do Club Militar Naval.*
SOUSA, Afonso Botelho, "Subsídios para a história das guerras da Restauração", in *Anais do Club Militar Naval.*
MINISTÉRIO DA MARINHA, *História Naval Brasileira*, vols. I e II.

Estudo da Corrosão de Ligas Metálicas em Ambiente Marinho e sua Protecção

Trabalho realizado por:

• *Bruno Luís Carralas Antunes*

Universidade Nova de Lisboa
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Ciências dos Materiais

Resumo

Por necessidades militares no que toca a resistência e fiabilidade estrutural, os navios existentes numa marinha de guerra são na sua maioria feitos em casco de aço, havendo também alguns em alumínio para aplicações menos exigentes. No entanto, estes materiais têm uma enorme tendência a corroer, principalmente no seu meio de serviço, as águas do mar. Para reduzir este fenómeno há muito que se desenvolveram técnicas de protecção como a pintura e a protecção catódica nas suas várias formas.

No caso da Marinha de Guerra Portuguesa usam-se vários esquemas de pintura que isolam o casco do contacto directo com a água, complementado com um sistema de protecção catódica por ânodos de sacrifício, o qual se apresenta à primeira vista como a solução mais fiável, tendo em conta as condições existentes.

Com o intuito de melhor compreender o comportamento do sistema de protecção catódica aplicado, foi efectuada uma pesquisa pelos arquivos da Marinha de forma a quantificar as necessidades reais de ânodos para protecção eficaz. Em paralelo foram imersos vários provetes representativos dos diferentes materiais do casco e dos esquemas de pintura aplicados, contendo ânodos de zinco, de forma a simular a protecção galvânica que ocorre nos navios e a verificar o dimensionamento dos sistemas de protecção catódica para cada classe de navios. Foram ainda efectuados ensaios com provetes, carentes de qualquer protecção catódica ou por pintura, numa tentativa de simular a condição limite em que todos os sistemas de protecção falharam para determinar a taxa de corrosão ao longo do tempo das chapas expostas directamente ao ambiente corrosivo.

Os resultados obtidos são de grande utilidade para a Marinha Portuguesa porque são dados específicos para os materiais e para o meio onde actua essa instituição.

Introdução

Um sistema de protecção catódica é um suplemento à protecção oferecida pela pintura. A pintura actua como uma barreira à troca iónica entre o electrólito (água salgada no caso estudado), mas é uma barreira imperfeita, já que a troca iónica não é completamente interrompida, e por isso precisa de ser complementada com um sistema de protecção catódica, que pode ser por ânodos de sacrifício ou por corrente impressa.

Os sistemas de corrente impressa utilizam uma fonte de energia externa para estabelecer um circuito eléctrico em que o cátodo é o casco do navio e o ânodo é um material onde se vai dar a reacção catódica, e pode ser consumível ou não.

No sistema de protecção catódica por ânodos de sacrifício aproveita-se o fenómeno que se dá quando se faz uma conexão eléctrica entre metais diferentes, inseridos num meio condutor. Forma-se uma pilha espontânea sendo o ânodo corroído. A tabela seguinte mostra quais os metais com maior e menor apetência para corroerem em água do mar.

Sentido da diminuição dos potenciais de redução (série electroquímica)	
↓	**Mais catódico ou resistente à corrosão**
	Ouro
	Grafite
	Prata
	Aço inox (passivado)
	Bronze
	Aço inox (activo)
	Ferro ou Aço
	Alumínio
	Zinco
	Magnésio
	Mais anódico ou propenso a corroer

Tabela 1 – Série galvânica na água do mar[1].

Não é uma tabela exaustiva mas permite verificar que se a intenção for proteger o aço, existem três metais teoricamente capazes disso, mas as ligas com interesse prático são as de zinco e alumínio, sendo o zinco mais usado, por ter provas dadas, apesar de se terem vindo a desenvolver ligas de alumínio com propriedades tão boas ou melhores que as do zinco.

A Marinha de Guerra Portuguesa utiliza os ânodos de zinco, e quando pretendia fazer o dimensionamento de um dos seus sistemas de protecção catódica tinha que se basear em dados que existem na literatura, mas são um pouco vagos. As equações usadas são as seguintes:

$$\text{Corrente } [A] = \frac{\text{Área protegida } [m^2] \text{ x Densidade de corrente } [mA/m^2]}{1000}$$

$$\text{Peso } [Kg] = \frac{\text{Corrente } [A] \text{ x Tempo de vida } [anos] \text{ x } 8760}{\text{Capacidade do material } [A*h/Kg]} \quad 2$$

Com elas pretende-se calcular a massa de ânodos necessária para proteger eficazmente o casco de um navio durante determinado tempo, mas a variável densidade de corrente é uma incógnita que aparece na bibliografia como

um intervalo de valores e que pode depender de muitos factores difíceis de determinar e quantificar. É essa incógnita que se pretende determinar para os navios da frota da Marinha Portuguesa, usando os dados relativos a perda de peso dos ânodos existentes no seu arquivo.

Paralelamente efectuou-se um estudo sobre a taxa de corrosão de alguns materiais usados na construção naval, e serão apresentados alguns resultados. A equação usada para determinar a taxa de corrosão é a seguinte:

$$\text{Taxa de corrosão } [mm/ano] = \frac{3{,}65 \times \text{Perda de peso [mg]}}{\text{Densidade do material [g/cm}^3\text{]} \times \text{Área [cm}^2\text{]} \times \text{Tempo [dias]}} \quad (3)$$

Metodologia

De forma a determinar a densidade de corrente que cada navio necessita, foram recolhidos dados relativamente ao desgaste dos ânodos e ao tempo de permanência do navio dentro de água, que originou esse desgaste.

Foram colocadas amostras nas águas da base naval com o objectivo de verificar o comportamento dos ânodos de zinco utilizados sobre diferentes amostras pintadas e não pintadas de diferentes materiais. Esta experiência teve como objectivo fornecer dados para comparar com os obtidos com a pesquisa anteriormente descrita e ao mesmo tempo verificar se os ânodos utilizados estariam realmente a ser ânodos, já que surgiram casos de navios em que os zincos usados não tinham sofrido qualquer desgaste, e próximo dos ânodos existiam regiões do navio com desgaste acentuado.

Nesta experiência usaram-se amostras com 50x50 cm. A tabela seguinte apresenta as combinações efectuadas.

Nome	Material	Faces revestidas	Espessura de chapa [mm]	Local de colocação do zinco
A1	Aço	0	5,2	Não
A2	Aço	0	5,2	Não
A3	Aço	0	5,2	Sim
A4	Aço	0	5,2	Sim
A5	Aço	1	5,2	Sim
A6	Aço	2	5,2	Sim
A7	Aço	2	5,2	Não
A8	Aço	1	5,2	Sim
A9	Aço	2	5,2	Sim
L1	Alumínio	0	3,6	Não
L2	Alumínio	0	3,6	Não
L3	Alumínio	0	3,6	Sim
L4	Alumínio	0	3,6	Sim
L5	Alumínio	1	3,75	Sim
L6	Alumínio	2	3,75	Sim
L7	Alumínio	2	3,8	Não
L8	Alumínio	2	3,7	Sim
L9	Alumínio	2	3,75	Sim
S1	Aço inox	0	5,1	Sim
S2	Aço inox	0	5,1	Não

Tabela 2 – Características das amostras para testar os ânodos de zinco.

Para calcular a taxa de corrosão dos materiais usados [4] foram imersas diversas amostras na jangada de ensaios do Arsenal do Alfeite. A algumas amostras foram sendo removidos periodicamente os produtos de corrosão e a matéria orgânica, de forma a não haver acumulação, e dentro dessas, um pequeno grupo foi pesado periodicamente, sendo os restantes grupos pesados após 2, 4 e 6 meses. Outros grupos de amostras só foram perturbados ao fim dos 2, 4 e 6 meses.

As amostras foram colocadas na água sem sofrerem nenhum acabamento superficial.

As amostras usadas tinham 10x10 cm, num total de quinze amostras para cada material. As condições a que foram sujeitas foram as seguintes:

- As amostras 13 e 14 foram limpas e pesadas periodicamente.
- As amostras 1 e 2 foram limpas periodicamente e pesadas ao fim de dois meses.
- As amostras 7 e 8 não foram perturbadas e foram pesadas ao fim de dois meses.
- As amostras 3 e 4 foram limpas periodicamente e pesadas ao fim de quatro meses.
- As amostras 9 e 10 não foram perturbadas e foram pesadas ao fim de quatro meses.
- As amostras 5 e 6 foram limpas periodicamente e pesadas ao fim de seis meses.
- As amostras 11 e 12 não foram perturbadas e foram pesadas ao fim de seis meses.
- A amostra 17 foi colocada durante o decorrer dos ensaios. A esta amostra foi retirada a camada superficial de corrosão, ou óxido protector (dependendo do material) que todas as outras amostras apresentavam, com o objectivo de verificar se haveria diferenças na taxa de corrosão devido a esse tratamento superficial.

Resultados

Recolha e tratamento de dados relativos ao consumo de ânodos sacrificiais

Tipo navio	Classe navio	Área mergulhada (aproximada)[m²]	Taxa de consumo media [kg/dia]	Desvio padrão	Máximo [kg/dia]	Mínimo [kg/dia]
Corveta	FC's"Batista de Andrade"	972	0,3453	0,1363	0,4802	0,2077
	FC's"João Coutinho"	972	0,3996	0,2230	0,9191	0,1472
Fragatas	FP's "Vasco da Gama"	1756	0,7117	0,4082	1,3157	0,4586
	FP's"COMte João Belo"	1476	0,6126	0,2685	1,1561	0,3293
Lanchas de desembarque	L.D. Grandes	870	0,1689	0,1176	0,3167	0,0747
	L.D. Médias	116	0,0702	0,0176	0,0971	0,0407
	L.D. Pequenas	63	0,0686	0,0050	0,0722	0,0651
Lanchas de fiscalização	LFP's "Albatroz"	125	0,0758	0,0312	0,1505	0,0298
	LFP's "D. Aleixo"	155	0,1062	0,0265	0,1334	0,0718
Patrulhas	PC's "Cacine"	385	0,1760	0,0878	0,3613	0,0627
	PC's "Limpôpo"	385	0,1438	0,0765	0,2802	0,0666

Tabela 3 – Taxas de consumo de ânodos de zinco de navios de diversas classes.

O valor de taxa de consumo já é suficiente para efectuar um dimensionamento. É uma taxa de consumo geral e não tem em conta regiões do casco do navio que necessitem de maior protecção. Por isso a proporção de ânodos nas diferentes zonas do navio deve ser mantida.

Os valores correspondentes à tabela anterior, mas desta vez em densidade de corrente, são apresentados na tabela seguinte:

	Densidade de corrente média [mA/m²]	Densidade de corrente máxima [mA/m²]
FC´s "Batista de Andrade"	12,14	16,88
FC´s"João Coutinho"	14,04	32,31
FP´s "Vasco da Gama"	13,85	25,60
FP´s"COMte João Belo"	14,18	26,76
LDG´s	6,63	12,44
LDM´s	20,68	28,60
LDP´s	37,23	39,16
LFP´s "albatroz"	20,72	41,13
LFP´s "D. Aleixo"	23,40	29,41
PC´s "Cacine"	15,62	32,07
PC´s "Limpôpo"	12,76	24,87

Tabela 4 – Intensidades de corrente necessárias à protecção das diversas classes de navios.

Com se pode verificar, os valores de densidade de corrente variam substancialmente entre as várias classes de navio. Os dados recolhidos apresentavam uma grande dispersão e por questões de segurança será melhor utilizar os valores máximos.

Comportamento dos ânodos de zinco nas águas da base naval

A experiência que envolveu a colocação de ânodos de zinco em amostras com diferentes tratamentos superficiais, está resumida na seguinte tabela:

	Estado	Área [m²]	Tempo [anos]	Massa [Kg]	C²	i [mA/m²]
Alumínio	Não pintado	0,507	0,5	0,2373	820	87,7
	Pintado	0,507	0,5	0,0161	820	5,9
Aço	Não pintado	0,510	0,5	0,3981	820	146,2
	Pintado	0,510	0,5	0,0221	820	8,1
	Meio pintado	0,510	0,5	0,19855	820	72,9
Inox	Não pintado	0,510	0,5	0,6206	820	228,0

Tabela 5 – Densidades de corrente obtidas na experiência.

O único valor que se pode comparar com os obtidos anteriormente é o do aço pintado, e esse é inferior à totalidade dos valores apresentados na tabela 4.

Taxa de corrosão

Nas páginas seguintes são apresentados dados relativos aos testes de taxa de corrosão nos materiais mencionados anteriormente. Os números referidos em alguns gráficos e tabelas são os "nomes" das amostras, que não têm qualquer diferença, a não ser as condições a que foram sujeitas. As letras seguintes relatam as condições a que as amostras foram sujeitas.

- **{A}** É uma amostra que esteve colocada a 3 m de profundidade e à qual se foram removendo periodicamente os organismos que cresciam à sua superfície, assim como os produtos de corrosão facilmente removíveis.
- **{B}** É uma amostra que esteve colocada a 20 cm de profundidade e à qual se foram removendo periodicamente os organismos que cresciam à sua superfície, assim como os produtos de corrosão facilmente removíveis.
- **{C}** É uma amostra que esteve colocada a 3 m de profundidade, a qual não foi perturbada até à ocasião da sua remoção.
- **{D}** É uma amostra que esteve colocada a 20 cm de profundidade, a qual não foi perturbada até à ocasião da sua remoção.

Taxa de corrosão no aço

O gráfico seguinte mostra a evolução ao longo do tempo da perda de peso de amostras de aço.

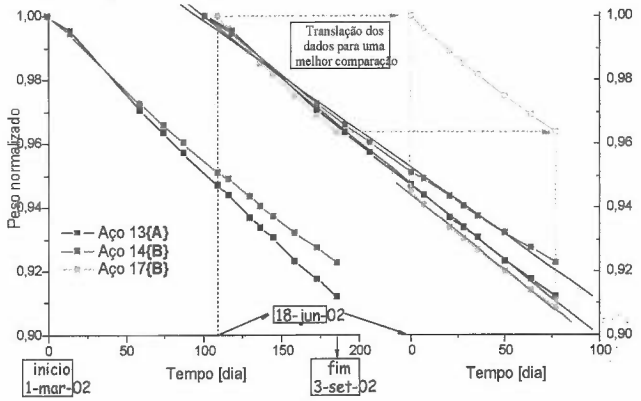


Gráfico 1 – Perda de peso das amostras de aço (13, 14, 17) ao longo do tempo.

Verifica-se que há uma perda de peso linear em todas as amostras. A amostra 17 é uma amostra que foi colocada na água, já durante o decorrer dos ensaios, à qual foi retirada a camada de ferrugem superficial que as outras amostras apresentavam à data do início do teste, mas, como se pode ver, não houve influência na taxa de corrosão.

O gráfico seguinte mostra como as diferentes condições a que o aço foi sujeito podem influenciar na taxa de corrosão.

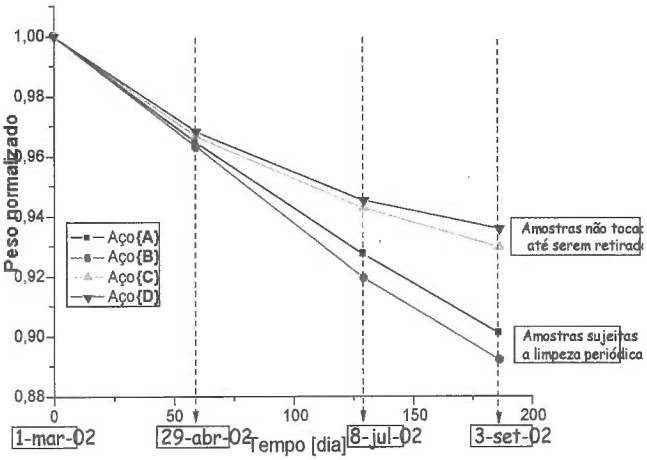


Gráfico 2 – Evolução da perda de peso das amostras de aço ao longo do tempo.

Verifica-se que as amostras que foram sendo limpas periodicamente têm uma taxa de corrosão que se pode dizer linear, mas aquelas onde a acumulação de produtos de corrosão e de material orgânico foi permitida, têm uma taxa de corrosão que vai diminuindo com o tempo o que está de acordo com o modelo proposto por R. E. Melchers[6].

A taxa de corrosão calculada para este material é de 0,41 mm/ano. A informação completa encontra-se no Anexo A.

Taxa de corrosão no alumínio

O gráfico seguinte mostra a evolução ao longo do tempo da perda de peso de amostras de alumínio.

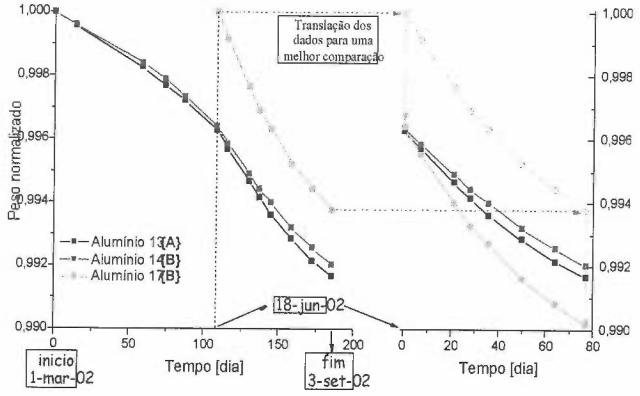


Gráfico 3 – Perda de peso das amostras de alumínio (13, 14, 17) ao longo do tempo.

Nas amostras de alumínio verifica-se algo curioso. No princípio a taxa de corrosão era linear, mas por volta do dia 110-120 da experiência a taxa de corrosão aumentou bruscamente, e próximo do fim da experiência parece haver uma tendência para voltar à taxa de corrosão inicial. Este comportamento estranho deve ter origem numa modificação da composição da água.

Como referido anteriormente, a amostra 17 foi colocada ao dia 109 e sofreu um desbaste, que removeu os óxidos superficiais. Sabe-se que é o óxido que o alumínio forma à superfície que lhe confere boa resistência à corrosão e isso parece ser confirmado pela amostra 17 que tem uma perda de massa mais acelerada que a das outras amostras.

No que toca à taxa de corrosão, este material apresenta um valor de 0,02 mm/ano. A informação completa encontra-se no Anexo B.

Taxa de corrosão no aço inox

A corrosão no aço inox é tão reduzida que não se justifica apresentar gráficos. A taxa de corrosão calculada foi de 0,01 mm/ano e o Anexo C contém os dados relativos às perdas de peso.

Conclusões

A recolha de elementos dos arquivos da direcção de navios permitiu obter dados relativamente à necessidade de densidade de corrente necessária para proteger algumas das classes de navios, e assim fazer opções mais conscientes quando for necessário tomar decisões relativas aos sistemas de protecção catódica.

A experiência feita com os ânodos de zinco revela resultados diferentes dos obtidos pela recolha de dados, mas isso é natural, já que as condições em que a experiência foi feita não são as mesmas que existem na realidade num navio. Factores como a velocidade da água ou a necessidade de diferentes densidades de corrente em diferentes águas não podem ser simulados e terão influência. De qualquer forma, verificou-se que os ânodos de zinco utilizados cumprem o seu dever de serem corroídos preferencialmente em relação aos materiais testados.

A taxa de corrosão do aço foi ligeiramente superior à referida na bibliografia [7], mas foram tomados em conta todos os resultados e verificou-se que as amostras que foram limpas apresentavam taxas de corrosão superiores. Com os valores calculados, pode-se dizer que um navio está fora de perigo de ter rombos no casco causados por perdas de material devido à corrosão, até porque haveria sempre a protecção catódica que iria baixar substancialmente a taxa de corrosão.

A taxa de corrosão para o alumínio mostra que a liga utilizada apresenta muito boa resistência à corrosão e é indicada para o uso em embarcações, embora a súbita mudança na taxa de corrosão indique que poderá mudar o seu comportamento dependendo das condições a que estiver sujeito.

A taxa de corrosão do aço inox confirma a excelente resistência à corrosão deste material, mas não é um material perfeito no que toca à corrosão, já que numa experiência que não foi aqui relatada em detalhe, uma amostra de aço inox apresentava perfurações pontuais que cobriam toda a espessura da amostra, em zonas onde a amostra tinha sido inadvertidamente riscada, danificando o óxido protector.

Anexo A – Perdas de peso nas amostras de aço

	Amostra		
Dia	**13 {A}**	**14 {B}**	**17 {B}**
0	375,716	375,475	
14	373,956	373,38	
59	364,597	365,115	
74	361,903	362,652	
87	359,524	360,507	
109	355,752	357,051	369,131
116	354,647	356,247	367,623
130	351,992	354,188	364,997
137	350,79	353,041	363,665
145	349,508	351,866	362,356
159	346,811	349,865	359,883
173	344,722	348,120	357,709
186	342,613	346,412	355,619
Declive	-0,180	-0,157	-0,174
Intersecção em y	375,627	374,821	387,794

Tabela 6 – Valores das pesagens periódicas das chapas de aço (13, 14, 17).

	Amostra			
Dias	1 (A)	2 (B)	7 (C)	8 (D)
0	376,016	377,008	377,751	375,952
59	362,714	363,149	365,223	364,056
Declive	-0,225	-0,235	-0,212	-0,202
Intersecção em y	376,016	377,008	377,751	375,952

Tabela 7 – Valores das pesagens das chapas de aço retiradas ao fim de dois meses.

	Amostra			
Dia	3 (A)	4 (B)	9 (C)	10 (D)
0	376,431	376,991	375,199	376,883
129	349,075	346,64	353,702	356,256
Declive	-0,212	-0,235	-0,167	-0,160
Intersecção em y	376,431	376,991	375,199	376,883

Tabela 8 – Valores das pesagens das chapas de aço retiradas ao fim de quatro meses.

	Amostra			
Dias	5 (A)	6 (B)	11 (C)	12 (D)
0	376,613	376,243	377,213	375,982
186	339,317	335,606	350,63	351,863
Declive	-0,201	-0,218	-0,143	-0,130
Intersecção em y	376,613	376,243	377,213	375,982

Tabela 9 – Valores das pesagens das chapas de aço retiradas ao fim de seis meses.

nº amostra	dias	peso inicial	peso final	diferença peso [mg]	taxa de corrosão [mm/ano]
13	186	375,716	342,613	33103	0,38
14	186	375,475	346,412	29063	0,33
17	77	369,131	355,619	13512	0,38
1	59	376,016	362,714	13302	0,48
2	59	377,008	363,149	13859	0,50
7	59	377,751	365,223	12528	0,45
8	59	375,952	364,056	11896	0,43
3	129	376,431	349,075	27356	0,45
4	129	376,991	346,64	30351	0,50
9	129	375,199	353,702	21497	0,36
10	129	376,883	356,256	20627	0,34
5	186	376,613	339,317	37296	0,43
6	186	376,243	335,606	40637	0,47
11	186	377,213	350,63	26583	0,31
12	186	375,982	351,863	24119	0,28
			média		0,41
			desvio padrão		0,07

Tabela 10 – Taxa de corrosão do aço.

Anexo B – Perdas de peso nas amostras de alumínio

	Amostra		
Dia	13 (A)	14 (B)	17 (B)
0	98,691	98,879	
14	98,648	98,838	
59	98,518	98,720	
74	98,462	98,668	
87	98,414	98,616	
109	98,321	98,52	98,375
116	98,265	98,467	98,289
130	98,162	98,374	98,141
137	98,111	98,325	98,067
145	98,059	98,284	98,011
159	97,983	98,205	97,903
173	97,914	98,142	97,826
186	97,869	98,090	97,761
Declive	-0,0046	-0,0044	-0,0079
Intersecção	98,760	98,946	99,192

Tabela 11 – Valores das pesagens periódicas das chapas de alumínio (13, 14, 17).

	Amostra			
Dia	1 (A)	2 (B)	7 (C)	8 (D)
0	98,398	98,902	98,818	98,690
59	98,229	98,707	98,658	98,580
Declive	-0,0029	-0,0033	-0,0027	-0,0019
Intersecção em y	98,398	98,902	98,818	98,69

Tabela 12 – Valores das pesagens das chapas de alumínio retiradas ao fim de dois meses.

	Amostra			
Dia	3 (A)	4 (B)	9 (C)	10 (D)
0	98,558	99,136	97,554	98,773
129	98,430	98,638	97,310	98,618
Declive	-0,0010	-0,0039	-0,0019	-0,0012
Intersecção em y	98,558	99,136	97,554	98,773

Tabela 13 – Valores das pesagens das chapas de alumínio retiradas ao fim de quatro meses.

	Amostra			
Dia	5 (A)	6 (B)	11 (C)	12 (D)
0	98,750	98,912	97,259	98,547
186	97,984	98,262	97,023	98,417
Declive	-0,0041	-0,0035	-0,0013	-0,0007
Intersecção em y	98,75	98,912	97,259	98,547

Tabela 14 – Valores das pesagens das chapas de alumínio retiradas ao fim de seis meses.

nº amostra	dias	peso inicial	peso final	diferença peso [mg]	taxa de corrosão [mm/ano]
13	186	98,691	97,869	822	0,03
14	186	98,879	98,09	789	0,03
17	77	98,375	97,761	614	0,05
1	59	98,398	98,229	169	0,02
2	59	98,902	98,707	195	0,02
7	59	98,818	98,658	160	0,02
8	59	98,69	98,58	110	0,01
3	129	98,558	98,43	128	0,01
4	129	99,136	98,638	498	0,03
9	129	97,554	97,31	244	0,01
10	129	98,773	98,618	155	0,01
5	186	98,75	97,984	766	0,03
6	186	98,912	98,262	650	0,02
11	186	97,259	97,023	236	0,01
12	186	98,547	98,417	130	0,00
			média		0,02
			desvio padrão		0,01

Tabela 15 – Taxa de corrosão do alumínio.

Anexo C – Perdas de peso nas amostras de aço inox

	Amostra		
dia	13	14	17
0	371,728	362,347	
14	371,661	362,274	
59	371,513	362,262	
74	371,500	362,263	
87	371,515	362,261	
109	371,510	362,252	361,727
116	371,520	362,265	361,715
130	371,525	362,281	361,716
137	371,511	362,256	361,710
145	371,517	362,260	361,716
159	371,511	362,258	361,712
173	371,514	362,260	361,71
186	371,526	362,273	361,717
Declive	-0,0009	-0,0002	-0,0001
Intersecção	371,635	362,295	361,730

Tabela 16 – Valores das pesagens periódicas das chapas de aço inox (13, 14, 17).

	Amostra			
Dia	1 {A}	2 {B}	7 {C}	8 {D}
0	361,028	371,931	361,639	363,233
59	360,336	371,856	361,2	363,17
Declive	-0,0117	-0,0013	-0,0074	-0,0011
Intersecção em y	361,028	371,931	361,639	363,233

Tabela 17 – Valores das pesagens das chapas de aço inox retiradas ao fim de dois meses.

	Amostra			
Dia	3 {A}	4 {B}	9 {C}	10 {D}
0	363,921	362,32	362,339	363,975
129	363,805	362,28	361,095	363,886
Declive	-0,0009	-0,0003	-0,0096	-0,0007
Intersecção em y	363,921	362,320	362,339	363,975

Tabela 18 – Valores das pesagens das chapas de aço inox retiradas ao fim de quatro meses.

	Amostra			
Dia	5 {A}	6 {B}	11 {C}	12 {D}
0	363,783	362,705	362,79	363,305
186	363,715	362,704	362,26	363,246
Declive	-0,0004	-0,0000	-0,0028	-0,00032
Intersecção em y	363,783	362,705	362,790	363,305

Tabela 19 – Valores das pesagens das chapas de aço inox retiradas ao fim de seis meses.

nº amostra	dias	peso inicial	peso final	diferença peso [mg]	taxa de corrosão [mm/ano]
13	186	371,728	371,526	202	0,00
14	186	362,347	362,273	74	0,00
17	77	361,727	361,717	10	0,00
1	59	361,028	360,336	692	0,03
2	59	371,931	371,856	75	0,00
7	59	361,639	361,2	439	0,02
8	59	363,233	363,17	63	0,00
3	129	363,921	363,805	116	0,00
4	129	362,32	362,28	40	0,00
9	129	362,339	361,095	1244	0,02
10	129	363,975	363,886	89	0,00
5	186	363,783	363,715	68	0,00
6	186	362,705	362,704	1	0,00
11	186	362,79	362,26	530	0,01
12	186	363,305	363,246	59	0,00
			média		0,01
			desvio padrão		0,01

Tabela 20 – Taxa de corrosão no aço inox.

Notas

[1] http://www.corrosion-doctors.org/Aircraft/galvseri-sea.htm

[2] http://www.polcor.gr/polcathex.htm

[3] Denny A. Jones, *Principles and prevention of corrosion*, second edition, Prentice-Hall, 1996, p. 31, ISBN 0-13-359993-0.

[4] Aço inox x5CrNiTi 18 9.
Aço de construção naval grau A.
Alumínio 5754 AlMg3W19.

[5] Capacidade do ânodo de zinco [A*h/kg].

[6] R. E. Melchers, (2001), *Development of a phenomenological model for marine immersion corrosion of mild and low alloy steels – Part 1: Mean value model for "at-sea" conditions*, The University of Newcastle, Austrália, pp. 12-14, ISBN 0-7259-1125-5.

[7] Vicente Gentil, *Corrosão*, 3ª edição, LTC, 1982, p. 175.

Bibliografia

- JONES, Denny A., *Principles and prevention of corrosion*, second edition, Prentice-Hall, 1996, ISBN 0-13-359993-0.
- SILVA, Rui, *Degradação de materiais metálicos*, 2000.
- GENTIL, Vicente, *Corrosão*, 3ª edição, LTC, 1982.
- http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html
- http://www.corrosion-doctors.org/Aircraft/galvseri-sea.htm

"A Máquina do Mundo" n'*Os Lusíadas* de Luís de Camões, canto X, estâncias 74-90

Trabalho realizado por:

• *Isabel Maria Travessa Gregório*

Universidade Aberta

Nas referidas estâncias, Camões, homem de extraordinária cultura, insere a visão cosmológica do século XVI, a correspondente ao sistema geocêntrico de Cláudio Ptolomeu (século II) que coloca a Terra no centro do universo. São enaltecidos a viagem e os feitos heróicos do povo lusitano. São descobertas novas terras, novas gentes e desmistificadas lendas sobre certas zonas do globo, como sendo os trópicos. O homem "ocupa", pela primeira vez, a posição de Deus passando ele próprio a ser o autor da sua história. Os saberes livrescos, há muito ultrapassados e inquestionavelmente fundamentados pela teoria religiosa, são postos de parte. É neste contexto que se regista o valioso contributo do matemático e cosmógrafo português Pedro Nunes, para a génese do pensamento científico. Vai alertar para a necessidade de uma observação dos fenómenos naturais como ponto de partida para um conhecimento preciso, explicado à luz de princípios lógicos e matemáticos. Cria instrumentos de localização dos navios no mar e vai defender a ligação entre teoria e prática, o que permitirá à ciência náutica percorrer, pela primeira vez, os trilhos do conhecimento científico.

Luís Vaz de Camões, o homem e a obra

Luís Vaz de Camões nasceu a 10 de Junho, provavelmente no ano de 1524. O local do seu nascimento constitui uma problemática para os camonistas, pois são quatro as cidades onde se julga ter nascido o poeta, são elas: Lisboa, Coimbra, Santarém e Alenquer. Foi um homem com acesso aos estudos e contactou com as grandes personalidades da época. Estudou em Coimbra, onde o seu tio, D. Bento de Camões, era chanceler. Em Lisboa conviveu com as altas individualidades da corte, o que lhe permitiu integrar o exército e combater pela pátria em Ceuta, onde perdeu um olho. Esteve na Índia, tendo convivido com o vice-rei D. Francisco Coutinho e com Garcia de Orta. Em Março de 1553 integra a armada e parte rumo à Índia. Passou quinze anos da sua vida no Oriente, na Índia e também em Macau, onde ainda hoje se conserva uma pequena gruta em sua homenagem contendo um pequeno busto. Durante a sua permanência em Macau, ao serviço da pátria, era nesta pequena gruta que se refugiava ao longo de várias horas a escrever *Os Lusíadas*. Note-se que foi ainda em território macaense que foi feito prisioneiro; durante o tempo que esteve no cárcere continuou a escrever a sua obra. Ficando a conhecer todo o império português no Oriente. Em 1569 regressa definitivamente ao reino onde o espera a indiferença dos seus conterrâneos e uma vida de pobreza. No ano de 1572 publica o poema épico *Os Lusíadas*, esse grandioso monumento à valentia do povo português e à supremacia do homem que, pela primeira vez, foi capaz de superar a fúria da natureza, personificada nos deuses, e revolucionar o conhecimento acerca do mundo. Da sua obra fazem parte a já referida obra épica, os *Autos e Comédias*, publicados em 1587, e as *Rimas*, publicadas entre 1595 e 1598, para além dos inúmeros sonetos.

A epopeia constitui o mais elevado género cultivado pelos poetas da Antiguidade e a aspiração máxima dos poetas clássicos. Já os autores da *Eneida* e da *Odisseia*, de Virgílio e Homero, respectivamente, tinham decidido exaltar em verso as proezas dos seus heróis. A epopeia segundo um modelo clássico obedecia a requisitos que lhe condicionavam a estrutura e o estilo. O poema deveria iniciar-se com a *proposição*, onde é feita uma invocação às musas e dedicatória ao rei; o começo da narrativa *in media res* e não no início da acção; era ainda obrigatório o recurso à mitologia, bem como às profecias anunciadoras do futuro. Observa-se ainda uma certa variedade estilística, a qual determinava o tom épico, repleto de episódios líricos. Não julguemos que Camões se limitou a imitar os poetas antigos, pois tal não seria justo. Diremos sim que se inspirou neles com o intuito de aprender e de os superar. O poeta português introduziu uma inovação, a escolha de um tema real, passando a narrar orgulhosamente a história do seu país. Não inventa proezas para os seus heróis, como o faziam os anteriores.

Luís de Camões morreu em Lisboa em 1580, na miséria, e foi enterrado numa campa rasa. Hoje, os seus restos mortais repousam no lugar que a sua "longa experiência" e "honesto estudo" merecem, o Mosteiro dos Jerónimos.

As várias edições d'*Os Lusíadas*

Ligada à obra de Luís de Camões, *Os Lusíadas*, está a problemática da existência de duas edições em 1572, com a indicação de terem sido impressas em Lisboa por António Gonçalves. Na verdade, uma é a cópia da outra e, embora com algumas diferenças, ambas são tão parecidas que só com muita atenção se distinguem. As explicações para tal fenómeno têm sido inúmeras, não se chegando, porém, a uma conclusão. A diferença que melhor salta à vista é a que se prende com a capa. A verdadeira edição apresenta no frontispício a cabeça do pelicano voltada sobre a asa direita, ou seja, à esquerda do observador. Na falsa, o pelicano tem a cabeça voltada à direita do observador. Note-se que a moldura era a utilizada nas capas das grandes obras e, segundo o estilo renascentista, a base é ornamentada com motivos flo-

rais, com uma coroa de louros ao centro, simbolizando a glória, e, no topo, um pelicano ladeado por dois efeitos florais que representam dois golfinhos. Para além do pormenor das imagens, verificam-se ainda diferenças de natureza linguística. Este facto é atribuído a uma revisão carenciada de rigor e de cultura, capaz de emendar termos correctos e que lhe soavam errados, como, por exemplo, "maos/mãos", "Febe/Febo", "Orionte/Oriente", "Essoutro/Estoutro", "Estrelantes/Estellantes", "Deoses/Ídolos", por outros que melhor conhecia, ou substituindo palavras e expressões por outras que estivessem de acordo com o regime vigente, o da ocupação espanhola ou ainda com o pudor exacerbado da Igreja, que defendia a eliminação de certos versos de carácter sensual na *Ilha dos Amores*.

Surge uma outra edição, dos *Piscos,* em 1584 e que alterava e mutilava a *Princeps*. Segundo o Prof. Justino Mendes de Almeida, que partilha da opinião de Tito de Noronha, o aparecimento desta deve-se à grande divulgação que a obra de Camões teve tanto em Portugal como em Espanha e, tendo-se tornado raros os exemplares, surge a outra edição datada de 1572, hoje conhecida por E=D (pelicano voltado à direita, ou dextra, do observador) que acabaria por substituir a primeira e verdadeira, conhecida por Ee=S (pelicano voltado à esquerda, ou sinistra, do observador). Outra explicação para o sucedido, também defendida por Tito de Noronha e António José Saraiva, será aquela que se prende com o domínio filipino que então vigorava no nosso país e que abolia todos os termos que diziam respeito à coragem e valentia do povo português, tentando introduzir referências à bravura dos espanhóis, como por exemplo no canto III referente ao Conde de Trava, o verso "Eis se ajunta o soberbo castelhano" foi modificado por "Eis se ajunta o valente castelhano". António José Saraiva defende que os portugueses terão lido a obra de Camões num contexto diferente, o da ocupação espanhola, o que os levava a conotar a glória e supremacia referidas do povo lusitano com a recuperação da dependência do país, "(p)ara os Portugueses do século XVII era [...] o testemunho de uma independência e de uma glória perdidas. E para muitos também, de uma liberdade espiritual sufocada"[1]. Destaco o poder da censura literária inquisitorial à qual nem *Os Lusíadas* ficaram imunes. Coube ao frade dominicano, Bartolomeu Ferreira, rever a obra e dar o seu parecer sobre a edição de 1572 e mais tarde sobre a de 1584. No que diz respeito à primeira, foi pouco rigoroso e emitiu uma opinião favorável, afirmando que a obra não possuía nada que escandalizasse ou fosse contra a fé e os bons costumes, desculpando assim as referências pagãs e sensuais do encontro de Vénus com Júpiter, contidos na *Ilha dos Amores*. Corria o ano de 1584 e Portugal, já sob o domínio castelhano, estava subjugado a uma censura mais apertada, mais rígida, facto que levou a que a obra fosse novamente revista e desta vez Bartolomeu Ferreira viu-se obrigado a cortar as já referidas passagens, de modo a não chocarem a moral e os bons costumes. A esta edição Aquilino Ribeiro chamou de "contrafacção" da primeira edição.

Contexto histórico

Para que melhor possamos apreender a dimensão da obra camoniana, do ponto de vista científico, detenhamos o nosso olhar sobre a realidade económica, social e cultural da Europa na época dos descobrimentos. Assim, no século XVI, o Velho Continente assiste a um ponto de viragem na sua história. Dá-se a ruptura com os cânones conservadores da Idade Média, que colocavam Deus no centro das atenções e reduziam o papel do homem a mera obediência ao poder divino, centrado na figura dos senhores da Igreja. Regista-se a desintegração do sistema feudal e o desenvolvimento económico que incide no aumento da produção artesanal e agrícola. Os descobrimentos portugueses e espanhóis permitem o estabelecimento das relações comerciais com os povos africanos, de onde são importadas matérias-primas. Ao nível das mentalidades, regista-se o aparecimento de novos ideais de carácter político e humanista que se designam por Renascimento. De referir que Thomas More, na sua obra *Utopia,* defende uma sociedade sem classes e Maquiavel, em *O Príncipe,* um estado centralizado, livre de senhores feudais e de classes privilegiadas.

Durante o Renascimento, em Portugal e no resto da Europa, surge o interesse por tudo quanto se publica sobre novos mundos, bem como pela arte náutica. Solicita-se frequentemente o serviço de pilotos, cartógrafos e cosmógrafos. Desenvolve-se uma atitude crítica com base na experiência e na observação directa, estuda-se a natureza, desfazem-se lendas relacionadas com a existência de monstros e de terras desabitadas, alarga-se o horizonte geográfico e recorre-se às obras dos grandes sábios gregos Aristóteles, Ptolomeu, publicadas na Europa no século XII. Comparam-se e discutem-se as suas teorias acerca da posição da Terra no universo, das dimensões do globo, da repartição das águas e das terras, e da habitabilidade de certas zonas. Cruzam-se continentes, há contacto entre os povos. Em suma, há todo um clima favorável à descoberta de novos mundos e ao conhecimento.

Igualmente importante foi a cultura geográfica e astronómica da civilização árabe. Um dos aspectos que mais a notabilizou foi a constante preocupação da posição geográfica, decorrente das necessidades religiosas em determinar as latitudes e conhecer o movimento dos astros. O conhecimento das latitudes era imprescindível à construção dos relógios de sol horizontais que se encontravam nos lugares onde se faziam as orações. Do mesmo modo, a prática de se voltarem para Meca enquanto rezavam, direcção que era fornecida pela posição do *mirab* (espécie de altar) dentro da mesquita, era regulada pelas coordenadas geográficas da cidade santa e do local onde o devoto se encontrava. Dedicando-se ao comércio por via marítima, deixaram nas costas ocidentais da Península Ibérica as grandes obras dos autores clássicos e a vela latina que, mais tarde, daria origem à caravela. A referência ao horóscopo era feita através da divisão do céu em doze mansões com base na época do ano e nas latitudes geográficas. Tal facto levou à construção e aperfeiçoamento

do astrolábio e à difusão das tábuas astronómicas[2] que, mais tarde, se viriam a revelar fundamentais na navegação transoceânica. As tábuas astronómicas eram incluídas nos quatro almanaques que se publicavam no século XIV, no reinado de D. Dinis, e referiam as posições do Sol e dos planetas no Zodíaco, todos os dias do ano. Faziam ainda a previsão de eclipses, a nomenclatura e localização das estrelas, estabeleciam a curva da visibilidade lunar.

Anteriormente à viagem de Vasco da Gama, já Bartolomeu Dias havia dobrado o cabo da Boa Esperança, em 1488. Os conhecimentos científicos e técnicos, bem como o aperfeiçoamento dos instrumentos náuticos, dos quais se destacam o astrolábio, o quadrante e a balestilha, permitiam observar a altura a que os astros se encontravam da Terra, por forma a determinar a posição do navio no alto mar. Esta navegação de tipo astronómico era acompanhada pelo registo em mapas das regiões descobertas, o que constituía a cartografia.

A astronomia e a astrologia

Intimamente ligadas às viagens transoceânicas do século XVI e às práticas de navegação estavam a astronomia e a astrologia, duas ciências distintas que na altura concorreram para a construção de um saber baseado na observação dos fenómenos. A astronomia, ciência que estuda o comportamento dos corpos celestes e sua influência no globo terrestre, prestou um valioso contributo aos conhecimentos náuticos dos povos árabes e também dos portugueses. Surge-nos como a mais antiga das ciências; note-se que já os chineses, os indianos, os caldeus e os egípcios observavam e estudavam o céu muito antes da Era Cristã. As observações dos chineses remontam até 2857 a. C. registando o aparecimento de cometas e eclipses do Sol. No ano 2300 a. C., no reinado do Imperador Iao, os astrónomos profissionais eram obrigados, sob pena de morte, a predizer os eclipses do Sol, de modo a que se propiciasse atempadamente o ano do dragão, cuja força e poder se acreditava serem capazes de devorar o astro. É aos chineses que se deve a fixação do ano em 365 dias, mais propriamente, 365 dias e um quarto. Contudo, é aos gregos, egípcios e caldeus que se devem os primeiros estudos desta ciência.

Em tempos bem antigos, as observações dos sacerdotes-astrónomos da Mesopotâmia demonstraram uma relação de causalidade entre os movimentos das estrelas, Lua, planetas e o ano solar e suas estações. Deste modo, o posicionamento dos corpos celestes apresentou-se como controlador e causador das variações nas condições meteorológicas correspondentes às estações do ano. A astrologia foi uma extensão desta ideia. Uma vez que o curso das estrelas era considerado como afectando os objectos terrestres, então o homem sentiu-se levado a associá-lo com aquilo que mais o interessava, ele próprio. Assim, nasceu a astrologia, ciência que se ocupa da leitura do destino do indivíduo nas estrelas e, principalmente, nas que assistiram ao seu nascimento. Até Camões sentiu necessidade de incluir, no episódio da *Ilha dos Amores*, n'*Os Lusíadas*, a previsão, por uma ninfa, dos acontecimentos futuros do povo lusitano. Por volta de 150 d. C. o grande astrónomo e geógrafo Cláudio Ptolomeu escreve *Tetrabiblos*, primeiro grande livro sobre astrologia onde afirma que o seu livro é apenas uma compilação de factos já bem conhecidos, para os quais os astrólogos da Grécia, Babilónia e Egipto tinham dado o seu contributo. Ptolomeu, sábio grego do século II, foi um estudioso de matemática, geografia e astronomia, a ele se deve a concepção geocentrista do universo, situando a Terra no centro e todos os outros astros girando à sua volta. Trabalhou em Alexandria, no Egipto, razão pela qual ficou também conhecido por Ptolomeu de Alexandria.

Nos séculos XII e XIII, a astrologia não gozava da simpatia da Igreja, sendo vista como heresia. Alguns astrólogos mais entusiastas, acusados do crime de adivinhos e feiticeiros, chegaram mesmo a ser perseguidos e até açoitados em público. Com a criação das universidades nos séculos XIII, XIV e XV a astrologia tornou-se matéria de ensino, passando até a fazer parte do programa geral, sobretudo nas universidades da Itália, mais propriamente Bolonha e Pádua. Foram os conhecimentos físicos e matemáticos de que se socorria que deram origem à astronomia náutica, de primordial importância para a navegação. A obra por excelência da astrologia é *Tábuas Afonsinas*, transcrita em vários manuscritos latinos tendo sido consultada por Copérnico, no século XVI, e por Galileu, no século XVII. Quanto às previsões para o futuro, o monge conhecido por Frei António de Beja redigiu um folheto intitulado *Contra os Juízes Astrólogos* onde tentava provar, recorrendo a argumentos astrológicos, que era infundamentada a previsão do fim do mundo para o ano de 1524 que o astrólogo Stöffler anunciara. As críticas às raízes da astrologia não estavam ainda formuladas e António de Beja, encarregue da revisão das obras, eliminava apenas os prognósticos da morte de monarcas, príncipes, ou grandes catástrofes, pois a censura inquisitorial assim o exigia. No que dizia respeito aos restantes prognósticos, era tolerante e deixava que se imprimissem as ditas obras. Todavia, vai ser no século XVI que o matemático Pedro Nunes em conjunto com outros estudiosos da matemática e da física começam a pôr em causa a autenticidade da ciência que prevê o futuro através dos movimentos dos astros. No século XVII, os estudos e as conclusões a que chegaram os físicos e matemáticos (Copérnico, Galileu, Kepler, entre outros) acerca da posição da Terra e distâncias entre os astros propiciam a definição de fronteiras entre astrologia e astronomia.

A visão do cosmos

No século XVI, graças aos descobrimentos portugueses, dispunha-se de um razoável conhecimento experimental da Terra. A visão do cosmos era a concebida pelo sistema geocêntrico de Ptolomeu que colocava a Terra em lugar destaque, no centro do universo. Cláudio Ptolomeu adop-

tou a teoria do geocentrismo situando a Terra no centro e todos os outros planetas, bem como o Sol, as estrelas e a Lua girando em torno dela; todos estes astros descreviam círculos perfeitos, como ensinavam Platão e Aristóteles. Esta tese foi adoptada e defendida pelos teólogos medievais que rejeitavam qualquer teoria que não colocasse a Terra em lugar privilegiado, tendo-se mantido durante catorze séculos, até ser desmentida pelas teorias heliocêntricas de Copérnico e Galileu.

Ao falarmos de cosmologia, não podemos esquecer o precioso contributo de John Halifax of Hollywood, mais conhecido por João de Sacrobosco. Matemático e astrónomo inglês muito conceituado do século XIII, terá morrido entre 1244 e 1256, foi professor universitário em Paris. A sua obra, a maior do *Tractatus de Sphaera Mundi* ou *Tratado da Esfera* (espécie de compêndio de obras sobre astronomia na Idade Média e no Renascimento, do qual se fizeram mais de setenta edições em latim entre 1470 e 1647, para além de grande número de traduções), foi composta na primeira metade do século XIII e deu a conhecer importantes noções de astronomia que se viriam a tornar indispensáveis à prática da navegação. Foi graças a esta obra que os navegadores portugueses puderam enriquecer os seus conhecimentos na área da astronomia e na arte de marear. Ainda através do *Tratado da Esfera,* chega a Portugal a noção de que eram desabitadas as zonas equatoriais e tórridas do globo, tal como nos dá a conhecer o *Imago Mundi* do cardeal Pierre d'Ailly, do primeiro quartel do século XV. Esta noção perdurou durante algum tempo, mesmo após a descoberta do caminho marítimo para a Índia, levada a cabo por Vasco da Gama. Podemos observar a carta e diagrama cosmológico de Cristóvão Colombo, onde é visível o sistema geocêntrico e o testemunho da existência de apenas três continentes: Europa, Ásia e África. Reside aqui a razão pela qual Cristóvão Colombo, em 1492, aporta às terras da América pensando ter chegado à Índia.

É notório o recurso aos autores da Antiguidade Clássica, tais como Aristóteles, Platão e Plutarco, que ensinavam que os astros descreviam círculos perfeitos em torno da Terra. Destaca-se o facto de, em tempos tão remotos e sem instrumentos que permitissem observar os astros, estes sábios terem chegado à conclusão de que é o Sol que está no centro do universo e não a Terra. Existia a ideia do círculo como símbolo da perfeição e do infinito. Se o universo é criação divina, só pode ser perfeito, e se o único lugar com vida no universo é a Terra, então ela só pode estar no centro. Esta concepção vai agora mais do que nunca reunir adeptos, pois convém às ideias humanistas, que então começam a despertar um pouco por toda a parte, exaltar a importância do homem.

A máquina do mundo n'*Os Lusíadas*

Vejamos neste capítulo como Luís de Camões aborda a visão cosmológica do seu tempo n'*Os Lusíadas*. Chegados ao Oriente, há que compensar todo o esforço, valentia e perigos por que passaram os navegadores portugueses. É o momento do descanso físico e espiritual, sendo-lhes servidos magníficos manjares com que se deleitam. Durante o banquete, uma ninfa, tocando e cantando dá-lhes a conhecer os acontecimentos futuros que se saldam em mais descobertas, mais riqueza para a pátria, mas também desgraças como naufrágios e, a curto prazo, a decadência do país. Os portugueses são elevados à categoria de deuses, passando a ser senhores da ciência, do espaço e do tempo. Então Tétis (deusa dos mares e dos oceanos) pede a Vasco da Gama para a acompanhar a um local isolado, no cimo de um monte. Ambos percorrem um caminho árduo, à semelhança daquele que os novos heróis fizeram, para lhe dar a conhecer o funcionamento da *Máquina do Mundo*.

Já no monte, "hum globo vem no ar, que o lume/ Claríssimo por ele penetrava" (estância 77), a explicação do funcionamento do universo é feita com a ajuda de uma cópia do globo terrestre cuja superfície é iluminada pela luz do sol (Febo). A estância 78 dá-nos conta de uma esfera com "vários orbes" que "Nunca se ergue ou abaxa, e hum mesmo rosto / Por toda a parte tem". O globo permanece imóvel e é composto por vários eixos, sendo visível aqui a teoria geocêntrica. Na estância seguinte, Tétis descreve o mesmo como sendo "Uniforme, perfeito, e em si sustido". Na estância 80, temos a referência à máquina do mundo etérea e elemental, o que remete para os elementos que a compõem, o éter (substância que era tida como própria dos corpos celestes) e os quatro elementos da natureza: terra, fogo, ar e água. Quem cerca o "rotundo globo", incluindo a Terra e eixos, é Deus. É no Paraíso (Empíreo) que estão as puras almas, os deuses que acompanharam e apoiaram Gama e seus homens durante a difícil viagem. Destaque para a estância 82 que constitui a desmistificação dos deuses, estes só existiram para "fazer versos deleitosos", o que equivale a dizer que os mesmos não passam de invenção dos humanos que deles se servem para criar as suas fábulas. Nas restantes estâncias (85-90), Tétis descreve o universo de acordo com o sistema de Ptolomeu: a esfera do *primeiro móbil* que arrasta consigo todas as outras; depois, a das estrelas fixas, sendo feita alusão aos signos do Zodíaco: "*Co* largo cinto d'ouro, que estelantes / Animais doze traz afigurados" (estância 87), às constelações: *Carreta* – Ursa Maior e *Cinosura* – Ursa Menor e às figuras que elas descrevem: dragão, cisne, lebre, cães, nau e lira. Prossegue a explicação, com Saturno (deus antigo) logo abaixo da esfera das estrelas; a seguir, Júpiter; Marte (o inimigo, deus da guerra); o "olho do céu", o Sol; Vénus (representando o amor); Mercúrio, e por fim a Lua, "com três rostos, *debaxo* vai Diana", fazendo alusão às três faces da Lua, até então conhecidas. Na estância 90, o poeta diz-nos que cada um destes "orbes" tem curso diferente, uns mais lentos, outros mais rápido, mas todo o universo é criação divina e, portanto, perfeito.

Pedro Nunes e a génese do pensamento científico

Até à época dos descobrimentos, imperava a mitologia que caracterizava o mundo com as suas crenças, valores e,

sobretudo, a limitação do saber. As viagens dos povos ibéricos vão contribuir para a anulação desta visão, mostrando que existe toda uma imensidão geográfica que vale a pena explorar e um vasto leque de novos conhecimentos em que é preciso apostar.

Os descobrimentos portugueses vieram modelar as mentes e revolucionar o conhecimento. Passou a dispor-se de um conhecimento experimental da Terra. As obras dos autores da Antiguidade Clássica começam a ser restauradas e lidas, não com o mero intuito de conhecer o passado histórico, mas para aproveitar os conhecimentos veiculados pelos grandes filósofos de outrora e colocá-los ao serviço dos estudos baseados nas experiências e observações. É neste contexto que surgem as ideias de Pedro Nunes (1502-1578), Amato Lusitano, Garcia de Orta e D. João de Castro, que alertam para a necessidade de definir um método filosófico para o conhecimento científico. Pedro Nunes, distinto matemático e cosmógrafo português de origem judaica, dedicou grande parte da sua vida aos estudos da matemática e geometria, licenciou-se em Medicina em Salamanca, leccionou na Universidade de Coimbra, foi autor de inúmeras obras e esteve ao serviço da corte, razão pela qual terá sido poupado às perseguições de que os judeus eram alvo no século XVI. Foi cosmógrafo do rei D. Sebastião, entre 1529 e 1547, que o chamou para dar "aulas de esfera"[3], destinadas a formar pilotos. Contrariamente aos autores clássicos, vai utilizar a matemática e a geometria, não apenas ao nível da astronomia mas da geografia e da náutica. Revela, na obra *De Crepusculis*, o seu cepticismo em relação à astrologia dizendo que se trata de "uma crendice vã e quase rejeitada que emite juízos sobre a vida e a fortuna". Na mesma obra Pedro Nunes refere a importância dos princípios da matemática e da geografia para explicarem os fenómenos da natureza. Foram os descobrimentos que muito contribuíram para a implantação das ciências exactas na explicação dos fenómenos observados. Adianta ainda que foi à luz da demonstração geométrica que efectuou os seus estudos sobre as variações da duração do crepúsculo nas diferentes zonas do globo. Defensor da fixação do objecto de estudo, aliando a observação à teoria, diz que é preciso ir mais longe e recorrer à experiência, cujos resultados serão analisados à luz das teorias já comprovadas, é o que nos diz na referida obra. Os seus estudos baseiam-se na demonstração dos fenómenos naturais que são explicados de acordo com a linguagem sistemática das ciências naturais, como a matemática e a geometria. É por este motivo que das suas formulações não sobressai uma noção de método de investigação ou percepção da matemática enquanto expressão da investigação científica. Valoriza os navegadores portugueses, pela sua preparação e resistência aos antigos e imprecisos saberes, que partiram à aventura e descoberta de novas terras, munidos de modernos instrumentos e de conhecimentos na área da astrologia e geografia. Contribuiu Pedro Nunes para o avanço das concepções sobre a ligação da ciência/técnica e observação/teorização de Duarte Pacheco e D. João de Castro. Após a expansão, fica patente, nos séculos XVI e XVII, o interesse em investigar a causalidade física, ou seja, o fenómeno, em vez das suas causas. Eis a génese do pensamento científico, cujas portas foram abertas com a viagem de Vasco da Gama, que deu a conhecer a existência de novas terras, novas estrelas, novos céus, entre outros. Em 1537, a sua vasta obra conta com a tradução, para português, do *Tratado da Esfera*, onde faz determinadas anotações e comentários das versões da *Teórica do Sol e da Lua,* de Jorge Purbáquio, e do *Livro I da Geografia,* de Ptolomeu[4]. Nas obras *Tratado de Certas Dúvidas de Navegação* e *Tratado da Carta de Marear*, Pedro Nunes vai dar relevo às cartas hidrográficas e às questões da medição da altura, temas que mais tarde vai elaborar e publicar em latim, onde apresenta a sua visão aos pilotos e aos grandes sábios europeus. Das suas importantes descobertas destacam-se ainda instrumentos poderosos e eficazes para a ciência náutica, são eles: o anel graduado, que indica o valor dos ângulos em graus; o instrumento de sombras, que se destina a medir a altura do Sol, e o nónio, que se associa ao astrolábio, ajudando-o a medir as fracções do grau.

Os descobrimentos colocaram de parte o saber livresco e ultrapassado com base nos ensinamentos da Igreja e fizeram emergir a confiança no poder e na inteligência do homem. Esta confiança e optimismo vão originar o mito da Idade do Ouro, o qual simboliza a atmosfera áurea de progresso e viagens que possibilita o contacto com outros povos de terras longínquas e paradisíacas, ricas em matérias-primas, com o propósito de estabelecer relações comerciais e proceder a evangelizações. O impacto dos descobrimentos é comparável à primeira viagem do homem à Lua, no século XX, que pôs fim a inúmeras lendas acerca da existência de monstros, tendo aberto o caminho a futuras investigações, ao desenvolvimento tecnológico e à crença nas capacidades humanas.

O conhecimento definitivo da posição da Terra

Após catorze séculos de uma concepção geocêntrica do universo, afigura-se-me pertinente referir os grandes vultos cujos estudos contribuíram para o conhecimento actual do cosmos. No século XVI, o estudioso polaco Nicolau Copérnico realizou estudos e experiências muito importantes recorrendo muitas vezes aos autores da Antiguidade Clássica Aristóteles e Plutarco, que admitiam o movimento da Terra sobre si mesma e a fixidez do Sol no centro do mundo, trazendo a lume a discussão em torno da posição do globo terrestre. Vai contrariar o sistema de Ptolomeu, fazendo desaparecer os círculos, e dizer que as estrelas e o Sol são fixos e que é a Terra que se move, dando a ilusão de serem as estrelas. Torna-se o primeiro, após os autores clássicos, a defender a teoria do heliocentrismo. Teoria esta que foi imediatamente refutada, pois não se admitia outra hipótese que não a da posição de destaque da Terra no universo.

Em princípios do século XVII, numa das suas experiências, Galileu torna-se o primeiro a notar manchas móveis no

Sol, o que o leva a admitir a teoria de Copérnico. Tal facto, valeu-lhe a fama de adepto das ideias heréticas e consequentes perseguições. Pensou até em pedir que se fizessem em Roma algumas investigações sobre o assunto, o que não foi aceite. Algum tempo depois escreve uma obra em forma de colóquio entre três interlocutores: um defensor do sistema copernicíano, outro do ptolomaico e uma personagem satírica que começa por concordar com o ptolomaico mas acaba por se deixar convencer pelo de Copérnico. Em 1632, é chamado ao tribunal da Santa Inquisição pela segunda vez, onde se vê obrigado a negar as teorias que tem vindo a defender, sob pena de uma condenação. Galileu assim o faz, diz que a Terra se encontra no centro do universo, mas acrescenta: no entanto ela move-se.

Outro contributo importante foi o do alemão Johannes Kepler (1571-1630), que desenvolve um instrumento que permite estudar as distâncias entre os planetas, de acordo com a teoria heliocêntrica. Aquando dos seus estudos universitários, o seu professor de Matemática e Física, Michael Maestlin, foi um dos primeiros astrónomos a subscrever a teoria de Copérnico. Todavia, os programas contemplavam o sistema de Ptolomeu e não era permitido fazer qualquer referência a outro que não o geocêntrico. Maestlin era então obrigado a ensinar um sistema com o qual discordava. No entanto, nas suas sessões não deixava de aludir aos detalhes técnicos do sistema copernicíano. O interesse pela teoria "herética" vai crescendo cada vez mais em Kepler, que se torna um adepto das ideias do astrónomo polaco e também de Galileu, por questões metafísicas. Uma vez licenciado, o jovem alemão é convidado para leccionar Matemática numa universidade protestante em Graz, na Áustria. Nos seus tempos livres, dedica-se ao estudo da astronomia e astrologia e em 1597 publica o seu primeiro trabalho intitulado *O Mistério Cosmográfico* sobre as distâncias dos planetas ao Sol, que está no centro do universo. As suas conclusões são baseadas nos estudos efectuados através do instrumento acima referido. Mais tarde, entre 1609 e 1619, é convidado pelo astrónomo checoslovaco Tycho Brahe para seu assistente. Vai calcular novas órbitas descritas pelos planetas, tal como defendia Copérnico, mas, descobre que estas são elípticas e não circulares.

Relevantes foram também os estudos de Isaac Newton e Sir William Herschel. O primeiro cria a lei da gravidade, em 1687, determinando assim os movimentos dos astros e as distâncias entre si, comprovando as constatações de Kepler e, ao mesmo tempo, tecendo grandes considerações acerca do posicionamento do Sol e da Terra. O segundo, astrónomo inglês de origem alemã que viveu no século XVIII, aplica as teorias dos três astrónomos referenciados e descobre o movimento de translação do Sol. Com grandes telescópios por ele construídos, deu também notícia do planeta Úrano, com os seus satélites, e de Saturno.

A simbologia da *Ilha dos Amores*

Chegados ao Oriente, após longos meses de luta pela sobrevivência no mar, desafiando as forças da natureza personificada pela ira dos deuses, os portugueses têm a recompensa que merecem: uma ilha paradisíaca, banquetes com deliciosos frutos exóticos e ninfas que os servem e que para eles cantam e dançam. A *Ilha dos Amores* reveste-se de uma simbologia que enaltece os feitos do povo lusitano atribuindo-lhes fama, glória e imortalidade, como se pode verificar no canto IX: "Os triunfos, a fonte coroada / De palma e louro, a glória e maravilha: / Estes são os deleites desta ilha." (estância 89) e "Não eram senão prémios que reparte, / Por feitos imortais e soberanos, / O mundo cós varões que esforço e arte / Divinos os fizeram, sendo humanos;" (estância 91). Há como que um processo de metamorfose, ocorrendo a divinização e enobrecimento da condição humana. No mítico espaço da ilha decorrem "os altos manjares excelentes", "das iguarias suaves e divinas" (estâncias 2 e 3), os adjectivos *altos, excelentes, suaves* e *divinas* remetem-nos fortemente para o engrandecimento humano, só os manjares divinos correspondem a uma tal descrição. Sendo os heróis lusitanos contemplados com esta graça, ascendem ao estatuto de seres superiores e imortais. Através das ninfas, têm acesso à divindade que lhes mostra como funcionava o universo e os sagra senhores da sabedoria: "Faz-te mercê barão a Sapiência / [...] Veres o que não pode a vã ciência / Dos errados e míseros mortais." (estância 76). Tomam conhecimento dos acontecimentos futuros através das profecias de Tétis, que anuncia novas descobertas noutros continentes, aludindo já às terras de Vera Cruz, no continente americano: estância 140 do canto X: "Parte também, *co* pau vermelho nota; / De Santa Cruz o nome lhe poreis; / Descobri-lo-á a primeira vossa frota, / Ao longo desta costa que tereis [...]".

Na estância 82 do canto X, encerra-se o discurso narrativo e, depois da garantia divina de que o mar está calmo e os ventos favoráveis, começa a preparação do regresso à pátria. São os portugueses, na pessoa de Vasco da Gama, convidados a conhecer a *Máquina do Mundo*, pela mão de uma divindade, a deusa Tétis (deusa dos mares e dos oceanos). Seguindo-a para um local mais afastado, convidativo à concentração e reflexão, está prestes a receber a valiosa revelação da concepção do universo. Na estância 77, "hum globo vem no ar", uma réplica do globo terrestre parece ser a melhor forma de explicar o funcionamento do universo, salienta-se ainda a simbologia da esfera que reforça a ideia da perfeição e do infinito.

O ambiente da ilha é-nos descrito como o do *Locus amoenus* onde reina a paz e os dois planos, terreno e espiritual, se juntam em harmonia. Temos, de um lado, a água, os mares, os navegadores, os homens, e, por outro, temos o campo da espiritualidade, da pureza, da simplicidade, correspondente às divindades. A junção destes dois planos vai assinalar a vitória do homem, com o apoio dos criadores do Céu e da Terra, sobre as forças ameaçadoras da natureza, na figura do Adamastor, e também sobre o ódio, inveja e as forças corruptas, simbolizadas pelo Adamastor e por Baco.

A inclusão deste episódio com toda a carga simbólica que contém corresponderá à ideia de amor sublime em

Camões, representado pela ascensão do espírito através do corpo, verificável no amor de Vénus pelos portugueses, sendo a consolação carnal oferecida aos novos heróis como prémio pelo serviço prestado à pátria. A ilha encerra em si uma simbologia da satisfação pessoal decorrente da consciência do dever cumprido.

Notas:

[1] *Os Lusíadas de Luís de Camões*, ed. org. por António José Saraiva, Porto, Figueirinhas, 1978, p. 13, referência contida na Dissertação de Mestrado da Drª Maria Paula Lamas, "D. Maria e D. Inês n'*Os Lusíadas*, Estudo Histórico-Literário", p. 71.

[2] *Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira*, vol. III, Lisboa, Rio de Janeiro, Editorial Enciclopédia Limitada, p. 600.

[3] Expressão de Joel Serrão in *Dicionário de História de Portugal*, vol. IV, p. 407.

[4] Informação disponível em:
http://www.instituto-camoes.pt/cvc/filosofia/ren2.html, p. 2.

Bibliografia

Obras impressas:

ALBUQUERQUE, Luís de, *Os Descobrimentos Portugueses*, Publicações Alfa, pp. 221 e 254.

ALMEIDA, Justino Mendes de, Reitor da Universidade Autónoma de Lisboa, *Estudos Camonianos, História e Crítica*, Lisboa, 1993, pp. 121-130.

BUESCO, Maria Leonor C., *Literatura Portuguesa Clássica*, nº 49, Universidade Aberta, 1992, pp. 147-148.

DIAS, José S. da Silva, *Os Descobrimentos e a Problemática Cultural do Século XVI*, Editorial Presença, 1982, pp. 13-24, 81-92 e 139-143.

Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira, vols. III e XXVI, Editorial Enciclopédia Limitada, Lisboa, Rio de Janeiro, pp. 565-567, 599, 600-604

História de Portugal, vol. III, Edição Monumental da Portucalense Editora, Porto, s/d, pp. 343-347.

PAIS, Amélia Pinto, *Os Lusíadas*, Areal Editores, 2ª edição, 1994.

PAIS, Amélia Pinto, VERÍSSIMO, Artur, & outros, *Ser em Português*, 10º A, Areal Editores, Junho 1999, pp. 248-249 e 304-307.

SERRÃO, Joel, *Dicionário de História de Portugal*, Iniciativas Editoriais, s/d, vol. IV, pp. 407-408, e vol. V, pp. 282-284.

Dissertação de Mestrado

"D. Maria e D. Inês n'*Os Lusíadas*, Estudo Histórico-Literário", Lisboa, Universidade Aberta, 2002, pp. 53-73, pela Mestre Maria Paula Ferreira de Seixas Antão da Cunha Lamas.

Sites

http://www.terravista.pt/ptolomeu/ptolomeu.html
http://www.terravista.pt/ptolomeu/teoria.html
http://es.rice.edu/ES/humsoc/Galileo/People/Kepler.html
http://www.instituto-camoes.pt/cvc/filosofia/ren2.html
http://www.pedronunes.pt/descobrimentos.html

Universidade Aberta

Professora Tutora: Professora Doutora Ana Paula Avelar
Estudante: Isabel Maria Travessa Gregório

Um Humanista Contemporâneo de Pedro Nunes Mestre António de Guimarães

Trabalho realizado por:
• *Carlos Manuel Baptista Valentim*

Universidade de Lisboa
Faculdade de Letras/Departamento de História

INTRODUÇÃO

No ano de 1512, Mestre António, «físico»[1] e cirurgião, morador em Guimarães, concebia a primeira monografia que se conhece, sob a forma de descrição geográfica, referente a uma faixa do território português: o Entre Douro e Minho[2].

Nesse mesmo ano, Tomé Pires – um boticário que partira em 1511 para a Índia integrado na armada capitaneada por D. Garcia de Noronha, prestando serviço mais tarde ao vice-rei Afonso de Albuquerque – deu início, muito provavelmente, à redacção da *Suma Oriental*, uma extensa obra sobre a geografia física, a geografia económica e a antropologia, nos seus aspectos culturais e sociais, da Ásia.

À primeira vista as duas "sínteses" geográficas – tanto a de Mestre António sobre uma região do território português, como a de Tomé Pires, acerca dum amplo espaço percorrido pelos navegadores portugueses – nada parecem ter em comum. Mas, se as duas obras forem observadas mais de perto, adivinha-se uma afinidade nos seus propósitos: enumeração/descrição das características de um "espaço geográfico", provendo com um certo tipo de informação, útil e estratégica, o poder central e outros poderes "menores". Neste âmbito surge um problema pertinente, que tem sido parte integrante da História das sociedades humanas: a dialéctica entre saber e poder. Como intuiu Michel Foucault, não é possível que o "poder" se exerça sem o "saber", mas também não é possível ao "saber" deixar de ser uma fonte de "poder"[3].

Que relação poderá existir entre saber e poder? De que forma o saber pode alterar a concepção e a forma de poder? E o poder, como utiliza o saber?

O *Tratado sobre a provincia d'antre Douro e Minho e suas avondanças, copilado por mestre Antonio Fisiquo e Çolorgiam morador na Vila de Guimarães e natural della* remete-nos, implicitamente, para a problemática do saber e do poder. Porém, outros problemas se levantam.

O médico de Guimarães teve como objectivo a descrição de uma região, balizada por coordenadas espaciais bem definidas. Ora, naquela época (no início do século XVI) estava em discussão o conceito de geografia – o seu campo de estudo e a(s) sua(s) área(s) de interesse. A palavra é utilizada com um certo cuidado; tem uma conotação difusa e pouco clara. Assim o demonstram as primeiras edições impressas no Ocidente da *Geografia* de Ptolomeu, em tradução do grego para o latim, que saem do prelo com o título de *Cosmographia*. Por outro lado, quando se tratava da descrição de lugares, de regiões, de espaços "concretos", era mais usual o termo "Corografia".

A "discussão" sobre o objecto de estudo da Geografia continuará ao longo de todo o século XVI. Pedro Nunes interessa-se pelo assunto[4], D. João de Castro discute empenhadamente as ideias deixadas em aberto por Ptolomeu[5]; enquanto a maioria dos humanistas continua a ver na Geografia uma disciplina muito próxima da Astronomia e da Matemática. Mais entusiasmados com as suas terras, outros autores, como Mestre António, "*vão descreuedo todas e as muy pequenas partes que em elles se acham: como Portos. Quintãs. Pouos. Rodeos de rios: e cousas desta qualidade*"[6].

Muitas têm sido as dúvidas relativas ao autor e à descrição "D'*Antre Douro e Minho*" concebida em 1512. Quem era afinal Mestre António? O que o levou a escrever um "tratado" geográfico? Que apoios auferiu? Que expectativas acalentava? De que ambições se revestia o seu trabalho?

1. Um "desconhecido" Mestre António

O enorme interesse que tem rodeado a figura de Mestre António deve-se ao facto de ter circulado amiúde, entre os séculos XVI e XVIII, uma descrição geográfica manuscrita da região de Entre Douro e Minho, da sua autoria, com revelações deveras surpreendentes para a época sobre demografia, comércio, rendimentos fiscais, a par de preciosas informações de ordem geográfica, política, religiosa, cultural, económica ou mesmo militar.

Quem foi na realidade o autor deste manuscrito? Em que circunstâncias, com que pretexto, com que objectivo o texto foi redigido?

Na verdade, o que se sabe de Mestre António é muito pouco. Os autores que se têm dedicado ao estudo do *Tratado de Entre Douro e Minho* refugiam-se nas únicas referências, ao Mestre, aí contidas: *Tratado sobre a prouincia damtre douro e minho y suas auondanças copilado por mestre Amtónyo fisyquo e çolorgião, morador na villa de guimaraes e natural della*[7].

Antes de prosseguirmos, faz todo o sentido perguntar: afinal o que é um autor? Com esta interrogação, Michel Foucault coloca-nos perante uma questão bem complexa, que a todo o momento nos assalta a imaginação, o pensamento e própria forma de produzir um estudo como este. Tudo isto porque o nome, um "simples" nome de autor pode trazer novidades, pode modificar as nossas concepções acerca de um determinado discurso. O nome de

autor não é uma mera referência. Ele exerce dentro dos discursos um determinado papel – classificando, agrupando, desvelando propósitos e funções[8]. Podemos então concluir: o nome de autor, tal como o seu estatuto inerente, delimita, caracteriza um discurso, as suas formas de recepção e circulação[9].

No tocante a Mestre António, certos bibliógrafos foram juntando dados dispersos, muitas vezes de forma confusa, acerca da sua identidade. É o caso de Barbosa Machado. Num primeiro momento, diz ser Mestre António natural de Guimarães e médico de D. João II; posteriormente, rectifica a sua posição: o autor das "*auondanças damtre douro e minho*" seria filho de Mestre Tomás, natural de Torres Novas e não de Guimarães, como era suposto[10].

No seguimento de Barbosa Machado, Inocêncio da Silva admitiu como muito provável ter sido o Mestre de Guimarães físico e cirurgião-mor d'el rei D. João II, natural de Torres Novas, filho de Mestre Tomás e pai de Nicolau Lopes, que fora igualmente médico do rei[11].

Os dois bibliógrafos caíram em contradição. Se inicialmente Mestre António aparecia com naturalidade de Guimarães, porque é que lhe era atribuído o nascimento em Torres Novas? Como fora feito médico da Câmara de D. João II quando na documentação não havia qualquer registo nesse sentido? Tratar-se-ia do mesmo autor?

Pensamos que a confusão de nomes e cargos se ficou a dever, muito mais às citações que Garcia de Resende faz na *Crónica de D. João II*[12], do que a qualquer outro aspecto adicional, uma vez que em alguns passos do texto intervém um Mestre António, converso, esse sim cirurgião-mor do Príncipe Perfeito, autor de um escrito célebre contra a fé judaica[13].

Luís de Pina (1901-1972), professor na Faculdade de Medicina do Porto, um dos grandes estudiosos de Entre Douro e Minho e de Guimarães, deu um contributo valioso para que se resolvesse a intricada questão. Apresentando dados seguros, o investigador nortenho traçou meticulosamente os passos do médico vimaranense[14]. As fontes a que aludia, para além de confirmarem a residência de Mestre António em Guimarães, atestavam a sua intervenção nalguns actos públicos em que era parte interessada a Colegiada de Guimarães (Santa Maria da Oliveira) e a Confraria do Serviço de Santa Maria.[15]

Logo no ano de 1504 o nome do físico constava como testemunha de uma cláusula testamentária, na qual D. Lourenço de Andrade deixava ao cabido de Guimarães "o Casal do Outeiro" na freguesia de S. Cristóvão em Riba de Selho[16]. A 6 de Março de 1508 estava novamente presente, como "*mordomo mestre António*", numa doação feita por Maria Nunes, viúva, à Confraria do Serviço de Santa Maria, de um prazo e doação do Casal da Cova[17]; por último, a 30 de Junho de 1531 "*pareceo mestre Antonio fisico morador na dita villa*"[18] diante dos vereadores da Câmara de Guimarães com o intuito de comprar umas casas a Miguel Bem-Telhado.

Desta maneira, ficava provada, de forma cabal, a ligação do célebre autor a Guimarães e, facto não menos importante, o seu vinculo à Confraria do Serviço de Santa Maria, bem como a suas estreitas relações com a Colegiada de Santa Maria da Oliveira. Os registos encontrados, de 1504 a 1531, permitem comprovar os cargos e funções que o médico desempenhava, mas não dão pistas sobre o local do seu nascimento. Contudo, uma informação adicional, colhida em Gaspar Estaço, dá conta que Mestre António viveu "*cerca dos annos do senhor de 1533*"[19].

Nada mais havia a encontrar? Estaria tudo dito sobre aquele cirurgião?

Joaquim Romero de Magalhães e Joaquim Veríssimo Serrão têm vindo a referir, nos seus trabalhos, Mestre António como "*um desconhecido*"[20] que "*pouco se conhece da sua vida*"[21]. Para a historiografia portuguesa, a identidade do médico minhoto continua, portanto, por apurar, não obstante ter sido já revelado um conjunto de factos fundamentais que permitem esboçar com alguma acuidade a sua biografia.

No ano de 1972 Eugênio da Cunha Freitas, amparado por documentação inédita, facultava uma indicação que apontava Mestre António de Guimarães como sendo um cristão-novo: "*Mestre António, X. N., físico de ElRei, morador em Guimarães e falecido em 1533, é o conhecido autor do Tratado sobre a província de Entre Douro e Minho e suas avondanças, que compôs em 1512.*"[22] A notícia, capaz de alterar todos os ensinamentos até aí reunidos sobre o geógrafo, esteve longo tempo "sepultada" numa colectânea de artigos, e não fosse ser citada em breve nota de rodapé numa comunicação apresentada ao primeiro Congresso Histórico de Guimarães[23], assim continuaria possivelmente esquecida da maior parte da comunidade científica.

A asserção de Cunha de Freitas pode ser corroborada no Arquivo Distrital de Braga, nos Cadernos de Matrícula de Ordens de Menores. Assim, no "*Anno do nascimento de nosso Señnor Jhesus Christo de Mil e Quinhentos e 4 annos seis dias do mês d'abril*" era ordenado *in minoribus* "*Ffrancisco filho de mestre António e de sua molher Francisca Rodriguiz* ***nouos christãos***[24] *moradores em Guimarães na freguesia de Samcta Maria d'Oliueira*"[25].

As matrículas de Ordens são documentos importantes para a História da Igreja, mas fornecem, da mesma forma, notícias da mais variada natureza, quer sejam aspectos relacionados com a vida social e a mentalidade das populações, quer sejam aspectos genealógicos, demográficos, topográficos. Podem documentar, em paralelo, as origens sociais do clero numa dada época e localidade[26].

Os registos das ordenações de menores, na diocese de Braga, contêm quatro referências a Mestre António, datadas de 1501[27], 1504[28], 1505[29], 1521[30], respectivamente. O termo "cristão-novo" aparece uma única vez, tratando-se fidedignamente do mesmo indivíduo.

Nessa documentação há duas informações importantes sobre a vida do físico que vale a pena reter. Por um

lado, o nome e número de filhos ordenados: Henrique, Francisco, Aires e Duarte; por outro, o local da sua residência – freguesia de Santa Maria da Oliveira. Neste mesmo lugar moravam muito cristãos-novos e grande parte da elite de Guimarães, essencialmente religiosos e gente abastada. Repare-se que é nessa freguesia, dominada pela presença da Igreja de Santa Maria da Oliveira (sede da importante Colegiada) – ela própria ordenadora do espaço e das vivências quotidianas – que se situava a principal artéria do burgo: a Rua de Santa Maria [31].

É frequente a confusão de nomes e datas. Por isso, o facto de estarmos perante um Mestre António, físico e morador em Guimarães, cristão-novo, poderia simplesmente ser uma coincidência. Todavia, verificou-se que era na realidade a mesma pessoa, através do cruzamento de nomes/ofícios (e local) existentes nas chancelarias de D. João II, D. Manuel I e D. João III. Em todo o universo de documentos rastreados encontraram-se unicamente dois registos, mas que são prova suficiente, permitindo concluir tratar-se da mesma pessoa. Em abono da verdade, mais nenhum Mestre António, que vivesse em Guimarães, se encontrou.

A 1 de Outubro de 1498 "*Mestre Antonyo* ***morador em a vila de Guimarães***" requeria a carta de medicina. Anos mais tarde, em 1521, a 18 de Fevereiro, D. Manuel dava "*licemça a Mestre Amtonio* ***fisyco e celorgiam morador em Guimaraes*** *para que ele possa [andar] em mula*" [32].

No primeiro caso, o pedido de confirmação da carta de medicina é explicado pelas novas regras aplicadas à integração da comunidade judaica, depois da conversão forçada daqueles que optaram por ficar no reino. Promulgado o édito de expulsão em 1496-1497 [33], muitos sefarditas decidem mudar de nome e esconder, por força das circunstâncias, a sua ascendência, os seus costumes e sua própria identidade. Possivelmente foi o que veio a suceder a Mestre António.

A documentação não nos permite saber se o cirurgião veio de Espanha ou se terá nascido em terras portuguesas. O que nos parece claro é que o autor do *Tratado de Entre Douro e Minho* fazia jus à sua integração local, dizendo-se nascido e criado no Entre Douro e Minho – "*amor e afeição que tenho aa natureza e aa comarqua onde naçy e me criey*" [34]. Muitos da sua "nação", "*Mercadores da «mercadoria superior», ligados por laços de família, de actividade mercantil e laços culturais, fariam gala da sua cristianidade dotando igrejas e misericórdias, participando na direcção de confrarias, disputando hábitos de Cristo e simultaneamente defendendo um programa económico, social e político que só triunfará no tempo de Marquês de Pombal*" [35].

Procurou-se saber em que instituição de ensino se terá formado o Mestre de Guimarães [36]. Na verdade, a formação dos praticantes de medicina neste período, na sua maior parte judeus, era obtida pela prática com um mestre, durante um período de tempo variável [37], à semelhança de outros ofícios.

Por agora, interessa sublinhar dois factos que modificam completamente a face – até a esta altura conhecida – de Mestre António. Em primeiro lugar, a sua condição de cristão-novo [38]; em segundo lugar, o facto de pertencer à Confraria do Serviço de Santa Maria, uma importante irmandade religiosa, bem implantada no tecido urbano de Guimarães e que estendia a sua influência para além do panorama "local".

2. O saber de Mestre António – difusão e inovação

Ao longo do Renascimento aprofunda-se a fractura epistémica no interior da Geografia. A tradução da obra de Ptolomeu para latim, no início do século XV, favoreceu a divisão. A grande maioria dos humanistas lê e divulga a obra do alexandrino, convertendo-se às suas ideias, defensoras do dissídio entre Geografia e Corografia. Doravante, ganha proeminência uma determinada "Geografia matemática" que estuda a posição, a forma, dimensão e representação cartográfica da Terra, chamando em seu auxílio a Matemática, a Geometria e a Astronomia [39].

Um certo tipo de "Geografia descritiva e regional", por seu turno, tende a ser relegada para um plano mais secundário. Apelidada de corografia, este tipo de geografia insere-se numa longa tradição, vinda da Antiguidade, devotada à descrição de lugares e povos, culturas e tradições. Os seus expoentes máximos são Heródoto (c. 484-424 a. C.) e Estrabão (c. 58 a. C.-25 d. C.).

A concepção dualista da geografia, durante os séculos XV e XVI, vai influenciar práticas, atitudes e, claro está, a forma de "ler" o Mundo. Relativamente à renovação da "corrente descritiva", surgem obras onde se cantam as belezas dos mais variados lugares e regiões, exaltando-se o poder e a riqueza dos senhorios locais. Os seus autores são na sua grande maioria secretários de grandes senhores laicos e eclesiásticos, poetas e historiadores "oficiais" ao serviço dos Estados ou de poderes "regionais" [40].

É neste âmbito que surge o *Tratado* de Mestre António; escrito por volta de 1512 [41], depressa ganhou adeptos e leitores atentos. Facto muito significativo, é a forma como o seu título se apresenta – *Tratado sobre a prouincia damtre douro y minho y suas auondanças* [42].

A palavra "Tratado" deriva do latim "Tractatus", obra que explora um assunto, uma matéria, podendo ter em vista a sua difusão [43]. No caso em apreço, o carácter científico pouca importância tinha, tal como a extensão do assunto tratado, pois este tipo de discurso não tinha outro intento em vista senão a informação, a divulgação, o "sumário" de matérias e factos [44], na base duma descrição geográfica que relaciona tradições com dados de vária ordem e propaganda aos encantos da "terra", "*suit encore un itinéraire, que l'on peut alors qualifier de mental, car sa réalité disparait pratiquement du texte* [45]."

Determinadas corografias, a partir do século XV, começaram a pensar Portugal ou as suas províncias como se de conjuntos coerentes e hierarquizados se tratassem.

Neste conjunto se integra a descrição de Entre Douro e Minho de 1512[46]. A quem interessava este tipo e saber?

Antes de respondermos a esta questão, é de todo conveniente ter na devida conta a importância que teve a "geografia" de Entre Douro e Minho para outros autores.

No século XVI as notícias passavam de boca em boca numa sociedade profundamente influenciada pelo discurso oral[47]. Como foi possível a um texto do género do *Tratado de Entre Douro e Minho* desfrutar de tão ampla divulgação, numa cultura toldada pelo elemento oral? De facto, a obra ganhou inúmeros adeptos e leitores à medida que se difundia e divulgava. Actualmente conhecem-se quatro cópias[48], três delas ainda inéditas[49]. Luciano Ribeiro, no ano de 1959[50] publicou o que se pensa ser a cópia mais antiga do *Tratado*; escrita em letra do século XVI, faz parte do códice MVII3 (fols. 282-289) do Arquivo da Casa da Fronteira, inserido actualmente no Instituto dos Arquivos Nacionais/Torre do Tombo.

No entanto, em Lisboa, Coimbra e Porto permanecem outros três textos todos aparentando serem cópias do século XVIII.

Na Biblioteca Nacional existe um códice com a cota ms. 245. Tem por título na lombada *Sumario dos Reys*. É encadernado em pergaminho, contendo 86 fols. Nele estão contidas duas obras. A primeira da autoria de Ferreira de Vera Álvaro, *Chronica e Geneologia dos Reis de Portugal (Desde o Conde D. Henrique até D. Pedro I)*; tratando-se de uma cópia do século XVIII, vai do fol. 1 ao fol. 79 v.º No fim (fols. 80-86 v.º) encontra-se também incluída outra cópia, igualmente do século XVIII, da *Provincia dantre Douro e Minho «copilada por mestre Antonio fisico e sorgiam morador na villa de Guimarães e natural della»*.

O texto de Coimbra, desde muito cedo noticiado por A. Rocha Brito, faz parte de um manuscrito, de que ocupa as pp. 9-44, escrito em letra do século XVIII[51].

No Porto encontra-se o manuscrito mais completo. Aparentando ter o tipo de caracteres em uso entre os fins do século XVII e princípios do século XVIII, compõe-se de um conjunto de quatro tratados com o título *História Geografica*. O manuscrito pertence ao Fundo Azevedo, dos Reservados da Biblioteca Pública Municipal, e tem a cota F. A 16. Já no seu interior, aparece-nos um subtítulo: *Historia Geografica de varias partes do mundo e huma breve noticia de algumas couzas mais raras delles tudo por Mestre Antonyo Fisyquo, e Colorgião natural e morador de Guimaraens em 1512.*

Pensamos tratar-se de uma copilação de textos, todos do mesmo autor. O mais conhecido é o primeiro, o *Tratado de Entre Douro e Minho*, seguindo-se pequenos tratados, na sua maior parte próximos das temáticas dos herbários, fabulários, bestiários[52]. Escritos esses muito difundidos durante a Idade Média e no princípio da Idade Moderna; veiculavam ideias acerca da imagem do Mundo, que se esgotaram quando as navegações portugueses e espanholas dos séculos XV e XVI trouxeram notícias de paragens distantes. Segundo o Prof. Luís Filipe Barreto, o peso do imaginário e do fabuloso, no campo da descrição antropológica e zoológica, não deixa de se fazer sentir – mesmo em muitos dos casos que seguem de perto os factos empíricos – embora estejam em processo de retracção[53].

Uma possível explicação para o manuscrito do Porto ser o mais completo deve-se eventualmente à importância acrescida que teve o *Tratado d'Antre Douro e Minho*, pela sua originalidade. Muitos dos que se interessaram pela descrição geográfica aí contida preocuparam-se, principalmente, com aquele tratado, ignorando os pequenos textos, que não eram muito mais do que glosas de frases de Santo Isidoro, Plínio e outros autores da tradição escolástica e medieval[54].

Como se pode deduzir através do quadro I, a obra geográfica do nosso autor teve uma importante recepção. Apesar de manuscrita, foi andando de mão em mão, servindo de fonte cimeira e única em muitos dos casos. A maioria dos autores não se refere a Mestre António e quando o faz é de forma esporádica e fugaz. Gaspar Estaço, cónego da Colegiada de Guimarães[55] – "colégio religioso" muito entrelaçado com a Confraria de Mestre António – tenta repor a merecida justiça na situação, escrevendo: "*Esta Terra chamada entre Douro, e minho é muito conhecida por alguas cousas notaueis, que tem, de que Vaseo dá testemunho en sua historia, as quaes tomou de hum trattado de letra de mam feito por mestre Antonio fisico de Guimarães, que elle nam nomea, como nós hora fazemos, pera que a fé do que d'elle tomarmos, fique sobre seu autor e por nam imitarmos a macrobio, que tomando muitas cousas de Aulo Gelio, foi tam ingrato, que en tam grande monte de diuidas sepre calou o nome do credor, de que o reprende Crinito na honesta disciplina. Auareza ingrata, e nescia, que faz o alheio seu, e quer mais ser tomada no futuro, que pagar emprestado, como disse Plinio por aluns engenhos viciosos, e mal affortunados.*" [56]

O Dr. João de Barros[57], escrivão da câmara de D. João III, Rui Fernandes, natural de Lamego, João Vaseu, Duarte Nunes de Leão, conhecido autor de uma *Descripçam do Reyno de Portugal* e Gaspar Estaço estiveram em contacto com os escritos de Mestre António, retirando-lhe largos extractos para os seus trabalhos. Todos estes autores têm características em comum com o Mestre de Guimarães. Ou exercem cargos ligados ao comércio, às alfândegas, à gestão de património e estão próximo das estruturas do Estado, encontrando-se nesta situação o Dr. João de Barros e Rui Fernandes, ou estiveram largo tempo na região de Entre Douro e Minho, nomeadamente em Braga, centro religioso rival de Guimarães, caso do Dr. João de Barros,

João Vaseu, Duarte Nunes de Leão e Gaspar Estaço, ou então são cristãos-novos como Duarte Nunes de Leão, e mais duvidosamente o Dr. João de Barros, de origem obscura nascido em Trás-os-Montes [58].

João de Barros, doutor em Leis pela Universidade de Coimbra, sendo de seguida nomeado ouvidor do arcebispo de Braga e mais tarde escrivão da Câmara de D. João II, foi desde 1548 desembargador dos Agravos. Escreveu uma *Geographia d'Entre Douro e Minho e Tras-os-Montes* impregnada de citações de autores clássicos, à boa maneira humanista. De Solon a Licurgo, de Justiniano a César Augusto, a Nerva e Trajano, de Vergílio a Plínio, de Avicena e Averróis a Pedro Hispano e Santo António de Pádua, as referências demonstram a sua actualização com as correntes culturais coevas [59]. Por uma única vez menciona Mestre António na sua geografia [60].

Rui Fernandes, cidadão de Lamego escudeiro "real", feitor de lonas e bordates d'el rei, ligado aos mercadores e à nobreza local, mas também aos centros mais activos da economia nortenha[61], oferece ao bispo da cidade *A Descrição do Terreno ao Redor de Lamego* (1531-1532). A fonte principal não é ocultada: "*Mestre Antonio de Guimarais* [que] *fez hum tratado das couzas d'Antre Douro, e Minho, que assáz he bom, e tido em muito [...].*"[62]

João Vaseu (Bruges, c. 1510-Salamanca, 21-10-1561), humanista, chegou a ser professor em Portugal. A pedido do cardeal D. Henrique esteve em Braga a ensinar Humanidades no Verão de 1538; em 1541 transferiu-se para Évora, onde se manteve até 1550, passando depois a Salamanca. Enquanto esteve no Minho tomou, certamente, contacto com a monografia de Mestre António. Mais tarde é através da obra deste flamengo, datada de 1552 e dedicada ao cardeal D. Henrique, que a Europa culta tomará conhecimento das informações inseridas no escrito de Mestre António de Guimarães. "*Abraham Ortelius, no Theatrum Orbis Terrarum, saído em Antuérpia em 1570, disso se encarregará.*"[63]

Duarte Nunes de Leão (Évora, c. 1530-Lisboa, 1608) formou-se em Leis na Universidade de Coimbra. Tendo desempenhado funções de desembargador na Casa da Suplicação, defendeu as pretensões de Castela ao trono português. A sua *Descripçam do Reyno de Portugal* contém avultada informação bebida na "Descrição de 1512"[64].

Finalmente, Jorge Cardoso (1606-1669), religioso que estudou no Colégio de Santo Antão e nos Conventos de S. Domingos e de St.º Agostinho, compôs o *Agiologo Lusitano* (1659-1666). Quando trata da província de Entre Douro e Minho, é Mestre António um dos autores a quem recorre com assiduidade [65].

Estamos perante uma época em que se faz a passagem das formas orais às formas escritas, de muitos ramos do saber. Há uma nítida tentativa de preservação da memória oral pela escrita. É nessa idade de charneira que o *Tratado* de 1512 se difunde e circula, e que tem que ser necessariamente entendida.

Quadro I
Alguns autores que utilizaram a obra de Mestre António como fonte

NOME	Título	Ano
Rui Fernandes	Descrição do Terreno ao Redor de Lamego	1531-32
Dr. João de Barros	Geografia d' Entre Douro e Minho e Trás-os-Montes	1549
João Vaseu	Chronici Rerum Memorabilibium Hispanae	1552
Duarte Nunes de Leão	Descrição do Reino de Portugal	1599
Gaspar Estaço	Várias Antiguidades de Portugal	1620
Frei Nicolau de Oliveira	Livro das Grandezas de Lisboa	1620
António Pereira	Do Grande e Aparatoso Recebimento que a Nobre Cidade de Lisboa...	1635
George Cardozo	Agiólogo Lusitano	1652-1666

Fonte: Joaquim Romero de Magalhães, "As descrições geográficas de Portugal: 1500-1650. Esboço e problemas." in *Revista Económica e Social*, nº 5, 1980, pp. 15-56, e Rocha Brito in *Tratado sobre a provincia d'antre douro e Minho e suas Avondanças, copilado por mestre Antonio Fisiquo e Çolorgiam morador na vila de Guimarães e natural della*, separata do *Boletim da Biblioteca da Universidade*, vol. XII, Coimbra, 1935.

Mestre António viveu num período em que, *grosso modo*, as sociedades estavam iniciando um longo processo de mudança; modificavam a sua organização social e construíam, aos poucos, uma administração moderna e burocrática, condicionando assim largamente a evolução dos saberes. Aliás, o poder central começava a ter uma dependência crescente de informações, de registos, de "variáveis estatísticas". Poder e saber apoiavam-se mutuamente.

Por motivos da colecta de impostos, da defesa territorial e recrutamento militar, os governantes preocuparam-se, nomeadamente desde a Baixa Idade Média, em «conhecer» o seu povo e o seu território [66]. As formas de obtenção desse conhecimento centravam-se nas inquirições, nos arrolamentos de moradores, nos censos da população, nas visitas regulares do rei e dos seus representantes às parcelas territoriais governadas, e nas descrições corográficas.

Em Portugal, as reformas manuelinas reforçaram a autoridade do poder central, criando estruturas centralizadas que, por sua vez, exigiram uma ligação mais eficaz às entidades locais. As medidas reformadoras não esconderam os seus intentos. Tanto as reformas dos forais, como o novo Regimento das Comarcas e da Fazenda, o Regimento dos Oficiais das Cidades e Lugares ou ainda a reforma dos pesos e medidas tentaram impor uma nova ordem administrativa/burocrática.

No ano de 1512, precisamente no mesmo ano em que o médico de Guimarães redige, ou está redigindo, o seu trabalho, publica-se um novo regimento das sisas, encetando o Estado, desse modo, medidas para reorganizar a sua "máquina" fiscal. Entretanto, D. Manuel I, no seguimento da sua política de reforço do aparelho estatal, mandou efectuar um arrolamento de moradores dos concelhos de Valença e Caminha, por alvará de 30 de Dezembro de 1512. Tratava-se de um conjunto de medidas, talvez mais vasto, uma vez que o soberano ordenara um inquérito ao número de moradores dos lugares dependentes da adminis-

tração de Valença, localidade pertença do Bispado de Ceuta[67]. Será esta uma feliz coincidência?

Na verdade, o *Tratado de Entre Douro e Minho* revela informações que dificilmente passariam despercebidas a um "novo" Estado burocrático. Atente-se nos elementos descritos por Mestre António: população aproximada de Entre Douro e Minho; descrição dos produtos hortícolas; produtos exportados; comércio com outras regiões e países; geografia das fortalezas militares e arranjos a fazer nas suas estruturas; geografia das "casas" religiosas; rendas eclesiásticas; formas de assistência médica e social; foros arrecadados pelos vários senhorios; avaliação de quanto "*remde a el-rey nosso sñor de sysas e dizimas*"[68] todo o espaço descrito.

Sabendo-se que desde muito cedo o Estado sentiu a necessidade de uma imagem clara e completa [69] dos seus domínios, de aquém e além-mar, procurando inventariar bens, riqueza e necessidades, para um "*correcto e directo controlo do território*" [70], é muito provável que os seus agentes tivessem conhecimento do saber disponibilizado por Mestre António. Inclusivamente, andou apenso às crónicas de Rui de Pina extractos daquele *Tratado*, o que motivou fortes críticas de Alexandre Herculano às hipotéticas pretensões do cronista querer apoderar-se de "*trabalho alheio*"[71].

O grande historiador oitocentista não fez uma leitura correcta da situação [72]. Se de facto Rui de Pina se "apoderou" das informações contidas na descrição, não é menos verdade que a parte em anexo nas suas crónicas era precisamente a de valor estratégico para o poder central, ou seja, dados referentes a tributação de impostos, demografia, fortificações militares, localização do poder religioso e dos solares dos grandes senhores locais[73]. Além do nome de Mestre António não ter sido eliminado do códice, o sumário é bem explícito: "*Informações verdadeiras d'alguas calidades da comarqua d'antre douro e minho copiladas pelo doutor Mestre Antonio vista haprouadas por Ruj de Pina cronista moor d'el Rej nosso senhor.*"[74] Uma incerteza subsiste: terá havido contacto entre os dois homens? O que parece não oferecer dúvida é que a Coroa utilizou aquelas "enformaçois".

Teria sido o poder central o único poder a apoderar-se de tão valioso saber? Tudo indica que não. E não será mais correcto falar de poderes em vez de poder?

Os grandes senhores da região, eclesiásticos e laicos, ter-se-ão apropriado da valiosa "geografia". No prefácio da obra o Mestre não esconde que "*alguns senhores me rogaram [...] e me fizerão ousar seguir a empresa daquelas cousas q[ue] a minha notícia poderão ouvir*"[75]. Afinal, "*as modalidades do agir e do pensar, devem ser sempre remetidas para os laços de interdependência que regulam as relações entre os indivíduos e que são moldados, por diferentes maneiras em diferentes situações, pelas estruturas do poder*"[76].

Como se sabe, o poder senhorial no Entre Douro e Minho assentava em bases sólidas, estava bem implantado, perdendo-se no tempo a ancestralidade das famílias "tradicionais" que se arrogavam de ter lutado ao lado do rei pela independência do reino, conseguida no século XII[77].

Muitos dos grandes senhores – a exemplo do marquês de Vila Real, do infante D. Luís (filho de D. Manuel I), do conde de Vimioso, do visconde de Lima – que aí possuíam terras gostavam de ostentar o seu poder. Mas as circunstâncias favoráveis à vida de corte ditavam novas modas e novas práticas sociais. A fidalguia nortenha tentava agora chegar ao paço real[78].

Convém não esquecer a grande importância que o ducado de Bragança detinha em todo esse espaço: arregimentando clientelas e dominando vastas propriedades. Duas situações que confirmam o poder terratenente do ducado, Entre o Douro e Minho, deixando perceber as razões da concentração de poder e do fortalecimento de uma casa senhorial que, distanciando-se de todas as outras, chegará ao trono cerca de um século mais tarde.

Por sua vez, o arcebispo do Braga e o bispo do Porto, dois pólos do poder religioso e secular dessa complexa geografia senhorial, não ficavam de fora das renhidas disputas pela posse das rendas, das benesses e da acumulação de poder e riqueza.

Quais terão sido as fontes de Mestre António? Será crível que a "descrição" seja unicamente baseada na sua experiência pessoal?

Uma observação mais cuidada permite aceitar a forte hipótese de o cirurgião ter aproveitado os seus contactos (sociais) pessoais e profissionais. Dois vectores até agora desconhecidos, ou pouco explorados, isto é, o seu lugar de mordomo na Confraria do Serviço de Santa Maria e a sua condição de cristão-novo, terão estado por detrás do seu bom posicionamento para redigir um trabalho inovador para a época.

O cargo de mordomo traduzia-se na sua familiaridade com as execuções financeiras da Confraria, nomeadamente na arrecadação das rendas e administração dos vários espaços económicos[79].

A Confraria do Serviço de Santa Maria era uma poderosa irmandade religiosa. A sua composição assentava na elite da vila de Guimarães e seu termo. A forma como estava organizada e constituída socialmente sugere que propagou a sua influência económico-social para dentro e fora do tecido urbano de Guimarães. O próprio teor dos estatutos reflecte a tendência para o elitismo, que viabilizava a liderança no seio da comunidade concelhia[80]. Desta forma, com os indivíduos que lhe pagavam censos (de 71% de bens foreiros urbanos contra 29% rurais) estabelecia todo um conjunto de relações sociais. "*Em última análise, esta instituição de «elite» funcionava como um instrumento de consolidação da força e do poder familiar e extra familiar da oligarquia urbana vimaranense.*"[81]

Deste ponto de vista, a Confraria do Serviço de Santa Maria de Guimarães era um centro de solidariedade entre homens e mulheres e, à semelhança de outras confrarias, teve, no espectro social, um importante papel na cons-

trução de uma identidade de grupo ao mesmo tempo que solidificava os processos de integração e coesão comunitária [82].

O facto de estarmos perante um cristão-novo pode indiciar estreitos contactos com a comunidade sefardirta "convertida", contactos esses alargados às redes de comércio que se abriam entre conversos – posição privilegiada para quem amealhava minuciosamente dados de vária ordem, na medida em que as formas de sociabilidade tiveram e têm importância na distribuição do saber [83].

Pensamos que não foi por acaso que apareceu no Entre Douro e Minho o tipo de descrição geográfica elaborada por Mestre António. É possível detectar toda uma tradição, inovadora, na percepção daquele espaço. A "geografia" do Mestre de Guimarães vem, muito claramente, no seguimento da "descrição de Portugal" de 1416 [84], incluída no *Livro dos Arautos*. Tudo indica que o seu redactor habitava nessa "província" e pertencia à casa de D. Afonso, filho natural do rei, conde de Barcelos e futuro duque de Bragança. No início do século XVI, a dianteira no campo do saber "corográfico" continuou a pertencer a um autor que vivia na região.

Conclusão

É muito interessante verificar o espectacular florescimento cultural que estava a ocorrer no Entre Douro e Minho, pela mesma altura em que Mestre António redige os seus "tratados" geográficos. Até que ponto será legítimo utilizar os conceitos de "centro" e "periferia", quando se registam movimentos desta dimensão longe do "centro" cultural do reino (Lisboa)?

Os estudos de história da arte são, porventura, um bom barómetro nestes casos. As últimas investigações dão conta que na mesma região (de Entre Douro e Minho), particularmente no Noroeste Minhoto, surge uma série de oficinas de pintura a par de mestres consagrados [85]. Braga, Guimarães, Viana do Castelo, Caminha, Porto, Vila do Conde, encontram um mercado que tem as suas fronteiras muito para além da raia portuguesa, englobando todo o noroeste peninsular.

As cortes senhoriais renascentistas também florescem em locais como o Paço dos Duques em Guimarães, e o mecenato prolifera no interior das corporações religiosas, contribuindo para o incremento da produção cultural. O Colégio da Costa, fundado (1537-1539) no século XVI, veio a dar berço a um assinalável punhado de humanistas, testemunhando a projecção do animado espaço cultural do Entre Douro e Minho.

Não poderemos nós considerar Mestre António um humanista? A palavra é dúctil e pouco precisa, servindo para designar, duma forma geral, a elite culta dos séculos XV e XVI que se interessou pela Antiguidade Clássica, utilizando profusamente o uso das línguas e dos autores clássicos. De um certo ponto de vista, também Mestre António foi então um humanista – inspirou-se em muitos textos greco-latinos, que a sua escrita denuncia, e à boa maneira clássica sublinha as virtudes e o poder do Homem.

Mestre António, exaltador de uma região, cantando as suas maravilhas e riquezas? Não fazia ele parte de uma elite local, de clérigos, mercadores e nobreza que rivalizava em poder e riqueza com a Coroa? Inserido em redes bem articuladas de poder e mercancia Mestre António concebe um texto notável.

A importância da sua obra geográfica, para a época, torna-se por demais evidente. A forma como circulou de mão em mão, a frequência com que os autores a foram usando, copiando, divulgando, só é compreensível não excluindo a importância das fontes únicas tidas ao seu dispor e do lugar privilegiado que o médico minhoto usufruía. Mas também não pode ficar secundarizada a importância que aquela região assumiu na sociedade quinhentista.

As obras que pouco depois saíram no seu esteio ficaram em dívida para com o vimaranense, em muitos dos aspectos focados: demografia, geografia, economia. A geografia de Entre Douro e Minho tornou-se um modelo a seguir.

Uma camada apreciável de autores, para a época, começava a viver da criação e circulação da informação e do(s) saber(es). Apesar de se integrar numa sociedade ainda profundamente hierarquizada, Mestre António correspondia às expectativas criadas em seu redor, ou seja, "quantificara" dados, louvara poderes, denunciando a prosperidade e a beleza da região. Mas, importa referir, o Mestre situa-se, ou melhor dizendo, situava-se no interior dum grupo dinâmico, aberto à novidade, à mudança, que frequentemente, através da sua iniciativa, provocava a ruptura, a inovação, fazendo surgir a novidade.

Quadro 2
Registos encontrados sobre Mestre António

Ano	Acto	Fonte
1498	Carta de Medicina	IAN/TT, Chancelaria de Manuel I, Liv. º 39 fol. 131
1501	Ordenação do seu filho Henrique	Arquivo Distrital de Braga, Caderno de Matrículas de Ordem, Liv. º V, fol. 164vº
1505	Ordenação dos seus filhos: Francisco e Aires	Idem, fol. 258 e 309 v.º
1504	Testemunha numa abertura testamentária	Arquivo Municipal Alfredo Pimenta, Testamentos e Doações, Tomo 2º, cota –c fol. 148 e 149 v.º
1508	Presente como Mordomo da Confraria de Serviço de Santa Maria numa Doação de um "Casal" à dita Confraria	Abade de Tagilde, "Catálogo dos Pergaminhos existentes no Archivo da Real Collegiada de Guimarães" in Archeologo Português volume XIII, Janeiro – Junho, 1908, doc. CCCLXXII, pág. 288.
1512	Tratado de Entre Douro e Minho, Tratado Segundo Sobre a Província da Arménia, Tratado Terceiro e Notícia Breve do Paraíso Terreal Segundo Valera, Tratado Quarto Em que da uma boa notícia das Índias e do Preste João.	Biblioteca Pública Municipal do Porto, História Geografica, FA 16
1521	Carta para andar de mula	IAN/TT, Chancelaria de D.Manuel, Livro 44 fol. 40
1522	Ordenação de seu filho Duarte	
1531	Compra de uma casas	AMAP–Vereações e Acórdãos da Vila de Guimarães, Livro n.º 1 – Cota M – 1797, Fol 152 v.º – 153 v.º

Anexo documental

Principais normas de transcrição dos textos*

1 – Actualizámos o uso de minúsculas e maiúsculas.
2 – Pontuámos sempre que necessário, para dar sentido às orações.
3 – Utilizou-se o hífen para separar palavras, quando o seu uso era devido.
4 – As dúvidas de leitura assinalam-se por (?).
5 – Transcrição do documento em linha contínua, assinalando o número do fólio dentro de parênteses rectos.
6 – Realiza-se o sumário no início do texto, com o ano, o mês e o dia, respectivamente.
7 – Não se acrescentou nenhuma palavra ao vocabulário utilizado no texto, de modo a não interferir na disposição do documento.
8 – Assinalam-se as partes ilegíveis do documento por [...].
9 – Desdobram-se as abreviaturas sem assinalar as letras introduzidas.
10 – Utiliza-se a palavra [sic] para os erros no próprio texto.
11 – Não se actualizou a mudança do "y" para o "i".
12 – Junta-se as sílabas ou as letras de uma palavra que se encontrarem incorrectamente separadas.
13 – Remetem-se para o rodapé todas as informações úteis.

* Não poderíamos deixar de agradecer publicamente a amabilidade do Sr. Prof. Dr. Bernardo Sá Nogueira na ajuda que nos prestou na leitura de alguns documentos.

1498, Outubro, 15, Lisboa – D. Manuel concede carta de Medicina a Mestre António

I. A. N./T. T., Chancelaria de D. Manuel I, Livro 15, fólio 172

Dom Manuel etc. a quantos esta nossa carta virem fazemos saber que mestre Antonynio morador em a villa de Guimarães nos envyou dizer que elle aprendia à muito tempo da ciençia e arte de mediçina e que avya ja tres annos pouco mais ou menos que fora examinado pello doutor mestre Rodrigo noso fisico moor. Que foy e ouuera sua carta em formas que ate aguora queria ser comfirmado segundo nosa ordenação. Que nos pedia por mão lhe mandasemos ao doutor mestre Antonyo de Lucena noso fisico moor que o vise se era sobficiente pera praticar e husar da dita ciemcia e arte de medicina. E que porque pello dito doutor fomos certaficados que o saberia ele fazer e curar de quallquer enfermo ou emfermos que ho requeresem, temos por bem e lhe mandamos dar nosa carta de confirmacão e em forma dada. Em a nosa cidade de Lixboa aos Xb dias do mes de Outubro. El Rey o mandou dar pello doutor mestre Antonyo de Lucena seu fisico moor. Diogo da Mota fez, ano do nascimento de noso senhor Jesus Christo de mill IIIIC LRbIII anos.

1504, Fevereiro, 6 Guimarães – Clausula de Testamento que em Lourenço de Andrade deixa na Freguesia de S. Christouão um Casal em Riba de Selho ao Cabido da Igreja de Nossa Senhora da Oilveira.

Fundo da Colegiada de Nossa Senhora da Oliveira – Testamentos e Doações ao Cabido – Tomo II – Cota C – 1386; Cópia de 1717, 1 de Fevereiro, trasladação do cartório reformado de Nossa Senhora da Oliveira.

Em nome de Deus amem. Saibão os que este estromento de tresllado de hum item de hua çedulla dado por autoridade de justissa virem como no anno do nasçimento de nosso senhor Jezus Christo de mil e quinhentos e coatro annos seis dias do mes de Feuereiro na villa de Guimarães dentro nas cazas da morada do honrado Dom Lourenço d'Andrade protonotairo na Santa See Apostolica. Duas ou trez ora da noute andadas, jazendo hy o dito protonotario finado. Estando hy o honrado Pero Portela escudeiro e Juiz ordinario em a dita villa e seus termos por o Senhor Duque nosso Senhor pareceo hy prezente o dito Juiz Manoel de Andrade thesoureiro [fólio 148v.º] thesoureiro na igreja de Santa Maria d'Oliveira da dita villa, filho do dito protonotairo e apresentou prezente o dito Juiz hua cedulla çerrada e cozeita com linha preta d'arredor çeellada com sete çeellos de çera vermelha. A qual tinha hum estromento de confirmaçom nas costas o qual estromento hera asinado do sinal publico do tabellião que o fezera com elle nomeadas outo testemunhas e asinado por ellas no dito estromento segundo por elle parece. E o dito Juiz mandou abrir a dita çedullla e foi hy aberta e prubricada em a qual çedulla faz mençom que a mandou fazer o dito protonotairo, certa por elle asinada ao pee e asy está asinado o estromento ao pee por o dito protonotairo. E segundo se por a dita çedulla e estromento pareçe e no estromento por menssom que elle a mandou fazer na qual çedullla esta hum item ante as outras couzas do qual item o trelllado he este que se segue.

Mais disse e mandou o dito protonotairo que deste dia pera sempre em sua vida emquanto de os quizer e asy dipois dessa morte o Cabbido de Guimaraes haja o seu cazal que elle tem e pessuhe na freiguezia de São Christouão de Riba de Selho a beira de São Martinho de Candos que se chama o Cazal do Outeiro em que viue ora [fólio 149] em que vive ora o genro de Barthollomeu de Siluares. O qual rende ora deseseis alqueiros de pão meado silicet a metade de centeyo e ametade de milho e emqanto elle viuer lhe dirão silicet duas missas hua no altar de Jezus que seja de humiliauit e em dia de São Lourenço silicet de quando nom cahir em Sesta-Feira pello impedimento que hy ha entom se dirão a Quinta-Feira que he a sua vespera, e a outra de Santa Maria no altar-mor em vespera de São Tiago, e despois de sua morte lhe digão duas missas de requiem nos preditos dias e sahirá o Cabbido sobre elle com agoa benta e nese responço e esta maneira se terã no

dizer dellos tambem quando cahirem em Domingo os sobre ditos dias digão a vespera dos dias//. A qual çedulla o dito Juiz mandou cumprir e logo por o reuerendo Fernam Alures Bacharel e Chantre na dita igreja de Santa Maria d'Oliueira da dita villa que prezente estaua foi requerido ao dito Juiz que com o trellado do dito item da uerba do cazal que o dito protonotario leixaxaua ao cabbido na dita çedulla em nome do dito Cabbido lhe mandaçe dar hum estromento e o dito Juiz visita a dita çedulla como [fólio 149 v.º] como hera perfeita com as selemnidades de direito mandou a mim taballião, que lhe deçe o dito estromento com o trellado do dito item testemunhas que estauom perzentes Gonçallo Rodrigues de Magalhaes fidalgo, e Andre Gonçaluez meyr(?) conigo na igreja de Santa Maria d'Oliueira da dita villa e Andre Vaaz escudeiro filho de de Gil Vaaz conigo e Pero Luiz creligo de missa criado do dito Chantre e mestre Antonio fizico e çelurgião moradores na dita villa e Andre Gonçalues escudeiro escudeiro reçebedor dos dinheiros de çeita e eu Bastiom Gonçalues taballião publico judicial em a dita villa de Guimarães e seus termos por o Duque nosso Senhor que este estromento por mandado do dito Juiz escruy, e aqui meu sinal digo, e aqui meu publico sinal fiz que tal he//. Sinal publico//.

1521, Fevereiro,18, Santarém – Carta de autorização para Mestre António andar de mula.

I. A. N./T. T., Chancelaria de D. Manuel I, Livro 44, fólio 40

Dom Manuel etc. a quantos esta nosa carta virem fazemos saber que Mestre Antonio fysiquo e çelorgiam morador em Guimaraees nos enuiou apersemtar h~uu noso aluara de que o terlado he o seguimte. Nos el rey fazemos saber a quamtos este noso virem que a nos praz dar lugar e licemça a Mestre Amtonio fisyco e celo[r]giam morador em Guimaraes [para] que ele posa [andar] em mula sem embarguo de nosa ordenaçam e defesa em outro. Porem notefycamos asy a todos nosas justinças e lhe mamdamos que lhe não seja posta duuyda nem embarguo, amdamdo na dita mula, feita em Samtarem a XbIII dias de Março. Damiam Diaz o fez ano de mill bCXXI. Pydimdo-nos o dito Mestre Antonio por merce que por o dito aluara seia em papell, lho mandassemos fazer em carta e nos lhe mamdamos dar esta. dada em Lixboa a XXII de Fevereyro, Symão de Matos a fez, anno de bCXXI.

1531 Junho, 30, Guimarães – Mestre António Compra umas casas a Miguel Bem-Telhado.

Vereações e Acórdãos da Vila de Guimarães – liv.º n.º 1 – Cota M – 1797

[Fólio 152v.º]

Aos XXX dias de Junho de bc XXXI annos na camara da vjla de Guimarães sam(?) em vereação Nuno Aluarez e Amtonio da Costa vereadores e João Alluez procurador do conselho perante eles pareceo mestre Antonio fisico morador na dita vjla e Miguell Bem--Telhado e diserom que o dito Miguell Bem-Telhado lhe vende huas casas que são do conselho a propiedade e tem titolo de fatiota de que paga ao conselho vjnte reaes cad' ano e que as quer vemder que vem requerer se as querem pera o conselho senom as quiserem que lhe de(e)m liçemça para as vender ao dito [fólio 153] mestre Amtonio com que esta ? se estando diserão-lhe que as nom haão mester para o conselho que lhes dão liçença per a ele Mjguell Bem-Telhado as vemder ao dito mestre Amtonio comtanto que paguem a nosa terra e o foro ao conselho como saão obrjgados e lhes deram logo juramento dos avamgelhos que decrarasem e pero dito juramento juraram que os comprava por vjmte myll reais com outras de erdade de doys sobrados que valiam mais dois myll reaes que as do conselho e porem mandarem que pagasem a quarentena de dez myll reaes por a abastança de que vem ho [fol. 153v.º] ? ? dozentos e cinquoenta reais os que mandarem a asimesprevy Jose Vicente o espreuy Nuno Aluiz Antonio da Costa

Fontes e bibliografia

FONTES MANUSCRITAS

Instituto dos Arquivos Nacionais/Torre do Tombo
Chancelaria de D. Afonso V, Livros 26, 33
Chancelaria de D. João II, Livros 2, 3, 6, 8, 10, 13, 24, 25
Chancelaria de D. Manuel I, Livros 1, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 23, 25, 27, 28, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 39, 42, 44, 52
Chancelaria de D. João III, Livros 2, 11, 16, 17, 48
Comarca Entre Douro e Minho, núcleo antigo, n.º 525
Corpo Cronológico, 3.ª parte, Maços 2, 49, 73

Arquivo Municipal Alfredo Pimenta (AMAP) – Guimarães
Fundo da Colegiada de Nossa Senhora da Oliveira – Testamentos e Doações do Cabido, Tomo II – Cota C – 1386
Vereações e Acórdãos da Vila de Guimarães, Livro n.º 1 – Cota M – 1797

Arquivo Distrital de Braga
Cadernos de Matrícula de Ordens da Diocese de Braga, Livro V-VII

Arquivo da Casa de Bragança – Vila Viçosa
Doações, Tomo 2, Maço 3/N.º Geral 3
Contratos, Maços 1-28

Biblioteca da Ajuda
Códice 50-V-31
Códice 47-XIII-18
Códice 50-IV-8
Códice 50-V-18
Códice 50-V-19
Códice 50-V-9

Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra
Reservados Obras Várias, cota 52.

Biblioteca Nacional
Província dantre Douro e Minho, compilada por mestre António, físico e sorgiam morador na villa de Guimarães e natural della, Códice 245

Maços, Fundo Geral n.º 10 645
Maços, Caixa 4, N.º 20

FONTES IMPRESSAS

CARDOSO, George, *Agiologo Lvsitano dos Sanctos, E Varoens Illustres em Virtudre dos Reis de Portugal, suas Conquistas*, Lisboa, Officina Craesbeekiana, 1652, tomos I-II.

ESTAÇO, Gaspar, *Várias Antiguidades de Portugal*, Lisboa, Pedro Craesbeeck, 1625.

FERNANDES, Rui, *Descrição do Terreno ao Redor de Lamego duas Léguas (1531-1532)*, Porto, edição crítica de Amândio Morais Barros, Edições Afrontamento, Beira Douro, Associação de Desenvolvimento do Vale do Douro, s./d. (2001?).

Geographia d'entre Douro e Minho e Tras-os-Montes, pelo Doutor João de Barros, Porto Tipografia Progresso, 1919.

NUNES, Pedro, *Obras I*, Lisboa, Imprensa Nacional de Lisboa, 1940.

RESENDE, Garcia de, *Crónica de D. João II e Miscelânea*, prefácio de Joaquim Veríssimo Serrão Lisboa, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, 1973.

TAGILDE, Abade, "Catálogo dos Pergaminhos existentes no Archivo da Real Collegiada de Guimarães", in *Archeologo Português*, volume XIII, Janeiro – Junho, 1908.

"Uma Descrição de Entre Douro e Minho por Mestre António", Ed. de Luciano Ribeiro, in *Boletim Cultural da Câmara Municipal do Porto*, volume XXII, 1959, pp. 440 – 460.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, Fortunato de, *História da Igreja em Portugal*, Barcelos, Livraria Civilização, 1968-1972, 4 vols.

AZEVEDO, J. Lúcio de, *História dos Cristãos-Novos Portugueses*, Lisboa, Livraria Clássica, 2.ª ed., 1975.

BARRETO, Luís Filipe, "A Ordem do Saber na Antropologia dos Descobrimentos", in *A Ciência e os Descobrimentos*, Lisboa, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, 1996, pp. 25-67.

BASTOS, Francisco Martins, *Nobiliarquia Medica, Noticia dos Medicos e cirurgiões da Real Camara*, Lisboa Imprensa Uniao Typographica, 1858.

BRAUDEL, Fernand, *Civilisation Matérielle, Économie et Capitalisme*, XV-XVIII eme siècle, t. III, – Le Temps du Monde, Paris, Librarie Armand Colin, Paris, 1979.

BRITO, A. Rocha, *O Tratado sobre a Província de entre Douro e Minho de Mestre António*, Coimbra, Coimbra Editora, 1935.

BROC, Numa, *La Géographie de la Renaissance*, Paris, Les Éditions du Comité des Travaux Historiques et Scientifique, 1986.

BURKE, Peter, *A Social History of Knowledge*, London, Polity, 2000.

CARVALHO, Maria Manuel, *O Poder e o Saber*, Porto, Campo das Letras, 2001.

CHARTIER, Roger, *A História Cultural – Entre Práticas e Representações*, Lisboa, Difel, 2.ª ed., 2002.

CLAVAL, Paul, *Histoire de la Géographie*, Paris, Presses Universitaires de France, 2.ª ed., 1996.

COELHO, António Borges, *Cristãos, Quadros para Uma Viagem a Portugal no Século XVI*, Lisboa, Caminho, 1986.

–, *Cristãos-Novos Judeus e os Novos Argonautas. Questionar a História IV*, Lisboa, Caminho, 1998.

COSTA, Maria Clara da, "A comarca de Guimarães – séculos XVI a XVIII, memória e mapas cartográficos" in *Actas do Congresso Histórico de Guimarães e sua Colegiada*, Guimarães, 1981, vol. III, pp. 392-398.

CRAESBEECK, Francisco Xavier, *Memórias Ressuscitadas da Província de Entre Douro e Minho no ano de 1726*, Ponte de Lima, Ed. Carvalhos de Basto, 1992.

DAVEAU, Suzanne, "La Géographie dans les «Roteiros» Portugais des XVe et XVIe Siècles", in *Atti del V Convegno Internazionale di Studi Colombino*, Genova, Civico Instituto Colombino, 1990, pp. 429-463.

DAVEAU, Suzanne e RIBEIRO, Orlando, "Conhecimento actual da história da geografia em Portugal", in *História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal*, Lisboa, Academia de Ciências de Lisboa, 1986, vol. II.

DIAS, João José Alves, "A População", in *Nova História de Portugal* (dir. de Joel Serrão e A. H. Oliveira Marques) – *Portugal do Renascimento à Crise Dinástica* (coor. de João José Alves Dias), Lisboa, Editorial Presença, 1998, pp. 11-52.

FEBVRE, Lucien, "O homem do século XVI", in *Revista de História*, vol. I, 1950, pp. 3-17.

FERREIRA, Maria Conceição Falcão, *Uma Rua de Elite na Guimarães Medieval* (1376-1520), Guimarães, Câmara Municipal de Guimarães, 1989.

FREITAS, Eugênio de Andréa da Cunha, "Nomes e datas", in *O Porto e os Descobrimentos*, Porto, Biblioteca Pública Municipal, 1972, pp. 213-217.

FOUCAULT, Michel, *A Ordem do Discurso*, Lisboa, Relógio d'Água, 1997.

–, *Naissance de la Clinique. Une Archéologie du Regard Médical*, Paris, PUF, 1963.

–, *Surveiller et Punir. Naissance de la Prison*, Paris, Gallimard, 1975.

–, *O que é um autor?*, Lisboa, Vega, 3.ª ed. s./d. (1997?).

GARCIA, João Carlos, "As Descrições do Reino de Portugal", *in* Duarte Nunes de Leão, *Descrição do Reino de Portugal*, Lisboa, Centro de História da Universidade de Lisboa, 2002, pp. 55-62.

GONÇALVES, Iria, "Físicos e cirurgiões quatrocentistas. As cartas de exame", in *Do Tempo e da História*, I, pp. 69-112.

HERCULANO, Alexandre, *Opúsculos*, organização, introdução e notas de Jorge Custódio e José Manuel Garcia Lisboa, Presença, vol. IV, 1985.

KAYSERLING, Meyer, *História dos Judeus Em Portugal*, São Paulo, Livraria Pioneira Editora, 1971.

MACHADO, Barbosa, *Bibliotheca Lusitana*, Coimbra, Atlântida Editora, tomos I-IV, 1955.

MAGALHÃES, J. Romero de, "O enquadramento do espaço nacional" in *História de Portugal* (dir. José Mattoso), vol. III, *No Alvorecer da Modernidade*, Lisboa, 1993 pp. 13-59.

–, "As estruturas de trocas", pp. 315-353.

–, "As descrições geográficas de Portugal, 1500-1650. Esboço e problemas", in *Revista Económica e Social*, n.º 5, 1980, pp. 15-56.

Obras Completas de D. João de Castro, ed. crítica por Armando Cortesão e Luís Albuquerque, Coimbra, Academia Internacional da Cultura Portuguesa, 3 vols., 1968-1981.

OLIVEIRA, António José de, *A Confraria do Serviço de Santa Maria de Guimarães (Séculos XV-XVI)*, dissertação de mestrado em História e Cultura Medievais, Braga, exemplar policopiado, 1998.

PENTEADO, Pedro, "Confrarias", in *Dicionário de História Religiosa de Portugal* (dir. Carlos Moreira Azevedo), Lisboa, Círculo de Leitores, vol. I, 2000, pp. 459-460.

PEREIRA, Isaías da Rosa, *Matrículas de Ordens de Menores da Diocese de Évora (1480-1483). Qual dos Dois Vascos da Gama foi à Índia em 1497*, Lisboa, Academia Portuguesa da História, 1990.

PINA, Luís de, *O Cronista Rui de Pina e Mestre António «Físico» da Renascença*, sep. do Instituto, vol. 86, n.º 3, 1933.

RICOUER, Paul, *Do Texto à Acção*, Lisboa, Rés, s./d.

SERRÃO, J. Veríssimo, *História de Portugal*, Lisboa, Editorial Verbo, 2.ª ed, 1980, IX vols.

–, *A Historiografia Portuguesa*, Lisboa, Editorial Verbo, 1973, 3 vols.

–, Dois Antiquário de Entre Douro e Minho no século XVI: Mestre António e o Doutor João de Barros, in *Figuras Ilustres do Norte de Portugal*, Porto, Fundação Eng. António de Almeida, Academia Portuguesa de História, 1983, pp. 9-20.

SERRÃO, Vítor, *André de Padilha e a Pintura Quinhentista entre o Minho e a Galiza*, Lisboa, Editorial Estampa, 1998.

SILVA, Innocencio Francisco da, *Dicionário Bibliográphico Portuguez*, Lisboa, Imprensa Nacional, 1858, tomos I-VII.

TAVARES, Maria José P.F., *Os Judeus em Portugal no século XV*, I, Lisboa, F. C. S. H., 1982.

–, *Os Judeus em Portugal no Século XV*, vol. 2, Lisboa, INIC, 1984.

–, *Judaísmo e Inquisição*, Estudos, Lisboa, Ed. Presença, 1987.
VASCONCELOS, J. Leite, *Etnografia Portuguesa*, Imprensa Nacional de Lisboa, vol. III, 1942.

Notas

[1] "Físico" não tinha a conotação que actualmente goza. Com este denominativo eram considerados os que se dedicavam ao estudo e prática da medicina. Os "físicos" distinguiam-se dos cirurgiões. Estes eram menos considerados socialmente, visto a sua profissão ter um carácter eminentemente manual – arte de curar feridas e "bobas"–, enquanto os "físicos" faziam sobretudo o diagnóstico da doença com base na consulta dos astros, e da leitura de obras há muito conhecidas: Avicena, Galeno, Hipócrates e outros textos da medicina greco-árabe. Vide: Iria Gonçalves, "Físicos e cirurgiões quatrocentistas. As cartas de exame", in *Do Tempo e da História*, I, 1965, pp. 79-80 e 83.

[2] O termo "Entre Douro e Minho" é usualmente aplicado à região sensivelmente situada entre o rio Minho e o rio Douro. Quando o País foi dividido em cinco correições no século XVI, esta era a comarca de Entre-Douro-e-Minho. Vide: J. Leite de Vasconcelos, *Etnografia Portuguesa*, Imprensa Nacional de Lisboa, 1942, vol. III, p. 25.

[3] Em obras como *Naissance de la Clinique. Une Archéologie du Regard Médical*, Paris, PUF, 1963, ou *Surviller et Punir. Naissance de la Prison*, Paris, Gallimard, 1975, é possível verificar de que forma Michel Foucault estudou o problema do poder nas suas íntimas, complexas e múltiplas relações com o saber. Veja-se, igualmente, Maria Manuel Carvalho, *O Poder e o Saber*, Porto, Campo das Letras, 2001, especialmente pp. 47-61. Esta obra aborda, precisamente, a problemática do saber/poder no pensamento de Foucault.

[4] Traduzindo, por exemplo, o *Livro Primeiro da Geografia de Ptolomeu*; única tradução que se conhece vertida para português, da obra do alexandrino. Veja-se: Pedro Nunes, *Obras I*, Lisboa, Imprensa Nacional de Lisboa, 1940, pp. 92-93.

[5] D. João de Castro, *Da Geografia por Modo de Dialogo*, in *Obras Completas de D. João de Castro*, ed. crítica por Armando Cortesão e Luís de Albuquerque, Coimbra, Academia Internacional da Cultura Portuguesa, 1968, vol. I, pp. 109-111.

[6] *Livro Primeiro da Geografia de Ptolomeu* in Pedro Nunes, *Obras I*, ed. cit., p. 92.

[7] Apesar de estarem inéditas três cópias deste *Tratado* – temos em preparação a publicação de uma das cópias, existente na Biblioteca Pública Municipal do Porto – vamos servir-nos da publicação feita por Luciano Ribeiro, "Uma descrição de Entre Douro e Minho por Mestre António", in *Boletim Cultural da Câmara Municipal do Porto*, volume XXII, 1959, pp. 440-460.

[8] Veja-se o incontornável texto de Michel Foucault, *O que é um Autor?*, Lisboa, Vega, 3.ª ed. s./d. (1997?), pp. 44-45.

[9] Idem, *ibidem*, p. 45.

[10] Barbosa Machado, *Bibliotheca Lusitana*, Coimbra, Atlântida Editora, 1955, tomo I, p. 194 e tomo IV, p. 21.

[11] Innocencio Francisco da Silva, *Dicionário Bibliográphico Portuguez*, Lisboa, Imprensa Nacional, 1858, tomo I pp. 77-78.

[12] Garcia de Resende, *Crónica de D. João II e Miscelânea*, Lisboa, Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 1973, prefácio de Joaquim Veríssimo Serrão. V. capítulo XCI, "Da honra que el Rey fez a Mestre Antonio", p. 132. Seria este o cirurgião-mor de D. Manuel I que apareceria mais tarde com o apelido de Lucena (António de)?

[13] Com o título "Ajuda da Fé contra os Judeus". Cf. Meyer Kayserling, *História dos Judeus em Portugal*, São Paulo, Livraria Pioneira Editora, 1971, p. 75. Eis uma obra que fornece inegavelmente muita informação, no entanto está eivada de imprecisões. Daí que a sua consulta tenha de ser feita com precaução. Por exemplo, na página 105 o autor escreve que D. Manuel I é "Conde de Beja", "sobrinho" de D. João II e "membro de uma família cujo pai morreu no cadafalso". Como se sabe D. Manuel era duque de Beja, cunhado de D. João II e irmão – e não filho do duque de Bragança morto no cadafalso de D. Diogo, duque de Viseu, apunhalado pelo rei, depois de descoberta uma conspiração.

[14] Luís de Pina, *O Cronista Rui de Pina e Mestre António «Físico» da Renascença*, separata do Instituto, vol. 86, n.º 3, Coimbra, 1933.

[15] Idem, *ibidem*, p. 8.

[16] Arquivo Municipal Alfredo Pimenta (AMAP), Guimarães, Fundo da Colegiada de Nossa Senhora da Oliveira – Testamentos e Doações do Cabido, tomo II – Cota C – 1386, fols. 147-149 v. Cópia de 1717.

[17] Abade de Tagilde, "Catálogo dos Pergaminhos existentes no Archivo da Real Collegiada de Guimarães" in *Archeologo Português*, volume XIII, Janeiro-Junho, 1908, doc. CCCLXXII, p. 288.

[18] AMAP – Vereações e Acórdãos da Vila de Guimarães, Livro n.º 1 – Cota M – 1797, fols. 152 v.º-153 v.º.

[19] Gaspar Estaço, *Várias Antiguidades de Portugal*, Lisboa, Pedro Craesbeeck, 1625, p. 202.

[20] Joaquim Romero de Magalhães, "O Enquadramento do espaço nacional", in *História de Portugal* (dir. de José Mattoso), Lisboa, Círculo de Leitores, 1993, terceiro volume, *No Alvorecer da Modernidade*, p. 18.

[21] Joaquim Veríssimo Serrão, "Dois Antiquário de Entre Douro e Minho no século XVI: Mestre António e o Doutor João de Barros", in *Figuras Ilustres do Norte de Portugal*, Porto, Fundação Eng. António de Almeida, Academia Portuguesa de História, 1983, p. 10.

[22] Eugênio de Andréa da Cunha Freitas, "Nomes e datas", in *O Porto e os Descobrimentos*, Porto, Biblioteca Pública Municipal, 1972, p. 217.

[23] Maria Clara de Pereira da Costa, "A Comarca de Guimarães – séculos XVI a XVIII, Memória e Mapas Cartográficos", in *Actas do Congresso Histórico de Guimarães e Sua Colegiada*, Guimarães, 1981, vol. III, p. 393, nota 8.

[24] O negrito é nosso.

[25] Arquivo Distrital de Braga, Cadernos de Matrícula de Ordens da Diocese de Braga, Livro V – 1500-1505, fol. 258.

[26] Cf. Isaías da Rosa Pereira, *Matrículas de Ordens de Menores da Diocese de Évora (1480-1483). Qual dos Dois Vascos da Gama foi à Índia em 1497*, Lisboa, Academia Portuguesa de História, 1990, p. 9.

[27] Arquivo Distrital de Braga, *Cadernos de Matrícula de Ordens da Diocese de Braga*, Livro V – 1500-1505, fol. 164 v.º

[28] Idem, *ibidem*, fol. 258.

[29] Idem, *ibidem*, fol. 309 v.º

[30] Idem, Livro VII – 1514-1522, Caderno 11, fol. 14.

[31] Para esta matéria é fundamental a consulta de Maria Conceição Falcão Ferreira, *Uma Rua de Elite na Guimarães Medieval* (1376-1520), Guimarães, Câmara Municipal de Guimarães, 1989, pp. 29, 48, 165.
Francisco Xavier Serra Craesbeeck, *Memória Ressuscitadas de Entre Douro e Minho no Ano de 1726*, Ponte de Lima, Edições Carvalhos de Basto, 1992, p. 135. Esta obra fornece a relação das ruas existentes na freguesia de Santa Maria da Oliveira.

[32] Arquivo Nacional da Torre do Tombo, Chancelaria de D. Manuel, Livro 31, fol. 139, e Livro 44, fol. 40.

[33] Maria José Pimenta Ferro Tavares inclui o físico vimaranense no grupo dos que permaneceram baptizados no reino. "Expulsão ou Integração?" *in* Maria José Pimenta Ferro Tavares, *Judaísmo e Inquisição. Estudos*, Lisboa, Editorial Presença, 1987 p. 46, nota 206.

[34] "Uma Descrição de Entre Douro e Minho por Mestre António", in *Boletim Cultural da Câmara Municipal do Porto*, volume XXII, 1959, p. 445.

[35] António Borges Coelho, "Cristãos-novos e judeus portugueses no advento do Mundo Moderno", in *Cristãos-Novos Judeus e os Novos Argonautas. Questionar a História IV*, Lisboa, Caminho, 1998, p. 100.

[36] Joaquim Veríssimo Serrão, "Dois Antiquários de Entre Douro e Minho...", in op. cit., p. 10.

[37] Iria Gonçalves, "Físicos e Cirurgiões Quatrocentistas. As cartas de Exame", in *Do Tempo e da História*, I, 1965, p. 77.

[38] O vocábulo «cristão-novo» ficou a designar os judeus convertidos ao cristianismo, também apelidados de «conversos». O que parece não ser legítimo é o facto de se utilizar este vocábulo como sinónimo de judeu, pois as discrepâncias são muitas; muitos cristãos-novos foram cristãos ferrenhos, outros nem tanto, e muitos continuaram a professar a fé judaica. Vide: António Borges, op. cit. p .99.

[39] Áreas do saber que estão em processo de formação, tal como a geografia. V. Paul Claval, *Histoire de la Géographie*, Paris, Presses Universitaires de France, 2.ª ed. 1996, p. 13.

[40] Cf. Numa Broc, *La Géographie de la Renaissance*, Paris, Les Éditions du Comité des Travaux Historiques et Scientifique, 1986, pp. 99-103.

[41] Há uma passagem em que o autor se refere ao ano de 1512 "*que somente deste ano de quinhentos e dose sairam desta vila de Guimarães mais de cem mil varas de pano de linho*". O escrito pode, eventualmente, ter sido iniciado nesse ano mas ter-se prolongado por mais tempo. C. "Um descrição de Entre Douro e Minho", in *op. cit.*, p. 447.

[42] Como daremos conta mais adiante este é somente um dos quatro pequenos tratados escritos pelo médico vimaranense.

[43] Não posso deixar de expressar aqui a minha gratidão ao Dr. José da Silva Horta, pela forma como discutiu este trabalho comigo, me deu apoio, sugestões, conselhos e orientações bibliográficas, neste e em muitos pontos deste estudo.

[44] Para a discussão do conceito de "Tratado", *vide*: Joaquim Veríssimo Serrão, "Dois Antiquários de Entre Douro e Minho...", in *op. cit.*, p. 11, e Luís Filipe Barreto, "A Ordem do Saber na Antropologia dos Descobrimentos", in *A Ciência e os Descobrimentos*, Lisboa, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, 1996, p. 28.

[45] Suzanne Daveau, "La Géographie dans les 'Roteiros' Portugais des XVe et XVIe siècles", in *Atti del V Convegno Internazionale di Studi Colombino*, Genova, Civico Instituto Colombino, 1990, p. 446.

[46] Na tipologia elaborada por Suzanne Daveau estes discursos integram-se num grupo específico constituído por "corografias ordenadas administrativamente ou tematicamente", *vide* Suzanne Daveau, "La Géographie dans les 'Roteiros' Portugais des XVe et XVIe siècles", *op. cit.*, pp. 448-451.

[47] Lucien Febvre, "O Homem do Século XVI", in *Revista de História*, vol. I, 1950, pp. 15-16.

[48] Joaquim Veríssimo Serrão cita mais uma na Biblioteca Pública de Évora, à qual ainda não tivemos acesso. *Vide* Joaquim Veríssimo Serrão, "Dois Antiquários de Entre Douro e Minho..." *op. cit.*, p. 11.

[49] Estamos neste momento a preparar a edição do exemplar existente na Biblioteca Pública Municipal do Porto.

[50] "Uma Descrição de Entre Douro e Minho por Mestre António", in *Boletim Cultural da Câmara Municipal do Porto*, volume XXII, 1959, pp. 440-460.

[51] Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra, Obras Várias, cota 52. Veja-se também: A. Rocha Brito, *O Tratado sobre a provincia d'antre douro e Minho e suas Avondanças, copilado por mestre Antonio Fisiquo e Çolorgiam morador na vila de Guimarães e natural della*, separata do Boletim da Biblioteca da Universidade, vol. XII, Coimbra, 1935.

[52] Temos em curso a sua edição crítica.

[53] Luís Filipe Barreto, "A Ordem do Saber na Antropologia dos Descobrimentos", in *op. cit.*, p. 35.

[54] *Vide* Biblioteca Pública Municipal do Porto, FA16 *Historia Geografica de varias partes do mundo e huma breve noticia de algumas couzas mais raras delles tudo por Mestre Antonyo Fisyquo, e Colorgião natural e morador de Guimaraens em 1512*, fols. 35-51.

[55] *Vide* Joaquim Veríssimo Serrão, *A Historiografia Portuguesa*, Lisboa, Editorial Verbo, vol. II, 1973, p. 79.

[56] Gaspar Estaço, *op. cit.*, p. 201. As pp. 201-202 são um desfilar de informações já contidas na obra de Mestre António, o que o próprio autor não esconde: "Isto é substancia o que contem aquelle trattado de mestre Antonio, deixando miudezas, que espantam." (p. 202); Tudo isto é de mestre Antonio, posto que elle o diz mais diffusamente", p. 203.

[57] Não confundir este autor com o outro, mais famoso, João de Barros, historiador e tesoureiro da Casa da Mina e Índia.

[58] Segundo Eugênio de Andréa da Cunha Freitas, "Nomes e datas", *op. cit*, p. 217, pode ter nascido na freguesia de "Sam Dinjs de Villa Reall", ao contrário do que até agora se pensava – na cidade do Porto.

[59] *Geographia d'entre Douro e Minho e Tras-os-Montes*, pelo Doutor João de Barros, Porto Tipografia Progresso, 1919, pp. 15-16.

[60] Idem, *ibidem*, p. 126.

[61] V. Amândio Morais Barros, «Introdução», *in* Rui Fernandes, *Descrição do Terreno ao Redor de Lamego duas Léguas (1531-1532)*, Porto, Adições Afrontamente, Beira Douro. Associação de Desenvolvimento do Vale do Douro, s./d. (2001?), edição crítica de Amândio Morais Barros, pp. 23-24.

[62] Idem, *ibidem*, p. 79.

[63] Cf. Joaquim Romero de Magalhães, "As Descrições Geográficas de Portugal: 1500-1650. Esboço e Problemas", in *Revista Económica e Social*, n.º 5, 1980, p. 34.

[64] Idem, *ibidem*, pp. 45-48.

[65] George Cardoso, *Agiologo Lvsitano dos Sanctos, E Varoens Illustres em Virtudre dos Reis de Portugal, Suas Conquistas*, Lisboa, Officina Craesbeekiana, 1652, tomo I, Comentário ao II de Janeiro, pp. 17 e 6; tomo II, p. 681.

[66] Cf. Peter Burke, *A Social History of Knowledge*, London, Polity, 2000, pp. 129-136.

[67] Sobre este assunto v. João José Alves Dias "A População", in *Nova História de Portugal* (dir. de Joel Serrão e A. H. Oliveira Marques) – *Portugal do Renascimento à Crise Dinástica* (coor. de João José Alves Dias), Lisboa, Editorial Presença, 1998, p. 12.

[68] "Uma Descrição de Entre Douro e Minho", *op. cit.*, p. 453. Todos os outros dados referidos podem ser encontrados ao longo do texto.

[69] V. Suzanne Daveau e Orlando Ribeiro, "Conhecimento Actual da História da Geografia em Portugal", in *História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal*, Lisboa, Academia de Ciências de Lisboa, 1986, vol. II, p.1045.

[70] João Carlos Garcia, "As Descrições do Reino de Portugal", *in* Duarte Nunes de Leão, *Descrição do Reino de Portugal*, Lisboa, Centro de História da Universidade de Lisboa, 2002, p. 56.

[71] Alexandre Herculano, "Historiadores Portugueses", in *Opúsculos*, Lisboa, Presença, 1985, organização, introdução e notas de Jorge Custódio e José Manuel Garcia, vol. IV, p.182.

[72] Inocêncio da Silva já tinha tentado "separar as águas". Veja-se: Innocencio Francisco da Silva, *Dicionário Bibliográphico Portuguez*, Lisboa, Imprensa Nacional, 1862, tomo VII, p. 191.

[73] Uma análise mais detalhada do documento sobrevivente permite tirar estas conclusões. V. Biblioteca da Ajuda, Códice 50-V-31, *Memorias de Couza Varias Antigas*, fl. 66-67 v.º.

[74] Idem, *ibidem*.

[75] "Uma Descrição de Entre Douro e Minho", in *op. cit.* p. 445.

[76] Roger Chartier, *A História Cultural – Entre Práticas e Representações*, Lisboa, Difel, 2.ª ed., 2002, p. 25.

[77] Cf. António Borges Coelho, *Quadros para uma Viagem a Portugal no Século XVI*, Lisboa, Caminho, 1986, p. 148.

[78] Cf. Joaquim Romero de Magalhães, "As Descrições Geográficas de Portugal: 1500-1650. Esboço e Problemas", in *Revista Económica e Social*, nº 5, 1980, p. 34.

[79] *Vide* António José de Oliveira, *A Confraria do Serviço de Santa Maria de Guimarães (Séculos XV-XVI)*, dissertação de mestrado em História e Cultura Medievais, Braga, exemplar policopiado, 1998, pp. 19-20.

[80] Idem, *ibidem*, pp. 62-64.

[81] Idem, *ibidem*, p. 65.

[82] *Vide* Pedro Penteado, "Confrarias", in *Dicionário de História Religiosa de Portugal* (dir. Carlos Moreira Azevedo), Lisboa, Círculo de Leitores, vol. I, 2000, pp. 459-460.

[83] Cf. Peter Burke, *op. cit.*, p. 56.

[84] Sobre esta descrição veja-se Suzanne Daveau e Orlando Ribeiro, "Conhecimento Actual da História da Geografia em Portugal", in *História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal*, Lisboa, Academia de Ciências de Lisboa, 1986, vol. II, p. 1048.

[85] Vítor Serrão, *André de Padilha e a Pintura Quinhentista entre o Minho e a Galiza*, Lisboa, Editorial Estampa, 1998, p. 22.

Naturalismo – Uma Via para o Saber Baseado na Observação e na Experiência

Trabalho realizado por:
• *Pedro César Gaspar Gonçalves*

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde

Nos últimos tempos da Idade Média surgiu uma nova mentalidade que preteria a vida espiritual e os problemas religiosos como centro de todos os interesses.

Primeiro em Itália e depois nos outros países da Europa, os intelectuais começaram a manifestar uma atitude nova face ao mundo. O homem colocou-se como centro deste, iniciando uma reflexão profunda sobre si e os seus problemas. Surgia o antropocentrismo.

Tal conduziu, nos séculos XV e XVI, a uma profunda mudança nas letras, artes, ciências e em todas as formas de pensamento. A grande admiração pelas obras e valores dos antigos gregos e romanos redundou no renascer dos ideais de vida daqueles povos que valorizavam as acções dos homens. Esta nova época foi designada Renascimento.

Não obstante, este é mais do que o simples reviver da cultura greco-romana. Constitui sobretudo um amplo movimento de modernização intelectual e artística, marcado por novos valores como o *Studia humanitatis,* ou seja, as humanidades, uma nova mentalidade, que, partindo do estudo das obras greco-latinas, valoriza o homem e as suas capacidades; o naturalismo, ou seja, uma nova visão da Natureza, baseada na observação e na experiência, e o Classicismo, uma nova concepção da arte de representar o homem e o espaço.

O homem renascentista, atento ao evoluir do seu tempo, procurou ser completo em todos os modos de ser e de actuar, desenvolvendo uma nova imagem de si próprio e do mundo que o rodeava.

Durante este período, a divulgação de sábios greco-romanos, como o médico Galeno e o geógrafo Ptolomeu, contribuiu para despertar a curiosidade pelo estudo da Natureza. O desenvolvimento do espírito crítico e o novo saber proporcionado pelas viagens das Descobertas contribuíram para questionar a autoridade dos sábios da Antiguidade e para despoletar o interesse pelos fenómenos da Natureza. Elabora-se então uma nova via do conhecimento: a do saber baseado na observação e na experiência.

A nova via para o conhecimento da Natureza facultou importantes descobertas através de personalidades como Pedro Nunes, Garcia de Orta, Leonardo da Vinci, Andreas Vesalius e Nicolau Copérnico. A geografia favoreceu o despertar da zoologia e da botânica; verificou-se um alargamento da medicina através de estudos sobre anatomia e de desenhos minuciosos e precisos do corpo humano efectuados por vários artistas; na astronomia foi importante a divulgação de uma nova concepção do mundo por Copérnico – teoria heliocêntrica –, que revoluciona a crença tradicional em que a Terra é o centro do Universo; na matemática, os trabalhos das escolas italianas e alemãs permitiram importantes desenvolvimentos no domínio da álgebra e da trigonometria.

O europeu do século XVI estava dotado de um espírito crítico e observador que o iria conduzir a um novo saber.

Todos os grandes desenvolvimentos posteriores talvez não tivessem sido possíveis sem a reestruturação científica. Como toda a revolução, esta não ocorreu de maneira isolada ou por motivos próprios, tendo sido sobretudo consequência de uma nova sociedade imbuída em novas ideias.

A ciência é responsável pelo desenvolvimento social, político, económico e tecnológico de uma nação. Se nesta tudo estiver voltado para a educação, então a ciência desse país será a melhor do mundo, e, consequentemente, este país será o mais desenvolvido.

Nas próximas páginas, proponho lançar um breve olhar a um dos valores mais marcantes do Renascimento, cujos pressupostos contribuíram de forma inequívoca para o desenvolvimento da humanidade: o Naturalismo.

Far-se-á especial incidência nas principais áreas do saber: a medicina, a astronomia, a matemática, a cartografia, a botânica e a zoologia.

A Medicina Renascentista



A medicina pode ser definida como a ciência e arte que tratam da cura e prevenção da doença, bem como da manutenção da saúde. Apresenta como pontos de partida a anatomia e a fisiologia do homem, abrangendo a profilaxia, a etiologia, a patologia, o diagnóstico, o prognóstico, a terapêutica e a deontologia médica.

Desde a noite dos tempos que o homem, por instinto de defesa, procura tratar de forma eficaz ferimentos e doenças.

No Neolítico praticava a trepanação e conhecia as propriedades curativas de agentes naturais como a luz solar, o frio, o calor e a água.

Durante o período clássico grego, a medicina baseava-se na magia e na religiosidade, sendo que os sacerdotes praticavam a arte de curar nos seus templos. Enfatizavam a observação clínica e a experiência, acreditando que a doença não era mais do que a expressão de um desequilíbrio na perfeita harmonia entre os quatro elementos: o fogo, o ar, a água e a terra.

Colocaram-se valores éticos elevados aos médicos, que adoptaram o célebre juramento atribuído a Hipócrates. O conhecimento da anatomia humana baseava-se na dissecação dos animais, sendo que a fisiologia se fundamentava nos quatro humores cardeais, ou fluidos do organismo. A dor e a doença eram atribuídas ao desequilíbrio entre os supracitados humores.

Durante a Idade Média, assistiu-se ao ressurgimento da medicina laica, sendo que as restrições às actividades fora dos mosteiros conduziram à decadência da prática médica monástica.

A contribuição árabe visou sobretudo a difusão, em traduções e comentários, do saber greco-romano, influenciando a Europa cristã e a medicina da época.

No Renascimento, a medicina europeia recebeu um novo alento, que a retirou da estagnação em que vinha a afundar-se, durante o período que ficou conhecido por "idade das trevas".

É de referir que a medicina renascentista adquiriu uma ideia errada, mas relativamente compreensiva, acerca do desenvolvimento e disseminação de uma determinada doença. Formulada por Hipócrates e desenvolvida por Galeno, assumia que o ser humano era constituído por quatro elementos, que se revelavam através de quatro humores: bílis amarela, bílis negra, flegma e sangue.

Acreditava-se que qualquer alteração no seu equilíbrio conduzia à doença, centrando-se a acção do médico na reposição da harmonia inicial.

Esta teoria encontrou bastantes partidários no seio da comunidade médica, havendo, no entanto, algum desentendimento relativamente ao tratamento a seguir. Os mais tradicionalistas limitavam-se a recomendar aos seus pacientes uma dieta equilibrada, repouso e infusões medicinais. Contudo, com o surgimento da sífilis, no século XV, e com a peste negra, no transacto, tornou-se premente encontrar uma abordagem alternativa.

Assim, a medicina tornou-se alvo de um verdadeiro estudo científico, abandonando-se gradualmente a utilização de mezinhas, em favor de poderosos compostos químicos. Começou-se a investigar a etiologia de determinadas patologias e implementaram-se medidas rígidas para o controle da higiene pública.

Convém referir que, nesse tempo, a medicina era exercida por médicos com funções de clínicos gerais, cirurgiões e barbeiros, sendo que estes se ocupavam do tratamento de cidadãos de parcos recursos. Existiam ainda feiticeiros, curandeiros e habilidosos na arte do engano, que procuravam vender os seus serviços a quem os requisitasse.



Barbeiro, século XV.

Foi Thomas Linacre quem usou a sua influência sobre o rei inglês Henrique VIII, de forma a criar o Real Colégio Médico, cuja finalidade seria estabelecer as qualificações que um médico deveria possuir, de forma a exercer legitimamente a sua profissão. A partir da sua fundação, em 1518, quem pretendesse praticar medicina em Inglaterra teria de adquirir uma licença do supracitado Colégio.

A autorização oficial para executar legalmente um acto médico assegurou uma uniformidade dos conhecimentos mínimos que os médicos deveriam ter. Não obstante, verificaram-se alguns problemas, uma vez que o Colégio pretendia limitar o número de clínicos, em virtude das fortunas que se somavam, aquando do tratamento de pacientes abastados.

Esta medida contribuiu para que gradualmente, por toda a Europa, se tornasse necessário ser portador de uma licença válida para exercer medicina, o que fez aumentar bastante a qualidade do acto médico.

Até ao Renascimento, em virtude do édito do papa Bonifácio I, a cirurgia ressentia-se da proibição, cada vez mais acentuada, de dissecar cadáveres. A Igreja considerava que, se o corpo humano perdesse o seu carácter sagrado, perdia toda a sua dignidade, pelo que condenava com veemência a sua profanação, independentemente do fim.

Tal obrigava os estudiosos a recorrer a animais, o que redundava em situações caricatas, como a estrutura vascular *rete mirabile*, que era apontada por muitos anatomistas como estando na base do cérebro humano, quando na realidade se encontra nos bovinos e ovinos, mas não no homem.

Assim, não obstante os riscos, de forma a desenvolver o estudo da anatomia humana, importantíssima para uma actuação médica eficaz, recorre-se à autópsia, à embalsamação, à vivissecção de animais ou até mesmo à dissecação de cadáveres, furtivamente exumados, roubados nos cemitérios ou simplesmente descidos do cadafalso.

Contudo, durante o Renascimento, a paixão pelo estudo anatómico do corpo humano sobrepôs-se ao pudor imposto pela religião. A medicina alia-se então à arte.

Pode-se referir a estrita colaboração que existiu entre Da Vinci e o anatomista Marco Antonio della Torre. Este procedeu à dissecação de mais de trinta corpos, dos quais o pintor efectuou mais de setecentos e cinquenta esquissos que, aquando da sua publicação, em 1898, deixaram estupefactos os especialistas, em virtude do seu rigor.

Deste modo, a arte acaba por influenciar o próprio nu médico. Durante o século XVI, assiste-se a uma verdadeira explosão do nu representado, logo seguida de reacções de pudor na época da Contra-Reforma.

Em suma, o anatomista deu ao pintor a sua visão assexuada da nudez, sendo que a sociedade se apressou a advertir o médico de que o nu não era inocente.

Termos como "pâncreas" e "tiróide", já haviam sido utilizados por Galeno, no entanto, muito havia a fazer relativamente à nomenclatura anatómica humana, pelo que o trabalho dos estudiosos foi intenso. Este tempo assistiu igualmente ao dealbar da anatomia comparada. Em 1551, Belon publica um tratado sobre a anatomia dos animais marinhos, enquanto Giuliu Casserio edita, em 1601, um estudo sobre os órgãos auditivos e vocais de diversos animais, desde o homem até ao gato.

Foi neste clima que nasceu, em 1493, Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, também conhecido por Paracelsus.

Este acentuou a importância do método experimental e foi o impulsionador da iatroquímica, defendendo que a doença resultava de uma reacção de cariz químico, podendo por isso ser debelada por compostos químicos.



Esboço de Leonardo da Vinci.

Este modelo de abordagem terapêutica foi favorecido pela impotência da medicina tradicional em eliminar eficazmente a sífilis. O tratamento desta passou a ser feito com arsénico, antimónio e até mercúrio. Com excepção da França, onde, em virtude de o antimónio ter sido considerado um veneno, o modelo encontrou alguns entraves, este espalhou-se rapidamente pela Europa, em especial pela Alemanha e Inglaterra. Tal sucesso conduziu pela primeira vez, em 1613, à inclusão de compostos químicos com fins terapêuticos numa farmacopeia.

Ambroise Paré foi indubitavelmente um dos maiores cirurgiões de todos os tempos. Nasceu em 1509, tendo-se tornado aprendiz de barbeiro-cirurgião com apenas 13 anos.

Juntou-se ao exército francês, no seio do qual granjeou grande fama, em virtude da sua compaixão e perícia no tratamento dos feridos. Os conhecimentos que aí adquiriu permitiram-lhe posteriormente redigir um tratado acerca do tratamento dos ferimentos de bala, sendo de tal forma eloquente na sua mensagem que esta acabou por ser traduzida em diversos idiomas.

Tornou-se um acérrimo defensor da utilização de produtos de origem natural para o tratamento e recuperação de certos pacientes. Nas três décadas em que serviu o exército real, salvou milhares de vidas. Até essa altura, um soldado ferido com gravidade era abandonado pelos seus pares no campo de batalha ou então era-lhe cortada a garganta, como acto misericordioso. Paré, sempre que possível, tentava salvar a vida àqueles com quem, no fundo, convivia todos os dias, pelo que desenvolveu bastante as amputações, para as quais usava ovos, óleo de rosas e outros produtos naturais. Assim, ao regressar a casa, dispunha de um imenso manancial prático, que lhe facultou a publicação de *The method of treating wounds made by arquebuses*.

Reintroduziu a utilização de ligaduras de linho quando, numa determinada cirurgia, ficou sem óleo de cauterização. Contudo, o tempo continuava a ser um factor limitante.

Um cirurgião que trabalhasse sem anestesia e sem torniquete dispunha apenas de trinta segundos para a amputação propriamente dita e de três minutos para completar a operação. Uma janela operatória tão diminuta era bastante desencorajante, pelo que o método das ligaduras cedo foi abandonado, em benefício do omnipresente óleo ou ferro de cauterização.

A nível da medicina dentária, adquiriu grande popularidade enquanto cirurgião oral.

Descreveu o ligamento periodontal e identificou a existência de duas hemimandíbulas na criança.

Desenvolveu também próteses maxilares e mandibulares, de madeira e osso, constituídas por uma parte superior que dava inserção às coroas dentárias e por uma parte inferior em forma de goteira, que assentava na arcada desdentada. Eram utilizados fios, de forma a segurar o conjunto aos dentes remanescentes.

Após uma vida intensíssima, desposou Jacqueline Rousselet com a idade de 64 anos, tendo sido pai de seis filhos.

O ano de 1543 constitui um marco na história da medicina, uma vez que foi nesta data que o primeiro livro da anatomia humana foi publicado, dando-se início à medicina moderna. Denominava-se *De Humanis Corporis Fabrica* e o seu autor foi Andreas Vesalius.

O texto apresenta-se em latim clássico, sendo constituído por uma estrutura ritmada em detrimento da habitual disposição estilística rígida e pouco cativante que imperava no seu tempo. Não obstante, esta opção teve os seus custos, uma vez que a leitura se tornava difícil para muitos clínicos, pelo que demorou algum tempo até que o mundo médico se apercebesse por completo da magnitude científica da obra em questão. Vesalius acreditava, que ao recuperar o espírito literário do período clássico, pavimentava a avenida que iria conduzir à recuperação do verdadeiro conhecimento científico, daí se ter mantido impreterivelmente firme nas suas convicções.

A obra continha mais de duzentas ilustrações anatómicas de elevada qualidade, o que lhe conferia um valor ímpar.

Apesar de acreditar que a moderna anatomia consistia na ressurreição e concomitante aprofundamento da clássica, considerava-se um progressista, pelo que optou por não incluir no frontispício da sua obra qualquer imagem de Asclépios ou da sua serpente, uma vez que duvidava de determinadas curas miraculosas que este realizara.

Curiosamente, aquando da segunda edição da magnífica obra de Vesalius *De Humanis Corporis Fabrica*, em 1555, o seu célebre frontispício foi censurado. Num meato de doze anos, o pudor voltou a ditar as regras, sendo intolerável que num livro de medicina aparecesse um jovem efebo despido.

O médico espanhol Miguel Servet foi o primeiro a descrever, de forma correcta, a circulação pulmonar e a explicar a digestão como fonte de energia corporal.

Em Portugal distinguiu-se o médico e biólogo Garcia de Orta. Sendo uma figura cimeira do Renascimento científico do século XVI, encontrava-se estreitamente ligado aos Descobrimentos e à Expansão. Foi um dos percursores do experimentalismo apoiado no primado da razão, concepção que pôs em prática durante uma vida inteira dedicada ao estudo *in loco* dos mais variados tipos de flora.

Embarcou para a Índia em 1534, por recear a Inquisição. Fixou-se em Goa, onde continuou a sua carreira de médico, contactando e confrontando conhecimentos com especialistas locais árabes, hindus e persas. Viajou por todo o país, estudando e coleccionando produtos naturais. Tal recolha deu-lhe material suficiente para constituir uma biblioteca, um museu e um jardim onde criava e aclimatava espécies raras de plantas.

Apesar de uma vida rica em estudos e experimentações, apenas publicou um livro, que constituiu o primeiro registo científico de plantas do Oriente elaborado por ocidentais. O seu extremo interesse científico levou a que passados apenas quatro anos já tivesse sido traduzido e impresso na Europa. Utilizado por cientistas das mais variadas áreas, transmitiu informações importantíssimas no âmbito da medicina, botânica, física, química, farmacologia e biologia. Além de constituir uma autêntica enciclopédia médico-botânica, contribuiu para o conhecimento da etnografia, etnologia e até geografia do Oriente. Dada a riqueza e diversidade informativa, ainda hoje é utilizado por vários estudiosos, que o continuam a utilizar como obra bibliográfica essencial.

Assim, este ilustre português pode ser considerado justamente como o fundador da medicina tropical.

Girolamo Fracastoro, por seu lado, pesquisou o contágio e intuiu a existência de germes capazes de se reproduzirem, enquanto Andrea Cesalpino admitiu a possibilidade de uma "grande circulação".

William Harvey nasceu em 1578, altura em que o período renascentista entrava na sua fase final. Estudou Medicina na Universidade de Pádua, onde viria a licenciar-se, passando posteriormente a exercer no Hospital de São Bartolomeu, em Londres. O seu sucesso foi fulgurante, tendo sido médico pessoal de Jaime I e de Carlos I.

Interessou-se pelos trabalhos de Andreas Vesalius, acabando, à semelhança deste, por corrigir alguns erros efectuados por Galeno.

Defendia que o sangue circulava pelo organismo, sendo o coração o seu impulsionador. Inicialmente seria transportado por artérias, passando depois para veias, onde válvulas impediam o seu refluxo, de onde regressava ao músculo cardíaco, para ser reciclado.

As suas pesquisas contribuíram para derrubar a teoria de Galeno, defensora de que o organismo produzia novo sangue assim que as suas reservas estivessem esgotadas.

Publicou os seus resultados na obra *An Anatomical Disquisition on the Movement of the Heart and Blood*, tendo, em consequência disso, perdido diversos pacientes, que consideravam as suas ideias excêntricas e pouco dignas de confiança.

Não obstante, a sua obra revela um acentuado espírito crítico, assim como uma valorização dos feitos humanos.

Astronomia – Uma Questão de Modelos



Nicolau Copérnico.

As primeiras especulações relativamente ao facto de o Sol constituir o centro do cosmos, sendo a Terra apenas um planeta que girava à sua volta, remontam a Aristarco de Samos.

O reavivar da astronomia europeia verificou-se com Georg Peurbach, em meados do século XV. O seu esforço centrou-se na leitura dos textos que descreviam o trabalho de Ptolomeu, redigidos no seu original, de forma a evitar os frequentes erros que as traduções árabes comportavam.

No dealbar do século XVI, os astrónomos europeus enfrentavam diversos problemas. As tabelas que permitiam identificar a ocorrência de possíveis fenómenos celestes, como os eclipses, careciam de precisão. As navegações empreendidas por portugueses e espanhóis eram realizadas, em muitos casos, sem se avistar terra durante semanas, o que impunha a utilização de métodos astronómicos eficazes, de forma a levar as viagens a bom termo.

Em 1525, o médico francês Juan Fresnel determinou o raio terrestre medindo a distância entre Paris e Amiens, acoplando um contador de voltas às rodas da sua carruagem.

Em 1530, o astrónomo polaco Nicolau Copérnico elaborou *Commentariolus*, o qual apresentava as suas primeiras ideias sobre o heliocentrismo.

Tendo em conta o clima religioso que se vivia na época, a obra circulou apenas entre os seus alunos e amigos, entre os quais se encontrava o astrónomo e matemático austríaco Georg Joachim von Lauchen, também conhecido por Rheticus.

Ao analisar o modelo geocêntrico de Ptolomeu, Copérnico criticou o conceito do *"equante"*, pois o mesmo entrava em conflito com a regra do movimento absoluto,

segundo a qual tudo se deveria mover em movimento uniforme de rotação em torno do centro do Mundo, que está perto do Sol. Ora, isso não acontecia com o modelo ptolomaico, pois neste os planetas giravam também em órbitas circulares, mas a rotação era uniforme em relação a um ponto equante que não coincidia com o centro da circunferência. Portanto, o equante situava-se próximo da Terra.

Em 1534, Marcellus Stellatus Palingenius afirmou no seu livro *Zodiacus Vitae* que o Universo era infinito.

Em 1543, estimulado por Rheticus, Copérnico veio a publicar o seu famoso livro *De Revolutionibus Orbitum Coelestium*, no qual apresentava diversos postulados que caracterizavam o seu famoso "modelo heliocêntrico". Defendia que o princípio metafísico básico era o da perfeição do movimento circular e o centro da Terra não era o centro do Universo, mas apenas o centro da esfera lunar. Estava convicto de que o centro do Mundo era perto do Sol e que a distância entre a Terra e o Sol era muito menor do que a distância entre este e outras estrelas.

Foi Rheticus quem ficou encarregue da impressão desse livro, sendo o clérigo alemão Andreas Osiander o responsável pela sua supervisão técnica. O prefácio, embora não assinado, referia que as hipóteses apresentadas no livro não eram necessariamente verdadeiras e que nem sequer se exigia que fossem provadas. Através do modelo de Copérnico explicou-se, naturalmente, o movimento retrógrado dos planetas como sendo devido às velocidades dos mesmos em relação à Terra.

O modelo de Copérnico permitiu realizar uma revisão no catálogo estelar de Ptolomeu, calcular e interpretar a precessão dos equinócios como sendo devido a uma pequena oscilação do eixo da Terra e estimar os volumes relativos da Lua, Terra e Sol.

De forma a justificar a ausência de observação de qualquer paralaxe anual das estrelas fixas, Copérnico afirmou que a grande distância a que as estrelas se encontravam da Terra, assim como a deficiência dos instrumentos astronómicos, dificultavam a sua medida.



Giordano Bruno.

Por outro lado, para explicar por que razão um corpo lançado para cima, na superfície terrestre, não cairia a oeste da sua posição inicial, conforme indicava a física aristotélica, Copérnico admitia que isso não acontecia devido à quantidade de ar arrastado pela Terra durante o seu movimento em torno do Sol. Embora essa resposta fosse engenhosa, não pôde ser usada para explicar o porquê de a Lua acompanhar a Terra quando esta descreve o seu movimento orbital.

Em 1551, o astrónomo e matemático alemão Erasmus Reinhold publica, com base no modelo heliocêntrico, novas tabelas astronómicas, denominadas "prussianas", cuja validade era superior às que até aí existiam.

Em 1558, o físico e filósofo italiano Giambattista della Porta descreve um telescópio na sua obra *Magia Naturalis*.

Em 1558, o papa Pio V manda publicar um novo documento, no qual se procuraria ajustar as tabelas lunares e o sistema de anos bissextos, pois foi observado que havia uma diferença de cerca de dez dias entre os anos trópico e juliano, diferença essa que fazia com a lua nova astronómica ocorresse quatro dias antes da eclesiástica.

Essa diferença provocava alteração na data da Páscoa, pois esta é fixada como sendo o domingo seguinte à lua cheia eclesiástica, que sucede ao equinócio da Primavera.

Em 24 de Fevereiro de 1582, o papa Gregório XVIII edita a bula papal *Inter Gravissimus*, na qual se efectuavam recomendações para reformar o calendário juliano.

Esta foi realizada pelo astrónomo e médico italiano Luigi Lilio Ghiraldi, auxiliado por um matemático alemão, o jesuíta Christophorus Clavius. Nascia, assim, o calendário gregoriano, que é baseado num ciclo de 365,242199 dias, e que se repete exactamente a cada 400 anos. No final destes, tem de se proceder a um ajuste resultante de um desfasamento de três dias. A origem da contagem dos anos nesse calendário é o ano de nascimento de Jesus Cristo, estabelecido por Dyonisius Egydius no século VI.

Em 1572, o matemático e engenheiro inglês Thomas Digges observou um novo fenómeno no céu: o aparecimento de uma "estrela nova", conforme seria denominada posteriormente. Em 1573, publicou um livro intitulado *Alae seu scalae mathematicae*, no qual descreveu as observações que havia feito sobre a referida estrela, que havia surgido no ano transacto.

Em 1576, preparou uma nova edição do livro *A Prognostication*, escrito pelo seu pai Leonard, em 1555, e reeditado em 1556. Para essa edição Thomas preparou o apêndice intitulado *Perfit Description of the Caelestiall Orbes*, no qual apresentou um diagrama do Universo tendo o Sol como o seu centro e à volta do qual giravam todos os planetas.

Em 1574, Tycho Brahe escreveu *De Stella Nova*, de forma a registar a observação que também fizera, dois anos antes, sobre a existência de uma nova estrela no céu. Em vista desse livro, eventos desse género ficaram conhecidos como "nova". Ao analisar as suas próprias medidas e ao compará-las com as de outros observadores europeus, como Thomas Digges, Tycho Brahe descobriu que essa nova estrela estava muito além da Lua, o que indicava um rompimento com a tradição aristotélica, segundo a qual tal astro deveria estar na esfera sublunar, já que o céu era imutável.

Convém registar que Tycho Brahe recusou o modelo de Copérnico, uma vez que este contradizia a Bíblia, e também porque não se observavam paralaxes anuais das estrelas,

uma consequência natural desse modelo. Assim, enunciou o seu próprio modelo, no qual a Terra se encontrava parada e girando em torno dela estavam a esfera das estrelas fixas, a Lua e o Sol, carregando este em torno de si os demais planetas.

Em 1577, observou um brilhante cometa e, ao fazer observações do mesmo, chegou à conclusão de que estava muito além da Lua, a uma distância maior que a de Vénus, o que mostrava ser um verdadeiro corpo celeste e não um fenómeno meteorológico formado por vapores quentes ou secos retirados do ar.

Observou ainda que a extremidade da cauda deste cometa apontava sempre em sentido oposto ao do Sol, devido à acção dos raios solares; desse modo, a cauda não poderia ser formada de "gordura seca", conforme afirmavam também os aristotélicos. Chegou a aventar que a órbita desse cometa era ligeiramente ovalada.

Até recentemente só havia conhecimento de dois quadrantes usando o nónio. É referida por Tycho Brahe no seu trabalho *Astronomiae Instauratae Mechanica*, cuja primeira edição é de 1598, a existência de dois quadrantes que usavam o nónio inventado por Pedro Nunes. O astrónomo dinamarquês afirma que o supracitado português atribui o método a Ptolomeu, o que dificilmente o convence, revestindo-se tal de uma homenagem à modéstia do grande matemático.

Tycho Brahe começou a utilizar o nónio em virtude da sua preocupação em realizar observações astronómicas com grande precisão, o que o levou a estabelecer importantes conceitos, que fizeram escola e foram responsáveis pelo nascimento de uma nova astronomia.

Aumentou o número de posições do nónio, o que, pela análise das duas gravuras apresentadas na *Astronomiae Instauratae Mechanica*, não se constata. Elaborou tábuas para o cálculo dos ângulos correspondentes às numerosas posições do nónio, o que constituiu um árduo trabalho.

Em 1584, o astrónomo italiano Giordano Bruno defende no seu livro *Acerca do Universo Infinito e dos Mundos*, o modelo *heliocentrista*, bem como a pluralidade dos mundos habitados, já admitida pelo astrónomo, matemático e filósofo cardeal Nicolau de Cusa no século XV. A defesa destas ideias, bem como heresias de natureza religiosa, parecem indicar as razões pelas quais Giordano Bruno foi excomungado e queimado vivo pela Santa Inquisição, uma vez que o texto completo do processo inquisitório foi perdido.

Em 1595, o astrónomo alemão Johannes Kepler procurava uma demonstração matemática para o modelo de Copérnico. Assim, em Julho daquele ano, ao situar um triângulo entre dois círculos, percebeu que a razão entre os raios desses círculos era a mesma entre os das órbitas de Saturno e Júpiter. Em vista desse resultado, tentou inscrever outras figuras geométricas planas entre as órbitas dos planetas. Como tal modelo não se enquadrou com o de Copérnico, Kepler partiu então para os polígonos regulares, como os tetraedros e os octaedros. Inicialmente, inscreveu entre as esferas dos planetas apenas o cubo. No entanto, ao comparar a relação entre os raios dessas esferas e as distâncias das órbitas dos planetas dadas pelo modelo de Copérnico, verificou que havia uma grande discrepância. Em seguida, fez uma nova tentativa, deixando o cubo entre as esferas de Júpiter e Saturno e substituiu o cubo entre as esferas de Júpiter e Marte por um tetraedro.

Por outro lado, os cubos entre as esferas de Marte e Terra, Terra e Vénus e Vénus e Mercúrio foram substituídos, respectivamente, pelo dodecaedro, icosaedro e octaedro. Relacionando agora os raios dessas esferas com as distâncias planetárias do modelo de Copérnico, verificou que a discrepância diminuíra, à excepção de Mercúrio, cuja esfera tangenciava o octaedro, não explicando os seus movimentos.

Desse modo, teve de usar um artifício, que consistia em inscrever a esfera correspondente a Mercúrio no quadrado formado pelas quatro arestas medianas do octaedro. Com este sucesso parcial, Kepler continuou a melhorar o seu modelo, acabando por substituir cada esfera por duas, em que o raio da menor era a menor distância do planeta ao Sol e o raio da maior representava a maior distância orbital.

Em 1596, no livro intitulado *Precursor dos Tratados Cosmográficos,* publicou os primeiros resultados do seu modelo planetário. Ao receber esse livro das mãos do próprio Kepler, Tycho Brahe convidou-o para trabalhar em Praga, onde chegou em Janeiro de 1600.

Com a morte de Tycho Brahe, em 1601, Kepler foi designado matemático imperial em seu lugar, em 1602. Quando ainda vivo, Tycho Brahe confiou a Kepler o cálculo da órbita de Marte, tendo em vista as observações que fizera sobre o movimento desse planeta.



Galileu.

Mais tarde, Kepler efectuou diversas tentativas, com o objectivo de encontrar a forma das órbitas dos planetas, tendo em vista que as observações de Marte indicavam uma pequena excentricidade da sua órbita. Assim, inicialmente, considerou que cada esfera característica de um planeta era, na realidade, uma carapaça esférica de espessura suficiente que pudesse explicar a excentricidade observada. De seguida, experimentou ovais. Contudo, como não conseguiu explicar uma diferença de 8' entre a forma escolhida e a órbita real observada, propôs a sua Lei das Órbitas: "Os planetas deslocam-se em torno do Sol em órbitas elípticas, funcionando este como um dos focos." Esta lei, juntamente com a Lei das Áreas (o raio de uma circunferência descreve áreas iguais em tempos iguais), foi apresentada no livro *Astronomia Nova* e num capítulo intitulado "Comentários sobre os movimentos de Marte".

Anos mais tarde, Kepler estabelece a Lei dos Períodos: "A relação entre o quadrado do período de revolução dos planetas e o cubo da sua distância média ao Sol é uma constante." Supôs que o Sol exercia uma influência magnética sobre os planetas, a chamada *"anima motrix"*.

Simon Marius, nascido em 1573, descobre no início do século XVII os quatro satélites de Júpiter, denominando-os Io, Europa, Ganimedes e Calisto.

Galileu nasceu em Itália em 1564. Leccionou Matemática na Universidade de Pisa e posteriormente na de Pádua, na qual multidões de alunos se acotovelavam para o ouvir.

Em 1609, Galileu construiu um dispositivo óptico, que se denominaria mais tarde "telescópio". Usou um tubo cilíndrico e colocou lentes em cada extremidade, uma plano-côncava e uma plano-convexa, que ele próprio havia polido.

Com esse instrumento, Galileu fez uma série de observações. Constatou que a Lua possuía montanhas, vales, "mares" e "oceanos", sendo que, posteriormente, constatou a não-existência de água na superfície lunar. Ao medir a sombra projectada pelas montanhas lunares, chegou a estimar as suas alturas.

Novas observações vieram a demonstrar que o céu de estrelas fixas havia aumentado bastante, tendo, inclusive, observado que na constelação de Oríon, conhecida apenas como composta por nove estrelas, havia mais de oitenta.

Notou, também, que a nossa galáxia, a Via Láctea, nada mais era do que uma reunião de inumeráveis estrelas. Ao fixar o seu telescópio no planeta Júpiter, Galileu descobriu que o mesmo possuía quatro satélites. Denominou-os "estrelas medicianas" em homenagem a Cósimo II de Médicis, o quarto grão-duque da Toscana. Essas primeiras observações telescópicas foram reunidas no livro *Sidereus Nuncius*.

Em *Istoria e Dimostrazioni Intorno alle Macchie Solari e loro Accidenti*, Galileu demonstrou que as manchas solares são fenómenos relacionados com o próprio Sol e, por intermédio da sua observação, determinou a velocidade de rotação solar, encontrando um período de pouco menos de um mês terrestre.

Em *Discurso sobre as Marés*, argumentou que estas constituem um fenómeno decorrente dos movimentos da Terra, o de translação em torno do Sol e o de rotação em torno do seu eixo, pelo que a associação destes dois movimentos faz que alguns pontos da Terra tenham maior velocidade, enquanto outros têm menor. Contudo, tal explicação é inconsistente com as observações das marés, pois, de acordo com a mesma, elas deveriam apresentar um ciclo de vinte e quatro horas, quando na realidade é de apenas doze.

Embora advertido pela Santa Sé, publicou o livro *Il Saggiatore*, no qual demonstrou que as observações astronómicas estavam mais de acordo com o heliocentrismo, afirmando que os cometas e as auroras boreais eram ilusões ópticas causadas por reflexões em vapores terrestres que atingem o céu, além da Lua, enunciando a sua famosa frase: "A matemática é a linguagem da Natureza."

Com a publicação de *Dialogo sopra i due Massimi Sistemi del Mundo Tolemaico e Copernicano*, a Santa Inquisição instaura-lhe um processo.

Após um tumultuoso julgamento, vê-se obrigado a abjurar o modelo heliocêntrico, de forma a salvar a vida, sendo sentenciado a prisão domiciliária até ao fim dos seus dias.

No Renascimento foram utilizados diversos aparelhos que forneciam um precioso auxílio ao estudo, desenvolvimento e praticabilidade da astronomia.

No entanto, é igualmente verdade que os Descobrimentos não teriam sido possíveis sem o génio e o engenho dos estudiosos, que colocaram nas mãos dos navegadores instrumentos tão simples como eficazes, desde o astrolábio até ao quadrante.

A navegação astronómica teve o seu dealbar no século XV, quando os navegadores portugueses, ao afastarem-se da costa, se viram na necessidade de recorrer a instrumentos de altura para determinar a posição do navio. Para tal, usaram quadrantes e astrolábios náuticos, que, necessariamente, tinham de estar bem divididos, pois só assim se assegurava o rigor dos cálculos que efectuavam.

No século subsequente, o *Regimento do Cosmógrafo-Mor*, promulgado em 1592, estabelecia a obrigatoriedade de exame dos mestres das cartas de marear e fabricantes de instrumentos náuticos. Mencionava ainda a aplicação de penalidades aos fabricantes não examinados e aos mestres aprovados que não submetessem as suas obras a exame.

Dividir a escala de um astrolábio ou de um quadrante não era fácil.

Descrito e dividido em papel, o astrolábio passará à sua forma de latão, sendo os círculos descritos com um compasso de pontas de aço e as linhas com uma ponta do mesmo.

Em suma, o artífice tinha de realizar o desenho no papel e subsequentemente transferi-lo para o quadrante ou astrolábio, cometendo necessariamente vários erros, que se iniciavam pelo facto de não existirem métodos geométricos de dividir o quarto de círculo e que culminavam com a falta de rigor da gravação.

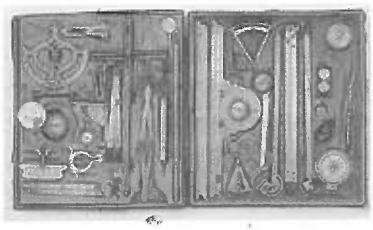
O astrolábio teve as suas origens numa ideia proveniente da antiga Grécia que nos chegou por via dos árabes. O que existia no início da época das Descobertas era o denominado "astrolábio planisférico", um instrumento muito complexo e delicado, destinado não só a medir a altura das estrelas e calcular as horas pela posição do Sol, como também a prever a posição dos astros para determinado dia do ano e para determinada hora. Essencialmente, tratava-se de uma peça circular, apelidada "madre", onde se colocava um disco com uma projecção da esfera celeste no plano equatorial, havendo vários discos para várias latitudes. Por cima desse disco, move-se a chamada "aranha", que aponta com pequenos

bicos artisticamente desenhados para a posição das estrelas de maior grandeza.

Por seu turno, o astrolábio náutico é constituído simplesmente por um aro graduado, com um eixo no centro, seguro por uma armação em cruz, e uma mira, ou alidade, a chamada "medeclina", que roda nesse eixo. Trata-se de um instrumento mais pesado e mais robusto do que o astrolábio planisférico, não oferecendo grande resistência ao vento e mantendo-se mais facilmente na vertical, mesmo nas difíceis condições da navegação de alto mar.

O astrolábio náutico era utilizado para medir a altura dos astros, nomeadamente a da Estrela Polar ou a do Sol ao meio-dia.

A Matemática Renascentista



Instrumentos matemáticos, século XVI.

O desenvolvimento da matemática assistiu a um abrandamento entre o século XIV e a primeira metade do subsequente, tendo sido diversos os factores que para tal contribuíram. O surgimento de um surto da mortífera peste negra, que redundou no trágico desaparecimento de cerca de um terço da população europeia, assim como o deflagrar da Guerra dos Cem Anos, foram dois parâmetros que contribuíram para o surgimento de uma grande instabilidade no continente europeu.

Não obstante, o aperfeiçoamento dos conhecimentos matemáticos foi igualmente retardado em virtude da influência dos escolásticos tradicionais.

Estes davam grande relevo ao estudo das humanidades, como a filosofia e a literatura, pelo que os estudantes despendiam entusiasticamente as suas energias na análise das obras de Aristóteles e dos seus contemporâneos. Era apanágio dos líderes intelectuais da altura, efectuarem inflamadas discussões em relação à metafísica e à teologia.

Sendo assim, torna-se óbvio que a matemática era alvo de uma atenção mínima, sendo que os estudiosos desta área de conhecimento eram por vezes desprezados pelos eruditos das disciplinas supracitadas.

Todavia, em meados do século XV, assistiu-se a uma mudança gradual relativamente à forma como esta ciência era vista. Em 1453, Constantinopla cai em poder dos turcos otomanos, o que contribui para despoletar uma sede inigualável de conhecimento clássico na Europa ocidental. Um elevado número de sábios gregos embarca em direcção à Itália, transportando obras da Antiguidade grega de valor inestimável. Anteriormente os grandes trabalhos da Grécia clássica eram apenas conhecidos através das traduções árabes, as quais por vezes comportavam erros de interpretação.

À semelhança de outros campos da ciência, os matemáticos encontravam-se predispostos a encetar o estudo aprofundado das referidas obras, na sua versão original. Numa primeira fase, limitaram-se a analisar e compreender em toda a sua amplitude o conhecimento antigo, transitando posteriormente para um nível mais profundo de saber, ultrapassando por diversas vezes as barreiras limitativas existentes.

Durante a Idade Média, a civilização islâmica constituiu uma ponte entre o Oriente e o Ocidente, influenciando as correntes de pensamento do último. Não obstante o cunho islâmico da aprendizagem, caracterizado pela sua ortodoxia, cedo se verificou que os escolásticos renascentistas iniciaram um processo de divergência intelectual, preferindo valorizar a investigação científica aliada ao acto experimental.

A descoberta da imprensa, facultou a aquisição de livros pelas mais diversas pessoas, pelo que determinados conhecimentos se difundiram até às mais longínquas cidades.

As universidades constituíam um foco importante de impressão de livros, sendo que algumas, como a de Salamanca, possuíam no dealbar do século XVI algumas dezenas de máquinas impressoras e de pequenos estabelecimentos de venda de livros.

Com a chegada de Cristóvão Colombo ao Novo Mundo, assistiu-se a um aumento da navegação até níveis nunca vistos. Tal fomentou a exploração geográfica, aumentando a necessidade de melhores mapas, o que implicou o desenvolvimento do conhecimento matemático.

Alemanha e Itália efectuaram os maiores contributos para a matemática renascentista.

Sendo, nesse tempo, dos países mais ricos da Europa e encontrando-se fortemente envolvidos nas trocas comerciais, compreende-se a correlação existente entre bem-estar económico e desenvolvimento académico que rodeava os matemáticos dessas nações, permitindo progressos na álgebra e na trigonometria. A burguesia existente nas mais diversas cidades europeias possuía uma necessidade crescente da correcta e adequada utilização da matemática, de forma a assegurar a maximização dos seus negócios.

Como tal, o ensino e a aprendizagem da aritmética deixaram de estar confinados ao meio académico, constituindo este um dos principais motivos pelo qual esta entrou no quotidiano do cidadão comum.

Na Alemanha existiam escolas especializadas, cujo objectivo último visava a formação de futuros comerciantes, tendo sido publicadas diversas obras com o intuito de fornecer suporte teórico à leccionação. O mais antigo destes manuais foi impresso na Itália em 1478, comportando um conjunto de regras básicas que facilitavam o cálculo.

A impressão de livros subordinados a esta área do saber teve de tal forma sucesso que nos finais do século XV existiam mais de duzentas obras diferentes impressas em Itália.

Contudo, no crepúsculo do século subsequente, muitos eram aqueles que ainda achavam difíceis de compreender as regras da aritmética. Não obstante, a linguagem utilizada era por norma de fácil compreensão, o que redundou num aumento do número de interessados por esta ciência.

Com o desenvolvimento do sistema bancário, tornou-se premente criar livros de aritmética orientados para o auxílio e suporte desta actividade. Em 1582, o matemático Fleming Simon Stevin publicou pela primeira vez uma obra contendo elaboradas tabelas que facilitavam a actividade bancária.

A expansão comercial não contribui exclusivamente para a divulgação do uso da aritmética, compeliu também para a uniformização da multiplicação e da divisão.

Em 1494, surgiu o actual método de multiplicação, que se diferencia dos seus antecessores, por requerer menos espaço para a sua efectuação, tornando-se por isso mais eficiente e prático.

No final do século XVI, a álgebra elementar transformou-se numa ciência simbólica. O uso de símbolos constituiu um desenvolvimento revolucionário, que criou o caminho que conduziria à matemática moderna.

Até essa altura, um problema de álgebra assim como a sua resolução eram expressos retoricamente ou através de uma combinação de abreviaturas ou expressões verbalizadas – álgebra sincopada. Tal contribuía para complicar o problema e baralhar o leitor relativamente ao seu verdadeiro significado, o que conduzia a diversas dificuldades na aprendizagem da matemática.

É de referir que as abreviaturas para efectuar operações não se encontravam uniformizadas. Enquanto os italianos usavam "p" para mais e "m" para menos, os alemães usavam "+" e "–". Em 1551, o matemático e médico inglês Robert Recorde tornou-se célebre por inventar o símbolo de igualdade "=". O matemático inglês Thomas Harriot introduz os símbolos ">" e "<".

A introdução de números negativos constitui uma das vitórias do simbolismo. Em 1494, já existia conhecimento destes números, sendo que nos finais do século XVI a sua utilização se encontrava amplamente difundida.

O uso da linguagem simbólica facultou aos matemáticos a possibilidade de solucionar diversos problemas. O seu uso na álgebra constituiu um importante passo na forma de solucionar eficientemente operações como aquelas em que a terminologia "mais" e "menos" foi definitivamente substituída pelos símbolos "+" e "–".

Manuel Moschopulus viveu em Constantinopla nos finais do século XIV, crendo-se que tenha sido o responsável pela introdução do cubo mágico na Europa. Este terá sido descoberto pelos Chineses, sendo posteriormente divulgado em toda a Ásia pelos Japoneses. O cubo mágico é constituído por faces de cubos menores, numeradas de forma que o somatório dos números das colunas verticais e horizontais seja sempre o mesmo, assim como os das colunas diagonais. Considerando a ocorrência deste arranjo perfeito, diversos astrónomos e físicos acreditavam que o cubo possuía uma forma de poder místico.

O costume de desenhar cubos mágicos no fundo de pratos em prata devia-se ao facto de se considerar tais desenhos como amuletos para diversas maleitas.

Em 1463, uma notável figura renascentista, Johannes Müller, também conhecido por Regiomontanus, noticiou ter descoberto um manuscrito grego da autoria de Diofanto contendo preciosos apontamentos de aritmética. Apresentava diversos problemas, muitos dos quais de natureza indeterminada, juntamente com um conjunto de técnicas algébricas de resolução.

Diofanto, para além de usar letras do alfabeto grego, de forma a substituir números não conhecidos, também rejeitava a geometria algébrica, pelo que as suas ideias não chocavam com a corrente em voga no Renascimento, constituindo a sua obra base de trabalho para muitos matemáticos desta época.

Regiomontanus foi provavelmente um dos matemáticos mais brilhantes do século XV, verificando-se a sua maior contribuição na área da trigonometria. Nesse tempo, esta era considerada como sendo um ramo da astronomia, uma vez que as questões da matemática astronómica encontravam por norma a sua solução no círculo trigonométrico.

Com o desenvolvimento da trigonometria, esta viu o seu campo de utilização ampliado para outros níveis, como a navegação e a engenharia militar. Assim, deixava de fazer sentido que se continuasse a classificá-la sob a égide da astronomia. Regiomontanus forneceu um contributo valiosíssimo no processo que viria a culminar na elevação da trigonometria como um braço da matemática. A sua obra *De Triangulis*, contém importantes referências trigonométricas, tendo sido a primeira publicação de notoriedade nesta área do saber. A sua importância foi de tal nível, que, durante a realização da sua quarta viagem à América, Cristóvão Colombo não dispensou a companhia de um exemplar. Tal permitiu ao navegador, após diversos cálculos, predizer a ocorrência de um eclipse lunar total, ocorrido em 29 de Fevereiro de 1504.

Regiomontanus estabeleceu pela primeira vez as relações existentes entre lados e ângulos de um triângulo, tendo determinado um método que permitia descobrir as dimensões de um lado do triângulo, quando os restantes lados e respectivos ângulos eram conhecidos.

Elaborou o conceito matemático de tangente, assim como uma tabela que facilitava a sua utilização prática. À semelhança de outros eruditos do seu tempo, prezava a pureza e elegância dos clássicos gregos originais, preterindo as referidas obras quando redigidas em latim medieval ou árabe. Deste modo, não era raro que muitos dos matemáticos renascentistas despendessem alguns anos na aprendizagem de latim clássico, de forma a poderem efectuar traduções nesta língua.

Regiomontanus não se limitou ao desenvolvimento da

matemática, tendo abraçado mais profundamente o espírito renascentista. Sendo lente na Universidade de Viena, cativou os seus discentes recorrendo à utilização dos textos de autores clássicos latinos para o ensino da matemática.

Fra Luca Pacioli publicou em 1494 *Summa de arithmetica, geometria, proportioni e proportionalita*, onde efectuou importantes referências à geometria euclidiana e à obra *Liber abbaci* de Fibonacci (1170 – 1240). A referida obra de Pacioli constituiu a primeira publicação impressa de um trabalho sobre *álgebra*, pelo que chegou a um público relativamente vasto, o que lhe conferiu uma fama considerável. Não obstante, a maioria dos temas que abordava referenciavam trabalhos de outros autores, sendo poucos os de sua lavra. Por consequência, o seu maior contributo centra-se na linguagem simples que empregou e na forma como dividiu a obra em capítulos temáticos, em que explanava de forma concisa e prática o que caracterizava cada um.

No início do século XVI, os professores de matemática viviam num clima de competição extrema. Os seus alunos pagavam-lhes directamente o curso, pelo que, se não estivessem satisfeitos com a qualidade da leccionação, o salário dos docentes poderia ficar sumariamente suspenso. Caso a situação se tornasse insustentável, o académico poderia ser expulso do local de ensino e até da cidade.

De forma a manter as suas reputações incólumes, os lentes efectuavam concursos públicos, cujo objectivo consistia em resolver de forma adequada um determinado conjunto de problemas propostos pelo adversário no menor tempo possível. Em geral, eram jovens matemáticos que desafiavam figuras de craveira amplamente reconhecida. O vencedor adquiria um enorme prestígio, o que lhe poderia granjear um maior número de alunos.

Nesta atmosfera, o detentor de um novo e eficaz método de resolução adquiria uma enorme vantagem sobre os seus potenciais oponentes, pelo que não havia muito interesse em publicar grandes descobertas.

Em 24 de Setembro de 1501, nasce, na Itália, Girolamo Cardano. Como o próprio narra na sua autobiografia *De vita propria liber*, teve uma infância difícil, marcada por diversas doenças e pelo pouco afecto que recebia dos pais. Conseguiu escapar ao mau ambiente familiar quando foi admitido na Universidade de Pavia, formando-se em Medicina em 1526.

Em 1534, dirigiu-se com a sua família para Milão, onde viria a leccionar Grego, Astronomia e Matemática, nas escolas fundadas por Tommaso Piatti, o que marcou o início do seu brilhante percurso nas ciências matemáticas.

Em 1539, surge *Practica arithmetica*, o seu primeiro tratado nesta área, sendo que em 1545 é publicado *Artis magnae sive de regulis algebraicis liber unus*, magistral obra no campo da álgebra, que contribuiu para o deflagrar de uma disputa com Niccolo Tartaglia.

O matemático Dal Ferro descobrira no início do século XVI uma forma de solucionar equações do tipo $ax^3 + bx = c$. Contudo, revelou a sua descoberta a um reduzido número de amigos, que se comprometeram a guardar segredo. Após o seu falecimento, em 1526, o voto de silêncio deixou de ter significado, pelo que, em 1530, um dos confidentes, de nome Fiore, lançou um desafio envolvendo equações cúbicas a Zuannin de Tonini da Coi. Este, não conseguindo superar a prova, recorreu a um rival local, de seu nome Niccolo Tartaglia. Este respondeu-lhe que as questões eram insolucionáveis.

No entanto, quando, em 1535, Fiore desafiou o próprio Tartaglia, este conseguiu solucionar correctamente os problemas envolvendo equações de terceiro grau, vencendo de forma incontestável o concurso.

Ao tomar conhecimento do feito de Tartaglia, Cardano pediu-lhe que partilhasse com ele os seus conhecimentos, de forma a incluí-los no livro que preparava. Tendo planos para a publicação da sua descoberta numa composição de sua autoria, Tartaglia declinou a proposta.

Contudo, após pedidos constantes, Tartaglia anuiu em divulgar a sua descoberta na obra de Cardano, que viria a ser publicada em 1545 sob o título *Artis magnae sive de regulis algebraicis liber unus*.

No início do seu trabalho, Cardano especifica que só os problemas que descrevem alguns dos aspectos do espaço tridimensional são reais e verdadeiros, pelo que defende que só as equações de grau um, dois e três fazem sentido, uma vez que só elas descrevem a Natureza. Para tal, deve-se ter em consideração que as primeiras se referem a uma linha, as segundas a uma superfície e as últimas a um cubo, sendo este um corpo sólido, pelo que seria insensato avançar para além dele, uma vez que a Natureza o não permite.

Curiosamente, Ludovico Ferrari, um dos seus pupilos, inicia com sucesso o estudo das equações de quarto grau.

Até então, Cardano usara a geometria para comprovar a praticabilidade e veracidade das suas equações; no entanto, não conseguia obter uma figura geométrica com quatro dimensões, de forma a servir de suporte às equações de quarto grau, mas compreendeu a partir dos estudos efectuados pelo seu discípulo que, se pretendesse progredir, teria de prescindir do aparente porto seguro que a geometria constituía, abraçando um processo meramente algébrico.

No entanto, ao dar este passo, iniciou uma profunda reflexão relativamente aos números negativos. O que se deveria inferir, quando uma linha tinha comprimento negativo ou um quadrado aduzia uma área igualmente negativa? Tal questão levantava-se sempre que uma determinada equação apresentava uma solução negativa. De forma a pacificar estas situações, Cardano admitia facultar aos números negativos uma existência algébrica independente. Contudo, por vezes, estes até satisfaziam certas equações. Tendo em conta que $x^4 = 2x^2 + 8$, 2 ou -2, constituem solução válida da equação, sendo que o primeiro tem significado geométrico e o segundo não.

Na obra de Cardano, encontra-se patente não a rejeição do passado, mas uma acérrima tentativa de subsistência de um venerado sistema geométrico, num ambiente modificado pelo surgimento das equações de quarto grau e de números imaginários.



Pedro Nunes.

Como era apanágio do espírito renascentista, o sucesso de Cardano nesta esfera de conhecimento não o fez abandonar a medicina, onde granjeou uma enorme fama, apenas suplantada pela que Andreas Vesalius dispunha.

Em Portugal há a destacar em primeiríssimo plano a figura de Pedro Nunes, o primeiro a ocupar a nova cadeira de Matemática da Universidade, após a transferência definitiva desta para Coimbra.

Pedro Nunes foi cosmógrafo-mor do Reino a partir de 1547, um cargo criado nessa data. Uma das obrigações do cosmógrafo-mor consistia em ministrar uma aula diária de matemática aplicada à náutica.

Os seus trabalhos têm sido analisados e comentados por autores nacionais e estrangeiros, e, sem prejuízo da necessidade de estudos e investigações adicionais, é hoje possível ter uma ideia da importância e do significado da obra do grande matemático português.

Esclareceu que as linhas de rumo, isto é, as rotas seguidas quando se mantém constante o ângulo com a agulha magnética, não são geodésicas (arcos de círculos máximos) e compreendeu a sua verdadeira natureza: com excepção dos meridianos e paralelos (em que são circulares), as linhas de rumo são curvas em espiral, aproximado-se dos pólos e descrevendo um número infinito de voltas em redor deles.

Num dos estudos por si efectuados, enuncia duas propriedades desejáveis para os mapas: a preservação de ângulos e a representação de linhas de rumo por linhas rectas.

Estes requisitos são exactamente o que tornou o grande mapa do mundo de Mercator tão útil na navegação. Uma eventual inspiração de Mercator em Pedro Nunes permanece matéria de controvérsia.

O *Libro de Algebra en Arithmetica y Geometria*, que redigiu em espanhol, ocupa-se da resolução de equações, com demonstrações algébricas gerais rigorosas. Adopta a notação literal, sendo que os raciocínios efectuados com letras são independentes de considerações geométricas.

Na sua obra *De Crepusculis*, analisou a extensão do crepúsculo em diferentes pontos do globo, determinando a data e a duração do crepúsculo mínimo para cada lugar estudado.

Rafael Bombelli nasceu em Bolonha em Janeiro de 1526. Aquando da sua morte em, 1572, obtiveram publicação os volumes I, II e III da sua notável obra *Algebra*, sendo que os volumes IV e V, cuja temática se centrava no estudo da geometria, foram encontrados apenas em 1923, em forma de manuscritos. Com o seu trabalho, procurou explanar os valiosíssimos conhecimentos patentes na obra-prima de Cardano, através de uma linguagem mais acessível. François Viète nasceu em Fontenay-le-Comte, em 1540. Licenciou-se em Direito na Universidade de Poitiers em 1560, exercendo a sua profissão durante os quatro anos subsequentes. Após este período, tornou-se tutor da filha de Antoinette d'Aubeterre.

Teve a ousadia de recuperar o método de Diofanto, que recorria a letras para representar incógnitas, tendo introduzido métodos algébricos para determinar as soluções de equações de segundo grau.

O seu primeiro trabalho científico, *Canon mathematicus seu ad triangula cum appendicibus*, conheceu publicação em 1571, constituindo a introdução matemática a um estudo mais exaustivo, que serviria de suporte ao modelo geocêntrico de Ptolomeu. Não obstante o seu empenho e dedicação, falhou na supracitada tentativa de validação.

Durante o Renascimento, a matemática viu-se amplamente difundida e aplicada à mecânica e à cartografia, tendo sido de fulcral importância para o aperfeiçoamento da arte. Esta diferia da existente na Idade Média em diversos parâmetros.

Anteriormente, os objectos pintados diferiam bastante da sua configuração real, enquanto no Renascimento se lhes procurava conferir um carácter o mais idêntico possível. A pintura tendia a ser mais perfeita, pelo que diversos artistas iniciaram estudos de geometria. O seu objectivo consistia em representar nas suas telas a profundidade, o que, uma vez alcançado, facultou o surgimento de obras a três dimensões. O primeiro livro que se dedicava exclusivamente à aplicação dos conhecimentos matemáticos à arte foi publicado em 1435.

Assim, após quase dois mil anos, em que os textos clássicos gregos constituíram os pináculos insuperáveis do conhecimento matemático, eis que no espaço de alguma dezenas de anos novos campos são explorados e os antigos ampliados e melhorados, tendo os mais visionários lançado as bases dos princípios gerais que iriam desafiar o espírito dos matemáticos dos séculos futuros.

A Cartografia Renascentista

Até ao crepúsculo do século XV, o vastíssimo oceano ocidental não passava de um lugar de sonho dos marinheiros nostálgicos de um paraíso perdido. Procurar o que estaria para além do "mar tenebroso" e perseguir o pôr do Sol constituiu por certo um desejo contido, mas constante, no imaginário europeu.

Nessa altura, as viagens portuguesas de exploração da costa africana, numa tentativa de encontrar um caminho para a Índia, tiveram uma via concorrente na busca de um

caminho pelo ocidente que chegasse à parte mais oriental da Ásia.

Com as descobertas de novos territórios, tornou-se premente desenvolver a cartografia. Esta pode ser definida como a ciência e a arte que permitem representar num plano a superfície terrestre. Se a porção em causa for pequena, as superfícies quase se confundem e o processo não oferece qualquer dificuldade.

No entanto, quando a área é de grandes dimensões, e como a superfície esférica não é planificável, há que procurar encontrar uma solução em que exista um sistema de coordenadas perfeitamente definido, o contorno das terras seja o mais claro possível e a correspondência entre a superfície da terra e a carta seja unívoca, isto é, a cada ponto daquela deverá corresponder um único ponto desta, e vice-versa. Na cartografia náutica ainda se exige que os azimutes marcados e a direcção seguida pelo navio sejam iguais no mar e na carta.

As primeiras cartas náuticas denominavam-se "cartas-portulano". Representavam o Mediterrâneo e são conhecidas pela intrincada teia de linhas de rumo que apresentam. O delineamento da costa era elaborado a partir de pontos, sendo cada um deles definido por uma distância estimada a um determinado rumo.

As cartas náuticas portuguesas começaram por ser do mesmo tipo das supracitadas, com as imperfeições inerentes ao sistema elementar em que se baseavam. Foi ainda no tempo do Infante D. Henrique que o contorno das terras passou a ser obtido por derrotas e alturas. Tal constituiu um avanço considerável, uma vez que se conseguiu um certo rigor quanto à latitude, sendo que a longitude continuou a ser estimada, o que por vezes redundava em erros.

Nos dias de hoje, é da exclusiva responsabilidade dos cartógrafos que elaboram as cartas náuticas o trabalho de pesquisa até ao produto final preparado para impressão. Contudo, na época renascentista, a carta, apesar de ser produzida pelo mestre-cartógrafo, resultava sempre de um permanente diálogo entre ele e o piloto. Este recolhia os elementos ou delimitava a costa, assim como os seus acidentes, entregando esta informação ao cartógrafo, que rectificava ou actualizava a carta-padrão. A partir desta, elaboravam-se cópias, que seriam posteriormente usadas pelos pilotos.

As cartas utilizadas pelos portugueses eram quadradas, apresentando uma grelha de meridianos e paralelos de graus iguais. Na actualidade, corresponderiam à projecção do globo num cilindro tangente ao equador e com o seu eixo, naturalmente, coincidente com o da Terra. Neste género de projecção, os paralelos, apesar de o seu perímetro real ir diminuindo do equador para o pólo, quando planificados, apresentam todos o mesmo comprimento.

Nas cartas quadradas a escala era indicada por um "tronco", que correspondia ao número de léguas por grau, medido no meridiano ou no equador. No entanto, os troncos de léguas, que se desenhavam a partir de tabelas elaboradas para o efeito, só eram aplicados com rigor quando se navegava sobre um paralelo. Assim, continuava insolúvel a redução do caminho cursado, quando o navio seguisse um rumo oblíquo.

Pedro Nunes, ilustríssimo matemático e cosmógrafo português, demonstra inequivocamente que as cartas quadradas possuem defeitos que é necessário remediar. Admite que, até aos 18° de latitude, estas podiam ser usadas sem inconveniente. No entanto, a partir deste valor, deveriam ser utilizados o que designa por quarteirões. Estes mais não são do que cartas parciais abrangendo pequenas regiões, desenhadas em projecção rectangular, na proporção do grau do meridiano para o grau do paralelo médio. Desafortunadamente, só lhe faltou integrar os quarteirões numa carta geral, o que veio a ser efectuado com retumbante êxito por Mercator.

Sempre atento ao que o rodeava, Pedro Nunes interrogava-se se, para se viajar entre dois pontos, seria conveniente tomar sempre a mesma direcção.

O seu génio consistiu em ter distinguido de forma unívoca duas possíveis trajectórias para um barco no mar alto. Uma seria a trajectória de distância mínima entre dois pontos, correspondendo a um arco de círculo máximo: ortodromia. Outra seria a trajectória seguida por um barco que mantivesse sempre a mesma orientação em relação aos pontos cardeais: é a linha de rumo, mais tarde conhecida como loxodromia. Só em casos muito especiais é que as duas trajectórias coincidem: quando se viaja pelo equador, de leste para oeste ou de oeste para leste, ou quando se viaja seguindo um meridiano, de norte para sul ou de sul para norte. De qualquer forma, as duas trajectórias não são coincidentes.

Ao encontrar a linha de rumo, Pedro Nunes constatou que, se uma embarcação, num hipotético planeta completamente coberto de água, seguisse sempre uma mesma direcção cardeal, acabaria por não regressar ao mesmo lugar, como na altura se pensava, mas seguiria uma espiral infinita, aproximando-se de um dos pólos, mas só o alcançando após um número infinito de voltas.

As loxodrómicas, além de mostrarem aos navegadores o caminho que se segue quando se toma um rumo cardeal constante, tiveram um efeito decisivo na nossa visão do mundo. Determinaram a maneira como os mapas começaram a ser elaborados, criando a visão que hoje temos dos continentes.

Como já foi referido, o grande problema da elaboração de mapas planos centra-se no aparecimento de deformações inevitáveis. Estas não são graves quando se trata de áreas reduzidas, no entanto, o mundo tinha-se tornado maior com os Descobrimentos, pelo que os mapas passavam a conter continentes e oceanos, essenciais para uma boa navegação.

Mercator conhecia a obra de Pedro Nunes, pelo que resolveu construir um mapa que servisse directamente os navegadores. Como primeiro princípio, decidiu que este

teria uma rede, em que as linhas de igual latitude seriam todas paralelas ao equador e perpendiculares aos meridianos, sendo estes paralelos entre si. Como segundo princípio, decidiu que as linhas de rumo apareceriam como rectas, para o que aumentou progressivamente as distâncias entre os paralelos à medida que a latitude se aproximava dos pólos. Surgiu então a denominada "projecção de Mercator", ainda hoje a mais conhecida e mais utilizada.

O mapa de Mercator denomina-se "conforme", pois preserva a direcção entre quaisquer dois pontos do globo. Não obstante, acaba por introduzir distorções inevitáveis, que moldaram a nossa intuição geográfica. Nesse mapa, a Gronelândia parece maior que a América do Sul, quando, afinal, esta tem uma área nove vezes maior.

Paolo dal Pozzo Toscanelli foi astrónomo e geógrafo. Consta que teria sido dele a ideia de assinalar numa carta, portulano ou mapa a possibilidade de se chegar à China não pelos caminhos terrestres convencionais, mas sim dirigindo-se ao ocidente, enfrentando o oceano Atlântico, ou o Mar Oceano, como era então denominado. Crê-se que esta especulação de Toscanelli terá chegado ao conhecimento de Cristóvão Colombo. Nela, a largura do Atlântico estava subestimada, no entanto, a possibilidade de tal viagem ser realizada nunca mais abandonou Colombo.

Frei Mauro dispunha em meados do século XV de uma excelente reputação como cartógrafo. Em 1457, o rei de Portugal convocou-o para que elaborasse um novo mapa do Mundo, contendo detalhes dos territórios recém-descobertos, sendo que lhe foram enviadas cartas contendo esboços efectuados pelos navegadores portugueses.

Frei Mauro acrescentou os territórios pedidos, mas não procedeu a qualquer melhoria na forma de elaborar uma carta cartográfica.

Foi Martin Waldseemüller quem, no início do século XVI, desenhou pela primeira vez um mapa que cobria 360° de longitude e que mostrava a costa de África completa. Foi igualmente ele quem propôs, num mapa de 1507, o nome de América para o novo continente.

Efectuou importantes contributos para a cartografia. Redigiu um manual explicativo relativamente à melhor forma de utilizar um globo e escreveu alguns textos sobre cartografia, tendo por base a sua experiência pessoal e pesquisa efectuada.

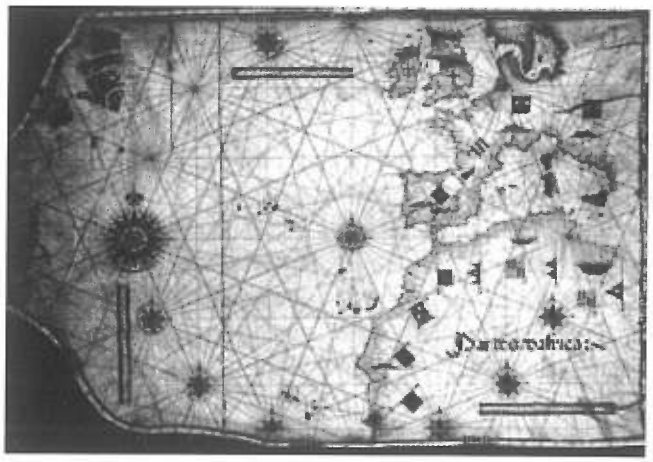
Regnier Gemma Frisius era holandês, tendo aplicado os seus conhecimentos matemáticos à astronomia, geografia e cartografia.

Publicou uma versão corrigida de *Cosmographia*, de Apianus, e uma combinação de globo terrestre e celestial. Em 1530, este estava pronto, aproveitando o autor para publicar o livro *De Principiis Astronomiae Cosmographicae natura fossilium*, que deveria funcionar como seu suplemento.

Petrus Apianus estudou Matemática, Astronomia e Cosmografia na Universidade de Leipzig.

Publicou o seu primeiro trabalho, um mapa-mundo, em 1520, tendo-se baseado na obra de Martin Waldseemüller. A sua segunda obra, *Isagoge*, constitui um comentário geográfico à nova disposição que o mundo vinha tomando com as constantes descobertas.

Em 1524, publica *Cosmographia*, que aborda temas como a astronomia, a geografia, a cartografia e a navegação.



Carta de Lopo-Homem.

A Botânica no Renascimento

Antes dos Descobrimentos, o conhecimento relativamente à botânica provinha essencialmente dos trabalhos efectuados no período clássico.

Com as navegações, iniciou-se a idade da exploração, verificando-se praticamente em simultâneo o aumento do número de plantas conhecidas, o que conduziu à necessidade de criar novos sistemas de classificação.

Os esforços efectuados no sentido de classificar correctamente plantas datam desde, pelo menos, Teofrastus, que, por volta de 300 a. C., descreveu mais de quatrocentas plantas, agrupando-as em árvores, arbustos, subarbustos e ervas. Contudo, os naturalistas quinhentistas cedo se aperceberam da ineficiência desta classificação, devido ao grande fluxo de manancial que provinha dos territórios recém-explorados.

Tentaram-se desenvolver sistemas naturais de classificação, de forma a agrupar as plantas de acordo com o seu grau de relacionamento natural. Devido à sua extrema dificuldade, uma vez que eram necessários numerosos dados relacionados com as suas características, principiaram a surgir sistemas de classificação artificial, que exigiam apenas algumas especificidades.

Com o advento da imprensa, muitos dos manuscritos clássicos conheceram publicação. O editor Aldo Manuziu foi o responsável pela publicação do primeiro texto de origem grega sobre botânica.

Pietro Andrea Mattioli nasce em 1501, tendo traduzido textos de Dioscórides para latim e italiano.

Leonhart Fuchs nasceu igualmente em 1501 e é reconhecido como tendo sido um dos maiores botânicos do Renascimento.

A sua obra *De historia stirpium commentarii insignes*, redigida em 1542, constitui uma compilação de informações relativamente às propriedades medicinais das plantas.

Encontra-se enriquecido com mais de cinco centenas de ilustrações, cujo rigor serviu de parâmetro comparativo para as obras subsequentes que visassem tal matéria e incluía mais de cem espécies de plantas ilustradas pela primeira vez, doze das quais oriundas do Novo Mundo.

O sucesso foi tal que o tratado conheceu mais de trinta edições nos mais diversos idiomas.

Hortus Eystettensis foi redigido por Basil Besler, boticário de Nuremberga, que no início o século XVII se tornou famoso por desenhar as plantas existentes no jardim do paço episcopal da Bavária. Presume-se que os dois volumes que compunham a sua obra tenham sido analisados por Lineu no decurso do século subsequente. Possuía mais de trezentas ilustrações, tendo constituído um valioso contributo para o desenvolvimento da botânica.

À semelhança do que acontecia na Alemanha, onde se desenvolvia um grande centro de estudo de botânica, nos Países Baixos crescia uma escola flamenga. O seu principal representante foi o belga Rembert Dodoens, nascido em 1517.

Em 1554, tem lugar a publicação, em alemão, do seu primeiro trabalho, *Cruijde Boeck*, tendo este sido posteriormente traduzido em latim.

O impacte da flora proveniente dos territórios recém-descobertos foi tremendo no desenvolvimento da botânica. O português Garcia de Orta aproveitou o seu exílio na Índia, efectuando uma profunda pesquisa sobre a exótica flora autóctone. Imprimiu ele próprio o seu trabalho em Goa, num *atelier* por si criado. Mais tarde, o seu tratado foi amplamente difundido por toda a Europa, tendo sido traduzido em diversas línguas.

É provável que o maior feito da botânica durante o Renascimento tenha sido a preocupação em classificar correctamente um número extraordinário de plantas que surgiram em resultado dos Descobrimentos, desenvolvendo-se para tal um amplo conjunto de sistemas de classificação.

Determinados autores propunham que a classificação se efectuasse de acordo com a conformação das folhas, como Matthias de L'Obel, enquanto outros, à semelhança de Cesalpino, advogavam que esta deveria ter em conta o aspecto das sementes e frutos.

O primeiro redigiu *Stirpium Adversaria Nova*, que constitui um marco na botânica moderna, contendo notas sobre mais de mil e trezentas plantas.

Cesalpino nasceu em 1519 em Arezzo. Em 1583, publica *De Plantis*, onde expõe pormenorizadamente o seu modelo classificativo.

O estudo da botânica foi facilitado com o surgimento de jardins botânicos em Itália, onde os alunos de Medicina se dirigiam, de forma a contactarem com o produto que funcionava como base aos fármacos que prescreviam. A partir de 1530, assistiu-se a uma disseminação fulgurante destes jardins por toda a Europa. Estes tornaram-se rapidamente em centros de introdução de novas espécies de plantas, provenientes dos mais diversos locais.

Joachim Camerer nasceu na Alemanha em 1534. Foi um dos primeiros botânicos a incluir ilustrações feitas a partir da Natureza nos seus trabalhos. Em *Hortus Medicus et Philosophicus*, editado em 1588, o autor explana diversos géneros de plantas com propriedades medicinais.

Johann Bauhin nasce em 1540 na Suíça. Apesar de licenciado em Medicina, nutria uma paixão pela botânica. Postumamente, foi publicado *Historia Plantarum Universalis*, que continha referências sobre mais de cinco mil plantas, mantendo-se, pela sua utilidade, até ao tempo de Linnaeus, como uma obra de referência.

Em 1560 nasce Gaspard Bauhin. Botânico e anatomista, separou a botânica da medicina, recorrendo a nomenclatura apropriada, distinguindo género de espécie. Foi pioneiro na nomenclatura binomial, tendo na sua obra *Pinax*, que viria a dominar por cem anos o mundo da botânica, organizado nomes e sinónimos de mais de seis mil espécies de plantas.

Em 1592, Adam Zaluziansky von Zaluzian defendeu a separação entre botânica e medicina, mas tal separação só se verificou muito mais tarde.

A associação de um estudo cada vez mais pormenorizado das plantas a uma classificação cada vez mais eficiente redundou na criação de uma base informativa muito completa, que serviria como rampa de lançamento ao crescimento da botânica enquanto ciência.



Livro renascentista sobre botânica.

A Zoologia no Renascimento

Aristóteles recolheu preciosas informações relativamente à zoologia, tendo publicado os resultados da sua pesquisa no tratado *Historia animalium*. Foi com base nestas e noutras informações que os zoólogos do Renascimento elaboraram os seus trabalhos. Ao contrário do tempo em que Aristóteles viveu, os temas mitológicos,

como hidras e centauros, não preocupavam excessivamente os líderes desta área, como Aldrovandi e Gesner, sendo no entanto verdade que nem eles nem os seus discípulos se encontravam completamente livres desta preocupação.

A título de exemplo, numa determinada obra de Aldrovandi, depois de uma ou duas páginas devotadas à criação de galinhas, seguem-se mais de trezentas sobre folclore relacionado com aves.

No ano de 1515, muito do mundo natural ainda era desconhecido. Aqueles que aprendiam algo acerca do que os rodeava, faziam-no através de viagens que empreendiam até lugares exóticos, ou então através da leitura dos registos daqueles que lá haviam estado.

Esta situação era bastante limitativa, mas, com o advento da imprensa, tornava-se possível juntar imagens a texto, obtendo-se, em princípio, um documento bastante completo.

No entanto, as imagens nem sempre tinham a melhor qualidade, devido aos mais diversos factores, o que redundava por vezes em situações caricatas.

Exemplo disso foi o rinoceronte desenhado por Albrecht Dürer sem que este o tivesse visto.

Gesner nasceu em Zurique, no ano de 1516. Autor extremamente prolífero, escreveu mais de oito tratados, sendo *Historiae animalium* o seu trabalho mais famoso. Em 1565, propõe, na sua obra *De omni rerum fossilium genere*, uma possível origem orgânica para os fósseis.

Aldrovandi nasceu em 1522, tendo-se licenciado na Universidade de Bolonha, com o intuito de se tornar professor de Ciências Naturais. Gozando do desafogo financeiro que a família lhe proporcionava, encetou diversas viagens pela Europa, absorvendo uma quantidade notável de informação relativamente à fauna deste continente. Tal permitiu-lhe escrever *Ornithologiae*, assim como um tratado sobre insectos, sendo que dez outros livros, que visavam diversificados aspectos da vida animal, só seriam editados posteriormente pelos seus alunos.

Volcher Coiter nasceu em 1534 e efectuou um estudo detalhado sobre o desenvolvimento embriológico das galinhas. Girolamo Fabricius, em *De formato foetu*, apresenta o primeiro trabalho moderno de embriologia comparada, onde analisa semelhanças e diferenças entre o desenvolvimento de animais de quinta e o homem.

Surgem trabalhos subordinados a um subtema zoológico, em detrimento das tradicionais enciclopédias.

Para os eruditos nesta área do saber, os animais haviam sido criados por Deus, tal como está descrito no *Génesis*. Sendo assim, como é que a alpaca e o guanaco chegaram ao Peru? Terão sido aí criados? Se sim... então e Noé? A resposta partiu de Acosta. Defendia que todos os animais tinham vindo na Arca, dispersando-se em seguida, atravessando locais que estão agora alagados. Foram poucas as vozes que contestaram estes pressupostos, pelo que se mantiveram inabaláveis até ao século XVIII.

Na Antiguidade, na Idade Média ou durante o Renascimento, não se efectuava qualquer distinção entre minerais, rochas e fósseis.

Georgius Agricola escreveu em 1546 *De natura fossilium*, onde defendia que os minerais, tinham origem num fluido lapidificador subterrâneo. Em *De omni rerum fossilium genere*, classifica os minerais através de traços comuns com as plantas, das suas formas geométricas e outras propriedades naturais. A classificação tendo em conta a composição química só viria a ser considerada no século XVIII.

Conclusão

Durante a Idade Média a Igreja, grande detentora do poder ideológico, explicava através da fé todos os fenómenos e acontecimentos do quotidiano. Normalmente, estes eram castigos divinos ou milagres, verdades inquestionáveis escritas na Bíblia.

Assim, o bom homem, na Idade Média, era aquele que não questionava, submisso a Deus, que aceitava todas essas verdades e por elas, se preciso fosse, lutaria e morreria honradamente.

O termo "Renascimento" foi empregue pela primeira vez em 1855 pelo historiador francês Jules Michelet para referir ao "descobrimento do Mundo e do homem", durante o século XVI.

Nesse período, em virtude do crescimento do comércio e das cidades, surge uma nova camada social, a burguesia. Esta, insatisfeita com as imposições da Igreja e ansiosa por encontrar explicações concretas para o que antes era explicado de forma tão abstracta, ia derrubando aos poucos alguns dos pilares do sistema feudal. De entre eles, destaca-se a economia fechada de subsistência, o poder dos senhores feudais, muitos deles membros do clero e o poder exercido pela Igreja. Senhores de um fortíssimo poder económico, estes novos homens da sociedade moderna passaram a custear e a financiar vários projectos nas mais diversas áreas do saber, erigindo para tal importantes centros de pesquisas.

Gradualmente, a fragmentada sociedade feudal da Idade Média transformou-se numa sociedade dominada, progressivamente, por instituições políticas centralizadas, com uma economia marcadamente urbana e mercantil, em que floresceu o mecenato da educação, das artes e da música.

É evidente que todos esses movimentos e apoios tinham como finalidade a ampliação das possibilidades de enriquecimento e de prestígio desse novo sector da sociedade.

Deste modo, aquele que questionava e que procurava incessantemente a verdade era o homem ideal. Através da observação e da experiência, procurava encontrar respostas para diversas questões.

Inúmeros pensadores e cientistas, desafiando a Igreja

e seus dogmas, desenvolveram teorias e realizaram descobertas em campos como a astronomia, a matemática e a medicina. Com o tempo, as novas ideias, invenções e descobertas foram sendo assimiladas pela sociedade, contribuindo inegavelmente para tal a invenção da imprensa, no decurso do século XV. Os benefícios alcançados eram muitos e agradavam a diversos sectores da sociedade, desde o mais humilde camponês até à classe dirigente.

Com os conhecimentos adquiridos na medicina, muitas doenças foram debeladas e outras puderam ser tratadas.

A matemática possibilitou o desenvolvimento da arquitectura, podendo-se construir de forma mais económica, sendo que os palácios e igrejas conheceram uma magnificência nunca vista.

Na astronomia, as contribuições da matemática facultaram a navegação em alto mar e contribuíram para a clarificação de determinadas ideias do passado, menos correctas.

Os astrónomos Kepler, Copérnico e Galileu propuseram novas teorias acerca do movimento dos planetas e os estudos de biologia, química e medicina obtiveram grandes progressos.

O abastecimento de água, aliado à elaboração de redes de esgoto, melhoraram a vida urbana.

Com o surgimento de novas armas, os reinos podiam defender de forma mais eficaz os seus territórios, assim como ampliar as suas possessões. As novas técnicas permitiam aos comerciantes e artesãos uma maior produção, e consequentemente, um maior lucro.

Nas minas, os novos inventos, como guindastes e bombas de água, garantiam uma extracção de metais preciosos mais eficiente.

Máquinas modernas, movidas pelo vento ou pela água, eram usadas em várias manufacturas, principalmente na fabricação de tecidos.

A dada altura, a Igreja viu-se obrigada a rever as suas posições e a proceder a alterações, de forma a adaptar-se à nova estrutura social, política e económica.

O novo espírito de investigação estendeu-se à geografia e à cartografia, sendo que o impulso de conhecer o planeta conduziu à exploração e consequentemente às viagens de Bartolomeu Dias, Cristóvão Colombo, Vasco da Gama e Fernão de Magalhães, entre outros.

O clero renascentista ajustou o seu comportamento à ética e aos costumes de uma sociedade laica, sendo que a cristandade se manteve como um elemento de vital importância na cultura renascentista.

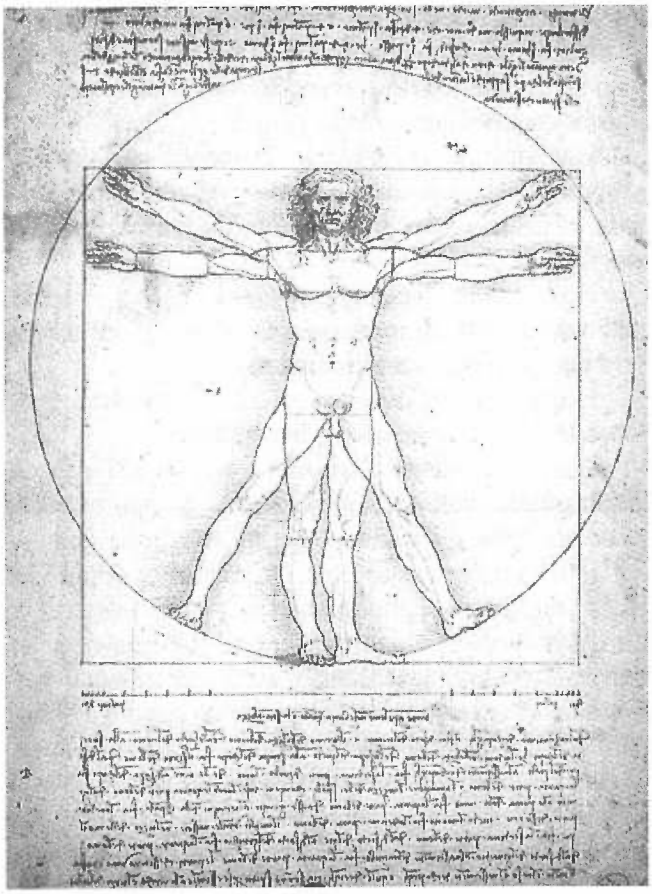
A aproximação renascentista à teologia e às Escrituras é observada tanto pelo poeta italiano Petrarca como pelo holandês Erasmo, o que gerou um poderoso impacte entre católicos e protestantes.

Cristo disse: "Conhecei a verdade e Ela vos libertará!". Os gregos proclamavam: "Conhece-te a ti mesmo e conhecerás Deus."

Curiosamente, uma das mais significativas rupturas renascentistas com as tradições medievais verifica-se no campo da história. A visão renascentista da história possuía três partes: a Antiguidade, a Idade Média e a Idade de Ouro, ou Renascimento, que estava a começar.

Em suma, o Renascimento pautou-se por facultar o alargamento dos limites humanos.

O novo espírito de investigação proporcionou progressos técnicos e conceituais, além de interrogações religiosas, que abriram caminho para importantes reformas eclesiásticas. Recordemos a velha expressão latina: *"Audaces fortuna juvat."*



Homem Vitruviano, Leonardo da Vinci.

BIBLIOGRAFIA

ENTRALGO, Laín, *História da Medicina Moderna e Contemporânea*, Editorial Científico-Médica, Barcelona, 1963.

ENTRALGO, Laín, *História da Medicina*, Salvat Edições, Barcelona, 1972.

KINDERSLEY, Dorling, *A Minha Primeira Enciclopédia Verbo*, vols. I e II, Editorial Verbo, Lisboa, 1992.

PLESSIS, Alain, *Os Grandes Inventos*, Edições Asa, 1991.

BARREIRA, Aníbal, e MOREIRA, Mendes, *Páginas do Tempo*, Edições Asa, 1992.

Enciclopédia Universal Multimédia, Texto Editora, 1996.

The New GROLIER Multimedia Encyclopedia, Aztech Systems, 1994.

www.umass.edu/newsoffice/archive/1997/100997ogilvie.html

www.uh.edu/engines/epi325.htm

www.virginia.edu/insideuva/1999/38/midelfort.html

http://www.med.virginia.edu/hs-library/historical/antiqua/anthome.html

www.interpres.cz/worag/cosmol/inheav/renaissance.htm

www.slu.edu/colleges/AS/cmrs/announce.html

www.cmi.k12.il.us/~beuschlo/su.html

www.lib.virginia.edu/science

MECE
(Modelo Experimental de Circulação em Estuários)

Trabalho realizado por:
- *Sara Cristina Cosme Soares*
- *Miguel José Costa de Almeida Tenreiro*
- *Eurico Tiago Justino Queiroz*

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias/Departamento de Ciências Naturais e Biológicas

1. Introdução

A necessidade de continuados esforços científicos e técnicos, a formação de uma nova geração de oceanógrafos e uma vocação e compreensão profunda do mar levaram-nos a querer contribuir para a evolução das investigações e do conhecimento dos oceanos, dando particular ênfase às regiões costeiras.

As regiões costeiras são zonas que sempre deslumbraram a humanidade. A interface entre terra e mar é um domínio geológico, biológico e ecológico único de importância vital para inúmeras formas de vida terrestre e aquática, incluindo a espécie humana. O ecossistema costeiro é composto por um agregado conjunto de subsistemas interligados e cujas características não podem ser encontradas em mais lado nenhum, sendo os estuários disso um bom exemplo.

Os estuários caracterizam-se por um enorme volume de água protegido, mas condicionado pelo hidrodinamismo oceânico, fortemente isolado e margeado por grandes extensões de sapal. Mostram uma elevada capacidade de retenção de nutrientes, o que permite taxas de produção primária elevadas, que favorecem o desenvolvimento de variadas espécies.

A particular vulnerabilidade dos estuários à poluição decorre desta capacidade de retenção. A utilização intensa dos estuários por muitas espécies residentes, semi-residentes, sazonais e migradoras sofre impactes agravados da actividade humana desregrada. Estas características dos estuários, a capacidade de retenção e a dependência que deles têm muitas espécies justificariam uma protecção prioritária e efectiva a estes biótopos.

Com o intuito de poder contribuir para a evolução da investigação no domínio marinho, e para a preservação destes ecossistemas únicos, desenvolvemos o MECE (Modelo Experimental de Circulação em Estuários). Este é um modelo bidimensional que pretende caracterizar o padrão de circulação da coluna de água no interior de um estuário. Foi adicionado um termo de atrito que represente a influência do fundo, pois, por norma, os estuários não atingem grandes profundidades. Tendo ainda em conta que o principal forçador do sistema é a maré, foi acoplado um módulo que simule a sua influência no domínio. O modelo está pronto para incluir a acção do vento.

O conhecimento do padrão de circulação em fluidos geofísicos é, do nosso ponto de vista, da maior utilidade. A capacidade que daí advém, seja na prevenção, seja no combate a situações de crise, como acções poluentes ou condições extremas, pode fazer a diferença!

É nosso objectivo conhecer e ter a capacidade de prever esses mesmos padrões, contribuindo, assim, para o conhecimento dos fenómenos advectivos. Para atingir este objectivo, é necessário conhecer a física que descreve o fenómeno e transpor para modelo numérico as equações que descrevem o movimento.

Serão apresentados e analisados os resultados da aplicação do MECE a diversas situações, considerando os diferentes mecanismos físicos, isoladamente e em conjunto.

Na figura 1 pretende-se dar uma ideia da importância deste tipo de modelos, das diferentes áreas contempladas e/ou que podem contemplar, bem como a contribuição que podem proporcionar ao conhecimento dos fenómenos costeiros.

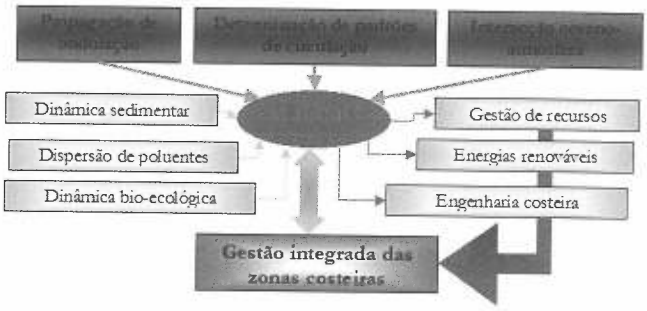


Figura 1 – MECE (Modelo Experimental de Circulação em Estuários).

2. Descrição do problema

Para descrever escoamentos, é necessário conhecer o seu estado, assim como as suas propriedades. Para isso, é necessário analisar a existência de variações temporais nas propriedades físicas.

A maioria dos escoamentos que encontramos na natureza é tridimensional. Contudo, existem situações que podem ser tratadas como um problema a duas dimensões. Isto acontece quando a presença de um fraco gradiente de densidade (meio pouco estratificado) favorece o comportamento bidimensional, como é o caso de um meio verticalmente homogéneo.

Esta situação introduz simplificações importantes no número de equações a resolver e nas próprias equações. Permite a utilização de modelos bidimensionais para o cál-

culo da velocidade média do escoamento através da resolução de duas equações: uma para momento linear horizontal e uma para a conservação da massa (ou continuidade).

As equações de Navier-Stokes são as equações que descrevem o movimento de fluidos geofísicos. É, no entanto, necessário assumir certas hipóteses para obter o sistema de equações que descreve fisicamente e, em concreto, a circulação em estuários. Para o desenvolvimento do MECE, foram feitas as seguintes aproximações:

- Boussinesq;
- pequenos fundos;
- fluido homogéneo e incompressível;
- quasi-estática.

As equações de Navier-Stokes e a equação da continuidade tomam a forma:

Equações do momento

$$x: \frac{du}{dt} - fv = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} + \nu\nabla^2 u - F_{ax} + \tau_{x_{vento}} \qquad 1$$

$$y: \frac{dv}{dt} + fu = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y} + \nu\nabla^2 v - F_{ay} + \tau_{y_{vento}} \qquad 2$$

$$z: 0 = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z} - g \qquad 3$$

Equação da continuidade

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \qquad 4$$

onde x, y e z representam as coordenadas; u, v e w, as componentes da velocidade; f é o parâmetro de Coriolis; p representa a pressão; g a aceleração da gravidade; $\grave{I}$ a viscosidade dinâmica ou viscosidade turbulenta; $\grave{U}_i$ a tensão de corte na superfície livre devido ao vento, na direcção i; e F_{ay} atrito no fundo na direcção i.

Por integração das equações de Navier-Stokes sobre a direcção segundo a qual o escoamento pode ser considerado homogéneo, as equações são tornadas bidimensionais pretendendo-se que, desta forma, estas não representem apenas o escoamento bidimensional à superfície, mas sim que o resultado seja representativo do escoamento de toda a coluna de água.

Admitiu-se a existência de um nível de referência a partir do qual é medida a profundidade $h\,(x, y)$, e que qualquer variação da altura da coluna de água em relação ao nível de referência é denotado por $\acute{O}\,(x, y, t)$. A soma corresponde à altura da coluna de água $H\,(x, y, t)$ (figura 1).

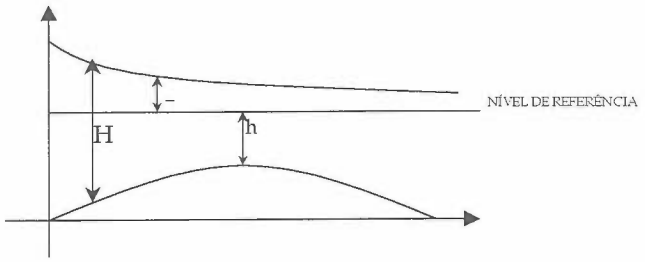


Figura 2 – Variação da altura da coluna de água em relação ao nível de referência.

Integrando a equação da continuidade 4 na vertical, entre os níveis $z=-h$ e $z=\acute{O}$, e tendo em conta as condições de fronteira adequadas, tem-se:

$$w\big|_{z=\xi} = \frac{\partial \xi}{\partial t} + \left(u\frac{\partial \xi}{\partial x} + v\frac{\partial \xi}{\partial y}\right)_{z=\xi} \qquad 5$$

$$w\big|_{z=-h} = \left(-u\frac{\partial h}{\partial x} - v\frac{\partial h}{\partial y}\right)_{z=-h} \qquad 6$$

que, substituindo na equação, conduz a:

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial (Hu)}{\partial x} + \frac{\partial (Hv)}{\partial y} = 0 \qquad 7$$

Para obter a pressão p em função apenas de variáveis conhecidas, é utilizado um procedimento semelhante ao anterior, ou seja, a equação (3) é integrada na vertical, entre a superfície ($z=\xi$) e um nível z qualquer. Assim sendo:

$$p\big|_{-z} = p\big|_{\xi} + \rho g(\xi + z)$$

onde $p|_{\xi}$ é a pressão atmosférica p_a, já que ξ é um ponto que se encontra na superfície livre, e genericamente:

$$p = p_a + \rho g(\xi + z) \qquad 8$$

Considerando a equação 8, a equação do movimento 1, integrada na vertical entre os níveis $z=-h$ e $z=\xi$, toma a forma:

$$H\frac{\partial u}{\partial t} + Hu\frac{\partial u}{\partial x} + Hv\frac{\partial u}{\partial y} - Hfv = -gH\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{p_a}{\rho g} + \xi\right) + H\nu\nabla^2 u - F_{ax} + \tau_{x_{vento}} \qquad 9$$

Prosseguindo com a simplificação das equações, a equação da continuidade pode ser rescrita e quando combinada com 9 permite obter:

$$\frac{\partial (Hu)}{\partial t} + \frac{\partial (Huu)}{\partial x} + \frac{\partial (Hvu)}{\partial y} - Hfv = -gH\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{p_a}{\rho g} + \xi\right) + H\nu\nabla^2 u - F_{ax} + \tau_{x_{vento}} \qquad 10$$

Para completar o sistema de equações, é necessário proceder da mesma forma com a equação 2. O sistema de equações que descreve o problema em estudo é:

Sistema de equações

$$\begin{cases} \frac{\partial(Hu)}{\partial t} + \frac{\partial(Huu)}{\partial x} + \frac{\partial(Hvu)}{\partial y} - Hfv = -gH\frac{\partial \xi}{\partial x} + H\nu\nabla^2 u - F_{sx} + \tau_{x_{vento}} \\ \frac{\partial(Hv)}{\partial t} + \frac{\partial(Huv)}{\partial x} + \frac{\partial(Hvv)}{\partial y} + Hfu = -gH\frac{\partial \xi}{\partial y} + H\nu\nabla^2 v - F_{sy} + \tau_{y_{vento}} \\ \frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial(Hu)}{\partial x} + \frac{\partial(Hv)}{\partial y} = 0 \end{cases} \quad 11$$

No desenvolvimento, para os termos de atrito será adoptada a representação $F_{sx} = C_F \|V\| u$, $F_{sy} = C_F \|V\| v$, onde C_F é o coeficiente de atrito no fundo, $\| V \|$ é a norma do vector velocidade horizontal e u e v são, respectivamente, as componentes da velocidade horizontal.

2.1 Análise de escala

Tendo estabelecido as equações que regem o movimento, uma análise de escala permitirá considerar apenas os fenómenos de maior importância relativa, face ao objecto de estudo.

Considerando valores típicos representativos de um estuário português, neste caso um estuário imaginário, ou seja, assumindo-se:

- L_H~10^3m (escala horizontal do estuário);
- L_V~10 m (escala vertical do estuário);
- V_H~1 m/s (escala da velocidade horizontal);
- T~10^4 s (escala temporal);
- f~10^{-4} s^{-1} (parâmetro de Coriolis);
- t_S~10^{-4} m^2 s^{-2} (tensão de corte na superfície livre);
- v_t~10 m^2/s (viscosidade turbulenta);
- C_F~10^{-3} (coeficiente de atrito no fundo);
- A~1 m (amplitude de maré);

obtém-se para os termos da equação do momento:

$$\underbrace{10^{-3}}_{\text{aceleração}} + \underbrace{10^{-3} + 10^{-3}}_{\text{advecção}} + \underbrace{10^{-3}}_{\text{coriolis}} = \underbrace{10^{-2}}_{\text{pressão}} + \underbrace{10^{-6} + 10^{-6}}_{\text{difusão}} + \underbrace{10^{-3}}_{\text{atrito}} + \underbrace{10^{-4}}_{\text{tensão}}$$

donde é possível concluir que os termos dominantes são a aceleração local, a advecção, o coriolis, a pressão, o atrito e a tensão do vento.

O termo da difusão é, pelo menos, três ordens de grandeza menor que o menor termo da equação, o que o torna desprezável; contudo, será tido em conta nas equações a discretizar com vista à aplicação deste modelo a diferentes situações onde o objecto de estudo pode ser, por exemplo, a dispersão de poluentes.

3. Estabelecimento do modelo

Passa-se agora à descrição dos métodos utilizados para a resolução numérica da evolução do padrão de circulação e da superfície livre do estuário considerado. Duma forma muito simplista, as soluções numéricas correspondem à integração das equações na vertical que regem o fenómeno, no interior de um domínio de integração sujeito a determinadas condições iniciais e de fronteira.

3.1 Discretização das equações

A discretização das equações é a primeira etapa na resolução numérica das equações às derivadas parciais que regem o fenómeno objecto de estudo.

A substituição destas equações por equações mais simples baseadas em operações algébricas elementares é fundamental para a sua resolução numérica.

3.1.1 Discretização temporal

Na discretização temporal do sistema de equações optou-se pelo método ADI (*alternating direction implicit*). Introduzido por Peaceman e por Racford em 1955 (Fletcher, [1991]), este método consiste, essencialmente, em dividir o passo temporal em dois semipassos, sendo o primeiro implícito na direcção *xx* e explícito na direcção *yy*, e o segundo semipasso implícito na direcção *yy* e explícito na direcção *xx*, ou vice-versa.

Pretendeu-se com este método tirar partido das vantagens associadas tanto aos métodos implícitos, como aos explícitos, de modo a assegurar estabilidade e exactidão do modelo. Este método, onde o passo temporal é dividido ao meio, permite obter um método implícito multidimensional, o que, no caso bidimensional, exige apenas a resolução de matrizes tridiagonais. Esta característica fez com que a utilização deste tipo de métodos se generalizasse.

Da discretização do sistema de equações apresentado no capítulo anterior com o método ADI resulta para o primeiro semipasso temporal:

$$\frac{\xi^{n+\frac{1}{2}} - \xi^n}{\Delta t/2} + \left(\frac{\partial Hu}{\partial x}\right)^{n+\frac{1}{2}} + \left(\frac{\partial Hv}{\partial y}\right)^n = 0 \quad 12$$

$$\frac{u^{n+\frac{1}{2}} + u^n}{\Delta t/2} + \left(\frac{1}{H}\frac{\partial Huu}{\partial x}\right)^{n+\frac{1}{2}} + \left(\frac{1}{H}\frac{\partial Huv}{\partial y}\right)^n = -g\left(\frac{\partial \xi}{\partial x}\right)^{n+\frac{1}{2}} - \left(\frac{1}{H}\tau_{sx}\right)^n + fv)^{n+\frac{1}{2}} + \nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right)^{n+\frac{1}{2}} + \nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)^n \quad 13$$

$$\frac{v^{n+\frac{1}{2}} + v^n}{\Delta t/2} + \left(\frac{1}{H}\frac{\partial Hvu}{\partial x}\right)^{n+\frac{1}{2}} + \left(\frac{1}{H}\frac{\partial Hvv}{\partial y}\right)^n = -g\left(\frac{\partial \xi}{\partial y}\right)^n - \left(\frac{1}{H}\tau_{sy}\right)^n - fu)^n + \nu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}\right)^{n+\frac{1}{2}} + \nu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)^n \quad 14$$

e para o segundo semipasso temporal:

$$\frac{\xi^{n+1} - \xi^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta t/2} + \left(\frac{\partial Hu}{\partial x}\right)^{n+\frac{1}{2}} + \left(\frac{\partial Hv}{\partial y}\right)^{n+1} = 0 \quad 15$$

$$\frac{u^{n+1} + u^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta t/2} + \left(\frac{1}{H}\frac{\partial Huu}{\partial x}\right)^{n+\frac{1}{2}} + \left(\frac{1}{H}\frac{\partial Huv}{\partial y}\right)^{n+1} = -g\left(\frac{\partial \xi}{\partial x}\right)^{n+\frac{1}{2}} - \left(\frac{1}{H}\tau_{sx}\right)^{n+1} + fv)^{n+\frac{1}{2}} + \nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right)^{n+\frac{1}{2}} + \nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)^{n+1} \quad 16$$

$$\frac{v^{n+1} + v^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta t/2} + \left(\frac{1}{H}\frac{\partial Hvu}{\partial x}\right)^{n+\frac{1}{2}} + \left(\frac{1}{H}\frac{\partial Hvv}{\partial y}\right)^{n+1} = -g\left(\frac{\partial \xi}{\partial y}\right)^{n+1} - \left(\frac{1}{H}\tau_{sy}\right)^{n+1} - fu)^{n+1} + \nu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}\right)^{n+\frac{1}{2}} + \nu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)^{n+1} \quad 17$$

Adicionando as equações 12 e 15, 13 e 16 e as equações 14 e 17, pode-se verificar que todos os termos são calculados com precisão de segunda ordem no tempo, constituindo uma boa solução em relação à precisão do esquema, mas que reduz a eficácia do modelo e pode diminuir a precisão dos resultados. Com efeito, os termos de advecção e de atrito no fundo são melhor representados por esquemas com precisão de primeira ordem no tempo. No que diz respeito ao termo de advecção, verifica-se que o seu cálculo explícito está mais de acordo com

a sua natureza. Com efeito, para pequenas profundidades, o termo de advecção perde importância em relação ao termo de atrito no fundo.

Por questões de estabilidade, parte do termo de advecção foi calculado implicitamente. O termo de atrito é mais importante nas regiões de baixa profundidade, por isso deve ser discretizado para que a velocidade tenda para zero com a profundidade. O cálculo explícito deste termo conduz a velocidades infinitas quando a profundidade se aproxima de zero e, por consequência, à instabilidade do modelo. O problema pode ser resolvido fixando um valor de H mínimo para o cálculo explícito do termo de atrito ou efectuando o cálculo de forma implícita. Neste trabalho foi escolhida a segunda possibilidade.

A análise precedente conduziu à seguinte discretização temporal para o primeiro semipasso temporal:

$$\frac{\xi^{n+\frac{1}{2}}-\xi^{n}}{\Delta t/2}+\left(\frac{\partial Hu}{\partial x}\right)^{n+\frac{1}{2}}+\left(\frac{\partial Hv}{\partial y}\right)^{n}=0 \qquad 18$$

$$\frac{u^{n+\frac{1}{2}}+u^{n}}{\Delta t/2}+\left(\frac{1}{H}\frac{\partial Huu}{\partial x}\right)^{n+\frac{1}{2}}+\left(\frac{1}{H}\frac{\partial Hvu}{\partial y}\right)^{n}=-g\left(\frac{\partial \xi}{\partial x}\right)^{n+\frac{1}{2}}-\left(\frac{1}{H}\tau_{bx}\right)^{n+\frac{1}{2}}+fv^{n+\frac{1}{2}}+\nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right)^{n+\frac{1}{2}}+\nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)^{n} \qquad 19$$

$$\frac{v^{n+\frac{1}{2}}+v^{n}}{\Delta t/2}+\left(\frac{1}{H}\frac{\partial Hvu}{\partial x}\right)^{n}+\left(\frac{1}{H}\frac{\partial Hvv}{\partial y}\right)^{n}=-g\left(\frac{\partial \xi}{\partial y}\right)^{n}-\left(\frac{1}{H}\tau_{sx}\right)^{n+\frac{1}{2}}-fu^{n+\frac{1}{2}}+\nu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}\right)^{n}+\nu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)^{n} \qquad 20$$

e para o segundo semipasso temporal:

$$\frac{\xi^{n+1}-\xi^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta t/2}+\left(\frac{\partial Hu}{\partial x}\right)^{n+\frac{1}{2}}+\left(\frac{\partial Hv}{\partial y}\right)^{n+1}=0 \qquad 21$$

$$\frac{u^{n+1}+u^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta t/2}+\left(\frac{1}{H}\frac{\partial Huu}{\partial x}\right)^{n+\frac{1}{2}}+\left(\frac{1}{H}\frac{\partial Hvu}{\partial y}\right)^{n+\frac{1}{2}}=-g\left(\frac{\partial \xi}{\partial x}\right)^{n+\frac{1}{2}}-\left(\frac{1}{H}\tau_{bx}\right)^{n+1}+fv^{n+\frac{1}{2}}+\nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right)^{n+\frac{1}{2}}+\nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)^{n+\frac{1}{2}} \qquad 22$$

$$\frac{v^{n+1}+v^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta t/2}+\left(\frac{1}{H}\frac{\partial Hvu}{\partial x}\right)^{n+\frac{1}{2}}+\left(\frac{1}{H}\frac{\partial Hvv}{\partial y}\right)^{n+1}=-g\left(\frac{\partial \xi}{\partial y}\right)^{n+1}-\left(\frac{1}{H}\tau_{sy}\right)^{n+1}-fu^{n+1}+\nu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}\right)^{n+\frac{1}{2}}+\nu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)^{n+1} \qquad 23$$

sendo agora possível passar à discretização espacial de cada termo das equações.

3.1.2 Discretização espacial

A escolha e elaboração da malha espacial são etapas fundamentais na execução de um esquema numérico. Desta escolha pode depender a estabilidade da solução, a definição das condições de fronteira e a sua precisão, que são condições fundamentais à obtenção de bons resultados.

Após se ponderar qual seria a malha mais apropriada ao modelo a criar, conclui-se que a melhor hipótese é aplicar uma malha cartesiana regular do tipo C (Arakawa, 1972). A malha que serve como plataforma de cálculo é uma malha cartesiana descentrada introduzida na resolução de fenómenos oceanográficos por Hansen (1956), que funciona em termos de cálculo da seguinte forma:

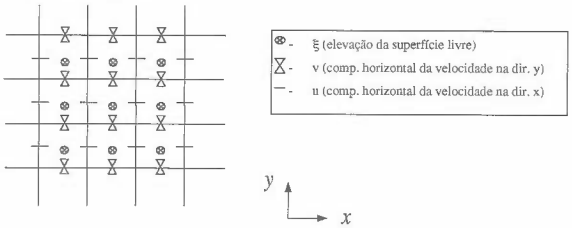


Figura 3 – Pontos de cálculo da elevação e das componentes da velocidade, utilizando a malha descentrada.

Nos diferentes pontos indicados na figura 3, são calculados os valores das variáveis que se pretendem conhecer. Considerando o eixo cartesiano (x, y), as componentes da velocidade, u e v, são calculadas nas faces da célula em posições diferentes segundo os eixos referentes, enquanto que a elevação da superfície livre é calculada no centro da mesma. As profundidades estão definidas nos pontos de cálculo das elevações.

Este tipo de malha apresenta vantagens e desvantagens em relação a outros tipos de malhas, sendo ideal na resolução de problemas de transporte com comprimentos de onda de $2\Delta x$. Simplifica a definição das condições de fronteira e, em particular, a condição de impermeabilidade. Além disso, comparando um mesmo método utilizando outros tipos de malhas, verifica-se que o número de cálculos efectuados utilizando este tipo de malha é reduzido por um factor de três, o que melhora em muito a precisão dos cálculos, pois a influência de erros de arredondamento é muito menor. Estas vantagens, relativamente a uma outra malha qualquer, implicaram a escolha da malha de Hansen.

Para a discretização espacial das equações existem duas técnicas bastante utilizadas: numa as derivadas são substituídas pelas diferenças resultantes do desenvolvimento em série de Taylor; noutra é feito o balanço do volume de controlo numa célula do domínio. Foram utilizados os dois tipos de discretização para os termos considerados, tendo-se optado pela discretização mais adequada a cada um dos termos. Por conveniência, está apenas considerada a discretização dos termos da equação da componente u da velocidade, sendo a discretização para a outra componente em tudo semelhante, à excepção dos índices que respeitam a direcção da componente considerada.

O termo de pressão

Para a equação de u, o termo de pressão escreve-se:

$$-g\frac{\partial \xi}{\partial x}$$

que, desenvolvido em série de Taylor em torno do ponto de cálculo $u_{i,j}$, conduz a:

$$-g\frac{\partial \xi}{\partial x}_{i,j}=-g\frac{\xi_{i,j}-\xi_{i,j-1}}{\Delta x}+\left(\frac{\Delta x}{2}\right)^2 \qquad 24$$

onde a precisão é da ordem de $o(\Delta x/2)^2$ porque os pontos de cálculo das elevações são distantes de $\Delta x/2$ dos pontos de cálculo $u_{i,j}$. A discretização deste termo, utilizando o método do volume de controlo, conduz ao mesmo resultado.

O termo de advecção

O termo que coloca mais problemas em termos de discretização é o termo de advecção, onde o método tem que ser escolhido consoante o estudo que se pretende realizar. Fisicamente, o transporte de uma propriedade por advecção

só pode ser feito no sentido da velocidade, onde são os esquemas conhecidos por Upwind os que melhor respeitam esta característica da advecção. O esquema Upwind é versátil e pode ser facilmente utilizado para a simulação de correntes em diversas condições.

O termo de advecção aparece nas equações na forma

$$\frac{1}{H}\left[\frac{\partial}{\partial x}(Huu)+\frac{\partial}{\partial y}(Huv)\right]$$

e a discretização deste termo põe dificuldades devidas às características de advecção. Verificou-se que utilizando uma boa resolução espacial a amortização é sempre fraca, qualquer que seja a discretização escolhida.

O fluxo de uma propriedade através de uma face do volume de controlo é dado pelo produto da componente normal da velocidade sobre a parede pelo valor da propriedade a montante. O valor que entra por advecção no volume de controlo é assimilado ao valor da propriedade no ponto de cálculo a montante. Analisando o transporte por *u*, supondo, por exemplo, que nas duas paredes de volume de controlo as velocidades são positivas:

Fluxo da quantidade de movimento que entra no volume

$$\overbrace{H_{i,j-1}\Delta x}^{\text{Área}}\overbrace{u_{i,j-\frac{1}{2}}}^{\text{normal}}\overbrace{u_{i,j-1}}^{\text{propriedade}}$$

Fluxo da quantidade de movimento que sai do volume

$$H_{i,j-1}\Delta x u_{i,j+\frac{1}{2}}u_{i,j}$$

Como o termo de advecção representa o simétrico da acumulação no volume de controlo devido ao transporte pelo campo de velocidade, pode-se escrever:

$$\left[\frac{1}{H}\frac{\partial Huu}{\partial x}\right]_{i,j-\frac{1}{2}}=\frac{1}{\left(H_{i,j}+H_{i,j-1}\right)}\left[\frac{2H_{i,j}u_{ij+\frac{1}{2}}u_{ij}-2H_{i,j}u_{ij-\frac{1}{2}}u_{ij-1}}{\Delta x}\right] \quad 25$$

Considerando:

$$u_{i,j+\frac{1}{2}}=u_{i,j}$$

$$u_{i,j-\frac{1}{2}}=u_{i,j-1}$$

encontra-se uma expressão da derivada idêntica à que se obteria utilizando as séries de Taylor para o caso a montante. Outra hipótese é considerar:

$$u_{i,j+\frac{1}{2}}=\frac{u_{i,j}+u_{i,j+1}}{2}$$

$$u_{i,j-\frac{1}{2}}=\frac{u_{i,j}+u_{i,j-1}}{2}$$

e sendo conhecida a velocidade sobre a parede, o cálculo de *u* utilizando a segunda hipótese de cálculo de $u_{i,j+\frac{1}{2}}$ é preferível. O termo de advecção segundo *xx* pode, então, ser escrito:

$$\frac{1}{H}\frac{\partial(Huu)}{\partial x}=\frac{1}{\left(H_{i,j}+H_{i,j-1}\right)}\left[\begin{array}{l}\dfrac{H_{i,j}\left(u_{i,j+\frac{1}{2}}+\left|u_{i,j+\frac{1}{2}}\right|\right)u_{i,j}}{\Delta x}-\dfrac{H_{i,j-1}\left(u_{i,j-\frac{1}{2}}+\left|u_{i,j-\frac{1}{2}}\right|\right)u_{i,j-1}}{\Delta x}+\\ \dfrac{H_{i,j}\left(u_{i,j+\frac{1}{2}}-\left|u_{i,j+\frac{1}{2}}\right|\right)u_{i,j+1}}{\Delta x}-\dfrac{H_{i,j-1}\left(u_{i,j-\frac{1}{2}}-\left|u_{i,j-\frac{1}{2}}\right|\right)u_{i,j}}{\Delta x}\end{array}\right] \quad 26$$

e

$$v_{i+\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}=\frac{v_{i+1,j}+v_{i+1,j-1}}{2}$$

$$v_{i-\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}=\frac{v_{i,j}+v_{i,j-1}}{2}$$

$$H_{i+\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}=\frac{H_{i,j}+H_{i,j-1}+H_{i+1,j}+H_{i+1,j-1}}{4}$$

$$H_{i-\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}=\frac{H_{i,j}+H_{i,j-1}+H_{i-1,j}+H_{i-1,j-1}}{4}$$

resulta, para o termo de advecção cruzado, a expressão:

$$\frac{1}{H}\frac{\partial(Hvu)}{\partial y}=\frac{1}{\left(H_{i,j}+H_{i,j-1}\right)}\left[\begin{array}{l}\dfrac{H_{i+\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}\left(v_{i+\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}+\left|v_{i+\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}\right|\right)u_{i,j}}{\Delta y}-\dfrac{H_{i-\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}\left(v_{i-\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}+\left|v_{i-\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}\right|\right)u_{i-1,j}}{\Delta y}+\\ \dfrac{H_{i+\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}\left(v_{i+\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}-\left|v_{i+\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}\right|\right)u_{i+1,j}}{\Delta y}-\dfrac{H_{i-\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}\left(v_{i-\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}-\left|v_{i-\frac{1}{2},j-\frac{1}{2}}\right|\right)u_{i,j}}{\Delta y}\end{array}\right] \quad 27$$

O cálculo de advecção é assim um cálculo por diferenças centradas. O resultado obtido ao utilizar o volume de controlo mostra que o desenvolvimento entre o ponto de cálculo de $u_{i,j}$ e as paredes representa melhor o mecanismo de advecção porque o que sai de uma célula entra na vizinha e não na seguinte.

Uma das vantagens do cálculo das velocidades de transporte sobre as paredes do volume de controlo é a simplicidade introduzida no cálculo das condições de fronteira. A discretização ao utilizar o método de volume de controlo, com a velocidade calculada sobre as paredes, foi por consequência utilizada.

O termo de difusão

A ordem de grandeza deste termo é, em geral, muito menor que a dos outros termos da equação de transporte da quantidade de movimento. Para a componente da velocidade *u* o termo é escrito da seguinte forma:

$$\nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)$$

utilizando o desenvolvimento em série de Taylor e diferenças centradas, obtém-se a forma discretizada com precisão de segunda ordem, que reproduz fisicamente a difusão.

$$\nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)=\nu_{i,j}\left(\frac{u_{i,j+1}-2u_{i,j}+u_{i,j-1}}{\Delta x^2}+\frac{u_{i+1,j}-2u_{i,j}+u_{i-1,j}}{\Delta y^2}\right)+o(\Delta x)^2 \quad 28$$

A noção de fluxo difusivo não é muito importante quando se trata do cálculo de pontos interiores e Ì é constante. Este não é o caso para o cálculo ao longo de fronteiras fechadas, sobretudo quando se calcula uma concentração. Com efeito, a utilização desta equação ao longo de uma fronteira fechada conduz a um esquema não conservativo quando se trata da hipótese do gradiente nulo porque a quantidade perdida pelo ponto $(i, j-1)$ não atinge o ponto (i, j).

O termo de atrito no fundo

O termo de atrito no fundo aparece, no sistema de equações, na forma:

$$\frac{1}{H} C_f \|V\| u$$

A discretização deste termo não exige considerações especiais visto não conter derivadas, logo, é calculado como:

$$\frac{1}{H} C_f \|V\| u = \frac{1}{(H_{i,j} + H_{i,j-1})} \left(C_{f\,i,j} + C_{f\,i,j-1}\right) \|V\| u_{i,j} \quad 29$$

onde os coeficientes de atrito são calculados nos pontos de cálculo das elevações como sendo função da rugosidade e da profundidade. O módulo da velocidade, para a equação *u*, é dado por:

$$\|V\| = \left[(u_{i,j})^2 + \left(\frac{v_{i,j} + v_{i,j-1} + v_{i+1,j} + v_{i+1,j-1}}{4} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

O termo de Coriolis

O termo de Coriolis, tal como o termo de atrito, não exige o cálculo de derivadas. O seu cálculo numa corrente onde o parâmetro de Coriolis *f* é constante não cria dificuldades.

$$(fv)_{i,j} = f\left(\frac{v_{i,j} + v_{i,j-1} + v_{i+1,j} + v_{i+1,j-1}}{4} \right) \quad 30$$

$$(fu)_{i,j} = f\left(\frac{u_{i,j} + u_{i-1,j} + u_{i,j+1} + u_{i-1,j+1}}{4} \right) \quad 31$$

Desta forma, os pontos onde $u_{i,j}$ intervêm para o cálculo do termo de atrito são os que intervêm para o cálculo do termo de Coriolis sobre $u_{i,j}$.

Equação da continuidade

Os termos da equação da continuidade são do tipo

$$\frac{\partial (H u_i)}{\partial x_i} \quad 32$$

em que *i*=1,2 representa a direcção considerada. Do ponto de vista analítico, esta expressão é equivalente a

$$H \frac{\partial u_i}{\partial x_i} + u_i \frac{\partial H}{\partial x_i} \quad 33$$

tendo sido concluído (Stelling [1983]) que a utilização da equação 33 pode conduzir a esquemas não conservativos.

Para a discretização dos termos da equação da continuidade na forma da equação 32, foi feita utilizando o desenvolvimento em série de Taylor em torno do ponto de cálculo $\xi_{i,j}$ resultando, para o fluxo segundo *xx*:

$$\left[\frac{\partial (Hu)}{\partial x}\right]_{i,j} = \frac{1}{2\Delta x}\left[(H_{i,j} + H_{i,j+1})u_{i,j+1} - (H_{i,j} + H_{i,j-1})u_{i,j}\right] + o\left(\frac{\Delta x}{2}\right)^2 \quad 34$$

que é idêntico ao resultado que se teria obtido utilizando o método do volume de controle, centrado sobre o ponto de cálculo $\xi_{i,j}$.

Para o cálculo do fluxo segundo *yy*, o resultado:

$$\left[\frac{\partial (Hv)}{\partial y}\right]_{i,j} = \frac{1}{2\Delta y}\left[(H_{i,j} + H_{i+1,j})v_{i+1,j} - (H_{i,j} + H_{i-1,j})v_{i,j}\right] + o\left(\frac{\Delta y}{2}\right)^2 \quad 35$$

é semelhante ao anterior.

Após a discretização espacial de cada termo que compõe o sistema de equações a ser resolvido, é necessário proceder a uma análise de estabilidade.

3.2 Análise de estabilidade

Para a procura da estabilidade dos esquemas numéricos foram propostos vários métodos, por exemplo, Richtmeyer e Morton (1967), Roache (1972), sendo o mais utilizado o de Von Neumann (1944): o esquema das diferenças finitas, que é estável quando nenhuma das componentes de Fourier do erro se amplifica no decorrer do cálculo.

O número de Courant $c = u\frac{\Delta t}{\Delta x}$ constitui o critério de estabilidade geralmente utilizado. Para esta aplicação, MECE foi considerado face à análise levada a cabo que $c<1$ verifica os critérios de estabilidade, critério este idêntico ao adoptado por outros autores (Neves, 1985).

3.3 Solução numérica

3.3.1 Domínio

Para simular um estuário, pode idealizar-se um paralelepípedo com dimensões que, em coordenadas cartesianas, variam ao longo de três eixos, *x*, *y* e *z*.

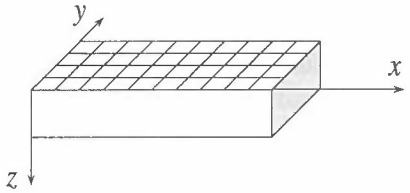


Figura 4 – Domínio de integração

Apesar de o modelo só contemplar o escoamento no plano D (*x*, *y*), as equações estão integradas na vertical e, por isso, são representativas de toda a coluna de água, sendo a batimetria do fundo um factor essencial para a sua resolução e simulação.

A aproximação ao estuário considera um domínio do tipo referido, no qual existem duas fronteiras abertas que pretendem simular a entrada e saída do estuário e duas fronteiras fechadas que simulam as margens.

3.3.2 Condições iniciais e de fronteira

As condições iniciais e de fronteira do modelo deverão simular os efeitos que representem a realidade dos fenómenos que actuam num estuário. Da escolha destas condições dependem o bom desempenho e a estabilidade do modelo e por isso estas não devem representar condições fisi-

camente impossíveis. Assim sendo, e porque foram testados vários cenários possíveis, estas serão especificadas no capítulo dos resultados.

Para as condições de fronteira foram considerados dois tipos: fronteiras laterais fechadas e fronteiras abertas na direcção do escoamento.

Ao primeiro tipo de condições de fronteira é imposta a condição $V \bullet n = 0$ (condição de impermeabilidade) e a condição de escorregamento (sem atrito lateral). No entanto, o modelo está preparado para incluir o atrito lateral.

Quanto às fronteiras abertas, é através destas fronteiras que o modelo é forçado, tendo sido implementada a condição FRO (Flather radiation + Roed local solution), que permite irradiar para fora do domínio as ondas de gravidade, fontes de instabilidade do modelo (Palma e Matano, 1998). Esta condição satisfaz a condição de conservação da massa no interior do domínio.

4. Resultados

Realizaram-se várias corridas do modelo por forma a avaliar o seu desempenho em condições conhecidas. Foram testadas quatro situações: fundo sinusoidal, salto hidráulico com maré, perturbação do fundo com maré e propagação de uma onda de gravidade num fundo plano.

A primeira situação testada, cuja definição está no anexo I, teste 1, teve por objectivo avaliar o comportamento do campo de velocidades e da superfície livre face a uma batimetria sinusoidal. Para isso, forçou-se o domínio com um campo de velocidades na fronteira esquerda constante e segundo apenas uma das direcções (*xx*), forçamento este que pretende simular a descarga de um rio para o estuário.

Pode-se verificar a partir dos resultados apresentados no anexo que o sistema atinge a estacionariedade em menos de uma hora, assumindo a superfície livre a geometria do fundo. Como era de esperar, a amplitude da sinusóide à superfície é menor quando comparada com a do fundo, tendendo a desaparecer com o aumento da coluna de água.

Analisando os gráficos da energia e do fluxo do sistema (figuras 6 e 7, respectivamente), verifica-se que essa estacionariedade antes de ser atingida induz perturbações ao sistema e que existe um ligeiro aumento da massa. Este aumento de massa é consequência directa de o sistema estar a ser forçado por condições iniciais de velocidade e superfície livre, instáveis e irreais, para a batimetria considerada, o que obriga o sistema a equilibrar o efeito da variação da velocidade induzida pela batimetria, com o aumento da altura da superfície livre.

A segunda situação de teste pretendeu verificar qual a resposta do sistema perante uma batimetria de solução analítica conhecida e qual o efeito de propagação da maré no interior do domínio. Para tal, foi introduzida uma onda, que simula a maré, forçando a superfície livre numa das fronteiras (fronteira esquerda), situação definida no anexo I, teste 2. Por análise gráfica, verifica-se que, numa primeira fase, o modelo procura ajustar a solução ao estado de equilíbrio para as condições iniciais estabelecidas, sendo pouco notória a influência da onda de maré e, em contrapartida, bastante claras as instabilidades que advêm de as condições iniciais serem fisicamente irreais. Numa segunda fase, após o equilíbrio ser atingido, o fenómeno predominante é a maré, estando as variações do campo de velocidades e da superfície livre associadas ao efeito da maré.

Tais efeitos estão perfeitamente patentes nas figuras referentes à variação de energia mecânica do sistema e à diferença de fluxo entre a saída e entrada do domínio (figuras 11 e 12), que seguem igualmente o efeito induzido pelo forçamento da maré.

No teste seguinte foi introduzida uma alteração à batimetria. Foi disposta uma *corcunda* no fundo, numa zona transversal ao sentido do escoamento e, sensivelmente, a meio do canal, representando uma barreira (anexo I, teste 3), tendo por objectivo observar o efeito do fundo sobre o padrão de circulação.

A resposta do modelo mostra a adaptação da elevação da superfície livre e das velocidades à batimetria e à maré. Mais uma vez, a assinatura da maré está presente nos gráficos respeitantes ao fluxo e à energia, podendo a sua análise ser interpretada de forma semelhante à anterior, com os devidos ajustamentos. Contudo, é de salientar que o comportamento da superfície livre em relação à *corcunda* é o esperado. Observa-se que, antes da perturbação, existe uma diminuição no valor do campo de velocidades e que este aumenta após a perturbação. O campo de velocidades responde ao comportamento da coluna de água, verificando-se que aumenta com o diminuir da coluna de água e que diminui com o aumento da coluna de água.

A última situação apresentada pretendeu estudar qual o comportamento do sistema perante a simulação da propagação de uma onda de gravidade. Tendo isso em vista, forçou-se a elevação da superfície livre ao longo da fronteira esquerda (fronteira de entrada), com um sinusóide de amplitude de 0,25 m e período de 720 segundos, e estudou-se a sua propagação ao longo do domínio, sobre um fundo plano.

Fazendo a análise dos resultados, verifica-se que o sistema responde correctamente, uma vez que os resultados obtidos têm significado físico. O modelo recria a propagação de uma onda de amplitude e período bem definidos ao longo de um canal. De notar que não existem deformações na onda porque se assumiu o caso mais simples.

Neste caso, e porque o período da onda é bastante menor do que o utilizado para a maré, as oscilações no fluxo e na energia estão perfeitamente representadas, tendo o mesmo período que o da onda introduzida. Outro fenómeno que deve ser analisado é o de a variação de energia (que é calculada em módulo) ter menor amplitude quando a onda está a "vazar". Tal acontece devido a o campo de velocidades ser inicializado no sentido e direcção de propagação da onda, simulando, por exemplo, o caudal de

um rio, o que se traduz num sentido preferencial de escoamento. Consequentemente, a aceleração induzida no campo de velocidades é maior na "enchente" do que na vazante. Tal fenómeno pode, também, ser observado para as duas situações anteriores, não sendo, no entanto, os gráficos tão perceptíveis.

Em suma, o modelo simulou diferentes situações onde foram levadas a cabo avaliações de conservação da massa e de conservação da energia que demonstraram a validade da formulação e das aproximações feitas. Não se observaram, em qualquer das diversas condições a que o modelo foi sujeito, instabilidades ou descontinuidades do campo de velocidades ou da superfície livre, e, inclusivamente, para condições de menor valor da velocidade inicial ao longo do domínio, existe inversão do campo de velocidades, tal como esperado numa aplicação real (situação não mostrada).

5. Conclusão

Face aos resultados obtidos e aos inúmeros testes realizados, o modelo mostrou ser capaz de reproduzir diferentes situações de forçamento e de condicionamento. Os mecanismos físicos contidos no modelo permitem simular um conjunto significativo de situações com importância para a avaliação e exploração sustentável dos estuários. As hipóteses assumidas mostraram, para as condições ensaiadas, não condicionar nem introduzir distorções aos resultados.

Importa, para além de continuar a desenvolver o modelo, fazer a sua aplicação e confronto com situações reais e conhecidas. De entre os desenvolvimentos possíveis estão preparados para inclusão módulos de maré de forçamento pelo vento e a inclusão de fronteiras de geometria variável. Por outro lado, a integração com modelos biológicos (dinâmica de populações) será uma mais-valia deste trabalho.

A particular vulnerabilidade dos sistemas estuarinos e a sua importância social e económica tornam o MECE numa aplicação de grande valor e constitui um significativo incentivo para a continuação do estudo iniciado com este trabalho.

6. Referências

DURRAN, Dale R., *Numerical Methods for Wave Equations in Geophysical Fluid Dynamics*, Springer, 1999.

ELDER, Samuel A., e WILLIAMS, Jerome, *Fluid Physics for Oceanographers and Physicists*, Butterworth Heinemann, 2nd edition, 1996.

FLATHER, R. A., *A tidal model of the northwest European continental shelf*, Mem. Soc. R. Sci Liege, Ser. 6, 10, 141-164, 1976.

FLETCHER, C. A. J., *Computational techniques for fluids dynamics*, vol. I., 2nd edition, Spriger Series in Computational Physics, Springer Verlag, 401 pp., New York [1991].

HALTINER, George J., e WILLIAMS, Roger T., *Numerical Prediction and Dynamic Meteorology*, John Wiley & Sons, 2nd edition, 1980.

KUNDU, Pijush K., *Fluid Mechanics*, Academic Press, 1990.

MORRISON, D. T., ANDRICEVIC, R., WASIKOWSKI, C. M., "Numerical Simulation of Two-Dimensional Conservative Solute Transport", *International Video Journal of Engineering Research*, vol. 2, 73-83, 1992.

NEVES, R. J. J., *Étude Experimental et Modélisation des Circulations Transitoire et Résiduelle dans l'Estuaire du Sado*, [1985]. Ph. D. Thesis, Univ. Liège.

NICHOLS, B. D., HIRT, C. W. e HOTCHKISS, R. S., "SOLA-VOF: A Solution Algorithm for Transient Fluid Flow with Multiple Free Boundaries", Technical Report LA-8355, Los Alamos National Laboratory, EUA, 1980.

PALMA, E. e MATANO, R. P., «On the implementation of passive open boundary conditions for a general circulation model: The barotropic mode», *Journal of Geophysical Research*, 103, 1319-1342, [1998].

POND, Stephen, e PICKARD, George L., *Introductory Dynamical Oceanography*, Butterworth Heinemann, 2nd edition, 1983.

7. Anexo I

7.1 Teste 1

_t (s)	_x (m)	Dimensões do canal (m)		Termo de atrito	Termo de Coriolis	Termo de Difusão
		XX	YY			
1	50	2500	500	Não considerado	Não considerado	Não considerado
Observações:						
Condições iniciais: U = 0.25m/s V = 0m/s				*Condições de fronteira:* c/ escoamento *Tipo de fundo:* Sinusoide		

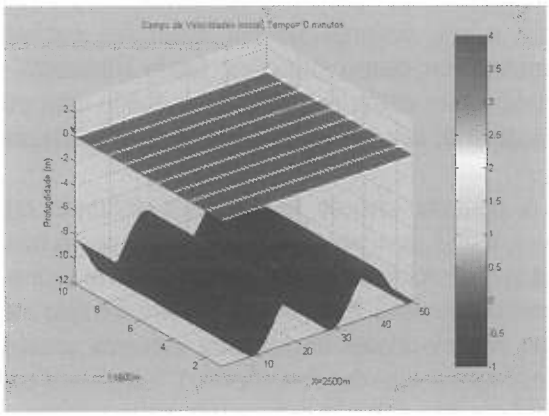


Figura 5 – Condição inicial do campo de velocidades e superfície livre no domínio considerado. A fronteira de entrada situa-se à esquerda da figura e a fronteira de saída à direita.

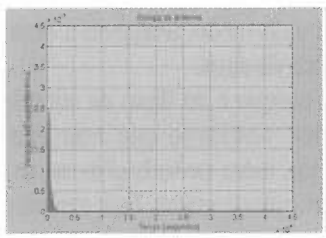


Figura 6 – Variação da energia mecânica do sistema ao longo do tempo.

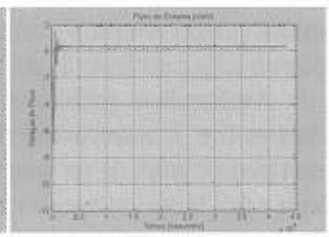


Figura 7 – Fluxo do sistema ao longo do tempo ($Fluxo_{out} - Fluxo_{in}$).

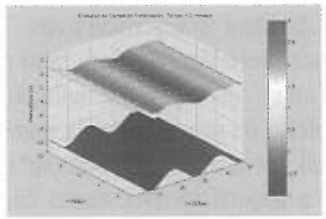


Figura 8 – Campo de velocidades e superfície livre para T=2 min.

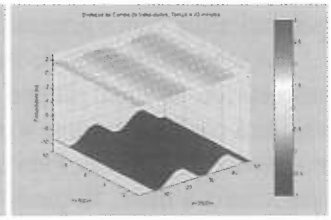


Figura 9 – Campo de velocidades e superfície livre para T = 40 min.

7.2. Teste 2

_t (s)	_x (m)	Dimensões do canal (m)		Termo de Atrito	Termo de Coriolis	Termo de Difusão
		XX	YY			
1	50	2500	500	Não considerado	Não considerado	Não considerado
Observações:						
◆Condições iniciais: U = 5m/s V = 0m/s ◆Condições de fronteira: c/ escoamento				◆Forçamento: $\eta = A\sin\left(t\frac{2\pi}{T}\right)$ A = 1m ; T = 12hrs ◆Tipo de fundo: Salto Hidráulico		

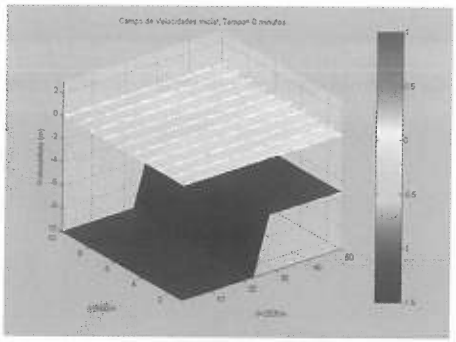


Figura 10 – Condição inicial do campo de velocidades e superfície livre no domínio considerado. A fronteira de entrada situa-se à esquerda da figura e a fronteira de saída à direita.

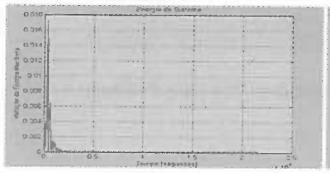


Figura 11 – Variação da energia mecânica do sistema ao longo do tempo.

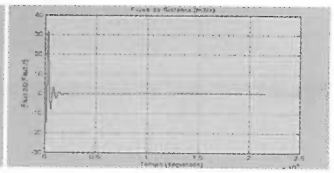


Figura 12 – Fluxo do sistema ao longo do tempo ($fluxo_{out}$ – $fluxo_{in}$).

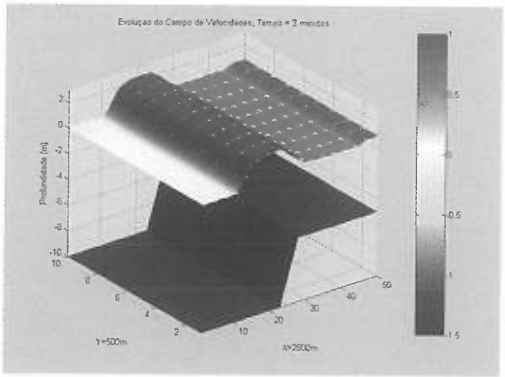


Figura 13 – Campo de velocidades e superfície livre para T=3 min.

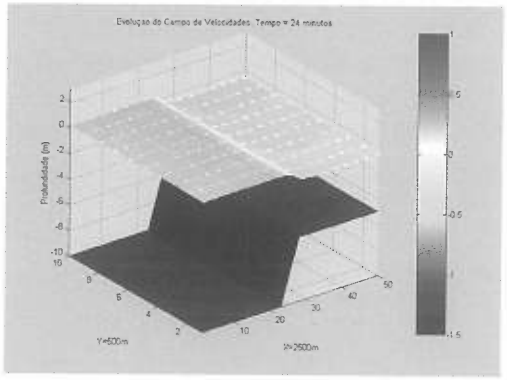


Figura 14 – Campo de velocidades e superfície livre para T=24 min.

7.3. Teste 3

_t (s)	_x (m)	Dimensões do canal (m)		Termo de Atrito	Termo de Coriolis	Termo de Difusão
		XX	YY			
1	50	2500	500	Considerado 0.0025	Não considerado	Considerado 50
Observações:						
◆Condições iniciais: U = 5m/s V = 0m/s ◆Condições de fronteira: c/ escoamento				◆Forçamento $\eta = A\sin\left(t\frac{2\pi}{T}\right)$ A = 1 m ; T = 12 hrs ◆Tipo de fundo: Corcunda		

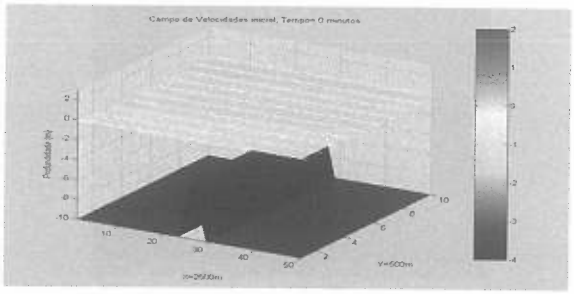


Figura 15 – Condição inicial do campo de velocidades e superfície livre no domínio considerado. A fronteira de entrada situa-se à esquerda da figura e a fronteira de saída à direita.

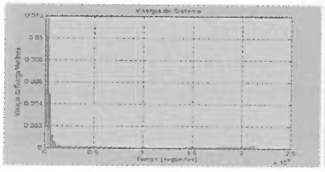


Figura 16 – Variação da energia mecânica do sistema ao longo do tempo.

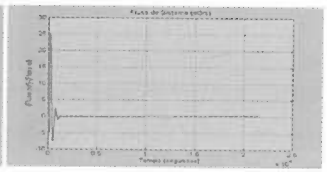


Figura 17 – Fluxo do sistema ao longo do tempo ($fluxo_{out}$ – $fluxo_{in}$).

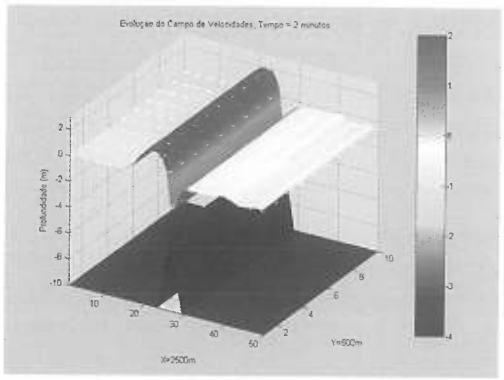


Figura 18 – Campo de velocidades e superfície livre para T=2 min.

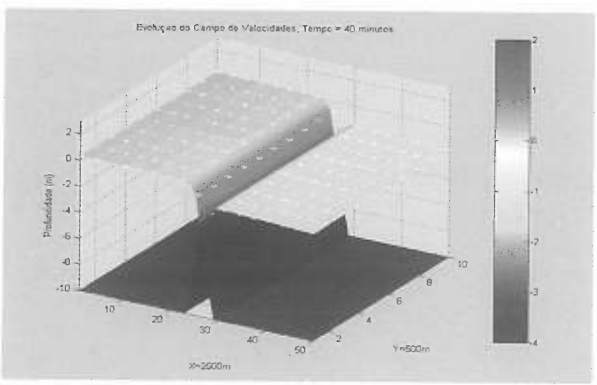


Figura 19 – Campo de velocidades e superfície livre para T=40 min.

7.4. Teste 4

_t (s)	_x (m)	Dimensões do canal (m)		Termo de Atrito	Termo de Coriolis	Termo de Difusão
		XX	YY			
1	50	2500	500	Não considerado	Não considerado	Não considerado
Observações:						
♦*Condições iniciais* U = 2m/s V = 0m/s ♦*Condições de fronteira:* c/ escoamento				♦*Forçamento:* $\eta = A\sin\left(t\frac{2\pi}{T}\right)$ $A = 0.25\text{m}$; $T = 30\ s$ ♦*Tipo de fundo:* Plano		

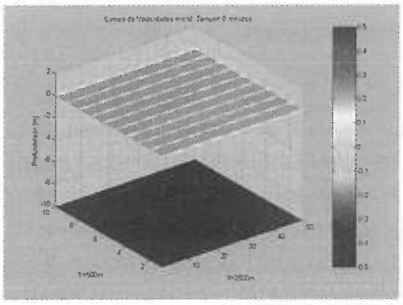


***Figura 20** – Condição inicial do campo de velocidades e superfície livre no domínio considerado. A fronteira de entrada situa-se à esquerda da figura e a fronteira de saída à direita.*

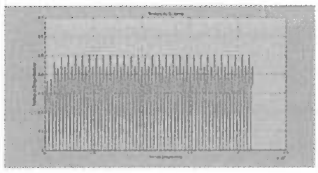


***Figura 21** – Variação da energia mecânica do sistema ao longo do tempo.*

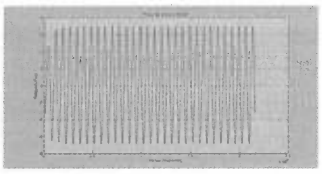


***Figura 22** – Fluxo do sistema ao longo do tempo ($fluxo_{out} - fluxo_{in}$).*

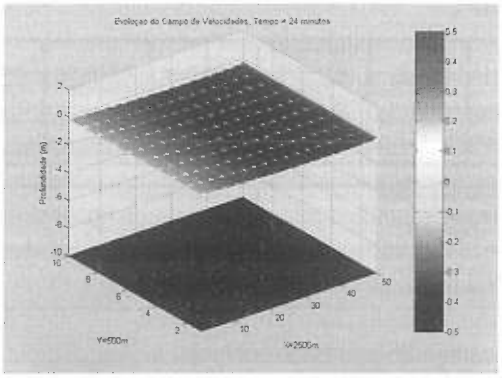


***Figura 23** – Campo de velocidades e superfície livre para T=24min.*

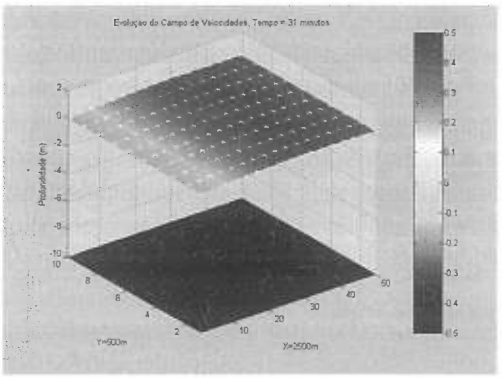


***Figura 24** – Campo de velocidades e superfície livre para T=30min.*

O Naufrágio da Nau *Conceição* (1555): Dois Relatos para uma Mesma Tragédia

Trabalho realizado por:
• ***Bruno Alexandre Gonçalves Neves***

Universidade de Lisboa
Faculdade de Letras/Departamento de História

Prefácio

Após cerca de cinco meses de navegação exemplar, a viagem com destino à Índia da nau *Conceição* é abruptamente interrompida pelo encalhe e subsequente perda do navio nos baixos de Pero dos Banhos.

Manuel Rangel, passageiro ou tripulante da malograda nau, testemunhou o infortúnio que na madrugada de 22 de Agosto de 1555 se abateu sobre si e seus companheiros de viagem, produzindo, com impressionante realismo e sentido crítico, o relato do naufrágio do navio. Publicado sem data em Lisboa, foi posteriormente compilado por Bernardo Gomes de Brito na sua *História Trágico-Marítima*.

A este relato, e nomeadamente à visão crítica do seu autor, opõe-se um outro, anónimo, posterior e marcadamente fatalista, retratando o naufrágio e os acontecimentos que se lhe seguiram como infortúnios inevitáveis, decorrentes da aventura marítima portuguesa. Mas, enquanto que o primeiro tem recebido a atenção de investigadores e estudiosos que se têm debruçado (embora, em muitos casos, essencialmente no campo da literatura) sobre o género literário a que a colectânea de Gomes de Brito deu nome, o segundo permanece apenas referenciado em breves notas, pelo que nos propomos a reproduzi-lo no âmbito de uma análise comparativa de conteúdos e de contextos históricos.

Por outro lado, através destes dois relatos do naufrágio da nau *Conceição*, também chamada de *Algaravia a Nova*, tentaremos retratar as dificuldades da navegação num dos mais perigosos trajectos da rota do Cabo – a passagem "por fora" da ilha de São Lourenço (a actual Madagáscar) – através da caracterização dos condicionalismos geográficos desta região, bem como das práticas e saberes dos pilotos, de quem muitas vezes dependia o sucesso da viagem ou, neste caso em particular, a perda do navio e suas gentes.

O naufrágio da nau *Conceição* surge num período em que à experiência vivencial dos pilotos da "carreira" se juntam produções de cariz técnico (como é o caso da obra *De Crepusculis*, de Pedro Nunes), que tentam dar resposta a problemas práticos, mas que apresentam já algumas incursões no campo teórico e, se assim podermos chamar, na "crítica científica". No entanto, os naufrágios de navios da "Carreira da Índia" continuariam, por vários séculos, a marcar o horizonte mental, não apenas de marinheiros, mas de todo um povo ligado ao mar.

Introdução

• Os relatos de naufrágios e a *História Trágico-Marítima*

Em meados do século XVI, assistimos ao surgimento de um género literário cuja projecção é directamente proporcional aos infortúnios sofridos pelas naus da Carreira da Índia – os *relatos de naufrágios*.

A crescente publicação deste tipo de obras verificada nesse século, e a sua multiplicação no século seguinte, atestam-nos a existência de um público significativo que permitia o seu escoamento no mercado literário de então, evidenciando uma curiosidade, não apenas pelo sentido trágico dos acontecimentos, mas também pela "vida realmente vivida", directamente relatada pelos seus intervenientes ou por alguém muito próximo destes [1].

Com efeito, seria mesmo o carácter impressionista e vivencial dos relatos de naufrágios a causa directa do sucesso editorial deste género literário, caracterizado por um discurso simples, directo e, na maior parte dos casos, desprovido de artifícios literários, contrastando com as obras dos cronistas oficiais que privilegiavam os grandes feitos dos navegadores portugueses num tom de exaltação nacionalista, no sentido da dilatação da fé e do império, e com frequente recurso a demonstrações de erudição, como as recorrentes citações de autores clássicos. De facto, a originalidade que constitui a contrastante simplicidade do discurso existente na maioria dos relatos de naufrágios, resulta do facto de, para além dos seus autores não serem homens de letras, a intensidade dramática do naufrágio e dos momentos seguintes não necessitar de quaisquer elaborações literárias para descrever a miséria e o sofrimento vividos [2].

Estamos, portanto, perante obras em que o sujeito da acção é o cidadão anónimo que, cumprindo o seu destino ou sofrendo o "castigo divino", se vê perante os mais horríveis perigos em terras e mares distantes e exóticos, podendo o leitor acompanhar as suas desventuras "sem arredar pé da segurança do seu lar" [3]. E, deste modo, a leitura destes relatos, para além do aspecto meramente lúdico, desempenhava igualmente uma função didascálica ou de ensinamento, pois os seus leitores deveriam então saber como proceder caso se viessem a encontrar em semelhantes circunstâncias [4].

Expressa directamente pelo autor no início da narração, ou aflorada pontualmente em breves passagens no corpo do texto, a função didáctica é uma característica comum a todos os relatos de naufrágios conhecidos. E o mesmo sucede com a crítica moral subjacente a estes textos.

Com efeito, o momento do naufrágio actua como um elemento nivelador, do ponto de vista social, para os pas-

sageiros e tripulantes do navio. Subitamente, todos se encontram perante as mesmas adversidades, concorrendo para um mesmo fim – a sobrevivência. No entanto, segundo Giulia Lanciani, este "nivelamento de hierarquias" tem os seus limites, pelo que, consciente ou inconscientemente, o autor enuncia-o sem pôr em causa todo o sistema social vigente e sempre de acordo com o aparelho censório e autocensório que filtra a narração dos acontecimentos. Como exemplo temos o facto de, se durante o auge da tormenta a distribuição das tarefas era feita de acordo com a necessidade do momento, independentemente da diferenciação hierárquica, nos momentos que se lhe seguem restabelecem-se de imediato as diferenças sociais [5]. Tal verifica-se através da nomeação do nobre de posição mais elevada para "capitão" do grupo dos náufragos (independentemente da sua idade ou experiência), ou simplesmente pela selecção dos "privilegiados" que têm acesso aos limitados lugares na lotação do exíguo batel ou esquife de salvação do navio.

Mas, se a crítica social é fortemente limitada, a crítica moral assume-se como um carácter dominante no discurso destes autores, através das constantes denúncias de cobiça, a raiz de todos os males, e da obstinação, resultado da arrogância e estupidez que produzem condutas irresponsáveis e geram consequências fatais [6]. O pecado é então considerado como a causa principal para o naufrágio, o qual surge como castigo divino para os prevaricadores da lei moral. No entanto, aos inocentes são-lhes impostas iguais agruras, pelo que os autores dos "relatos" sentem a necessidade de justificar o seu sofrimento, de os "indemnizar pela morte" [7] que os liberta das privações físicas e psicológicas e assegura a salvação da alma, contrapondo a denúncia do pecado com a exaltação de virtudes, como a fé na Providência e a "atitude penitencial dos náufragos, na busca quase desesperada da reconciliação do homem com Deus e com os outros homens" [8].

Temos então reunidos os principais ingredientes dos "relatos de naufrágios": a constante crítica moral (que facilmente poderia ser transposta para o quotidiano na metrópole) e as descrições realistas e *verdadeiras* de acontecimentos trágicos mas, ao mesmo tempo, fantásticos e exóticos. E é precisamente este último aspecto que introduz este novo "género literário" na abundante *literatura de cordel* dos séculos XVI e XVII [9]. De facto, o gosto pelo fantástico e pelo sensacional enformam em grande parte o horizonte mental no século XVI, como resultado de uma herança presente do período medieval ou mesmo de tempos ainda mais recuados. Pelo menos desde a Antiguidade Clássica que a temática da "viagem" assume especial relevo no ambiente literário ocidental, representando uma vontade colectiva de desbravamento do desconhecido e de desafio das fronteiras impostas pela geografia e pela vontade dos deuses[10]. No período medieval assistimos ao continuar desta tradição numa literatura de viagens profundamente marcada por uma carga místico-simbólica, sendo que a *verdade fantástica* suplantava a *verdade vivida*.

Giulia Lanciani estabelece uma comparação directa entre alguns relatos medievais (de viagens fantásticas, na sua maioria) com a estrutura dos relatos de naufrágios dos séculos XVI e XVII, constatando-se a sua semelhança e avençando-se a possível influência dos primeiros nos segundos, dando o exemplo da *Vida de Santo Amaro* e a sua comparação com os infortúnios sofridos por Sepúlveda e restantes sobreviventes do galeão grande São João[11]. "O relato de naufrágio reinterpreta, portanto, um modelo narrativo tradicional, de origem e sobretudo de natureza substancialmente literária, e é devido a escritores que [...] tinham perfeitamente entendido a necessidade de adaptar as figurações antigas à nova realidade empiricamente experimentada [12]".

A autora estabelece então uma estrutura para o modelo narrativo que está na base dos relatos de naufrágio (vão entre parêntesis as unidades nem sempre presentes e separadas por traço oblíquo as variantes alternativas):

(Antecedentes) – Partida – (Tempestade) – Naufrágio / Ataque corsário – Arribada / Captura – Peregrinação / Impiedade dos inimigos – Retorno[13].

Esta estruturação é aceite, na sua essência, pela generalidade dos autores que se debruçaram sobre esta temática, embora todos façam a natural ressalva para o facto de, muitas vezes, estas unidades não se encontrarem evidenciadas ou mesmo presentes, podendo-se, inclusivamente, acrescentar novas variantes [14].

Algumas destas narrativas que, como já vimos, circulavam em abundância no seio da chamada *literatura de cordel* ou *popular* durante os séculos XVI e XVII, vão ser coligidas numa só obra por Bernardo Gomes de Brito no século XVIII. Compostos entre 1735 e 1736, os dois volumes da obra intitulada *História Trágico-Marítima* reúnem doze relatos de naufrágios e outras perdas de navios portugueses da Carreira da Índia, os quais haviam sido escritos ou publicados entre 1550 e 1650. Deste modo, constatamos que a temática dos "relatos de naufrágio" continuava a ter franca aceitação por parte do público português. A comprová-lo temos a existência, em pleno século XVIII, de inúmeras reimpressões e contrafacções dos textos originais e ainda a compilação de seis outros relatos num terceiro volume com o mesmo título da colectânea "britiana", embora a generalidade dos autores considere que este não seja da responsabilidade de Gomes de Brito, apesar do autor manifestar intenções de continuar a sua obra[15].

Mas vejamos agora a comparação entre os dois relatos do naufrágio da nau *Conceição*, ocorrido em 1555, que nos propomos tratar.

Dois relatos para uma mesma tragédia

• *Análise documental: o autor e a sua obra*

A "Relação" de Manoel Rangel

Redigida, provavelmente, pouco depois dos acontecimentos a que alude o relato, a *Relação do lastimoso naufrá-*

gio da nau Conceição, chamada Algarvia-a-Nova, a qual se perdeu nos baixos de Pero dos Banhos, saiu sem data em Lisboa, sendo mais tarde inserta na colectânea "britiana" [16].

A sua autoria é atribuída a Manoel Rangel, tripulante ou passageiro da nau *Conceição*, sem que tal mereça grande contestação, uma vez que a precisão do discurso quanto à certeza de datas e lugares e referência a pormenores de marinharia[17] são indicadores da sua presença no centro dos acontecimentos relatados.

Trata-se, portanto, de uma narrativa redigida na primeira pessoa, com impressionante realismo, sentido crítico e sublinhando insistentemente a preocupação sobre a veracidade dos acontecimentos narrados, pelo que se insere no tipo de discurso directo muito frequente para os relatos datáveis de meados de Quinhentos.

De facto, o sempre presente sentido crítico existente no relato de Rangel, constitui uma das suas principais características, enformando o seu discurso e a narração dos acontecimentos. De tal modo que James Duffy chegou mesmo a classificar esta atitude do autor de "grosseira e egoísta", sendo a finalidade do seu relato a crítica moral contra os nobres e marinheiros que o abandonaram, a par da exaltação da sua própria salvação [18]. Por seu lado, e numa interpretação mais branda, António Manuel de Andrade Moniz prefere apontar a "sensibilidade elegíaca" como a principal marca da personalidade deste autor, a par de uma "nítida vontade de auto-afirmação" [19].

No entanto, e independentemente da caracterização psicológica que possamos fazer, o certo é que, logo no início do seu discurso, Rangel dá-nos conta de perigos para a navegação, como a "água verde" e presença de "pássaros" [20], os quais foram continuamente ignorados, quer pelo capitão, quer pelo piloto, apontados como os principais culpados pela perda do navio. E Rangel afirma-o insistentemente.

Na verdade, a classe dos homens do mar, e nomeadamente os pilotos, é frequentemente criticada por vários autores de relatos de naufrágios. De facto, o piloto assumia-se como figura central na tripulação dos navios da Carreira da Índia, pois deste dependia, quase exclusivamente, o sucesso ou o fracasso da viagem, sendo ele o responsável pela navegação do navio. E, talvez devido à consciência da sua importância, do valor dos seus conhecimentos e mesmo das indicações régias que impunham o secretismo (ou pelo menos a reserva) quanto às questões ligadas à navegação, fizessem destes indivíduos distantes ou "figuras particularmente simpáticas ou afáveis para os mais curiosos". No entanto, o carácter rotineiro destas viagens e a escassez de indivíduos aptos a desempenhar estas funções provocaram a má qualificação destes oficiais das armadas, aliado ao facto de, por vezes, muitos candidatos tentarem comprar as nomeações para este cargo, ciosos dos proventos financeiros que daí poderiam resultar [21].

Quanto ao capitão-mor da armada ou do navio, este era invariavelmente um nobre, na esmagadora maioria dos casos sem qualquer experiência náutica, a quem lhe fora confiado esse cargo, quase a título honorífico, como mercê por serviços prestados à Coroa[22]. Deste modo, a autoridade que lhe era atribuída a bordo do navio e o desconhecimento das mais elementares regras de navegação, não lhe granjeavam, propriamente, a simpatia por parte dos passageiros e, por consequência, por parte da maior parte dos autores dos relatos de naufrágios que, frequentemente, criticavam a sua conduta moral durante e após o naufrágio. Note-se que, e como ficou dito atrás, a preocupação por parte dos autores do relato em não extrapolarem as suas críticas para o sistema social vigente, pelo que as considerações que tecem sobre estes indivíduos são sempre muito individualizadas. Talvez estes motivos nos ajudem a compreender as insistentes, e perfeitamente direccionadas, críticas de Rangel.

A "Relação" anónima

Como atrás ficou dito no prefácio a este trabalho, ao relato de Manoel Rangel opõe-se um outro, de autor anónimo e redacção posterior, impresso em Lisboa em data desconhecida, com o título *Relaçam do Lastimozo Naufragio da Nao Conceiçam chamada Algaravia a Nova. De que era Capitão Francisco Nobre, a qual se perdeo nos bayxos de Pero dos Banhos em 22 de Agosto de 1555.*

Para além do título e local de impressão, resta-nos apenas a referência ao impressor, António Álvares, o que nos poderá, de algum modo, indicar um período aproximado para a data de publicação da obra.

Com efeito, Sousa Viterbo informa-nos que em 1593, António Álvares, impressor do arcebispo de Lisboa, terá impresso a obra *Diffinições da Ordem de Cistel*, podendo o seu nome ser ainda encontrado em 1627, na obra *Obrigação do frade menor*[23]. Mas, para além do repertório de obras de carácter religioso impressas por António Álvares, encontramos igualmente narrativas de carácter naval, como é o caso de *Relacion de los galeones, navios, patachos y zabras, galeaças, galeras y otros navios, que van en la felicissima armada que su Magestad ha mandado juntar en el Rio desta ciudad, de que es Capitan General el Duque de Medina Sidonia; y el porte dellos e la ge[n]te de Guerra, y Mareante, y los bastimentos, armas, artilleria, polvora, y peloteria, y otros petrechos de guerra que llevan y el tiempo para que los dichos bastimentos podran servir, que todo ello es en esta manera* [No fim: *Fecha en Lisboa a nueve de Mayo de 1588. Por Antonio Alvarez*][24] e mesmo o relato do naufrágio do galeão *São João*, cujos direitos de impressão e comercialização lhe foram garantidos em exclusivo por alvará régio de Filipe III, datado de 4 de Novembro de 1639[25].

Para além desta referência ao impressor, o próprio texto da *Relação* permite-nos estabelecer a data da sua publicação por volta do ano de 1620, como o referiu Charles Boxer, pelo facto de nele serem citadas a *Crónica de D. João III*, de Francisco de Andrade (1613) e a *Década VII*, de Diogo do Couto (1616)[26]. James Duffy aponta o mesmo ano como data provável de publicação, baseando-se em indicação do *British Museum Catalogue of Printed Books* [27]. No entanto, o autor

não indica quais as razões apontadas por esta publicação que estiveram na origem de semelhante veredicto.

Mas, tendo em conta, como já vimos, a actividade do impressor António Álvares (muito provavelmente o mesmo indivíduo que imprimiu o relato do naufrágio da nau *Conceição*, de autor anónimo) e os argumentos apontados por Boxer, certamente que poderemos fixar a data da publicação deste relato na década de 20 do século XVII ou nos anos imediatos.

Contrastando com a simplicidade do discurso de Manoel Rangel e com a sua quase total ausência de artifícios literários, o prólogo desta "versão" é profusamente "ilustrado" de referências a autores clássicos (Aristóteles e Séneca) bem como de passagens bíblicas e citação de obras religiosas, para além, como já vimos, do conhecimento de obras de autores (provavelmente) coevos como Francisco de Andrade e Diogo do Couto. Deste modo, para além de uma notória demonstração de erudição, assistimos também a uma sempre preocupação pela *forma* do discurso, plenos artifícios literários. Paralelamente, o autor refere-se aos padres André Gonçalves e Pascoal e ao irmão Afonso Lopes como "os nossos tres Religiosos"[28], utilizando o possessivo "nossos" por diversas vezes ao longo da narração. Estes são os motivos que nos levam a considerar o autor deste relato como sendo um padre jesuíta[29].

Mas, é talvez a própria natureza do texto que ajuda a fixar o período da sua redacção e a origem cultural e social do seu autor.

De facto, estamos perante uma narrativa profundamente marcada por um tom fatalista, ao sabor dos relatos do século XVII, quando os frequentes naufrágios são encarados como contingências incontornáveis à navegação dos portugueses, autênticas "fatalidades históricas"[30] ou mesmo como desígnios divinos que castigam os pecados e incúrias dos homens. E tal é insistentemente manifestado no prólogo da narração, sendo o naufrágio várias vezes anunciado como uma inevitabilidade da viagem, assim como a morte está para a vida e o sofrimento para a existência.

E talvez seja esta noção de destino resultante da visão decadentista do Estado da Índia que se abate sobre a generalidade dos autores deste período, num "eixo dialéctico" entre grandeza e a inevitável miséria do projecto de realização do Império Português a Oriente e a Ocidente [31].

E como tal, sendo o naufrágio encarado como uma fatalidade inevitável ou simples desígnio divino, as fortes críticas de Rangel face ao piloto e restante tripulação (com excepção do guardião, como adiante se verá) são substituídas por uma total resignação, sem atribuição de culpa directa pelo sucedido:

"[...] em 22 de Agosto de 1555 de noyte tres horas antemanhã, indo com as vèlas soltas, ou por culpa do Piloto, ou por descuydo do Mestre, ou por desgraça de todos (porque ninguem queer attribuir a sy os casos adversos) o certo he, que foy a Náo subitamente dar em huma restinga de area, nos bayxos que chamão de Pero dos Banhos [...]".

Quanto aos sujeitos da narração, estes são os três religiosos jesuítas a caminho da Índia integrados numa embaixada de missionação com destino ao Preste João[32], os quais acabam por falecer num ilhéu deserto, gastando as suas últimas energias no auxílio aos restantes náufragos que, na sua maioria, partilharam o mesmo destino[33]. E, de facto, o autor traça um relato laudatório da sua acção ao longo de toda a narrativa.

A presença de missionários a bordo das naus com destino à Índia remonta à viagem de Vasco da Gama, na qual embarcaram alguns mendicantes, um pouco à semelhança da política aplicada em África durante o século XV[34]. Mas foi a partir de 1541, com a preparação do futuro estabelecimento missionário jesuíta no Oriente que o constante embarque de missionários desta ordem nos navios com destino à Índia proporcionou uma efectiva assistência religiosa a bordo da Carreira[35]. E tal assistência não se confinava apenas aos aspectos litúrgicos. De facto, a sua presença funcionava muitas vezes como elemento dissuasor em alguns momentos de maior tensão e de conflito latente. Por outro lado, eram estes quem acabava por prestar a assistência sanitária a bordo, a par da criticável prestação dos cirurgiões-barbeiros (mais barbeiros que cirurgiões). A estes era confiada a guarda da moral a bordo, não só no tocante aos jogos de azar, apesar de proibidos, mas principalmente quando seguiam mulheres a bordo. Por fim, para além da intensa actividade litúrgica, perfeitamente compreensível se atendermos às condições no limiar da sobrevivência registadas a bordo destes navios, juntava-se ainda a responsabilidade de velar pelas actividades de tempos livres, através da organização de leituras em voz alta (de obras de carácter religioso e moralista), bem como a organização de peças teatrais e de procissões a bordo. Tendo em conta toda esta intensa actividade, assim se explicam os vários pedidos para que os missionários viajassem em grupo, por forma a evitar eventuais situações de esgotamento ou mesmo de morte[36].

De facto, os missionário jesuítas eram indivíduos altamente motivados, com um profundo sentimento de missão, pelo que se explica as constantes recusas por parte dos três religiosos da nau *Conceição* em abandonarem os náufragos moribundos e seguirem na embarcação improvisada que logrou atingir Cochim em 1557. Por outro lado, verificamos a existência de um sentimento de "corpo" entre estes religiosos, patente nas diversas missivas enviadas da Índia para a metrópole dando conta do trágico desfecho da sua viagem, as quais reproduzimos em anexo.

A navegação no Índico e a perda da nau *Conceição*

A regularidade dos regimes das monções, a boa visibilidade e o mar habitualmente dócil fazem do Índico um mar relativamente fácil de atravessar[37]. Deste modo, o principal risco da travessia não reside nas condições atmosféricas ou nas imprevisíveis alterações dos regimes de ventos e correntes, como sucedia no Atlântico, mas nos inúmeros baixios que polvilhavam o Índico. E eram estes os difíceis obstáculos que punham à prova a perícia dos pilotos e que, tantas vezes, os venciam.

Se de início a rota de ida era idêntica à praticada por Vasco da Gama, ou seja, por dentro do canal de Moçambique, cedo os pilotos da Carreira iniciaram a chamada "derrota por fora", contornando a ilha de São Lourenço, actual Madagáscar. Esta era aconselhada quando as naus dobravam o Cabo das Agulhas em fins de Julho ou em Agosto, visto poder-lhes faltar a monção de SW se fossem pelo canal de Moçambique; pelo que, seguindo "por fora", iriam encontrar ventos de SE que lhes permitiam alcançar a linha e continuarem, então, a caminho de Goa ou de Cochim [38]. Decidindo-se pela "derrota por fora", havia que ultrapassar o baixo dos Garajaus, seguindo por entre o Baixo da Saia de Malha, de um lado, e os baixos de Pero dos Banhos e das Chagas do outro, por forma a continuar a navegação em direcção ao porto de destino na costa da Índia[39]. Mas, para além da ameaça constante dos baixios, os quais se aconselhava ultrapassar durante o dia[40], a navegação por fora implicava a total ausência de escalas de apoio e de pontos de referência.

Por todos estes motivos, a decisão quanto ao percurso a seguir – "por fora" ou "por dentro" –, suscitava sempre grande tensão entre os membros da tripulação e os próprios passageiros.

No entanto, Rangel não faz qualquer comentário à decisão de seguir a rota "por fora", dando mesmo conta do tempo favorável e da boa navegação que experimentaram.

Os sinais de perigo surgiram com o avistamento de "água verde" e de "pássaros", indício de terra ou, pior, de baixios. Os constantes avisos ao piloto e ao capitão do navio de nada surtiram, nem mesmo vindo da parte do guardião do navio, homem experiente na Carreira. E, na madrugada de 22 de Agosto, após terem saído de Lisboa em 1 de Abril desse ano[41], a *Conceição* encalha nos baixos de Pero dos Banhos, perdendo-se irremediavelmente. Como já vimos, Rangel não poupou críticas à actuação do piloto, culpando-o pelo sucedido. Na manhã seguinte, a tripulação recupera o batel do navio, partindo dos baixos, ficando para trás a quase totalidade dos passageiros que haviam sobrevivido ao naufrágio.

Analisando a actuação do piloto, poderemos talvez censurar a obstinação em ultrapassar os baixios durante a noite, contra o que era recomendado, bem como a alegada falta de interpretação de sinais de perigo, como a "água verde" e a presença de pássaros, indicadores de terra ou baixios. No entanto, o discurso marcadamente crítico de Rangel não nos deixa avaliar eventuais medidas por parte do piloto para evitar a perda do navio, o mesmo sucedendo com o relato anónimo, totalmente omisso nesta questão.

De facto, e apesar do crescente conhecimento das rotas de navegação no Índico e a identificação das respectivas ameaças, naufrágios semelhantes ao da nau *Conceição* continuaram a ocorrer nos séculos que lhe seguiram.

Conclusão

Como vimos, estamos perante dois textos que espelham as diferentes conjunturas históricas e horizontes culturais e mentais dos seus autores. Se, por um lado, temos uma visão profundamente crítica e mordaz por parte de Rangel, criticando a actuação de um grupo específico de indivíduos e culpando-os pelo malogro, não só da viagem, mas também das suas próprias expectativas pessoais e privações sofridas, por outro temos uma visão perfeitamente fatalista por parte de um autor que, embora anónimo, retrata o colectivo social e mental do seu tempo marcado pelo incontornável e famigerado destino.

Se no primeiro caso temos um testemunho directo de uma tragédia que só se ficou a dever pela incúria de alguns, no segundo temos a resignação perante a existência trágica de muitos.

Desta comparação de duas visões de um mesmo acontecimento, nem sempre possível de estabelecer, fica-nos a imagem de diferentes percepções das navegações portuguesas e do seu significado, onde a ventura dá lugar à desgraça e à grandeza se sucede a miséria.

Bibliografia

Fontes

• LEITÃO, Humberto [intr. e notas], *Dois Roteiros do Século XVI, de Manuel Monteiro e Gaspar Ferreira Reimão, atribuídos a João Baptista Lavanha*, Lisboa, Centro de Estudos Históricos Ultramarinos, 1963.

• *Memória das Armadas* [reprodução em fac-símile do manuscrito pertencente à Academia das Ciências de Lisboa], [Macau], Instituto Cultural de Macau / Museu Marítimo de Macau/Comissão Territorial de Macau para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1995.

• PEREIRA, G., *Roteiros Portugueses da Viagem de Lisboa à Índia nos Séculos XVI e XVII*, Lisboa, Imprensa Nacional, 1898.

• RANGEL, Manoel, "Relação do Naufragio da Nao Conceyção de que era Capitão Francisco Nobre, a qual se perdeu nos baixos de Pero dos Banhos aos 22 dias do mez de Agosto de 1555. Escrita por [...] o qual se achou no dito Naufragio: e foy despois ter a Còchim em Janeiro de 1557", *in* Bernardo Gomes de Brito [compil.], *História Trágico-Marítima*, anotada, comentada e acompanhada de um estudo por António Sérgio, volume I [s.l.], Editorial Sul, 1955.

• *Relaçam do Lastimozo Naufragio da Nao Conceiçam chamada Algaravia a Nova. De que era Capitão Francisco Nobre, a qual se perdeo nos bayxos de Pero dos Banhos em 22 de Agosto de 1555. Em Lisboa. Na Officina de Antonio Alvares.*

• WICKI, Ioseph, *Documenta Indica*, vol III, (1553-1557), Roma, Monumenta Historica Societatis Iesu, 1954.

Estudos

• AMADO, Maria Teresa, "História Trágico-Marítima", in *Dicionário de História dos Descobrimentos Portugueses*, volume I, direcção de Luís de Albuquerque [s.l.], Caminho, 1994, pp. 491-492.

• ARAÚJO, Maria Benedita, "Os relatos de Naufrágios", in *Condicionantes Culturais da Literatura de Viagens. Estudos e Bibliografias*, Fernando Cristóvão [coord.], Lisboa, Edições Cosmos e Centro de Literaturas de Expressão Portuguesa da Universidade de Lisboa, 1999, pp. 391-421.

• BOXER, Charles R., *An Introduction to the História Trágico-Marítima*, Lisboa, Universidade de Lisboa/Faculdade de Letras, 1957.

• BRITO, Gomes de, *Noticia de Livreiros e Impressores em Lisbôa na 2.ª Metade do Século XVI*, Lisboa, Imprensa Libanio da Silva, 1911.

• CORREIA, José Manuel, *Os Portugueses no Malabar, (1498-1580)*, [s.l.], CNCDP/INCM, imp. 1997.

• DUFFY, James, *Shipwreck and Empire. Being an account of Portuguese Maritime disasters in a century of decline*, Cambridge, Harvard University Press, 1955.

• GARCIA, José Manuel [coord.], *A Viagem de Vasco da Gama à Índia, 1497-1499*, Lisboa, Academia de Marinha, 1999.

• GODINHO, Rui Alexandre Landeiro, *A Carreira da Índia. Aspectos e Problemas da Torna-Viagem (1550-1649)*, Lisboa, Dissertação de Mestrado em História dos Descobrimentos e da Expansão Portuguesa apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, 2000 [policopiada].

• GUINOTE, Paulo, FRUTUOSO, Eduardo e LOPES, António, *Naufrágios e outras perdas da "Carreira da Índia". Séculos XVI e XVII*, Lisboa, Grupo de Trabalho do Ministério da Educação para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1998.

• LANCIANI, Giulia, *Sucessos e Naufrágios das Naus Portuguesas*, [s.l.], Editorial Caminho, 1997.

• LEITÃO, Humberto, "Identificação dos Baixos de Pero do Banhos e das Chagas", *Studia*, nº 1, 1958, pp. 118-122.

• MONIZ, António Manuel de Andrade, *A História Trágico-Marítima. Identidade e condição Humana*, Lisboa, Edições Colibri, 2001.

• SEIXO, Maria Alzira e CARVALHO, Alberto [org.] – *A História Trágico-Marítima. Análises e Perspectivas*, Lisboa, Edições Cosmos, 1996.

• VITERBO, Sousa, *O movimentos tipográfico em Portugal no séculos XVI. (Apontamentos para a sua História)*, Coimbra, Imprensa da Universidade, 1924.

APÊNDICE DOCUMENTAL

• Documento 1

Relaçam do Lastimozo Naufragio da Nao Conceiçam chamada Algaravia a Nova. De que era Capitão Francisco Nobre, a qual se perdeo nos bayxos de Pero dos Banhos em 22 de Agosto de 1555. Em Lisboa. Na Officina de Antonio Alvares

|3|[42] Naufragio da Nao Conceyçam. A qual se perdeo nos bayxos de Pero dos Banhos em 22 de Agosto de 1555.

Não há couza mais pezada de levar, & horrivel para temer, do que a morte, como bem disse o Filosofo Aristoteles, & ainda melhor nos ensina a experiencia; porèm com boa licença do Filosofo, & da mesma experiencia, o medo da morte ainda parece que he peor que a mesma morte, como da guerra diz o proverbio, que he peor o medo da guerra imaginada, que experimentada: & a razão disto he, porque a morte levada em realidade, nunca mais he mais que huma só; & morrer huma só vez he dita, como disse Seneca, mas a morte imaginada na imaginativa por repetição de medos, he morte muytas vezes repetida. Este entre outros males tras comigo o naufragio, porque quantas ondas conspirão contra a embarcação, tantas morte bebe o naufragante: & por isto he peor castigo a morte muytas vezes temida, que huma só vez sofrida, como bem disse S. Jeronymo, & em conse-

|4| quencia desta verdade, diz o mesmo Santo, que merecendo Caim muytas mortes pela que deu a seu irmão Abel, lhe poz Deos hum sinal para o não matarem, & diz que isto mais foy lanço de justiça, que effeyto de misericordia, porque ainda que o não quis matar, deyxoulhe medo continuo, para que cuydasse que todos o querião matar; & lançadas bem as contas, mayor castigo era o medo da morte repetida muytas vezes na imaginação, que padecida huma só vez por effeyto.

Não há em toda a natureza espectaculo mais horrivel, que hum miseravel naufragio, quando indo os passageyros mais descuydados, entregues à liberdade das ondas, se vem de improvisso assalteados de huma horrenda tempestade, ou de algum repentino tufão, no qual os ares, & os mares, os rayos, & os coriscos, & o Mundo todo parece que se conjura, & conspira em perdição dos tristes navegantes, obrigando-os com a furia do temporal a dar com a Náo atravès, & a desfazella em rachas, entre infames cachopos. Á vista de tão lamentavel successo, & de tantas representações de morte desestrada, se podem chamar tres, & quatro vezes bemaventurados os que morrèrão à força do ferro violento em

|5| terra, & não entre as ondas furiosas no mar irado; porque aquelles morrem huma só vez, & acabão depressa, como dizia Epaminondas; porèm os que acabam em algum naufragio quantas ondas os não matão, tantas lhe dilatão a vida, para os matar com a mesma vida, que para elles he morte prolongada.

Pelo que contarei hum lastimoso Naufragio do numero daquelles, com que os nossos Portuguezes fizerão celebre o mar Oceano: & porque Diogo de Couto na sua Septima Decada, & Fransico de Andrada na Vida del Rey D. João o III tocão brevemente, & elle tem muyto que contar pelo que nos pertence por razão dos nossos tres Padres da Companhia de Jesv, que nelle acabarão, o quero aqui referir mais por extenso.

Em 25 de Março de 1555 partirão cinco Náos da barra de Lisboa para a India, das quaes era Capitão Mòr D. Leonardo de Sousa: quatro lançárão ferro em Goa, porèm a Náo Conceyção, chamada Algaravia a nova, da qual era Capitão Francisco Nobre, em que hião os nossos tres Religiosos, o Padre Andrè Gonçalves, o Padre Paschoal, & o Irmão Affonso Lopes, tomou a derròta por fóra da Ilha de S. Lourenço, & indo demandar Cochim, navegando em distancia

|5| de quinhentas legoas da costa da india, em 22 de Agosto de 1555 de noyte tres horas antemanhã, indo com as vèlas soltas, ou por culpa do Piloto, ou por descuydo do Mestre, ou por desgraça de todos (porque ninguem queer

attribuir a sy os casos adversos) o certo he, que foy a Náo subitamente dar em huma restinga de area, nos bayxos que chamão de Pero dos Banhos, que estão em altura de sete graos do Sul, ficando logo em seco, & a gente certa do perigo, incerta do lugar aonde estavão, bradando a Deos misericordia; & acrescentando-se o terror do cazo, com a escuridade da noyte, atè que esclarecendo a manhãa, tiverão mais clara vista de sua manifesta perdição, vendo-se acabar com hum novo, & miseravel naufragio, pois se vião perecer na terra, estando todos cercados de agua. Descobrirão hu*m*a coroa de area muyto pequena, que achárão ser ilheta, que com hum tiro de pedra se podia passar de mar, a mar, junto da qual se tinha a Náo assentado.

E para não deyxarem de acudir a com todos os remedios, tentarão se primeyro os meyos possiveis, para ver se podião aliviar a Náo de maneyra que podesse tornar a fugir, cortárão-lhe o masto [*sic*] grande, alijárão todo o convés, baldearão

|6| as fazendas ao mar, guarnecerão bombas, & gamòtes de novo, vendo se podião vencer a agua, que já lhe entrava, como traidora, pelo couce da quilha, que logo lhe arrebentou por algu*m*as partes, com a pancada que deu quando se assentou sobre o bayxo. Outros com toda a pressa no meyo desta confusão, tratavão de lançar espias ao mar, ajustando calabrotes, & viradores, para ver se podião com o cabrestante darlhe ainda algum revòque. Porèm vendo, que todos estes meyos erão baldados, se vierão finalmente a resolver, que nenhu*m* remedio humano havia para a Náo escapar daquelle bayxo. Tratárão logo de sahir em terra, que para elles era o mesmo, que cuydarem, que entravão vivos na sepultura: Sahirão com elles os tres Religiosos da Companhia que com sua presença, & exhortações, os esforçavão a se conformar com a vontade Divina; animando os a que tratassem de algum remedio; porque aonde os perigos são mayores, ahi melhor se vem os effeytos da Divina misericordia. Acodirão tambem com toda a pressa a tirar da Náo algu*m* mantimento, em quanto os máres lhe davão algu*m*as tregoas, & não a desfazião em pedaços, como dahi a pouco sucedeo.

Logo que o Capitão Francisco Nobre vio a

|7| sua Náo varada na area, & sem lhe valer remedio algum dos que tinhão intentado, tratou com grande segredo, com o Mestre, Piloto, & mais officiaes sobre o que devião fazer em caso tão trabalhoso: mandou meter no batel os cofres delRey, & algu*n*s barris de agua, & sacos de biscoyto, & deixãdo-o surto ao mar, com o Contra-Mestre, & dez, ou doze marinheyros em guarda delle, se veyo à terra em hum esquife, aonde depois de acudir no que pode aos tristes naufragãtes, se resolveo em se partir para a India no dito batel, fazendo-lhe algum modo de arrombadas dos tampãos das cayxas, que sahião da Náo, para que desta maneyra senão perdessem todos, & chegando alguns à India, tratassem do remedio para os mais, que lhe ficavão naquela Ilheta dezerta. Embarcarão-se secretamente trinta pessoas, quasi todas gente do mar, com o Capitão, & outros dous homens de qualidade, sem se despedir dos que ficavão em terra, pela grande magoa que tinha de os deyxar, & por escuzar brigas, & motins sobre a precedencia da embarcação. Não se pòde explicar a grande confusão, & tristeza, com repentinos assombramentos da morte, em que ficarão os demais, que erão perto de quatrocentos homens, vendo-se em quatro

|9| palmos de terra, tantos em numero, com tão pouco mantimento, sem provisão para viver na terra, nem remedio para sahir ao mar.

Para terem algum governo, em quanto a vida lhes durava, elegèrão logo por Capitão a D. Alvaro de Atahide filho legitimo de D. Alvaro de Atahide, & D. Elena de Castro, & sobrinho do Conde da Castanheyra D. Antonio de Atahide, mancebo de idade de dezoyto annos, dando-lhe por companheyro, & lado seu a hum cavalleyro honrado, natural de Villa Franca, por nome Duarte Rodrigues de Bulhão, que se tinha visto em grandes, & varios tranzes em diversas partes da India, & de Europa, & como tão experimentado, & calejado nos successos desestrados da fortuna, poderia bem aconselhar aquelle mãcebo, a quem sobejava a honra, mas faltava a experiencia. Tratárão de novo de recolher em terra todo o mantimentos que podessem, & tudo o mais que lhe podesse servir de algum remedio; porèm a Náo ficou tão maltratada da grande pancada que deo, quando varou no bayxo, que logo se começou a desfazer, & num instante a entrárão, & a soçobràrão as aguas de tal maneyra, que só puderão alcançar o que o rolo do mar, como por esmola lhes lançava em terra, que che-

|10| gárão a ser trinta sacos de biscouto, & algu*m*as conservas, & queyjos, & sete, ou oyto pipas de vinho.

O Ilhéo era todo esteril, sem arvores, sem animaes, sem ervas, & sem outro outro remedio mais, que o do Ceo lhes podia vir; que aqui os não desemparou de todo, porque os proveo de grande numero de aves, que erão quasi cinco mil Alcatrazes, que naturalmente habitão em terras desertas, & despovoadas: fazem seu ninho na terra nua, sem debayxo meterem herva, ou palha, ou mato, nem outra alguma cousa: não fugião da gente, antes se deyxavão tomar às mãos, & forão a melhor provisão, que aquella desamparada gente alli teve. E tratando ainda de se aproveytar de algu*m*as cousas da Náo, q*ue* não era de todo desfeyta, sobreveyo huma tão espantosa tromenta, que parecia q*ue* até na mesma Ilheta querião as ondas encapeladas perseguir, & comer os pobres naufragantes: esta tempestade acabou de desfazer a Náo de popa a proa, levando-lhe hum mar o chapitèo inteyro, & alcaceva, & masto da mezena, & logo a desfez toda, sem ficar mais que a quilha, com parte do costado, debayxo da area: Esta horrenda vista os poz ainda em mayor desconfiança, por alli perderem não só

|11| os mantimentos, mas até a madeyra, na qual tinhão ainda esperança de poderem fazer alguma embarcação. No

meyo desta magoa o mesmo mar lhes trouxe à praya muyta parte da madeyra que arrancou, pondo a sobre huns penedos donde logo a vinhão alando para a praya, antes que a resaca das ondas a tornasse à rebatar.

Tanto que se virão com madeyra, entrárão em pensamentos de ordenar hum barco, não tendo mais ferramenta que hum escopro pequeno, & huma enxò de tanoeyro, com outra de ripar, & hum só machado, sem carpinteyro algum, nem quem soubesse daquella arte, mais que o aperto, & a necessidade, que tão mestres muy engenhosos em semelhantes occasiões: & assim logo de hum montante fizerão serra, forjárão lima, & pregadura, & agulha para o leme, engenhando fórja, & preparando folles de duas pelles, que achárão, & de arcos de pipas, & de hum tmapão de cayxa: & não havendo remedio para cano dos folles, lhes deparou Deos na mesma Ilha hum pedaço de cana grossa da India, que a agua tinha toda furada. Desta maneyra foi a necessidade engenhosa, & preparando a embarcação com tal pressa, que dentro em quatorze dias sahirão com hum fermoso barco acabado, a quem puzerão

|12| nome misericordia de Deos, pois só nella esperavam poder salvar as vidas: o trabalho era, que não havia com que brear a embarcação: estando neste aperto lhes lançou o mar em terra hum barril de breu, dos que tinhão sahido da Náo, que tiverão por successo milagroso.

Porèm sobre todas estas diligencias, & engenhosos trabalhos dos pobres naufragantes, julgavão os mais entendidos, que o barco não servia para navegar, por causa do taboado ser delgado, & não poder sustentar a estopa, com que o tinhão calafetado, mas quando as ondas lhe dessem no costado, mas tambem nesta desconsoloação acudio a misericordia de Deos, trazendo à terra hum pedaço de costado da Náo, que trazia seis rolos de chumbo, & muitos pelouros, levantárão todos as mãos ao Ceo, donde lhes parecia que vinha este soccorro, & batendo o chumbo em laminas, & tiras, a fim de fortificar o barco, lhe percintárão todas as costuras da quilha, & algumas do costado, pregando-as com alguns pregos, que se engenhárão na forja.

Estando tudo preparado para fazerem nadar o barco, tendo lançados dous penedos ao mar com cabos, por não haver outras anchoras mais bem talingadas, para o deterem tanto que na-

|13| dasse: em lhe pondo a mão, com pouca difficuldade o virão ir correndo pela area, & em chegãndo à agua, os dous cabos o tiverão mão: tendo todos isto por caso milagroso, como se afirma claramente na informação que se fez deste naufragio. Ficando pois o barco sobre aquellas duas amarras, que engenhárão (porque não cuydassem que estava a fortuna esquecida de os perseguir) eis, que sobrevem outra tromenta, que lhe fez trincar huma corda, ficando só com a outra a Deos misericordia, que este era o nome do barco, & esta só anchora era a esperança daquella gente. Passada a tromenta se embarcárão o Capitão D. Alvaro de Atahide, & a seu lado Duarte Dias de Bulhão, & outras pessoas, que por todas erão cincoenta & oito, mas vendo que o barco se não podia marear com tantos, & que se perderião todos, se todos se quizessem alli salvar, com grande grita, & com mayor magoa, deytárão treze homens em terra, ficando sós quarenta & cinco.

Em todos estes grandes trabalhos sempre os tres Padres da Companhia forão os primeyros, & quando foy ao embarcar não forão os ultimos, a quem offereceo lugar, porèm, elles (querendo antes ficar com os mais que ficavão

|14| mais arriscados, que embarcarse com os menos, que cuydavão hião menos perigosos) nos deram a todos grandissimo exemplo da verdadeyra caridade, porque pedindo os da embarcação ao menos hum para Confessor, & companheyro da vida, ou da morte, não houve acabar com nenhum delles, que quizesse antes aceytar este melhoramento: offerecia o Padre Andrè Gonçalves ao Padre Pascoal, que se embarcasse com os que buscavão remedio para a vida, porque elle bastava para consolação dos que ficavão nos braços da morte. A mesma offerta lhe fazia o Padre Pascoal, dizendo que não tinha animo para dividirse de sua Reverencia no perigo, senão fosse para ficar só, a fim de elle que era seu superior salvar a vida. Porèm, porque os do barco não estavão para muytas detenças de comprimentos, se licenceàrão dos mais com grandes gritos, & muy chorosas saudações, como os que se davão o ultimo vale para nunca mais se verem.

|15| Do successo, que tiveram os que se metèrao neste barco, & do mais que aconteceo neste naufragio aos Portuguezes, que ficárão na Ilheta com os tres Padres da Companhia, que finalmente morrèrão ao puro dezemparo.

Desta maneyra foy desaparecendo do Ilheo o barco Misericordia, entregue só à Divina, que os livrou de grandes perigos, & de necessidades extremas, em que se virão, & não foy o menor dos perigos o que tiverão no principio da navegação, porque chegando-se ao pobre barco huma Balea, lhe deo um valente encontro pela popa, alcançando-lhe o leme com tanta furia, que a qualquer Navio muy poderoso faria grande mal (que quando a fortuna he adversa, atè as Baleas se conjurão contra hum triste Jonas naufragante) porèm o Senhor, em cuja misericordia hião fiados [ou siados?], tambem em outros mayores trabalhos acodio, porque não sabendo elles por onde navegão, nem em que rumo estavão, & achando-se sem nenhum mantimento, & sem agua, lhes mandou por huma vez innumeraveis peyxes ao bordo, que pescárão com hum anzol, que fizerão de hum furador de estojo; & lhes cho-

|16| veo tão copiosa agua, que servio para remedio da sede presente, & alivio da que temião ao diante.

Finalmente sem saberem em que altura navegavão, chegarão a descobrir terra, & no mesmo ponto encontrárão a

seu proprio Capitão Francisco Nobre, o qual chegando a Goa a salvamento do batel, dando conta da sua perdição a Francisco Barreto, que já era Governador, por morte do Viso-Rey D. Pedro Mascarenhas, & dizendo da gente que ficava no Ilhèo, mandou logo o Governador preparar dous fustões, com o mesmo Francisco Nobre em hum, & o Patrão mòr em outro, para que fossem recolher aquelles desemparados Portuguezes. Não se pòde facilmente explicar a grande alegria que teve o Capitão, quando reconheceo a gente do barco, & vendo a maravilha que Deos obrára em os trazer em os trazer a salvamento naquelle pedaço de taboa, deo infinitas graças ao Senhor, obrador de tão grande prodigio, sem se fartar de dar muy affectuosos abraços àquelles seus companheyros, que imaginando mortos na Ilha, encontrava vivos no mar.

Sentindo porèm o desemparo dos mais, logo mandou que o Navio do Patrão Mòr, dando hum cabo ao barco, o atoasse atè o meter em Co-

|17| chim, como succedeo, com tão grande espanto, & alvoroço de toda a Cidade, que os sahirão a receber em procissão, como a homens resuscitados, em quem Deos fizera (como elle dezião) tão evidente milagre, trazendo-os em quatro páos tão mal alinhavados, & com tão fraco provimento, atè os meter em porto seguro. E no outro Navio foy elle em descobrimento do Ilhèo, para ver se podia dar remedio áquelles seus desemparados companheyros, aos quaes he tempo, que tornemos a visitar.

Ficárão todos os mais Portuguezes em companhia dos tres Padres, entregues à Provindencia Divina, com o pensamento na India, a ver se lhe acudia com algum Navio, sem terem em que pòr os olhos mais que no mar que os tinha de cerco, & no Ceo donde tinhão mais bem fundadas suas esperanças: & crescendo por momentos a falta de agua, foy Deos servido que lhes choveo muy copiosa, com que se provèrão. Os tres Religiosos, que foy a única consolação, que lhes ficou nes ultimo desemparo, os hião entretendo com praticas Santas, com Procissões, & Ladainhas que ordenavão.

Com a grande falta que havia de todo o remedio necessario, começou a fome a executar

|18| nestes miseraveis homens, seus crueis, & inevitaveis effeytos: já tinhão perdida a cor do rosto, as faces escaveyradas, os olhos encovados, & com lhes luzirem muyto, hião perdendo a vista; os membros fracos, & debilitados, não podião sustentar os cançados corpos: desta maneyra, ou vinhão a perder a vida, ou chegavão a saudar a triste morte. Metidos nesta gravissima triulação, que remedios não tentarão? que meyos não experimentárão, para ver se a fortuna lhes abria algum caminho para escapar de tão evidente perigo: & a desesperação he temeraria, por todas as vias buscavão os remedios por mais dificultosos que se representassem; atè que vendo-se no mez de Abril de 1556 sendo passados oyto mezes depois de seu triste Naufragio, não tendo já que comer, se resolverão em fazer huma jangada dessas reliquias da madeyra, que pela praya achárão, com titulo de provar ventura, & buscar algum mantimento para sy, & para os companheyros, que alli ficassem (que nos mayores males os remedios temerarios talvez melhor aproveytão) porèm foy tal o aparelho da jangada, que não havia quem se atrevesse a meter nella; a este fim os Padres se embarcárão, seguindo-os alguns Portuguezes dos que

|19| tinhão opinião, que alli perto havia outros ilhèos, ainda poderião achar algum mantimento para os que ficavão na Ilha deserta, que não há cousa a que se não persuadão, os que estão persuadidos a morrer.

Metidos pois nestes quatro paos, entregues à braveza das ondas, sem governo, nem outro remedio mais que alguns poucos taçalhos de tubarões curados, & hum só quarto, & dous barris de agua. Andárão dous mexes inteyros, que parece cousa incrivel, sobre as aguas, lidando com a furia dos mares, & lutando com os assombros da morte, sem descobrirem Ilha, nem terra alguma; & já tinhão lançado ao mar quatro homens, que estalárão com a violencia da fome, atè que forão dar, como acazo, em huma Ilheta pequena, tão esteril como a que deyxavão; & acometendo-a por duas vezes, lhe foy o tempo tão contrario, & ponteyro, o mar tão grosso, o impeto do vento tão incomparavel, & de refégas tão furiosas, que por nenhum cazo a podèrão aferrar, antes por cada vez, que arribavão a ella, se vião quasi perdidos: pelo que tratando huns de tornar à mesma porfia, os outros desenganados de sua

|20| pouca fortuna, se dérão por contentes de ficar na Ilheta esteril (que a quem foge da tempestade, qualquer surgidouro lhe basta para porto) com estes Portuguezes que aqui sahirão se ficárão os tres Religiosos da Companhia, animando a seus companheyros com a vista de seis palmeyras, das quaes podião comer os palmitos, & algumas ortigas, que estes serão os doces, as frutas, & as seáras alegres, que naquella terra se davão.

Resolverão-se os outros, que ficárão na jangada, a surgir te. 'evra vez na outra Ilheta, & foy Deos servido, que a puderão .errar, & nella achárão muyta copia de palmeyras, com muytos cocos frescos, & outros já curados com o tempo: achárão tambem muytas hervas, de que se podião aproveytar, & muytas fontes, & ribeyras de agua doce. Porèm, (como custuma succeder nas grandes fomes) meterão-se nas hervas e nos cocos, com tanta preça, que em breve tempo adoecèrão todos sem ficar quem pudesse tornar na jangada a buscar os companheyros, que na Ilha vesinha à sua vista estavão perecendo: nem foy possivel tornar a elles, senão dahi a hum mez, quando já só achárão a dous Portuguezes vivos, & todos os mais erão mortos; & com elles os tres Religiosos da Companhia, que alli santamente pe-

|21| recèrão à força da fome, & nos braços do desemparo; acabando-os muyto mais a compayxão, & sentimento

que tinhão de ver toda aquella pobre gente, dividida por tantas partes, sem lhe poderem ser bons, mais que no espiritual, com que nunca lhes faltárão atè espirar, & morrer com elles, com raros, & extraordinarios exemplos de charidade, como contavão os dous Portuguezes, que os da jangada tornando à Ilheta, achárão vivos.

Referindo estes em particular, com grande copia de lagrimas, que chegára a tal fraqueza o Padre Gonçalves, que hindo para tomar hu*m* caranguejo, que o mar tinha lançado na praya, de pura fraqueza cahio, sem mais se poder levantar, acabando o servo de Deos, & morrendo desfeyto da violencia da fome, tão animado porèm por outra parte, que não se podendo já sustentar a sy, dava animo, & ajudava com santas palavras aos fracos, & desanimados companheyros, & assim finalmente acabou com o Santissimo nome de JESUS na boca, & no coraçáo: que desta maneyra com taes aperos, & desempáros, neste theatro de miserias, apurou Deos a paciencia de seus servos, primando hoje com eternos contentamentos a muyta charidade, que exercitárão com

|22| aquelles pobres naufragantes.

Vendo pois os que ficárão com vida naquella Ilha, quão certa tinhão nella a morte (& que não podião acudir aos que ficavão no Ilheo do primeyro naufragio) providos de alguns cocos, se tornárão a meter na jangada, & se entregárão outra vez ás aguas do mar. Socedeo neste comenos, estando hum dia prègando em Goa o Padre Gonçalo da Dilveyra, o qual tinha chegado no Agosto daquelle anno de 1556 que de repente encostou a cabeça no pulpito; & espertando disse claramente, que erão chegado à India alguns homen*s*, que escapárão da Náo de Francisco Nobre. Poucas esperanças havia já de semelhantes reliquias, porèm este dito do Padre sahio certo, porque finalmente com grande espanto dos homen*s*, & admiração da mesma natureza, depois de morrerem no mar a metade delles, vencendo a furia de algu*m*as tormentas, & atropelando a tirania da mesma fortuna, que tão pertinaz os perseguia, vierão a portar a Cochim a 27 de Novembro do mesmo anno de 1556 havendo quinze mezes, que andavão lutando com os mares, com a fome, com a morte, & com seus fados: forão recebidos em Cochim mais como monstros marinhos, sahidos das lapas do Oc-

|23| ceano, que como homen*s* vivos, que vinhão demandar terras. Porèm os que ficárão na primeyra Ilheta do naufragio, que era a mayor parte da gente, por não lhes vir soccorro algum, nem o Capitão Francisco Nobre com o piloto da carreyra, poder dar com elles, acabárão finalmente todos, servindolhe a sahida em terra mais de fazer tregoas com a morte, que de ter penhores certos de ter vida.

O particular de ser o Padre Gonçalo da Silveyra o que profetizou o caso da chegada, que fez á India a gente que escapou na jangada, contava, entre outros, Pedralves de Macellos fidalgo da casa de Sua Magestade, filho de Antonio de Mancellos, Capitão Mòr das Armadas neste Reyno; o qual Pedralves de Mancellos foy homem de muyta verdade, & se achou então na India presente àquelle Sermão, & o contava muytas vezes em Portugal por cousa certissima & que teve por testemunhas todos os que no Sermão se achárão presentes.

LAUS DEO.

• Documento 2

Irmão Aires Brandão, escreve aos jesuítas de Portugal, em Goa a 15 de Dezembro de 1555

[...] 11. Agora vos darey conta como se N. Senhor lembrou de nós, que, como já disse, depois da partida de Mestre Melchior pera Japão, ficou aqui somente o P.e Baltazar Diaz com todos os trabalhos de pregações e cousas pertencentes a semelhantes cargos; o que nesta terra no[m] se tenha por tam pouco, que bem se pode com razão certificar polo que de lá sabemos, que o trabalho desta terra em muyta parte excede ao dessa. Asi que, estando nós sperando na misericordia divina nos viessem alguns Padres que o ajudassem a supprir as necessidades que forçadamente se não podião escusar, chegarão a esta barra a bi [6] dias de Setembro duas [naos], scilicet, São Filipe, em que vinha o |**p. 373**| P.e Melchior Carneiro e o P.e Manuel Fernandez e o Irmão Antonio da Costa, e a nao Algaravia-a-Velha, em que vinha o P.e Hieronimo de Cuenca, e o P.e Mestre João, e o Irmão Marcos Nunez. E como nós estejamos algum tanto apartados do rebuliço da cidade, nom speravamos outros mensageiros que nos dessem a primeira nova de naos serem chegadas que os sinos da See, que nos nom meterão em pequeno alvoroço. Não foy necessario mandarem saber se vinhão Padres pera S. Paulo, porque a gente da cidade tinha esse cuidado, e logo souberão, e não com pouco fervor vinhãos os homens correndo pera este collegio a dar a nova.

12. Foy tanto o contentamento em todos geralmente, asi de fora como de casa, que vos nom posso mais dizer, senão que foy dada huma carta ao P.e Baltasar Diaz do P.e Hieronimo de Cuenca, em que lhe dava conta da chegada dos Padres e quem erão. E não sabendo nós mais que confusamente que vinhão Padres, com descuido trouxe a carta na mão cerrada sem a abrir, senão depois de muyto spaço, que lendo-a, ouvimos as pessoas que vinhão em todas as naos, que foy outro novo contentamento, ainda que vimos logo que vinhão emprestados [Nota do autor: "Destinati enim erant Aethiopiam"].

Mandou lá o Padre dous Irmãos com huma embarcação à barra pera os trazerem, e chegarão ao outro dia, onde os saimos a receber todos com muyto contentamento em Deus N. Senhor. Vinhão acompanhados do caez de muytos homens, que nom menos alegria, segundo sua quantidade, recibião com sua vinda todos em geral. Depois de sua chegada a 3 dias chegou a nao Capitania [Nota do autor: "Goam appulit die 9 Septembris"] em que vinha o P.e Antonio de Quadros, e o P.e Michael e o Irmão Joseph. Finalmente eu com

palavras vos nom posso relatar o grande contentamento e alegria spiritual que todos recebemos, à huma por virem a salvamento e em tempo de tanta necessidade, à outra porque, ainda que pera nós nom vinhão deputados, ao menos este anno speramos em Deus N. S. de fazerem nesta cidade muito fruyto, como vos direy ao diante.

Chegou mais a nao S. Pedro em que nom vinhão Padres, porque a nao Algaravia-a-Nova, em que vinhão os outros dous Padres e outro Irmão, nom era chegada. Encomendamo--la a N. Senhor cada hum segundo o que pode.

13. Mas ao que o Senhor tem ordenado ningem pode fugir, porque, depois de aver já alguns dias que estoutras naos erão chegadas ao porto, estando nós sperando por esta, chegou a esta cidade o proprio capitão della e alguns xx homens com elle em hum batel da mesma nao, a qual disse que ficava perdida desta costa da India 500 legoas, donde elles vinhão no proprio batel. E disserão que a nao se perdera em uma restinga de uma ilha muyto pequena, e tam pequena que de uma banda a outra podia ser pouco mais de um tiro de pedra, onde toda a gente ficava viva, que serião 220 pessoas, entre os quaes ficavão os padres para suas consolações spirituaes. Ficava-lhes algum mantimento e agoa, ainda que pouca, que tirarão da nao antes de se quebrar de todo. O capitão com muyta instancia pedio logo ao Governador que armasse alguns navios para ir por aquella gente, antes que perecesse à fome e sede, ou porventura ao pasmo de se ver em ho meio do m[ar]. Alguns dias se deteverão estes navios, que pedia o capitão, por causa de nom fazer tempo; e n[a] verdade, quem nisto bem considerasse, nova lastima lhe acrecentaria em cada hum destes dias que a armada se detinha. De maneira que na entrada de Novembro partir[am] desta cidade, e o capitão mesmo e piloto speramos em Deus N. S. que no-los traga, porque, pois elle permitio que hum batel com XX homens viesse 500 legoas a dar esta nova e pedir este socorro, permitirá tambem que sejão elles vivos e sãos e os traga. Porem, contudo, de huma maneira ou doutra, encomendem-no muito lá em seus sacrifícios e orações, porque, por via humana, segundo a disposição do sítio da ilha, terião sperança de vida se achassem agoa ou pescassem, e desta maneira viverião e não doutra, se Deus miraculosamente os nom provesse.

[...] Depois de ter scrito atequi, a 19 dias do mês de Novembro, sendo a armada já partida pera buscar a gente que ficava em a ilha, indo já atravessando de Cochim, toparão em o mar com huma jangada com passante de 30 homens que vinhão da mesma ilha, e já muy desbaratados do necessario, como quem avia já muytos dias que andavão no mar. Ymaginay vós, charissimos Irmãos, quaes delles andarião e virião caminho de 500 legoas, sem terra nem porto onde se podessem aperceber, e o porto donde vinhão ser tam mal provido, como atrás vos disse! Estes homens fizerão huma jangada, digo que seria da madeira da propria nao, porque outra impossivel seria avê-la de que a podessem fazer. O capitão que hia com os navios, com muita alegria e dando muytas graças a N. Senhor, e não pouco maravilhados todos da maneira de sua navegação, os mandou meter em hum dos navios que levava e os mandou levar a Cochim. Derão conta de todas as cousas que depois da perdida da nao lhes acontecerão, estando em a ilha e como N. Senhor, usando com elles de seus custumados e continuos beneficios, vendo a falta que elles tinhão de agoa, lhes deu todo aquelle tempo ou a mayor parte delle chuivas grandes, por onde nunqua se virão em extrema necessidade de agoa; e que ainda ao tempo de sua partida da ilha não era falecido mais de hum soo homem, pela bondade divina, e que toda a mais gente ficava sãa e com muyto bizcouto e agoa, que lhe Deus Nosso Senhor estava mandando abundantemente. E entre elles ficavão os nossos Padres e Irmão, de que elles recibião muyta consolação, o que tudo está bem manifesto, nem eu com palavras me atrevo dizer-vos em quanto se estima nesta terra tam universal mercê, como o Senhor nos fez a todos huns e outros. A nova chegou a esta cidade hum dia a horas do sino de correr e logo ouvimos os sinas da See repicar, e não tardou muyto que o Governador nom mandasse pedir alviceras ao P.e Baltasar Diaz. Ouve entre todos muito contentamento. Speramos em Deus N. Senhor de muito cedo os termos neste collegio, porque novos desejos com tamanha mercê de Deus avia de receber ho capitão dos navios pera os buscar e trazer; e todavia nem nós esquecemos de os encomendar cá muito a Deus N. Senhor, nem elles lá o deixem de fazer[43].

• **Documento 3**

Missiva do P.e Balthasar Dias ao P. e Inácio de Loyola, de Goa, em 18 de Dezembro de 1555.

[...] Con la venuta delli Padri che havevano a passare al Preste Gioanni ce siamo tutti molto consolati nel Signori. Arrivorno in questa città nove di esse, et tre restorno in un'isoletta cinquecento leghe lontana di qua, dove incagliò la nave in che essi venivano. Habbiamo nove che sono vivi ma con molto pericolo restorno in quel isola ducento persone, ma di questo sono già venuti circa ottanta in una barchetta che fecero loro, ma li Padri nostri volsero restar nel'isola per consolatione et aiuto de l'altra gente. Quelli che restorno sono il Padre Gonzalez et il Padre Pasquale et il Fratello Alfonso Lopez. Speriamo in Dio nostro Signore che li condurrà sani et salvi[44].

• **Documento 4**

Carta de Frei Gaspar Soeiro – Dezembro [?] de 1556, em Cochim

1. Sesta-feira, que forão 27 de Novembro [de 1556], chegarão aqui a |**p. 603**| este Cochim doze homens daquelles que ficarão na ilha com os nossos em Christo Padres, os quais vierão muito bem dispostos, ainda que de 27 que partirão não

chegarão aqui mais que estes doze. Dão por novas que ficavão ainda na ilha 20 e tantos, e que estes serão já mortos por não terem que comer. Estes que vierão contão grandes maravilhas que Nosso Senhor por elles fes. E porque saibão de seus trabalhos em sua viagem, lhes contarei aqui brevemente, porque o soube de hum homem dos que aqui veerão e aqui em casa dormio huma noute.

2. O qual contou que aos des dias de Abril, vendo que não ião por elles, porque até ali istiverão em esperança que irira lá alguma cousa a buscá-los, e vendo, como digo, que não ião, ordenarão de fazer huma jangada em que todos se embarcassem por não morrerem à fome. E feita a jangada, não couberão nella mais que 27, ficando lá os outros com grande choro, como a natural razão pidia. Estes se entregarão ao bravo mar, confiando naquelle a quem o mar, ventos e todas as cousas criadas obedecem. Com estes se embarcarão os nossos Padres, ou pera milhor dizer, do nosso bom Jesu. O mantimento que consigo trouxerão dis que era taçalhos de tubarões curados, inde que poucos, e asi hum quarto e dous barris de agoa. Quanto à agoa se ouvera embarcação pera a poder trazer não lhe faltava na ilha, mas a embarcação pequena não lhes deu lugar. Des que partirão da ilha até tomar a primeira terra puserão dous meses, ao menos hum e meo. Já quando chegarão a esta terra, vinhão mui fracos por causa da viagem, e mao comer e dormir por causa das vigias; de maneira que por lhes não acabar a agoa bibião por muitas veses as ourinas, o que dis que lhes causou muito mal porque lhes secava os bofes e cortava.

3. Chegados a esta terra, que era huma ilha pequena, e onde não havia nenhum mantimento por ser casy alagadiça e despovoada estiverão aqui alguns dias – serião dous ou tres – todos os que escaparão do mar, que ser[i]ão 27, porque morrerão 4 até ali. E por esta ilha ser asi como digo, e elles verem estar outra dahi huma legoa, detreminarão de ir a ella. E cometendo-a duas vezes, não na poderão tomar por causa do tempo contrario; mas antes, quando arribavão, vinham quase perdidos; pelo qual escolherão alguns ficar antes ali que meterem-se em tamanho perigo, e tambem por estarem incertos de naquella outra ilha acharem que comer; e naquella em que estavão, ainda que tambem o não tinhão, todavia avia nella alguas 60 palmeiras, das quais comião somente os palmitos, e asi tambem alguas ortigas cozidas, porque dis que não avia outras ervas. De maneira que ali, contra suas vontades, recebião purgas, porque saltava com elles *o sair* com comer estas duas viandas que digo, que os enfraquecia muito. Destes, que isto escolherão, forão nossos benditos Padres e Irmão, e outros que quiserão.

4. Todavia tornarão-se a aventurar. Quis Nosso Senhor que aferrarão na ilha que dantes tinhão comitida, na qual acharão muitas palmeiras com muitos cocos, asi fres[cos] como já curados, que avião caido muitos das palmeiras, e asi tambem terem ervas e algum modo de pescar e boa agoa. Acharão-se ali reis, como quer que vinhão pobres; com aquillo se alegrarão muito, de maneira que se meterão tanto nos cocos e no mais que acharão, que vierão todos a doecer, sem ficasse quem podesse navegar a jangada pera irem polos outros, que ficarão somente com as sesenta palmeiras bravas por mantimento. [Pa]ssando-se nisto perto de hum mês, porque todo hum mês [durou], os outros pobreszinhos, entretanto que tiverão aquelles palmitos, viverão, ainda que o cortar das palmeiras lhes desse muito trabalho por a muita fraqueza. De maneira que se acabarão as palmeiras e não ficou somente huma, que não poderão cortar de grossa: de maneira que seus dias se acabarão com pura fome, e de des ou onze que erão não escaparão senão dous. Nos que morrerão entrarão os Padres e Irmão; porque dipois que se acabarão as palmeiras, andavão corendo trás alguns carangejos que saião à praia; adonde dis que o P.^{e} Gonzalez, indo huma ves correndo após hum carangejo, deu huma grande queda por andar já muito fraco, e o mesmo farião os outros: de maneira que dis que dixe o Padre *que antes se deixaria morrer que buscar de comer*.

Isto lhe mando por novas muito certas e pera que em suas orações os encomendem muito a N. S.[45].

Gaspar Soeiro

Notas

[1] Cf. Giulia Lanciani, *Sucessos e Naufrágios das Naus Portuguesas*, [s.l.], 1997, p. 69.

[2] Cf. James Duffy, *Shipwreck and Empire. Being an account of Portuguese Maritime disasters in a century of decline*, Cambridge, 1955, p. 24.

[3] Cit. Maria Benedita Araújo, "Os relatos de Naufrágios", *Condicionantes Culturais da Literatura de Viagens. Estudos e Bibliografias*, Lisboa, 1999, p. 395].

[4] Cf. Giulia Lanciani, *ob. cit.*, p. 63.

[5] Cf. Idem, *ibidem*, pp. 56-60.

[6] Cf. António Manuel de Andrade Moniz , *A História Trágico-Marítima. Identidade e condição Humana*, Lisboa, 2001, pp. 128-129. O autor aponta como principais balizas culturais e mentais para os autores dos relatos de naufrágios a cultura clássica e a cultura judaico-cristã.

[7] Giulia Lanciani, *ob. cit.*, p. 57.

[8] António Manuel de Andrade Moniz, *ob. cit.*, p. 128.

[9] Cf. James Duffy, *ob. cit.*, pp. 36-37.

[10] Maria Benedita Araújo, *ob. cit.*, p. 398.

[11] Giulia Lanciani, *ob. cit.*, p. 74.

[12] Idem, *ibidem*, p. 79.

[13] Idem, *ibidem*, p. 82.

[14] Cf. Maria Benedita Araújo, *ob. cit.*, pp. 399-400.

[15] Cf. James Duffy, *ob. cit.*, pp. 36-39.

[16] Cf. Nota introdutória de António Sérgio em: Manoel Rangel, "Relação do Naufragio da Nao Conceyção de que era Capitão Francisco Nobre [...], *in* Bernardo Gomes de Brito [compil.], *História Trágico-Marítima*, anotada, comentada e acompanhada de um estudo por [...], volume I, [s.l.], 1955, p. 130

[17] Cf. Helena Maria de Matos, "Para o estudo da relação do Naufrágio da nau «Conceição» nos Baixos de Pêro dos Banhos no ano de 1555", Maria Alzira Seixo e Alberto Carvalho [org.], *A História Trágico-Marítima. Análise e Perspectivas*, Lisboa, 1996, p. 104.

[18] "(...) coarse and selfish". Cf. James Duffy, *ob. cit.*, p. 29.

[19] António Manuel de Andrade Moniz, *ob. cit.*, pp. 21-22.

[20] Manoel Rangel, *ob. cit.*, pp. 133-135.

[21] Paulo Guinote *et. al.*, *Naufrágios e outras perdas da "Carreira da Índia". Séculos XVI e XVII*, Lisboa, 1998, pp. 52-53.

[22] Cf. Idem, *ibidem*, p. 52.

[23] Sousa Viterbo, *O movimento tipográfico em Portugal no século XVI. Apontamentos para a sua História*, Coimbra, 1924, p. 32.

[24] Idem, *ibidem*, p. 33.
[25] Idem, *ibidem*, p. 42.
[26] Cf. Charles R. Boxer, *An Introduction to the História Trágico-Marítima*, Lisboa, 1957
[27] Cf. James Duffy, *ob. cit.*, p. 176.
[28] Cf. Apêndice Documental, p. 22
[29] Charles Boxer e Giulia Lanciani defendem a mesma proveniência eclesiástica para o autor.
[30] Paulo Guinote *et. al.*, *ob. cit.*, p. 163.
[31] Cf. António Manuel de Andrade Moniz, *ob. cit.*, pp. 85-96.
[32] Cf. Apêndice Documental, Documento 3.
[33] Estima-se que, dos cerca de 166 passageiros da nau *Conceição*, 154 tenham perecido. Os relatos não são concordantes quanto aos números totais de passageiros e de vítimas. Cf. António Manuel de Andrade Moniz, *ob. cit.*, pp. 92-93.
[34] Cf. José Manuel Correia, *Os Portugueses no Malabar (1498-1580)*, [s.l.], 1997, p. 141.
[35] Estima-se que, durante todo o século XVI, o número de missionários jesuítas embarcados com destino à Índia tenha chegado aos quatrocentos indivíduos. Cf. José Wicki, *As relações de Viagens dos Jesuítas na Carreira das Naus da Índia de 1541 a 1598*, Lisboa, 1985, p. 6.
[36] Para uma maior descrição da actividade dos missionários jesuítas a bordo dos navios da Carreira da Índia cf. Paulo Guinote *et. al.*, pp. 52-60.
[37] José Manuel Garcia [coord.], *A Viagem de Vasco da Gama à Índia – 1497-1499*, Lisboa, 1999, p. 16.
[38] Cf. Humberto Leitão [intr. e notas], *Dois Roteiros do Século XVI, de Manuel Monteiro e Gaspar Ferreira Reimão, atribuídos a João Baptista Lavanha*, Lisboa, 1963, p. 37.
[39] Cf. Idem, *ibidem*, p. 35.
[40] Rui Alexandre Landeiro Godinho, *A Carreira da Índia. Aspectos e Problemas da Torna-Viagem (1550-1649)*, Lisboa, 2000, p. 72.
[41] O relato anónimo aponta 25 de Março como o dia da partida da armada de cinco navios onde se encontrava a nau *Conceição*. Confira Apêndice Documental, Documento 1.
[42] Seguimos a numeração original, visto haver numeração aposta posteriormente para os fólios.
[43] Ioseph Wicki, *Documenta Indica*, vol III (1553-1557), Roma, 1954, pp. 372-376.
[44] Ioseph Wicki, *Documenta Indica*, vol III (1553-1557), Roma, 1954, p. 381.
[45] Ioseph Wicki, *Documenta Indica*, vol III (1553-1557), Roma, 1954, pp. 602-606.

"nouas ylhas / nouas terras / nouos mares / nouos povos" [1]

Trabalho realizado por:
• *Ana Cheila da Luz Pinheiro*

Universidade dos Açores
Gabinete de Cooperação com África

Desde sempre que à História de Portugal os Oceanos estão vinculados, quer por Epopeias, quer por navegações, quer (principalmente) pela curiosidade de "navegar por mares nunca dantes navegados" e pela coragem de "dar novos mundos ao mundo"[2].

Daí que do nosso passado já muito se sabe, pois Portugal fez História/é História e seremos para sempre recordados como aqueles que do mar fizeram o seu chão[3].

E, como tal, também nós, Universidade dos Açores, ancorados no meio do Atlântico[4], movidos pela mesma coragem e pela mesma curiosidade que moveram os nossos antepassados, tentamos e conseguimos há vinte e seis anos transformar o mar no chão e nas pontes que nos levam a novos povos, a novas terras, a novas culturas, a novos descobrimentos, no que diz respeito às relações estabelecidas entre ambos.

Estrategicamente, assumimo-nos como um passaporte de relações internacionais. Passaporte esse que permite a quem dele usufruir o direito quer de conhecer, quer de se dar a conhecer.

E são eles, os alunos dos Palops, que todos os anos nos chegam, através de protocolos de cooperação entre nós, Universidade dos Açores, o nosso governo e os governos dos respectivos países envolvidos, que dão a conhecer a uma comunidade estudantil quer os seus costumes, quer os seus hábitos, tal como as culturas que "deixaram", mas que não esquecem, pois, tal como em nós, estão no nosso sangue.

Culturas únicas e próprias que cada um transmite através da dança, da fala, da gastronomia ou somente no brilho do olhar, ou na lágrima que sem querer cai, ao lembrar o seu país, que deixaram para trás, mas que sonham a ele voltar, da sua real natureza, do seu próprio ser, das recordações que se avivam ao se tentar transmitir o que vai na alma daquele moçambicano, angolano, cabo-verdiano, santomense, guineense...

Há vinte seis anos que as nossas portas foram abertas, e desde então a chegada destes alunos tornou-se para nós um desafio não só no que diz respeito à sua integração numa sociedade completamente diferente, mas também no que respeita à aceitação deles mesmos por parte da sociedade que os recebe.

De poucos casos há registo, mas, como em tudo, sempre existem.

Episódios que eu não consigo perceber, muito menos explicar, pois Portugal nunca foi um país propriamente dito, sempre foi um Mundo único, resultado de muitos povos, mas nunca de uma só cultura[5].

Mas não só de trocas culturais se trata, pois o importante papel da Universidade dos Açores na formação de novos profissionais, que num futuro próximo irão fortalecer os quadros dos países que neles acreditaram, não pode ser esquecido.

Distribuídos por um vasto leque de cursos, podemos seguramente afirmar que todos eles contribuem numa boa escala para um bom ambiente estudantil[6].

E é isso que tentamos transmitir, pois assumimos o ensino como uma estratégia, a investigação como um meio e a língua como um elo para que quer os que recebem, quer os que são recebidos tenham o direito de dar e receber toda a riqueza social, cultural e de formação profissional que as relações internacionais nos oferecem[7].

Técnicas de Tratamento para Reutilização de Águas a partir de um Efluente Industrial Tratado

Trabalho realizado por:

- *Paula Cristina Caseiro Norte*
- *Mónica Raquel Diogo Coimbra*

Universidade de Aveiro
Departamento de Ambiente e Ordenamento do Território

1 – Introdução

"As entidades gestoras do serviço de água e saneamento devem assumir-se como instrumento de implementação de uma política de ambiente que garanta a qualidade de vida das populações servidas e a gestão dos recursos hídricos, nomeadamente a preservação da qualidade dos meios receptores de águas residuais rejeitadas" [3].

Um terço da população mundial enfrenta problemas de **acesso à água potável**. Nos últimos 50 anos a Europa multiplicou por cinco o seu consumo. Paralelamente, a migração acentuada para as grandes regiões urbanas do Planeta é o fenómeno mais marcante de comportamento das populações neste milénio [2].

Segundo a ONU, no ano de 2025 a procura de água potável poderá ser muito superior às reservas existentes, caso se continuem a manter as tendências actuais do consumo de água. Deste modo, a questão crucial e para a qual urge procurar uma resposta é saber como pode o Mundo satisfazer as necessidades básicas da população sem esgotar os recursos naturais.

O ciclo da água foi durante séculos perfeito. Contudo, com o desenvolvimento da civilização e, em particular, com a Revolução Industrial, este ciclo "inquinou" e apareceu um subciclo, o ciclo urbano da água.

Genericamente, uma água captada torna-se potável (mediante o tratamento adequado) e é distribuída nas redes, chegando assim às nossas casas, indústrias, etc. Depois de usada, esta água passa a água residual ou esgoto, contendo cargas poluentes. Esta, ao ser lançada directamente nos solos, rios e mares, tende a contaminar os lençóis freáticos e a diminuir as capacidades de auto-regeneração dos oceanos e dos rios, com a consequente degradação da qualidade das águas.

Segundo dados oficiais, divulgados em Julho de 2000, 223 mil portugueses bebiam água contaminada. Segundo a ONU, metade dos ribeiros, rios e lagos do Mundo estão poluídos [3].

Perante tais factos é imperativa a adopção de medidas que contenham esta escalada.

O **tratamento dos esgotos**, antes da sua descarga final, iniciou-se há menos de 100 anos. É, no entanto, a partir da década de 40, com a introdução da via biológica de depuração, que o tratamento das águas residuais é acelerado e acompanhado de legislação cada vez mais exigente quanto à qualidade dos efluentes líquidos, resultantes dos esquemas de tratamentos adoptados.

Em Portugal, a cobertura do país em termos de população servida por tratamento adequado (aquele que, garantido através de análises periódicas, cumpre a lei de descarga) dos seus esgotos é da ordem dos 55% (finais de 1999), sendo na maioria dos casos realizados em estações de tratamento de águas residuais urbanas (ETAR) [3].

A **reutilização das águas tratadas**, ainda que seja uma filosofia nova, é praticada desde que se começou a utilizar a água para garantir o abastecimento das grandes cidades, como é exemplo a cidade de Paris.

Há hoje uma forte tendência para reutilização de efluentes a nível mundial. Para fins ilustrativos, segundo Metcalf & Eddy (1991), somente nos EUA, no sector industrial, a estimativa de reciclagem ultrapassará os três mil milhões de metros cúbicos diários nesse ano (o que corresponde a cerca do dobro da produção diária de efluentes da população portuguesa, ou à produção diária de cerca de 8000 fábricas semelhantes às existentes em Estarreja). Estudos feitos por Dixon *et al.* (1999), Mancuso (1990) e Van der Hoek *et al.* (1999); revelam ser viável a adopção de mudanças a nível de infra-estruturas em empreendimentos, com a finalidade de serem implementadas mudanças na forma de abastecimento de água e com o intuito de incentivar a reciclagem dos efluentes.

A título de curiosidade, é de referir que a reutilização de águas residuais tratadas data de 1926, nos EUA, sendo a principal utilização a rega de parques e espaços verdes; posteriormente passou a ser usada em processos de refrigeração e a partir dos anos 60 na recarga de aquíferos.

O objectivo fulcral de qualquer programa de reutilização é, indubitavelmente, o de produzir águas com qualidade suficiente, relativamente às utilizações preconizadas. Isto é, pretende-se que sejam satisfeitas as exigências dos consumidores ou utentes, prevenindo qualquer tipo de degradação e tendo como base a melhor gestão de recursos naturais.

"O objectivo das políticas e das técnicas que reforçam uma melhor gestão dos recursos naturais está na linha da evolução dos paradigmas ambientais e inscreve-se no que poderemos considerar a transição do paradigma da gestão dos recursos naturais para o paradigma do desenvolvimento sustentável" [2].

A escassez da água potável poderá no futuro viabilizar os processos de reutilização com base em análises centradas em questões ambientais e sociais, sendo estes a solução adequada para substituir o recurso a fontes naturais da água, superficiais ou subterrâneas.

"A conservação da água, de que a reutilização para diversas finalidades constitui uma vertente muito importante, tende a impor-se cada vez mais, em muitas zonas do Globo, como uma condição necessária à garantia da qualidade de vida humana e à protecção do ambiente e até, no limite, à sobrevivência da Vida na Terra" [1].

"Para enquadrar as potencialidades da reciclagem de águas tratadas, teremos de em primeira linha conhecer as características dos 'novos recursos', sendo que, por imperativos de natureza técnico-legal, as variações das características das águas residuais tratadas estão limitadas, sendo o limite mínimo de qualidade as condições impostas às descargas no meio receptor, podendo apresentar características tão próximas da matéria-prima inicial – água potável – na medida em que sejam sujeitas a mais complexos processos de tratamento e afinação" [2].

Deste modo, é possível considerar uma ETAR como um centro de produção, desde que garantidas apenas pequenas variações da qualidade da água tratada, pelo que as características das águas para reutilização dependem essencialmente do controle da entidade gestora das unidades de tratamento. A reutilização da água será então possível, conhecidas as características e aplicando as técnicas de tratamento adequadas ao uso que se lhe pretende dar.

A reutilização directa da água pode prosseguir vários objectivos, como os que se apresentam no quadro seguinte:

Objectivos	Aplicações
Irrigação na agricultura	Rega de culturas Viveiros
Irrigação paisagística	Parques Campos de Golfe Recintos de áreas residenciais Cemitérios Cinturas Verdes (margens de estradas)
Reutilização na indústria	Arrefecimento Caldeiras Água de processo Construção pesada
Recarga de aquíferos	Reforço do volume de águas subterrâneas Controlo da intrusão salina
Actividades recreativas	Lagos e lagoas Zonas húmidas Pesca Aumento de caudal de ribeiros
Usos urbanos não potáveis	Protecção contra incêndios Limpeza de sanitas Ar condicionado
Água potável	Mistura com água bruta a potabilizar Origem de água bruta a potabilizar

Quadro 1 – Objectivos e aplicações de utilização de águas residuais [1].

Assim, importa assegurar que os aspectos qualitativos das águas residuais tratadas tenham carácter permanente, posto que, conforme a fiabilidade das operações de tratamento, poderá pôr-se em causa a preservação da saúde pública e do ambiente.

Mais recentemente, surge uma nova **componente** a envolver esta questão da água, a **jurídica**. De facto, perante tal cenário torna-se imprescindível atribuir-se um preço justo e adequado ao recurso em causa, em função do significado que realmente tem a sua utilização [8].

Segundo o Decreto-Lei n.º 46/94, qualquer utilização do domínio hídrico precisa de ser autorizada e paga, consagrando-se em simultâneo um conjunto de capacidades de iniciativa para os utilizadores. São deste modo consagrados os princípios do utilizador-pagador e do poluidor-pagador, responsabilizando-se os utentes dos recursos hídricos pela sua correcta gestão e utilização e criando simultaneamente um fundo que possa vir a ser utilizado no financiamento de acções e estruturas que visem a melhoria dos recursos e da sua utilização.

A utilização do domínio público hídrico, nos termos do mesmo decreto, qualquer que seja a natureza e personalidade jurídica do utilizador, está sujeita ao pagamento de uma taxa, denominada "taxa de utilização", destinada à protecção e melhoria daquele domínio [8].

Embora esta taxa ainda não tenha entrado em vigor, ela é o reflexo de uma preocupação, por parte das mais diversas entidades, que ganha cada vez mais relevo num dia-a-dia em que o ambiente e os recursos naturais não assumem, na maior parte das vezes, o papel principal que lhes compete.

Vivendo em tal realidade, torna-se assim imperativo ter presente alternativas de tratamento que permitam a reutilização das águas de acordo com as nossas necessidades.

Neste âmbito, o nosso projecto tem como **objectivo** geral o desenvolvimento de um conjunto de conhecimentos capazes de auxiliar, num futuro próximo, a busca de alternativas de tratamento de águas residuais com vista à sua reutilização nas mais vastas áreas. Como tal, procedeu-se ao estudo de um efluente industrial, previamente tratado e de características conhecidas.

Como objectivo paralelo, o projecto visa uma forte componente formativa, nomeadamente no que concerne a uma familiarização com toda uma gama de conceitos no âmbito do tratamento de águas, no contacto com o mundo real de trabalho e no diálogo com as entidades competentes e técnicos especializados na área em estudo.

O efluente industrial em causa é proveniente de uma indústria de tratamento de superfícies, a qual produz perfis de alumínio para a aplicação em sistemas para arquitectura, perfis *standard* e perfis para a indústria em geral.

Os processos envolvidos na produção dos referidos perfis de alumínio passam pela extrusão e tratamento de superfície (anodização e lacagem) dos mesmos.

Actualmente, a empresa desenvolve as suas operações produtivas em três departamentos:

– Fábrica de Matrizes, onde ocorre a construção de praticamente todas as ferramentas de extrusão utilizadas na empresa, bem como pelos respectivos tratamentos térmicos em forno de vácuo;

– Departamento de Extrusão, onde estão instaladas três linhas de extrusão de perfis de alumínio, entendendo-se

por extrusão o processo que transforma os biletes de alumínio (matéria-prima) em perfis muito variados;

– Departamento de Tratamentos de Superfície, constituído por duas linhas semiautomáticas de anodização (processo electrolítico em que se faz a transformação da superfície de alumínio em óxido de alumínio) e por uma linha automática de lacagem (processo de pintura com base em pós de poliéster, termoendurecíveis).

Todos os processos industriais causam um impacte ambiental, desde o consumo de recursos até às emissões de qualquer tipo. Nenhum processo deve ser analisado isoladamente, mas sim todo o seu ciclo de vida, começando pela produção de matéria-prima, passando pela fabricação de produtos até à eliminação dos resíduos.

No âmbito de uma filosofia global da qualidade, a empresa procurou desde o início resolver os seus potenciais problemas ambientais. Deste modo, tendo em vista um desenvolvimento apoiado na sustentabilidade, de forma a minimizar os impactes ambientais das suas actividades e protegendo o meio ambiente para as gerações vindouras, a empresa criou a sua política de qualidade e ambiente. De acordo com a estratégia ambiental da empresa, foram assim definidos os objectivos e metas ambientais, bem como o programa de gestão ambiental para as áreas consideradas prioritárias.

Desde 1982 que a empresa possui uma estação de tratamento de águas residuais (ETAR) decorrendo nesta o tratamento de efluentes líquidos provenientes dos processos de anodização, de lacagem, do laboratório de tratamento de superfície e do processamento de matrizes.

Os efluentes referidos sofrem um tratamento físico-químico sendo os efluentes concentrados recebidos em tanques de retenção separados, colocados no início da ETAR. Os concentrados são de seguida adicionados aos efluentes diluídos, efectuando-se deste modo a neutralização e minimizando a adição de produtos químicos complementares. Posteriormente, ao efluente total neutralizado é adicionado floculante, seguindo-se sedimentação num tanque de Dortmund modificado. As lamas resultantes do tanque de sedimentação são espessadas, prensadas posteriormente num filtro-prensa até cerca de 75% de humidade e finalmente desidratadas até 15% de humidade.

Em termos de efluentes industriais, a ETAR encontra-se sujeita a licenciamento próprio e presentemente o efluente tratado é descarregado para a vala dos Bragas, que por sua vez se liga ao esteiro de S. Pedro. O laboratório do tratamento de superfícies é responsável pela realização mensal de análises ao efluente final, determinando os valores de SST, CQO e pH. No entanto, periodicamente são solicitadas análises mais completas a um laboratório externo.

Relativamente aos efluentes domésticos, a empresa possui o licenciamento municipal para ligação ao colector municipal.

A recirculação do efluente da ETAR para utilização nos processos é sobretudo uma medida de poupança do recurso aquático existente, de tal modo que urge a necessidade de se fazer um estudo das alternativas de tratamento para este efluente já tratado e de características conhecidas, sendo este o objectivo do trabalho.

2 – Material e métodos

Numa primeira fase do estudo do efluente industrial, começou-se por uma familiarização com a instalação e com os **processos** nela existentes, incluindo a ETAR.

Após o conhecimento da empresa, fez-se um levantamento dos registos históricos (compreendidos entre Janeiro de 2000 e Junho de 2002) relativos às análises das águas do furo (água de abastecimento) e da ETAR (efluente), realizadas periodicamente em laboratórios especializados, ou seja, procedeu-se à **identificação das características do efluente** tal e qual é actualmente lançado no meio receptor e das **características da água de abastecimento** dos processos.

Com estes dados, procedeu-se à comparação dos valores dos vários parâmetros, uma vez que o importante nesta primeira fase do estudo era **avaliar as diferenças de características** existentes entre o efluente e a água do furo, dado que os valores do primeiro não podiam, numa primeira análise, exceder os valores máximos do último para que este pudesse ser reutilizado nos processos sem sofrer qualquer tipo de tratamento. De modo a termos a mesma base de comparação entre a água do furo e do efluente, houve nesta fase necessidade de se requisitarem novas análises ao efluente relativas a alguns parâmetros sem registo, uma vez que estes não são exigidos pela legislação em vigor para descargas (Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto – anexo XVIII – e Portaria n.º 1030/93, de 14 de Novembro), e a parâmetros para os quais o método de detecção apresentava um limite pouco sensível, do ponto de vista de água para consumo.

Na fase seguinte, procedeu-se à análise da rede de distribuição da água do furo, a fim de perceber as **necessidades de água** ao longo dos processos. Procedeu-se também a uma análise mais pormenorizada destes para determinar as necessidades da qualidade da água.

A par com a determinação das necessidades de água nos vários processos, surgiu a necessidade de se conhecerem os valores dos **caudais** quer totais, quer individuais de cada processo. Pretendia-se com este estudo saber as quantidades de água necessárias a cada processo, caso se decidisse por uma reutilização não total, mas parcial, na indústria. Assim, para cada um deles, fez-se um levantamento dos valores mínimos e máximos registados diariamente.

Como um dos **parâmetros de controlo** da água, dos vários processos da empresa, é a **condutividade**, tornou-se necessário a realização de um estudo detalhado deste parâmetro e da forma como a concentração de vários elementos químicos presentes no efluente poderia ter influên-

cia na condutividade. Para a realização deste estudo (decorrido no laboratório do Departamento de Tratamento de Superfícies da empresa), prepararam-se várias soluções artificiais dos parâmetros com diferenças significativas entre a água do furo e do efluente, nomeadamente ferro, alumínio, fluoretos, sulfatos, cloretos, nitritos e nitratos.

Prepararam-se soluções-padrão dos parâmetros mencionados, a partir de soluções-mãe de sais contendo os referidos elementos, tendo o cuidado de inserir na gama de padrões a concentração existente no efluente:

- Sulfato de potássio e sulfato de sódio anidro (1000 - 4000 ppm);
- Fluoreto de sódio e bifluoreto de amónia (0,1 - 1,5 ppm);
- Sulfato de alumínio 18-hidratado (0,2 - 1,2 ppm);
- Cloreto de amónia e bifluoreto de amónia (1,0 - 4,0 ppm);
- Cloreto de amónia e cloreto de sódio (50 - 200 ppm);
- Nitrato de potássio e nitrato de sódio (10 - 45 ppm);
- Nitrito de sódio (0,01 - 1,2 ppm);
- Fosfato de potássio e fosfato de sódio (0,02 - 0,14 ppm);
- Cloreto férrico (0,02 - 0,14 ppm);

Preparadas as soluções, procedeu-se à leitura da condutividade num condutivímetro previamente calibrado como se ilustra na figura seguinte:

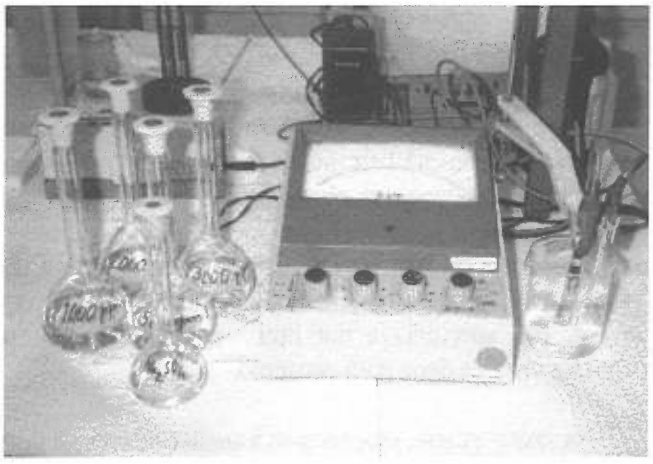


***Figura 1** – Leitura da condutividade com o auxílio de um condutivímetro.*

Seguidamente, procedeu-se à determinação das exigências do processo em termos de condutividade, de modo a se estabelecer um **limite máximo** deste parâmetro.

Identificados os parâmetros mais problemáticos do efluente a reutilizar (nomeadamente, sulfatos), o passo seguinte foi a **pesquisa bibliográfica** de alternativas de tratamento existente para a remoção destes, a fim de ser possível obter uma água com as características desejadas.

Realizada a pesquisa teórica, seguiu-se uma **consulta de mercado** de modo a se estabelecerem **contactos** com empresas fornecedoras de equipamento adequado ao problema exposto. Este contacto foi precedido pelo envio de um fax relativo ao caso em estudo, indicando as características do efluente a tratar.

Seguiu-se um período de espera de respostas por parte das empresas contactadas atendendo a vários aspectos como: técnicas de tratamento alternativas; princípios de funcionamento e operação; custos de investimento aproximados; custos em consumíveis aproximados; características dos efluentes resultantes; resíduos sólidos produzidos.

De modo a se testar a eficiência das várias técnicas de tratamento de remoção de sulfatos (e consequentemente redução da condutividade) resultantes da pesquisa bibliográfica, realizou-se uma série de **ensaios** laboratoriais que se basearam em processos de adsorção, permuta iónica e osmose inversa.

Nos ensaios de **permuta iónica** e de **adsorção**, seguiu-se o esquema clássico da passagem de uma solução através de um leito de material sólido. Tendo em conta as condições impostas num processo desta natureza, colocou-se o permutador iónico e o material adsorvente, respectivamente para permuta e adsorção, numa coluna com uma altura importante em relação ao seu diâmetro sem ocupar todo o seu espaço.

Como permutador iónico utilizaram-se zeólitos e para a adsorção utilizaram-se carvão activado, argila e Leca®, ilustrados na figura seguinte:

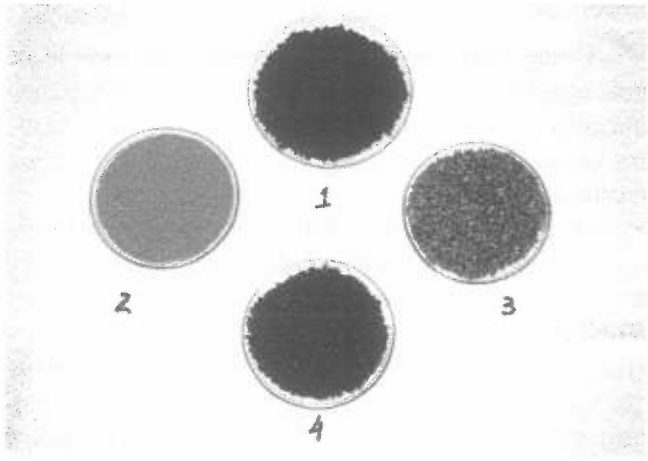


***Figura 2** – 1 - carvão activado; 2 - argila; 3 - zeólitos; 4 - Leca®.*



***Figura 3** – Ilustração do equipamento de osmose inversa utilizado nos ensaios realizados.*

Fez-se passar o efluente a tratar, com um caudal de 12 mL/min, pela coluna e recolheram-se amostras em intervalos de tempo espaçados, procedendo-se de seguida às leituras das condutividades respectivas.

Para a realização do **ensaio de osmose inversa** foi essencial a colaboração da empresa Micro PAL (uma das empresas contactadas), a qual possui um equipamento à escala laboratorial e no qual foi testado o efluente em estudo.

Este equipamento possui um sistema de regulação de pressão e caudal que permite o ajuste destes, de modo a jogar-se com as percentagens de remoção obtidas e pretendidas.

Realizaram-se três ensaios, de modo a se testarem as eficiências, não só do sistema de osmose, como também deste, precedido de adsorção por carvão activado e argila. No primeiro ensaio fez-se passar o efluente unicamente pelo sistema de osmose inversa, obtendo-se um rejeitado e um recuperado (ensaio I). Num segundo e terceiro ensaios, a anteceder a passagem do efluente pela osmose inversa, colocou-se na coluna argila e carvão activado (ensaios II e III, respectivamente) a fim de se testar a possível remoção de sulfatos nesta. Estes ensaios estão esquematizados na figura 4.

Considerou-se útil estudar e dimensionar a técnica de permuta iónica, de modo a se estabelecer uma comparação com o sistema de osmose inversa.

Tendo como base um conjunto de dados reais e teóricos, realizou-se um **dimensionamento** de duas colunas de **permuta iónica** (catiónica e aniónica) e fez-se uma **estimativa do seu custo**, como se descreve seguidamente. Este dimensionamento teve como base um exercício de cálculo realizado nas aulas teórico-práticas da disciplina de Técnicas de Tratamento de Águas e Efluentes I (do curso de Engenharia do Ambiente desta Universidade), que por sua vez se baseou em ensaios decorridos nos laboratórios do Departamento de Ambiente e Ordenamento no âmbito de um projecto de investigação. Dada a semelhança deste com o caso em estudo, foram adoptados os mesmos dados, assim como os valores do enunciado referentes à variação da concentração de Na^+ ao longo do tempo. Os dados reais adoptados referem-se a dados fornecidos pela empresa, nomeadamente os custos de resina e de regenerante.

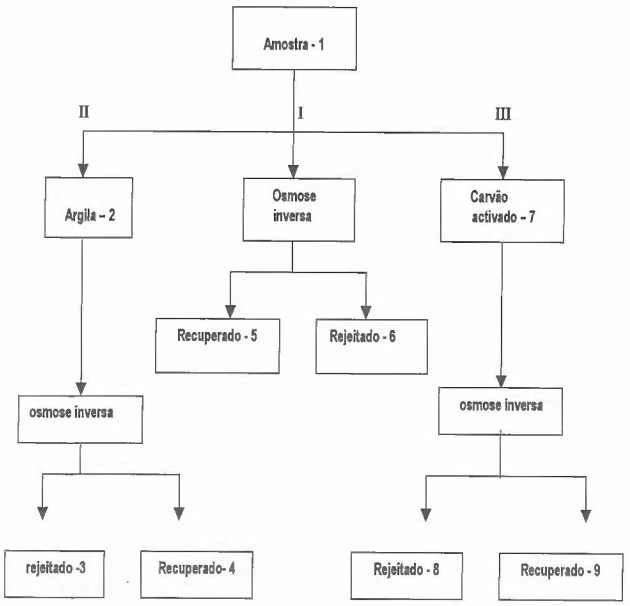


Figura 4 – Esquema dos vários ensaios realizados com passagem do efluente por osmose inversa e/ou carvão activado e/ou argilas.

Dados teóricos e reais do dimensionamento das colunas de permuta iónica

ti (min)	Ci $_{Na+}$ (mg/L)
9,3	0,393
25,3	0,319
43,2	8,89
59,7	61,6
76,2	252

– resina catiónica: Amberlite IR – 118H
– caudal de troca: 12 mL/min
– massa de resina: 34,96 g
– caudal a tratar = 15 m^3/h = 360 m^3/d
– concentração inicial – Co = 1800 mg/L
– custo de resina/L = € 5
– custo de regenerante/kg (HCl) = € 0,15

Para o cálculo da massa de resina catiónica necessária ao tratamento do caudal em causa, procedeu-se ao cálculo da capacidade útil desta, que é dada por:

$$Cu = [\Sigma (Co - C\Delta ti)\, \Delta Vi] / M_{resina} \qquad 1)$$

Pretendeu-se realizar a permuta até que se atingisse uma condutividade de aproximadamente 300 μS/cm. Para tal, foi necessário conhecer o valor de concentração de Na^+ no efluente tratado correspondente a este valor de condutividade. Consultando a figura 8, estimou-se que a concentração de Na^+ seria cerca de 150 mg/L. Deste modo, os cálculos efectuaram-se até Ci=150 mg/L, tendo sido necessário conhecer o tempo (ti) correspondente a este valor de concentração. Para tal, ajustou-se graficamente uma curva aos pontos teóricos, tendo-se obtido um valor para ti aproximadamente de 68 minutos. Depois de encontrado o valor de ti, e para o cálculo da capacidade útil da resina, realizou-se uma série de cálculos auxiliares apresentados na tabela 4 dos resultados.

Uma vez que a empresa Micro P. A. L. dispõe deste tipo de tratamento, foi feito um pedido de orçamento de um sistema de permuta iónica para tratar o efluente em estudo, de modo a se poder estabelecer uma comparação entre os custos orçamentados pela empresa e os por nós estimados.

Numa última fase do estudo, e depois de recebidas todas as propostas das várias empresas contactadas, procedeu-se à **análise** destas tendo em conta não só os custos de investimento, mas também custos de manutenção, eficiências dos processos propostos e efluentes e resíduos resultantes, a fim de se optar pela **solução mais vantajosa** para a empresa.

3 – Resultados

3.1 – Características do efluente e água do processo industrial

Tendo como base o levantamento histórico de análises, definiram-se os valores mínimo e máximo para a água do furo e efluente, de modo a se estabelecer uma comparação entre estes dois tipos de água.

Parâmetros (mg/L)	Água para consumo hum.		Água do furo		Descarga de efluentes		Efluente	
	VMR	VMA	mínimo	máximo	VMA	VLE	mínimo	máximo
Alumínio	0,05	0,2	0,01		5	5	<0,4	0,8
Cádmio total		0,005	<0,03		0,2	0,2	<0,005	<0,01
Chumbo total		0,05	<0,03		1	1	<0,015	<0,06
Cianetos totais			<0,005		0,1	0,1	<0,005	0,1
Cobre total	0,1(3)		0,02		2	2	<0,015	<0,02
Crómio VI			0,01			0,1	0,02	<0,1
Crómio total			0,02			2	<0,005	0,02
Estanho			<0,005		2	2	<0,025	<0,2
Ferro total	0,05	0,2	0,68		5	5	0,05	0,1
Fluoretos			0,23		15	15	<0,2	3,5
Fósforo total			0,16			10	0,021	<0,5
Sódio							1796	2216
Hidrocarbonatos totais		0,01	<0,20		5	5	<0,03	<0,3
Níquel total		0,05	0,0391		5	5	<0,04	<0,2
Bicabornatos			134,6	147,5				
Nitritos		0,1	0,017	0,13	1	1	0,03	0,82
Nitratos	25	50	2,2	<5		50	19	36
Zinco	0,001(0,005		0,08		5	5	<0,02	0,41
Azoto amoniacal	0,05	0,5	<0,01	<0,5		10	2,49	
Azoto total		1	<0,5			15	3,1	
Cloro residual disp-total			<0,01			1		
Detergentes			0,03			2	<0,25	
Fenóis		0,5	<0,11			0,5	<0,004	
Manganês total	0,02	0,05	0,0374			2	0,062	
Mercúrio total		0,01	0,005			0,1	<0,002	<0,003
Óleos e gorduras			<0,20			15	0,1	0,3
Sulfatos	25	250	20	55,8		2000	2000	3300
Sulfitos			11,6			1	0,15	
Sulfuretos			0,017			1	0,01	
Cloretos	25		34,1	448			104	
Flúor							<0,2	
Fosfatos	0,4	5	3,17		10		<0,02	<0,08
Prata		0,01					<0,04	
CBO5 (20ºC)						40	46	55
CQO						150	50	83
pH			7,65	8,2		6,5-8,5	7	7,6*(19)
Sólidos dissolvidos total			213	307				
SST						60	4	6
Oxidabilidade	2	5	0,088	1,3				
Condutividade			277	488			3100	
Dureza total			74,3	86,5				
Alcalinidade			97,7	120,94				
Temperatura			19,9	24,2				
Cor			5	10				
Turvação			2,28	5,94				

***Tabela 1** – Valores legislados de acordo com o Decreto-Lei n.º 236/98, para descargas e consumo humano, e valores mínimos e máximos verificados para os vários parâmetros do efluente e do furo.*

De referir que os valores representados na tabela com o símbolo "<" resultaram de análises efectuadas usando um método de detecção pouco preciso.

Analisando os valores máximos verificados para o efluente tratado e comparando-os com os valores limite de descarga, foi possível verificar que todos os outros parâmetros cumprem as normas, com excepção, em algumas amostras, dos sulfatos e do CBO_5. Atendendo a que estes valores (mínimo e máximo) correspondem a um levantamento histórico de análises efectuadas ao efluente, constatou-se que a ETAR assegura o correcto tratamento dos efluentes produzidos.

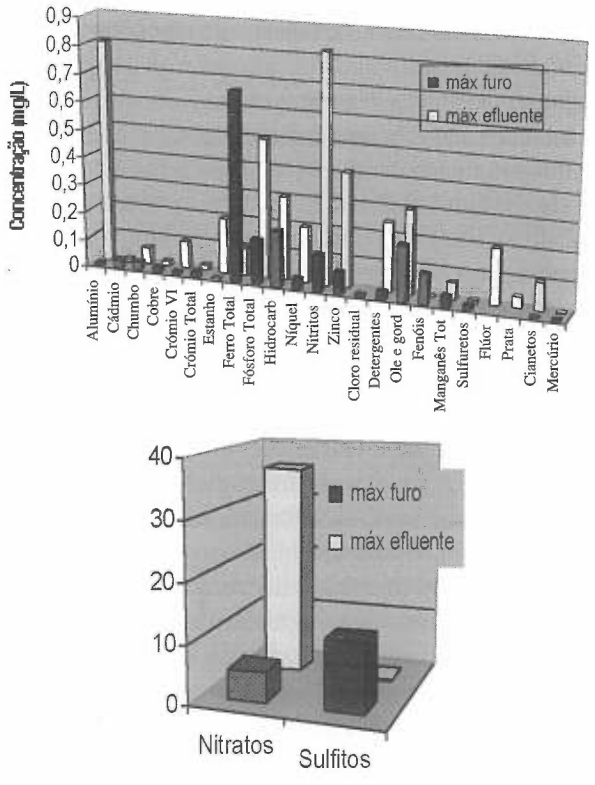
A concentração de sulfatos situa-se no limite do valor limite de emissão (VLE), tendo sido o seu valor máximo observado para 3300 mg/L. Este facto deve-se ao uso de NaOH para a sua precipitação em vez de CaO, sendo que o produto de solubilidade de $CaSO_4$ é inferior, o que permitiria diminuir a concentração de SO_4^{2-}. Contudo, o NaOH é um efluente da fábrica e, além de ser necessário tratá-lo na ETAR, o seu uso na neutralização do efluente e formação de Na_2SO_4 minimiza o consumo de produtos químicos adicionais.

Importa referir que o VLE é entendido como uma média mensal, definida como média aritmética das médias diárias referentes aos dias de laboração de um mês, o qual não deve ser excedido. No entanto, o valor diário, determinado com base numa amostra representativa da água residual descarregada durante um período de 24 horas, não poderá exceder o dobro do valor médio mensal [10]. Como as análises realizadas correspondem a 24 horas, aceita-se que o valor desta possa atingir o dobro do VLE exigido na lei de descargas em vigor. Assim, apesar de a concentração de sulfatos do efluente se encontrar acima do VLE, esta não se revela preocupante uma vez que, apesar de ultrapassar o valor legislado, não excede o seu dobro.

O facto de o valor de CQO ser bastante inferior ao VLE respectivo, e atendendo à relação existente entre os parâmetros CQO e CBO_5, leva a que não seja preocupante o CBO_5 ultrapassar o VLE, até porque a diferença acima do VLE será da ordem de grandeza da variabilidade associada ao método da determinação do CBO_5, que usa sementes microbiológicas. Claramente trata-se de um efluente com pouca matéria orgânica, não sendo sequer o CBO_5 um parâmetro de controlo exigido pela licença de descarga.

No que diz respeito às análises à água do furo (água de abastecimento) e tendo em conta que os valores máximos recomendáveis e máximo admissíveis são referentes à água para consumo humano, foi possível concluir que esta água é de óptima qualidade. A existência de parâmetros, como o ferro total e cloretos, que excedem os VLE respectivos, não põe em causa a sua utilização nos processos operados; apenas significa que não se pode beber directamente esta água.

3.2 – Comparação entre os valores máximos dos parâmetros da água do furo e do efluente



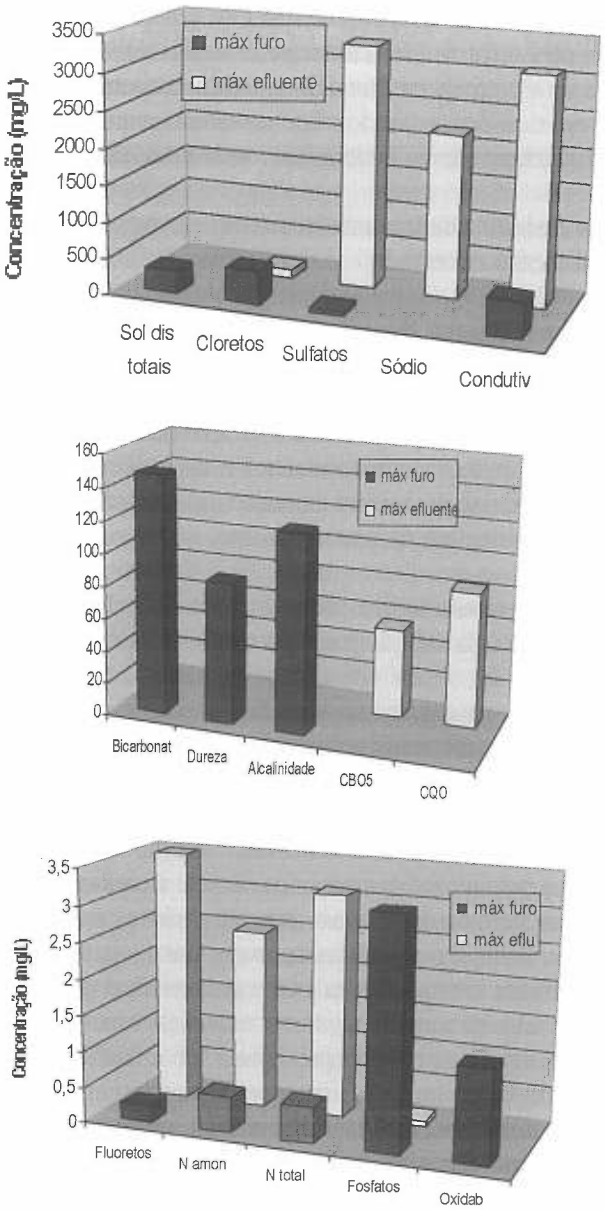


Figura 5 – Valores máximos da concentração do efluente e do furo em função dos vários parâmetros (os parâmetros representados a tracejado correspondem a análises pouco precisas).

Como foi acima referido, existem análises efectuadas a alguns parâmetros para as quais não há valores exactos (valores representados a tracejado nos gráficos anteriores). Este facto leva a que, para tais parâmetros, não se possa estabelecer uma comparação rigorosa entre os dois tipos de água.

Da análise comparativa entre os valores máximos registados para a água do efluente e do furo, verificou-se, como seria de esperar, que, para alguns parâmetros, os valores do primeiro são superiores aos do último, nomeadamente no caso de: condutividade, sulfatos, nitratos, nitritos, azoto amoniacal e total, fluoretos e alumínio. Verifica-se também, através da comparação da relação CBO/CQO e oxidabilidade, que a matéria orgânica é superior no efluente. Para outros parâmetros, como sejam, dureza total, alcalinidade, temperatura, cor e turvação, não foi possível estabelecer qualquer comparação uma vez que só existiam dados para a água do furo.

Em relação aos parâmetros relativos à água do furo, ferro, sulfitos e cloretos, verificou-se que estes, ao contrário dos restantes parâmetros, excediam os valores respectivos do efluente. De facto, não é de admirar um valor mais elevado de ferro no furo, uma vez que toda a água da zona de Aveiro é caracterizada por altos teores deste metal.

Devido a parte dos parâmetros do efluente serem superiores aos da água do furo, considerou-se haver necessidade de proceder ao seu tratamento e consequente remoção até valores abaixo dos observados para a água de abastecimento. No entanto, e após uma análise detalhada com o técnico responsável por alguns dos processos decorrentes na empresa, verificou-se que a presença de sais indesejáveis na operação dos vários processos era controlada apenas através da medição da condutividade, de tal modo que era imperativa a sua redução para posterior reutilização. Assim, o estudo subsequente centrou-se neste parâmetro, considerando que todos os outros não punham em causa a recirculação do efluente. Para tal, e de modo a perceber quais os elementos causadores da elevada condutividade, fez-se um estudo deste parâmetro como se descreveu na metodologia.

3.3 – Caudais das águas de processos

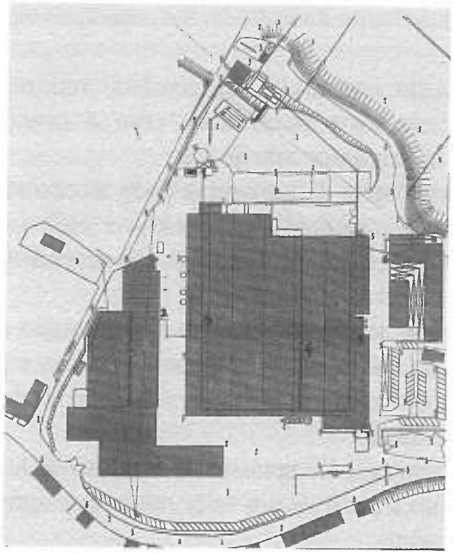


Figura 6 – Planta esquemática da empresa e respectivas condutas de abastecimento aos vários processos.

1 – furo – Q=16 m^3/h
2 – linha de abastecimento à Lacagem – Q=6 m^3/h
3 – linha de abastecimento à Anodização – Q=7 m^3/h
4 – linha de abastecimento à Extrusão – Q=0,820 m^3/h
5 – linha de abastecimento à Secção de Processamento de Matrizes – Q=0,06 m^3/h
6 – linha de abastecimento à Fábrica de Matrizes – Q=0,09 m^3/h

À medida que se procedia ao levantamento dos dados relativos aos caudais, verificou-se que para os processos de Extrusão, de Processamento de Matrizes e Fabrico de Matrizes (4, 5 e 6), este valor era desprezável quando comparado com o caudal que se pretendia reutilizar. Por outro lado, os caudais dos processos da Lacagem e Anodização eram significativos.

Deste modo, concluiu-se que a reutilização da água seria mais vantajosa e viável se fosse geral, pelo que, e dado o caudal de abastecimento ser ligeiramente superior ao caudal reutilizado, a água recirculada seria conduzida para um depósito, onde sofreria uma mistura com a água do furo. Assim, as condutas actuais que abastecem os vários processos manter-se-iam.

3.4 – Estudo da condutividade

Os resultados obtidos foram representados graficamente como se pode ver na figura seguinte:

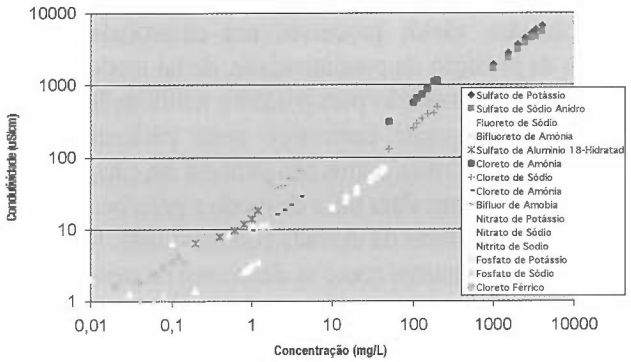


Figura 7 – Variação da condutividade com a concentração das várias soluções.

Realizado este ensaio, foi possível confirmar que a condutividade varia linearmente com a concentração, tirando-se as seguintes conclusões:

– A existência de uma recta onde se encontram alinhados os sais constituídos por potássio e sódio indica que a condutividade destes mesmos sais está dependente destes elementos;

– Para os sais que tenham o mesmo anião em igual concentração, variando os elementos de sódio e potássio, verifica-se que o que tem maior influência na condutividade é este último;

– A influência do potássio na condutividade dos sais só se verifica a partir de um valor mínimo de aproximadamente 0,5 ppm;

– Para os sais de cloreto observa-se que tem maior influência o NH_3 relativamente ao sódio;

– As condutividades do bifluoreto de amónia e fluoreto de sódio são praticamente iguais. Como a amónia tem maior influência que o sódio, verificamos que o fluoreto tem maior contribuição para a condutividade que o bifluoreto;

– As condutividades do bifluoreto e fluoreto são superiores às do potássio e sódio;

– Amónia, fluoretos e alumínio alinham-se numa outra recta contribuindo com valores mais altos para a condutividade.

Como principal conclusão deste estudo, verificou-se que a elevada condutividade presente no efluente é devida à grande concentração de sulfatos existentes, uma vez que esta substância está presente em concentrações que justificam os valores de condutividade verificados no efluente.

Deste estudo estipulou-se que para reduzir a condutividade para cerca de 350 µS/cm (valor médio registado para a água de abastecimento) teria de se reduzir a concentração de sulfatos e catiões associados. Este passaria a ser então o objectivo do tratamento do efluente com vista à sua reutilização.

3.5 – Sistemas de tratamentos alternativos para o caso em estudo

Da pesquisa teórica realizada resultaram algumas alternativas de tratamento para a remoção de sulfatos, nomeadamente **permuta iónica**, **osmose inversa**, **electrodiálise** e **adsorção com carvão activado**.

Para melhor compreendermos estas técnicas de tratamento segue-se uma breve discrição das mesmas no que se refere ao princípio de funcionamento.

"A **permuta iónica** consiste na remoção de iões indesejáveis de uma solução por troca com iões da mesma carga existentes em certas substâncias insolúveis. O processo envolve a passagem da solução através da substância insolúvel, denominada permutador iónico, a qual pode ser um mineral do grupo dos zeólitos ou uma resina orgânica sintética. Quando este permutador atinge a exaustão, efectua-se a sua regeneração com uma solução adequada, de modo a restituir os iões perdidos durante a permuta" [4].

Os permutadores mais utilizados são as resinas sintéticas. Estas são utilizadas na maior parte das aplicações de permuta iónica, pois as suas características podem ser controladas de modo a satisfazer requisitos específicos. As resinas sintéticas que se apresentam sob a forma de grãos são compostos orgânicos insolúveis constituídos por uma matriz de hidrocarbonetos associada a grupos funcionais iónicos que vão interagir com os iões. Estas podem classificar-se de acordo com os seguintes critérios:

– Tipo de matriz, as mais comuns apresentam matriz de poliestireno;

– Grupos funcionais, resinas catiónica e aniónicas que permutam catiões e aniões respectivamente;

– Estrutura física (resina tipo gel e macroporosas);

– Função, resinas específicas, como, por exemplo, resinas quelantes.

A operação de permuta iónica realiza-se normalmente numa coluna que contém um leito fixo de resina. Nesta, considera-se que a reacção entre os iões em solução e a resina ocorre numa zona bem definida, a qual se designa zona de saturação [5].

Durante o tratamento o efluente vai passando pela coluna até que esta fique saturada com os iões que retira da solução, isto é, até se atingir o ponto de *breakthrough* no qual os iões que se pretendem remover começam a surgir na solução efluente. Neste ponto diz-se que a resina atingiu a sua capacidade de operação – capacidade útil, iniciando-se a partir deste ponto a fase de *backwash*, de modo a remover partículas e sólidos acumulados, e regeneração da resina

com uma solução concentrada contendo os iões originais. Assim promove-se novamente o equilíbrio como é ilustrado no exemplo que se segue: para um permutador aniónico

$$R.(OH)_2 + SO_4^{2-} \leftrightarrow R.SO_4^{-} + 2OH^{-}$$

sendo a regeneração

$$R.SO_4^{2-} + 2OH^{-} \leftrightarrow R.(OH)_2 + SO_4^{2-}$$

A técnica de **osmose inversa** é um processo membranar de alta pressão no qual se separam essencialmente sais dissolvidos e compostos orgânicos da água. Esta é forçada a atravessar a membrana devido a a pressão aplicada à solução de alimentação exceder a pressão osmótica da solução de sais.

Reverte-se o fenómeno da osmose, pois o fluxo de solvente irá ser da solução mais concentrada (solução a tratar) para a mais diluída (solução tratada). A força motriz para a operação em osmose inversa será então a diferença entre as pressões de operação e osmótica [6].

"As membranas semipermeáveis são membranas finas e porosas que permitem a passagem de solvente (água) mas não de solutos. Podem ser constituídas por vários materiais, sendo as mais comuns compostas por cadeias de hidrocarbonetos como acetato de celulose ou poliamida. Podem ser simétricas ou assimétricas, dependendo da distribuição da porosidade ao longo da membrana, planas ou sob a forma de fibras ocas. Estas membranas são colocadas em módulos, que lhes providenciam o meio e o suporte para a operação de tratamento da água" [4].

Neste tipo de processo, a turbidez e os sólidos suspensos devem ser removidos, de tal modo que é fundamental a existência de um pré-tratamento. A água a tratar deve ter baixos níveis de CQO e CBO, uma vez que, se estes se apresentarem em níveis elevados, poderão causar problemas ao nível do crescimento de bactérias, podendo estas provocar danos nas membranas e consequentes incrustações. Algumas membranas não toleram o cloro residual, devendo este ser removido da água a tratar.

Em relação à **electrodiálise,** esta consiste num processo electroquímico, pelo qual os iões são transferidos através das membranas de uma solução menos concentrada para uma solução mais concentrada como resultado da passagem de uma corrente eléctrica directa. A corrente de água é tangencial à membrana, enquanto que a corrente dos iões é perpendicular a esta. Este processo permite, assim, separar espécies iónicas de soluções aquosas e outros componentes sem carga.

A força motriz é então uma fonte de corrente eléctrica que faz com que os iões atravessem as membranas. Estas designam-se membranas catiónicas e aniónicas na medida em que são permeáveis apenas a catiões e aniões, respectivamente. Os iões dissolvidos, as membranas aniónica e catiónica e o campo eléctrico estão combinados para garantir uma desmineralização da água e concentrar os iões removidos numa corrente líquida saturada de alta concentração. A membrana catiónica é carregada negativamente sendo permeável a catiões como Na^{+}, Ca^{2+}, enquanto que é impermeável a aniões como Cl^{-}, SO_4^{2-}, etc. As membranas aniónicas são carregadas positivamente e funcionam ao contrário. Esta selectividade é a base do processo de electrodiálise [7].

Como todas as técnicas de tratamento, a electrodiálise apresenta vantagens e desvantagens. Como vantagem temos um custo de manutenção reduzido pelo facto de apresentar um baixo consumo de energia. O facto de a remoção ser restringida a componentes iónicos, de o processo ser pouco económico para soluções muito concentradas e de ser sensível a fenómenos de incrustações (que podem ser reduzidas por um pré-tratamento ou reversão da corrente), apresentam-se como algumas das desvantagens da electrodiálise.

Por fim, a última técnica referida, a **adsorção por carvão activado**, "constitui uma operação muito eficiente para remoção de poluentes específicos ou de um grupo de poluentes, especialmente indicada para substâncias refractárias, isto é, que permanecem nas águas residuais mesmo após estas passarem por outros tratamentos, e substâncias perigosas, como alguns metais pesados" [1].

O carvão activado existe em pó (sendo aplicado sob a forma de uma suspensão) e em grânulos, sendo esta a forma mais vulgar, utilizada sob a forma de leito gravítico ou de pressão. Quando a capacidade de adsorção do carvão se esgota em consequência da utilização, é possível proceder à sua regeneração, por aquecimento até à volatilização dos compostos adsorvidos.

3.6 – Ensaios laboratoriais

Adsorção e permuta iónica

Condutividade do efluente lida antes da realização dos ensaios – 3000 µS/cm:

	Adsorção			Permuta Iónica
	Argila	Leca®	Carvão Activado	Zeólito
1ª Amostra	2900	3000	3000	2700
2ª Amostra	2900	3000	3050	2700

Tabela 2 – Valores da condutividade (mS/cm) lidos no decorrer dos ensaios de adsorção e permuta iónica.

Da realização destes ensaios foi possível verificar que os sistemas de permuta iónica e de adsorção se revelam ineficientes quando se preenche a coluna com os materiais referidos. De facto, fazendo passar o efluente por carvão activado, argila, zeólitos ou Leca®, não se observou redução significativa da condutividade, não sendo, portanto, atingido o objectivo pretendido.

Osmose inversa

Desta experiência laboratorial obtiveram-se os seguintes resultados:

	Análises	Condutividade (µS/cm)	pH	Sódio (mg/L)	Sulfatos (mg/L
	1 - Amostra	2680	7.22	1796	2930
I	2 - Argila	3290	6.14	2285	2910
I	3 - OI-Rejeitado	5720	6.77	3840	7860
I	4 - OI-Recuperado	45.4	6.11	25.3	0.02
II	5 - OI-Recuperado	71.5	6.30	30.6	0.02
	6 - Rejeitado	4880	7.10	3399	7610
	7 - Carvão Activado	2390	8.38	1530	3020
III	8 - OI-Rejeitado	4800	8.45	3510	7780
	9 - Recuperado	50.8	9.58	40.3	0.023

Tabela 3 – Resultados obtidos de condutividade, pH, sódio e sulfatos para as várias análises de acordo com o esquema (figura 5) apresentado na metodologia.

Da análise da tabela anterior constatou-se que é conseguida uma remoção de sulfatos e condutividade para os casos em que o efluente passa pelo sistema de osmose inversa (análises 4, 5 e 9). Contudo, da análise 5, pôde concluir-se que somente a osmose, sem qualquer tipo de tratamento a anteceder, é suficiente, sendo dispensável o uso de carvão activado ou argilas, o que havia sido constatado nos ensaios anteriores de adsorção.

3.7 – Dimensionamento do sistema de permuta iónica e estimativa de custos

Dimensionamento

De notar que estes cálculos, apesar de poderem não apresentar grande rigor, servem como base de comparação entre os custos dos processos de osmose inversa e permuta iónica.

De acordo com a metodologia indicada efectuaram-se os seguintes cálculos de modo a se calcular a capacidade útil da resina catiónica.

Ci_{Asi}	$Co - Ci_{Asi}$	ΔVi (L)	$(Co - C_{Asi})$ ΔVi
0,197	1799,8	0,112	211,4
0,356	1799,6	0,192	345,5
4,60	1795,4	0,215	386,0
35,2	1764,8	0,198	349,4
106	1694,0	0,1924	156,5
			Σ 1,449 g

Tabela 4 – Tabela auxiliar ao cálculo de S (Co - C_{Di}) DVi.

Pela equação 1) resulta:

$$Cu = 1,449 / 34,96$$
$$= 0,0414 \text{ g } Na^+ / \text{ g resina}$$

• massa de resina catiónica necessária para tratar o caudal de 360 m^3/d

1,8 g ——— 1 l
x g ——— $360*10^3$ l

x = 653400 g (massa de Na^+)

• massa de resina catiónica = ?

1,449 g Na^+ ——— 34,96 g de resina
653400 g Na^+ ——— M resina

M resina = $1,5764 * 10^3$ = 15767 kg resina

Considerando a densidade da resina aproximadamente 0,5, temos que o volume de **resina catiónica** necessária para tratar o caudal em causa será 30 m^3.

Uma vez que se pretendeu realizar uma estimativa de custos, considerou-se que o volume de **resina aniónica** destinada à remoção de sulfatos seria sensivelmente idêntico ao da resina catiónica (30 m^3).

Deste modo, para o tratamento do efluente industrial por um sistema de permuta iónica serão necessários 60 m^3 de resina.

Se concretamente (caso do sistema de permuta da empresa) são necessários 20 l de **regenerante** (HCl a 25%) para tratar 20 m^3 da solução, para tratar o Q efluente de 360 m^3/d serão necessários 360 l/d, ou seja, o volume de reagente é igual a 360 l/d.

Estimativa dos custos

Dado que o custo da resina é € 5/l e que o volume de resina necessário é de 60 000 l, o custo total de resina será de € 300 000/5anos, uma vez que a duração média destas é de cerca de 5 anos. Assim, o custo anual de resinas rondará os € 60 000.

Considerando que o custo do regenerante (HCl) é cerca de € 0,15 por kg e que r_{reag} = 1,3 kg/L, vem que

€ 0,15 ——— 1 kg
€ x ——— 1,3 kg/l

x = € 0,195/l (a 50%)

De referir que, como para efeitos de regeneração não é necessário HCl tão concentrado (50% como é adquirido no mercado), a empresa procede à sua diluição para 25%. Assim, o custo de regenerante a 25% será de € 0,097/l.

Então o custo de regenerante, tendo em conta o volume necessário, será

360 l/d * € 0,097/l = € 35/d

Considerando que se tem uma coluna aniónica e uma coluna catiónica, e sendo os cálculos de regenerantes semelhantes para uma e outra, vem que o custo diário dos regenerantes para as resinas de ambas as colunas será de € 35 * 2 = € 70/d ou € 19 250/ano.

Custo total (resina + regenerante) = € 79 259/ano ~= € 80 000/ano

Estimativa de custos pela empresa Micro P. A. L.

O custo total de um sistema deste tipo envolve os custos das colunas, da resina e do regenerante.

De acordo com a empresa Micro P. A. L., e para o caudal em questão, seriam necessárias 23 colunas para se realizar o tratamento ao efluente, uma vez que o volume máximo de cada coluna com que a empresa trabalha é de 660 l. O volume de resina necessário rondaria os 15 m^3. Uma vez que a densidade da resina utilizada pela empresa é de 0,7, em termos de peso, teríamos cerca de 10 t.

O preço de cada coluna com resina e respectivo regenerante é de cerca de € 9.227,76. No entanto, como seria necessário um número elevado de colunas, ao preço final seria realizado um desconto de cerca 50%. Segundo a empresa, os custos energéticos são praticamente desprezáveis dado o seu consumo ser mínimo.

Assim, o custo final, tendo em conta as colunas necessárias, seria de € 118 334 (coluna, resina e regenerante).

3.8 – Propostas de tratamento

Com vista à reutilização do efluente da ETAR, foram contactadas diversas empresas no domínio do tratamento de águas. Apresentado o caso de estudo (tipo de efluente e suas características), foi dado a conhecer o objectivo que se pretendia atingir: remoção de sulfatos de modo a verificar uma redução de condutividade de 3100 µS/cm até 300-350 µS/cm (dado ser este o parâmetro de controle da qualidade da água de abastecimento, apresentando o valor máximo 350 µS/cm), e foram pedidas soluções de tratamento.

Apesar de terem sido inúmeras as empresas contactadas, apenas deram resposta sete delas. Destas, só três foram satisfatórias, uma vez que uma delas informou não possuir equipamento para o tratamento específico solicitado; uma outra, ainda que tenha sugerido uma possível linha de tratamento, informou que possui tecnologia adequada para o efeito, sendo no entanto aplicada a caudais superiores ao do caso em estudo. Duas outras empresas revelaram algum interesse, limitando-se contudo a colocar algumas questões, sem nunca responder concretamente ao que lhe havia sido pedido. Com uma das empresas, Cilit, apesar de se ter chegado a reunir com um técnico da empresa, nunca foi, contudo, proposta nenhuma alternativa de tratamento ao efluente em estudo, dado que esta empresa apontava para a recirculação processo a processo e não total, como era objectivo. Outra das empresas a mostrar algum interesse por este caso concreto foi a Unisida, a qual, sem apresentar uma proposta de tratamento, sugeriu que se poderia neutralizar o efluente com cal e não com soda, minimizando-se, à partida, a elevada concentração de sulfatos. Contudo, e como já foi referido anteriormente, este processo conduzia ao uso adicional de produtos químicos no tratamento do efluente sem que houvesse aproveitamento da soda resultante dos processos.

Segue-se um breve resumo das propostas de tratamento apresentadas pelas restantes três empresas.

A **Alquímica** – Química Industrial, Lda, apresentou uma proposta de um equipamento baseado em **osmose inversa**, referindo os dados do projecto, uma breve descrição do equipamento, o modo de funcionamento, as características finais da água e os custos associados.

Segundo esta, a instalação seria constituída pelos seguintes elementos: bomba de pressurização (para enviar a água ao módulo de osmose inversa); grupo de osmose inversa (constituída por três módulos permeadores que deixam passar a água pura, removendo cerca de 98% das substâncias nela dissolvidos; o concentrado será conduzido à cabeça da ETAR, enquanto o permeado será alimentado à unidade *blending* para posterior abastecimento); sistema de *blending* (mistura) (como o permeado proveniente da unidade de osmose inversa possui uma salinidade demasiado baixa, está prevista a possibilidade de mistura automática desta corrente com cerca de 33% de água não dessalinizada); sistema de lavagem de membranas (sistema automático que evita o doseamento de produtos anti-encrostantes e as tradicionais lavagens das membranas); instrumentos que permitam um correcto e cómodo funcionamento do sistema (medidores de condutividade, manómetros, pressoestato, etc.).

Todo este sistema foi proposto com vista ao tratamento de um caudal de 1 m^3/h, sendo assegurados os seguintes valores para as principais características da água tratada para reciclagem:

– pH 6,5 – 8,5 (graus Sörensen);
– sulfatos < 25 mg/l;
– nitratos < 25 mg/l;
– condutividade < 40 µS/cm;
– débito de água tratada 5 m^3/h.

O preço do sistema descrito situa-se à volta de € 12 500, acrescendo o IVA à taxa legal em vigor. Todavia, para o caso em estudo o caudal é de 15 m^3/h e não de 1 m^3/h, valor para o qual foi feito o dimensionamento anterior. Deste modo, estabelecido novo contacto com a empresa, considerou-se que se podia assumir o mesmo tipo de equipamento mas a uma escala maior (que permitisse tratar o caudal em causa). A nível de custos, assumiu-se novo valor. Segundo a Alquímica, a estimativa para este novo tratamento seria de 8 vezes o custo do tratamento inicial, ou seja, 8 * € 12 500 (€ 100 000).

No seguimento do fax onde se apresentava o caso de estudo e após uma reunião solicitada pela empresa a fim de esclarecer algumas questões, a **Quimicaveiro** – Produtos e Equipamentos para Tratamentos de Água, Lda, apresentou o seguinte processo de tratamento constituído pelos seguintes equipamentos:

– **filtro de carvão activado** usado como escudo protector das resinas catiónicas, aniónicas e as respectivas membranas de osmose; este filtro é constituído por uma coluna em fibra de vidro bobinada com abertura inferior e superior; este equipamento está equipado com uma válvu-

la automática funcionando para pressões de serviço inferiores a 7 kg/cm^2; o custo total do filtro de carvão activado incluindo todos os equipamentos auxiliares (válvula, coluna, garrafa e sistema de distribuição, leitos filtrantes) é estimado em € 18.941,28.

– 2 unidades de **descalcificação** usadas na remoção de cálcio e magnésio, cada uma com um volume de 1200 l (volume do leito de resina catiónica forte); este equipamento inclui um permutador de iões em ciclo Na com sistema de regeneração, válvulas automáticas de 5 ciclos com corpos em bronze. Este equipamento rondará os € 36.381,36.

– unidade de **osmose inversa** constituída por 15 membranas, que permite um aproveitamento de 66–75% e rejeição de sais na ordem dos 95–98%. O custo de € 171.026,95 inclui a unidade de osmose, as membranas, tubagens, válvulas, pré-filtro, condutivímetro digital, alarmes…

Esta proposta foi orçamentada num total de € 226.349,59.

A **Micro P. A. L., Lda**, outra das empresas contactadas, desde logo se disponibilizou em fazer ensaios de modo a testar a eficiências dos seus sistemas de tratamento.

Tendo em conta o objectivo pretendido, a solução de tratamento apresentada pela empresa baseou-se num sistema de **osmose inversa**. De acordo com os vários ensaios, constatou-se não ser necessário preceder o sistema de osmose inversa por um processo de adsorção em carvão activado ou argilas, uma vez que se consegue atingir facilmente uma condutividade reduzida só com o primeiro.

Na proposta apresentada pela empresa, são referidos os bons resultados dos ensaios realizados, nomeadamente a redução de sódio, sulfatos e condutividade através do sistema de osmose inversa (de referir que após se terem realizado os ensaios descritos em 3.1.6, e de se ter verificado que o sistema de osmose era suficiente e eficiente para o tratamento em causa, a empresa procedeu à realização de novos ensaios, tendo em conta só este sistema, de modo a testar quais os melhores resultados de acordo com as percentagens de recuperação pretendidas). Para além disso, é salientada a elevada percentagem de recuperação de água conseguida com este sistema, que pode atingir os 90%, tendo sido esta a base do orçamento apresentado. A empresa garante então os seguintes valores para o efluente tratado (recuperado–2) de acordo com a percentagem de recuperação referida.

Análise	Condutividade (µS/cm)	pH	Sódio (mg/L)	Sulfatos (mg/L)
- Amostra	2740	7,31	1775	2880
-Recuperado	74,7	7,06	43,5	0,18
-Rejeitado	4811	7,01	3482	7520

O sistema de osmose inversa proposto é antecedido de um filtro de areias de 5 mm que permite que a manutenção do filtro de osmose inversa seja baixa, aumentando a eficiência de filtragem, permitindo assim um aumento do tempo de vida das membranas. O sistema é então composto por um pré-filtro de 5 micrómetros para remoção de partículas sólidas, por seis membranas de osmose inversa, por seis manómetros de pressão, por duas bombas de pressão e por um sistema de dosagem para limpeza química. O efluente a tratar passa então por um filtro de areia, seguindo ao sistema de osmose inversa de onde resulta o filtrado que retorna ao processo industrial. O rejeitado é enviado para a ETAR.

Seguidamente, é especificado o equipamento e o respectivo custo:

Item	Quantidade	Designação	Custo unitário (€)	Custo total (€)
1	2	ROHD BW 4012	26 895	53 790
2	4	Filtros de entrada 1'' 20"	125	500
3	4	Cartilagem 5µm 20"	35,42	141,68
				Σ 54 431,68

Estes custos são relativos ao material fornecido nas instalações e com o compromisso de manutenção atempada, sem custos adicionais de deslocação dos técnicos da empresa durante um período de um ano (excluindo os consumíveis). Estes custos não incluem a montagem de tubagens, abrangendo, no entanto, o arranque e a programação de todo o sistema.

Análise comparativa das propostas de tratamento

De modo a se optar pela proposta técnica e financeiramente mais viável, foi necessária a análise detalhada de cada uma.

Uma vez que todas elas se baseiam num sistema de osmose inversa, foi possível estabelecer uma comparação atendendo a: percentagem de remoção de sais, percentagem de caudal recuperado e rejeitado e custos.

Deste modo, a primeira empresa (Alquímica) propôs um sistema que permite remover 98% das substâncias dissolvidas no efluente, assegurando que para um caudal de 1 m^3/h se atinge uma condutividade final inferior a 40 µS/cm, pelo que se verificou que a qualidade final da água permite a sua reutilização. No entanto, o facto de só se conseguirem recuperar cerca de 5 m^3/dia do caudal de efluente a tratar (que corresponde a 0,208 m^3/h tendo em conta que o período de laboração da empresa é de 24 h por dia) leva a concluir que, em termos de percentagem, o caudal recuperado é muito reduzido. Esta percentagem de recuperação considerou-se a mesma, quer o caudal de alimentação seja de 1 m^3/h, quer seja o do caso em estudo, 15 m^3/h. Assim, uma vez que o caudal de abastecimento aos processos industriais é de aproximadamente 16 m^3/h, constatou-se que o caudal resultante do tratamento é insuficiente, não sendo compensatório este investimento.

No que concerne à Quimicaveiro, vários foram os contactos estabelecidos com o intuito de se esclarecerem algumas questões. A empresa considerou que o sistema adequado seria o de osmose inversa, tendo este que ser precedido de adsorção em carvão activado e descalcificação com vista à eliminação de substâncias prejudiciais ao funcionamento do sistema subsequente, sendo que o primeiro eliminaria os sulfatos enquanto o segundo reduziria a concentração de cálcio-magnésio. Contudo, e uma vez realiza-

dos os ensaios (em que se fez passar o efluente industrial por um sistema de carvão activado) nos quais se concluiu a ineficiência deste quanto à remoção de sulfatos, constatou-se que seria desnecessário o filtro de carvão activado, deixando esta proposta de apresentar alguma coerência. Não obstante esta incoerência, verificou-se que o sistema de osmose inversa, à semelhança da proposta da Alquímica, apresenta uma percentagem de remoção de sais elevada (95–98%). Relativamente ao caudal recuperado, este atinge o valor de 17 m^3/h e, considerando que o caudal de alimentação é de 23–26 m^3/h, verificou-se um aproveitamento significativo (66–75% de recuperação de água), sendo o caudal suficiente para abastecer a empresa.

No que diz respeito à empresa Micro P. A. L., o facto de se terem realizado ensaios de modo a testar a eficiência dos seus sistemas, ofereceu algumas garantias e confiança no sistema proposto. Deste modo, verificou-se ser possível obter uma redução acentuada quer de sulfatos, quer de condutividade, como era pretendido. Por outro lado, o caudal recuperado é aproximadamente de 90%, de tal modo que, considerando-se um caudal de alimentação de 15 m^3/h, se consegue um caudal de efluente tratado de 13,5 m^3/h aproximadamente. Este valor considerou-se aceitável, dado que é possível a mistura desta água com a água do furo.

Deste modo, em termos técnicos a última proposta apresentou-se mais vantajosa, uma vez que conduz a uma elevada remoção de condutividade conjuntamente com uma recuperação de caudal satisfatória.

A análise dos custos das propostas reforçou que, não só em termos técnicos como também em termos financeiros, a proposta da Micro P. A. L. se apresentou mais vantajosa e viável, apresentando um custo total bastante inferior quando comparado com as restantes propostas.

Em relação ao custo associado ao sistema de permuta iónica, foi possível verificar que se trata de um elevado investimento. De facto, apesar de os resultados obidos no dimensionamento realizado e na estimativa efectuada pela Micro P. A. L. serem um pouco diferentes, encontram-se dentro da mesma ordem de grandeza, tornando credível a estimativa de custos realizada. Não tendo sido possível obter-se o custo das colunas, da resina e do regenerante separadamente, mas sim o valor do investimento inicial, fica-se com a ideia do investimento necessário para a implementação deste tipo de tratamento. De qualquer forma, o dimensionamento efectuado resulta num custo mais elevado do que o encontrado pela Micro P. A. L.. É de referir que uma das causas da diferença de resultados poderá ser os diferentes valores de densidades das resinas utilizados.

A realização do dimensionamento do sistema de permuta iónica (ainda que grosseiro, como referido), conjuntamente com a breve proposta para o mesmo tipo de tratamento, apresentada pela Micro P. A. L., permitiu estabelecer uma comparação, a nível de eficiência e custos, entre o sistema de permuta iónica e o de osmose inversa. De facto, este último, segundo a Micro P. A. L., conduz a uma recuperação significativa do caudal de alimentação, bem como a uma elevada remoção de sais e condutividade. Por seu lado, o tratamento do efluente industrial, recorrendo à permuta iónica, exige uma quantidade considerável de resina de modo a se atingir a condutividade pretendida, pelo que o custo deste sistema será bastante significativo. Uma outra limitação para este sistema prende-se com o facto de ser necessária uma elevada quantidade de solução para a regeneração da resina.

No que concerne aos custos associados a um e outro processo, indubitavelmente o processo de osmose inversa é o mais rentável, de tal modo que este é o tratamento considerado mais vantajoso.

4 – Conclusões

Com a realização deste projecto pretendeu-se estudar as técnicas existentes para o tratamento de águas residuais industriais. Considera-se que os objectivos principais do projecto foram atingidos, tendo-se apreendido uma série de novas informações, assim como melhorado a componente formativa.

Para a elaboração deste trabalho houve a necessidade de se efectuar uma série de contactos com empresas especializadas no tratamento de águas residuais. Esta tarefa nem sempre foi fácil, estando-se dependente da disponibilidade das entidades. No entanto, foi interessante a realização destes contactos, e em alguns casos de reuniões com os técnicos das empresas interessadas, uma vez que, deste modo, foi possível conhecer um pouco a realidade, assim como as dificuldades do mercado em causa.

O estudo do efluente industrial permitiu obter resultados concretos dado se tratar de uma situação real. De facto, neste caso foi possível partir de um problema específico, conseguir uma solução e testá-la através da realização de ensaios laboratoriais. Para além disso, a problemática da reutilização das águas industriais não é um assunto recente, verificando-se a existência de vários casos concretos neste âmbito.

Relativamente às **técnicas adequadas ao tratamento de águas residuais industriais** com vista à sua **reutilização**, e como resultado da pesquisa teórica realizada, concluiu-se que são inúmeras as técnicas aconselhadas para este fim. Desde a osmose inversa à permuta iónica, estas técnicas permitem a remoção de um vasto número de contaminantes das águas a tratar, sendo, no entanto, específicas para certos tipos de poluentes. Assim, não é possível afirmar qual a técnica mais aconselhada para o tratamento de águas residuais industriais, uma vez que, tendo cada caso as suas particularidades, devem ser analisadas e estudadas todas as suas características para se poder ter uma base de trabalho e optar-se pela melhor solução. Esta terá em conta não só o fim pretendido para a água a reutilizar, como também uma série de pormenores como sejam os custos de investimento.

No caso específico de estudo, e tal como se tinha apurado da pesquisa teórica, a técnica mais adequada para o tratamento do efluente da ETAR da empresa é a **osmose inversa** que, como tal, foi apresentada pela empresa Micro P. A. L. A osmose inversa permite a redução da condutividade para o valor pretendido através da remoção dos vários iões presentes no efluente, nomeadamente os sulfatos que se encontram em maior concentração. Por outro lado, apresentando menores custos de investimento, é aquela que apresenta menores custos de manutenção, quando comparada, por exemplo, com a permuta iónica, que acarreta elevados custos associados à regeneração das resinas e substituição das mesmas. No entanto, para que os investimentos iniciais da osmose inversa sejam compensados, ainda que a longo prazo, há que zelar por uma manutenção cuidada das membranas para que se possa usufruir do máximo tempo de vida que estas podem proporcionar.

O investimento em causa poderá, de momento, não ser viável do ponto de vista económico, dado a empresa possuir o seu próprio furo que abastece os processos, mas fica encontrada a solução a implementar quando entrar em vigor a taxa de utilização da água e compensar optar por este sistema. Nessa altura, a empresa que actualmente já demonstra preocupações ambientais contribuirá para a preservação deste recurso que cada vez mais escasseia.

"Para que a reutilização da água se processe de forma eficaz relativamente aos seus objectivos e não seja causa de prejuízos não desejados e/ou não previstos, necessário se torna que o princípio da reutilização da água se insira na política de gestão de recursos hídricos dos governos de forma harmoniosa, contemplando, de forma integrada, todos os aspectos que, de algum modo, se encontram envolvidos, de entre os quais avultam os aspectos técnicos, económicos, legais, institucionais e sociais" [2].

Assumindo esta política, é inegável que a reutilização de efluentes, sejam eles industriais ou domésticos, poderá contribuir para amortização dos investimentos e redução dos custos de exploração das estações de tratamento.

Todavia, um aspecto que revela ser primordial para o sucesso de implementação de um projecto de reutilização da água é a aceitação por parte do público, pelo que se deverá apostar na educação ambiental de modo a que os consumidores estejam sensibilizados para as potencialidades e garantias fornecidas pelas técnicas de tratamento.

Em termos económicos, os consumidores nunca estarão dispostos a pagar um preço superior ao que pagam pela água potável. No entanto, se for assegurado que a água a reutilizar apresenta características que a tornem compatível com o uso que se lhe pretende dar, sendo o seu custo inferior, sem dúvida alguma, haverá um maior interesse por parte dos utilizadores. Do mesmo modo, os utilizadores habituais de águas subterrâneas só procederão à aquisição das águas tratadas para reutilização, caso estas apresentem custos inferiores aos que resultam da exploração de poços e furos.

Em suma, a reutilização de água é um processo crucial para a gestão sustentada de um recurso escasso e precioso!

5 – Referências bibliográficas

[1] MONTE, Mª Helena, 1996, "Contributo para a utilização de águas residuais tratadas para irrigação em Portugal". Teses e programas de investigação LNEC.

[2] MARTINS, Carlos, Painel: "Reutilização de águas e reciclagem de resíduos" - www.apesb.pt

[3] JORGE, José Santos, "As novas ETAR do século XXI – Reutilização dos efluentes" – www.apesb.pt

[4] VIANA, C.; COSTA, A. I., e BÓIA, Cristina, "As Tecnologias Multimédia e o Ensino de Tecnologias Ambientais – I – Permuta Iónica e Osmose Inversa".

[5] BÓIA, C.; CERQUEIRA, M.; GODINHO, C.; NUNES, A.; ROSA, M.; FREIRE, P. e ARROJA, L., 2001, "Laboratórios II: Manual de trabalhos práticos 2000/2001, módulo de TTAE – TFQ (tecnologias de tratamento de águas e efluentes – tratamento físico-químico)", Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro.

[6] CHEREMISINOFF, Paul N., 1995, *Handbook of water and wastewater treatment technology*, New York, Marcel Decker.

[7] JAMES, George Vaughton, 1971, "Water Treatment", Technical Press.

[8] Decreto-Lei n.º 46/94, de 22 de Fevereiro.

[9] Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto – anexo XVIII.

6 – Outra bibliografia

Portaria n.º 206/2001, de 5 de Setembro (série I-A).

ECKENFELDER, Wesley W, Jr., 1980, "Principles of water quality management", CBI.

BÓIA, Cristina, Apontamentos de TTAE I, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro.

EATON, Andrew; CLESCERI, Leonore, e GREENBERG, Arnold, 1995, "Standard Methods for the examination of the water and wastewater", American Public Health Association, 19th edition.

Interrogações sobre a Verdadeira História do Naufrágio do Galeão Grande *São João*

Trabalho realizado por:
• ***Kioko Kojima Koiso***

Universidade de Lisboa
Faculdade de Letras/Departamento de História

1. Introdução

O mar azul. A espuma das ondas, as velas brancas, os ventos salgados, as luzes cintilantes, o horizonte infinito e a abóboda celeste estrelada. As aves marinhas descansam nas vergas e os golfinhos acompanham o navio, brincando junto à proa.

Viver no mar não é fácil mas, de certa forma, é aliciante para quem prefere a aventura. A rotina diária é uma luta contra a natureza implacável. Há dias em que a direcção instável do vento exige dos tripulantes manobras permanentes. Também há dias em que o bom tempo e a calmaria os forçam a suportar a monotonia.

Nos séculos XVI e XVII, o mar era mais temido do que na actualidade, por os navegantes o desconhecerem, ou, por vezes, menos temido por não se aperceberem dos verdadeiros perigos, latentes e omnipresentes, que de facto os ameaçavam. De uma maneira ou de outra, é certo que a imensidão azul-escura foi palco de inúmeras tragédias, tanto para os navegadores como para os seus familiares.

Desde que se inaugurou o caminho marítimo para a Índia em 1497-99, os navios portugueses percorriam os oceanos Atlântico e Índico. Este percurso longo e incerto entre Portugal e a Índia [1], por via do temeroso cabo da Boa Esperança, transformava-se, por vezes, num palco de catástrofes. De acordo com estimativas feitas, admite-se que, no século XVI e no século seguinte, naufragou um navio em cada cinco partidos de Lisboa com destino à Índia [2]. Se limitarmos o período ao século XVI e primeira metade do século XVII, a percentagem das perdas atingiu quase 25% [3].

Passados alguns anos após os insucessos da viagem no mar, saíam os relatos redigidos pelos sobreviventes ou pela pena de outras pessoas, baseando-se em testemunhos oculares, e circularam com a forma de folhetos soltos. O facto de este género de literatura satisfazer o gosto do público tem várias explicações. Em primeiro lugar, o dramatismo do relato mais antigo, ou seja, o do naufrágio do galeão grande *São João*, impressionou tanto os leitores que, além de ter despertado o interesse por narrativas deste género [4], ficou conhecido como "o paradigma do género" [5], o que se explica não só pelas suas reedições repetidas como também pela amplitude dos seus reflexos no âmbito literário. Em segundo lugar, todos os portugueses participavam, quer directa quer indirectamente, na aventura do ultramar e nas suas catástrofes, razão pela qual se desejava ansiosamente saber como tinham ocorrido estes acidentes, em que poderia estar envolvido algum familiar ou conhecido [6]. Como terceira finalidade, podemos considerar a didáctica, pois as causas dos sucessivos naufrágios cruamente apontadas serviriam como manual de naufrágios, para que outros se acautelassem contra futuros desastres [7] e soubessem não só os perigos que poderiam vir a enfrentar, dando ênfase aos riscos evitáveis, resultantes da enorme ganância e da irresponsabilidade dos homens, como também às possíveis atitudes a tomar em caso de naufrágio e de peregrinação em terra desconhecida. Além disso, por descreverem o comportamento humano, em que se misturam o orgulho, a arrogância, a cupidez, o egoísmo, o altruísmo e a renúncia, mostravam vivamente tanto a brutalidade como o heroísmo nas situações que narravam. Além das motivações acima citadas, os relatos têm ainda outro objectivo, considerando o fim como uma graça recebida do céu. Por outras palavras, atribuindo a causa do desastre ao castigo divino dos seus pecados, os autores destes relatos apresentam exemplos de como devem ser os bons cristãos [8]. Uma passagem escrita pelo Padre Gaspar Afonso mostra de modo eloquente a percepção de outra motivação para narrar as suas experiências sob o ponto de vista do autor, isto é, a vontade de comunicar uma realidade dramática para si e para o eventual leitor [9]: «quanto mais duros foraõ de soffrer, tanto mais docemente lembraõ, e por isso lhe contasse os horrendos casos por que passára» [10]. Bento Teixeira considera o gosto de contar os perigos depois de se defrontarem com eles como um verdadeiro prémio dos mesmos [11]. Daqui se infere que a vontade das testemunhas de registar a sua experiência constitui outra motivação para narrar as suas experiências.

Doze relatos de naufrágios ocorridos entre 1552 e 1602 foram coligidos por Bernardo Gomes de Brito em dois tomos em 1735 e 1736, respectivamente, intitulando-se *Historia Tragico-Maritima* [12]. Os desastres no mar e em terras longínquas e desconhecidas, que foram escrupulosamente registados, não só cativaram o interesse do público da altura como também continuam a chamar a nossa atenção, o que é comprovado pelo facto de a reedição da *História Trágico-Marítima* e os trabalhos a esse respeito se encontrarem hoje nas estantes das livrarias, tendo sido elaboradas, na última década, algumas teses de mestrado e de doutoramento sobre este tema.

2. «Naufrágio do galeão grande *São João*»

De entre todos os relatos que compõem a *História Trágico-Marítima* foi, sem dúvida, o «Naufrágio do galeão grande *São João*» o que mais impressionou tanto os leitores como os poetas, cronistas, escritores e dramaturgos

através dos tempos. Antes de ser integrado no primeiro tomo da colectânea de Bernardo Gomes de Brito, o relato do galeão grande *São João* foi publicado em primeira edição entre 1555 e 1564 [13] ou entre 1555 e 1556 [14], e depois reimpresso sucessivamente em 1564, 1592, 1614, 1625 e 1633 [15]. Naquela época, esta narrativa ficou tão conhecida que se tornou num paradigma deste género literário.

O título da primeira edição: *Historia da muy notauel perda do Galeão grande Sam João. Em que se contam os innumeraueis trabalhos e grandes desauenturas que aconteceram ao Capitão Manoel de Sousa de Sepulueda. E o lamentauel fim que elle e sua molher e filhos e toda a mais gente ouuerão. O qual se perdeo no anno de M.D.Lij. a vinte e quatro de Junho, na terra do Natal em xxxj. graos*, já alude à qualidade trágica da história em si e das personagens principais: Manuel de Sousa de Sepúlveda e a sua mulher, D. Leonor de Sá.

O galeão grande *São João* zarpou de Cochim a 3 de Fevereiro de 1552, portanto, fora da época adequada. As velas em mau estado foram um dos principais motivos que contribuíram para a sua perda, depois de ter sido surpreendido por uma tempestade nas proximidades do cabo da Boa Esperança. Embora o galeão tivesse sido bastante afectado, ficando sem velas, os tripulantes conseguiram chegar à costa da África do Sul, após grandes adversidades. Os cerca de quinhentos sobreviventes do naufrágio, depois de repousarem na praia, organizaram uma marcha ao longo da costa para norte em busca do rio de Lourenço Marques, onde as naus dos Portugueses negociavam marfim. Durante muitas semanas, o numeroso grupo avançou lentamente na terra dos Cafres, montanhosa e estéril, faltando-lhe comida, água e roupa. D. Leonor, mulher do capitão Manuel de Sousa de Sepúlveda, foi transportada num andor pelos escravos. Alguns estavam já tão enfraquecidos que se deixavam ficar para trás, sendo depois devorados pelas feras. Nem todos os indígenas eram hospitaleiros. A certa altura, Manuel de Sousa de Sepúlveda, devido ao sofrimento resultante da marcha forçada e à debilidade física, foi acometido de loucura, não podendo desempenhar convenientemente as suas funções de capitão. Depois de sofrerem durante seis meses, os Portugueses chegaram a uma aldeia, cujo chefe ofereceu abrigo à família e convenceu o capitão a entregar as armas, contra a opinião de sua mulher, facto que apressou o trágico desenlace. Desarmados, os sobreviventes foram roubados, espancados, feridos e despidos pelos autóctones. D. Leonor, deitando-se no chão e cobrindo-se com os cabelos, fez uma cova na areia, onde se meteu até à cintura e nunca mais se ergueu dali. Neste ponto, a narrativa atinge o clímax. Assim morreu D. Leonor com os dois filhos, na praia, e Manuel de Sousa de Sepúlveda embrenhou-se no mato sem que mais ninguém o voltasse a ver.

Podemos dizer que, neste relato, as figuras dominantes são não só a do capitão Manuel de Sousa de Sepúlveda como também a da sua mulher D. Leonor, e que nele «se deu um lugar privilegiado a uma mulher» [16]. Ainda que haja narrativas da *História Trágico-Marítima* que apresentem personagens femininas como D. Joana de Mendonça da nau *São Tomé* e D. Luísa de Melo da nau *Chagas*, o «naufrágio do galeão grande *São João*» é o único caso em que a existência de uma mulher é focalizada e valorizada de forma significativa. Isto já é óbvio no título extenso da primeira edição que atrás citámos, que se refere tanto ao que aconteceu ao capitão como à «sua molher e filhos».

Manuel de Sousa de Sepúlveda foi culpado de ambição e cobiça, pelo menos, ao autorizar a carga em excesso, o que motivou a partida tardia «por hyr carregar a Coulão» [17]. Embora tivesse sido preferível partir até ao final do ano anterior [18], largou «a tres de Feuereyro, o anno de cincoenta e dous» [19]. Manuel de Sousa não é destacado na narração como protagonista nem pelos seus actos, nem pela sua competência: ao invés, é «perito de poco» [20]. Por outro lado, não se pode negar «admiração pela Fé e humildade com que ele aceita a expiação» [21]. Estes factores reflectem-se no seu discurso quando o navegador se dirige aos presentes, dizendo:

«Bem vedes senhores e amigos o estado a que por nossos peccados somos chegados, e eu creo verdadeiramente que os meus soos bastauão para por elles sermos postos em tamanhos trabalhos e necessidade como vedes que temos mas he nosso Senhor tam piadoso, que inda nos quis fazer tamanha merce que nos não fossemos ao fundo naquella Nao trazendo tanta cantidade dagoa debayxo das cubertas, prazera a elle, que poys foy seruido de nos saluar daquelle perigo que ho sera de nos leuar a terra de Christãos, e os que nesta demanda acabarem com tantos trabalhos, auera por bem que seja pera saluaçam de suas almas» [22].

É provavelmente mais prudente afirmar que Manuel de Sousa de Sepúlveda é um símbolo da fragilidade humana sujeita à vontade imperscrutável de Deus. De resto, é um homem demasiadamente débil perante as dificuldades [23]. O facto de vir «jaa naquelle tempo muyto maltratado do miolo, da muyta vigia e muyto trabalho que carregou sempre nelle mais que em todas as outras pessoas» [24] é por si só uma prova disto mesmo.

Por outro lado, «era hum fidalgo honrrado, e muyto bom caualleyro, e gastou na India em seu tempo mays de cincoenta mil cruzados, em dar de comer a muyta gente, em boas obras que fez a muytos homens» [25]. Considerando a sua fidalguia e as suas façanhas na Índia, a narrativa em que se conta a sua miserável morte poderia chamar-se «história da queda de uma grande figura» [26], com o sentido que a expressão possuía no fim da Idade Média.

Entretanto, D. Leonor de Sá era «hũa molher fidalga, delicada, e moça» [27], «molher fidalga, e de muito bom juyzo» [28] e cumpriu «um destino injusto e, em parte, aliás,

desencadeado por culpa do marido» [29]. Nascida em Goa, filha de Garcia de Sá, ex-capitão de Malaca e Baçaim, braço direito de D. João de Castro e Governador do Estado da Índia após a morte deste, por lá casou em 1549 com Manuel de Sousa de Sepúlveda, a quem deu dois filhos [30]. Embora todos tivessem sofrido bastante, quando os náufragos chegaram a terra, D. Leonor foi tratada como fidalga, sendo levada num andor pelos escravos [31]. Porém, à medida que avançavam, D. Leonor não só caminhava a pé «por aquelles asperos caminhos muyto trabalhosos, como qualquer robusto homem do campo» [32], como também mostrava a sua delicadeza, consolando as mulheres do grupo e ajudando-as a «trazer seus filhos» [33].

O seu sofrimento não se limitava ao físico, pois «hia ja tam triste, desconsolada e fraca, por ver a seu marido da maneyra que hia, e por se ver apartada da outra gente, e ter jaa esperança perdida de se poder ajuntar com elles». O narrador anónimo exclama, considerando o sentimento da fidalga, «he cousa pera quebrar os corações» [34]. Contudo, esperavam-na mais infortúnios, porque apareceram outra vez os cafres e despiram Manuel de Sousa e D. Leonor [35].

«Aqui dizem que Dona Lianor não se deyxaua despir, e que as punhadas e as bofetadas se defendia, e tudo porque era ella tal que queria antes que a matassem os Cafres que verse nua diante de gente. E não ha duuida, senão que logo aly acabara sua vida, senão fora Manoel de Sousa, que assi mal tratado como estaua lhe rogou que se deyxasse despir, que lhe alembraua que naceram nuus, e que pois Deos daquillo era seruido que o fosse ella, que não faltarião algũas folhas daruore com que se cobrissem. Hum dos grandes trabalhos que ambos tinham, era verem dous meninos muyto crianças seus filhos diante si, sem lhe poderem valer. E vendose dona Lianor despida, lançouse logo no chão, e cubriose toda com os seus cabelos que erão muytos e muyto compridos, fazendo hũa coua na area onde se meteo atee a cinta, sem se mais querer daly erguer» [36].

Esta passagem é a cena mais conhecida e que sensibiliza qualquer leitor. José Manuel Garcia comenta a propósito do fim trágico desta família fidalga que é «uma das páginas mais dramáticas da literatura portuguesa» [37]. É insofismável a emoção sentida em virtude do contraste entre a sua origem nobre e fidalga e a sua morte humilhante em terra longínqua.

3. Manuscrito

Os relatos de naufrágios constituem uma área relativamente bem estudada, como acima mencionámos. No entanto, os estudiosos não centraram muito a sua atenção na documentação não publicada, embora investigadores pioneiros da *História Trágico-Marítima*, como Charles Ralph Boxer e Giulia Lanciani, já tenham referido alguns dos manuscritos não incluídos na colectânea de Bernardo Gomes de Brito, o que teve origem, provavelmente, no facto de as abordagens, na maioria dos casos, terem sido, até agora, mais literárias do que históricas.

Temos a certeza de que a compilação do erudito setecentista, que reuniu os folhetos avulsos, foi um trabalho valioso e marcante na história dos naufrágios portugueses, já que, se Bernardo Gomes de Brito não o tivesse realizado, a maior parte dos relatos não teria chegado até aos nossos dias. Por um lado, apreciamos, obviamente, a tarefa do ilustre letrado do século XVIII. Por outro lado, não devemos esquecer-nos de que as versões coligidas na *História Trágico-Marítima* podem não ser os melhores relatos de cada naufrágio nem transmitir a verdade sobre o que sucedeu.

Evidentemente, os manuscritos nem sempre equivalem aos originais dos relatos nem às narrativas mais antigas do que as dadas à estampa, pois existem também cópias das publicações. Entre a documentação esquecida nas bibliotecas e nos arquivos, encontrámos algo que não só nos proporcionou outros pontos de vista dos naufrágios que já conhecíamos como também permite modificar as opiniões geralmente aceites. Dado que a comparação entre as primeiras edições e os relatos coligidos na *História Trágico-Marítima* não só esclarece as dúvidas provocadas pelos lapsos tipográficos da antologia britiana como aclara as alterações efectuadas no século XVIII, o mesmo pode fazer-se comparando os manuscritos com os relatos soltos ou com os incluídos na *História Trágico-Marítima*.

Neste trabalho, abordaremos o manuscrito relativo ao naufrágio do galeão grande *São João*. Trata-se do «Perdimento do gualeão São João que vinha da Imdia pera Portuguall Manoell de Sousa de Sepulluada por capitão», que se inclui nos fls. 418v-433 do segundo volume da *Miscelânea Histórica* conservada na Biblioteca da Ajuda [38]. É escrito em papel do século XVI, o que se pode observar pelas suas marcas de água [39]. Apresenta uma caligrafia de meados de Quinhentos. As folhas foram numeradas posteriormente de fl. 418v a fl. 433, faltando uma, entre fl. 425v e fl. 426. O autor ou o copista, que não usa vírgulas nem pontos, coloca «/» no final da frase, «//» no final do parágrafo e uma linha de espaço entre os parágrafos.

Afirmámos que o manuscrito «Perdimento do gualeão São João que vinha da Imdia pera Portuguall Manoel de Sousa de Sepulluada por capitão» tem um valor de destaque, não só por não ser cópia de nenhum impresso como também por poder ser um relato mais antigo do que a primeira edição do «Naufrágio do galeão grande *São João*».

Ignoramos a data em que se escreveu este manuscrito. Baseando-nos numa passagem, podemos depreender somente que terá sido depois de a notícia do naufrágio da nau *São Bento*, que naufragou a 23 de Abril de 1554, ter chegado ao local onde estava o autor.

«Manoell de Sousa o fez como homem que estaua em terra alhea e que não tjnha tamto sabydo dos cafres como aguoara se sabe por sua perdição e de Fernão Alluarez Quabrrall na nao São Bemto, por que não ha duujda senão

que sem homens despimguardas atreuesarão a cafrarya toda, por que não ha cousa de que major medo ajão». (manuscrito A, fl. 428).

De acordo com a primeira edição, o relato do naufrágio do galeão grande *São João* foi escrito, como se explica logo na sua «Introduçam da obra. Capitulo primeyro», por um autor anónimo, baseado no testemunho de um sobrevivente, ou seja, «hum Aluaro Fernandez guardiaõ do Galeão que me contou isto muyto meudamente» [40]. O objectivo do autor ou do editor era o de ser moralizador e edificante, o que é evidente nas descrições da referida introdução: «pera os homens serem bons Christãos, e se encomendarem a Deos em todo o tempo e hora por verem quão varias sam as cousas deste mundo, e os acontecimentos delle» [41]. De resto, escreveu: «os trabalhos e morte deste fidalgo, e de toda sua companhia, pera que os homens que andauão pelo maar nunca cansem de se encomendar a Deos, e a nossa Senhora, que rogue por elles», por «me parecer necessario». Na versão da *História Trágico-Marítima*, este «necessario» iria ser substituído pela explicação: «por me parecer historia que daria avizo, e bom exemplo a todos» [42]. Assim, Bernardo Gomes de Brito atribuiu a este relato um objectivo didáctico para advertir os futuros navegantes dos perigos. Todavia, o nosso conhecimento do manuscrito da Biblioteca da Ajuda, «Perdimento do gualeão São João que vinha da Imdia pera Portuguall Manoel de Sousa de Sepulluada por capitão», suscita dúvidas em relação tanto ao fundamento da identificação da testemunha, como ao objectivo do autor ao redigi-lo. Tais dúvidas serão, seguidamente, analisadas em pormenor.

4. Interrogações sobre a «verdadeira» história do «Naufrágio do galeão grande *São João*»

Em termos globais, as expressões do manuscrito são relativamente rudimentares e, por vezes, mostram-se confusas, o que se opõe à opinião de António Sérgio acerca do relato incluído na *História Trágico-Marítima*: «na outra história que nos chegou anónima (a mais célebre de todas, a do naufrágio do Sepúlveda) topa-se uma linguagem incontestavelmente erudita, com termos impossíveis na boca de uma rude» [43]. Quando as frases do manuscrito estão desorganizadas ou o seu significado é ambíguo, as que correspondem à primeira edição *Historia da muy notauel perda do Galeaõ grande Sam João* aparecem mais ordenadamente ou com palavras complementares [44].

Quando as palavras e expressões do manuscrito não se encontram na primeira edição, isto deve ter tido origem num descuido do copista.

Quando a primeira edição tem mais descrições, a parte acrescentada não tem informação nova, com excepção do título, da «Introduçam da obra. Capitulo primeyro» e de alguns outros exemplos. Além das palavras e expressões acrescentadas e das explicações dadas aos leitores sobre a informação contida nos capítulos anteriores, inclui-se a opinião do copista ou do editor da primeira publicação, como se observa na seguinte passagem:

«Verdadeyramente que cuydarem os homens bem nisto faz grande espanto, yrem com este Galeam varar em terra de Cafres, auendoo por melhor remedio pera suas vidas, sendo este tão duuidoso, e por aqui veram para quantos trabalhos e fortunas estaua guardado Manoel de Sousa, e sua molher, e filhos» (primeira edição, cap. viij).

A consulta da primeira edição já nos possibilitou esclarecer algumas questões colocadas acerca da versão da *História Trágico-Marítima*.

Na *História Trágico-Marítima*:

«E partio taõ tarde por hir carregar a Coulaõ, e lá haver pouca pimenta, onde carregou obra de quatro mil ***e quinhentas*** [45]*, e veyo a Còchim acabar de carregar a copia de sette mil* ***e quinhentas»*** (*H. T. M.*, tomo I, p. 5).

«perdeo tres machos do lème ***so-os polegar*** *em que està toda a perdiçaõ, ou salvaçaõ de huma Nao»* (*H. T. M.*, tomo I, p. 7).

«E sem embargo de verem alli huma ***gota*** *vermelha, que era sinal de virem jà alli Portuguezes, os cegou a sua fortuna, que naõ quizeraõ senaõ caminhar àvante»* (*H. T. M.*, tomo I, p. 24).

Na primeira edição:

«E partio tão tarde por hyr carregar a Coulão, e la auer pouca pimenta, onde carregou obra de quatro mil ***quintaes****, e veo a Cochim acabar de carregar a copia de sete mil* ***quiutaes*** *[sic]»* (primeira edição, cap. ij).

«perdeo tres machos do leme, .ſ. ***os do polegar****, em que estaa toda a perdição, ou saluação de hũa Nao»* (primeira edição, cap. iiij).

«E sem embargo de verem aly hũa ***gorra*** *vermelha, que era sinal de virem aly Portugueses, os cegou sua fortuna tanto, que não quiserão senão caminhar auante»* (primeira edição, cap. xxij).

Não deveríamos, porém, atribuir a responsabilidade destes lapsos tipográficos inteiramente a Bernardo Gomes de Brito, já que não temos acesso à edição de 1592 do mesmo relato, na qual, de acordo com Charles Ralph Boxer, o compilador setecentista se baseou [46].

Apesar de a publicação anterior dar explicações sobre alguns pontos não totalmente compreensíveis da crestomatia do século XVIII, ainda restam outros por esclarecer:

*«**A treze de Abril** veyo Manoel de Sousa haver vista da Costa do Cabo em trinta e dous gràos,* [...] *E sendo jà **em onze de Março** eraõ **Nordèste, Suduèste com o Cabo de Boa Esperança** vinte e cinco legoas ao mar, alli lhe deo o vento Oèste, e o Esnoroèste com muitos fuzìs»* (*H. T. M.*, tomo I, p. 6).

*«**A treze Dabril**, veo Manoel de Sousa auer vista da costa do Cabo, em trinta e dous graos, pouco mais ou menos,* [...] *E jendo* [*sic*] *jaa **em onze de Março, erão Nordeste, Sudueste, com ho Cabo de Boa Esperança**, vinte cinco legoas ao mar, e aly ao meo dia lhe deu o vento Oeste, e Oesnoroest* [*sic*]*, com muytos fozis»* (primeira edição, cap. iij).

Só nesta passagem existem duas contradições, nomeadamente as datas e a localização do navio relativa ao cabo da Boa Esperança, pois, segundo os dados fornecidos, depois de Manuel de Sousa de Sepúlveda ter visto a costa do cabo à distância, a 13 de Abril, o galeão esteve, a 11 de Março, a nordeste-sudoeste em relação ao cabo. No que diz respeito à determinação do local do galeão no mar, António Sérgio levanta uma questão: «Parece-nos que há aqui engano, e que deveria ser Noroeste-Sueste. Se vissem o Cabo na direcção Nordeste--Sudoeste já o haviam dobrado.»[47]

Vejamos as frases equivalentes no manuscrito:

*«**A treze de Abrill** do dito ano ouuerão vista da costa do Quabo da Boa Esperamça em trimta e dous graos pouquo mais ou menos* [...] ***semdo os vemtos nordestes suestes em omze de Mayo** erão com ho Cabo da Boa Esperamça cymquo leguoas ao mar e ao meyo dia lhe deu ho vemto oeste com noroeste com muitos fuzis»* (manuscrito, fls. 418v-419).

Como esta citação mostra, de forma óbvia, aquilo que se descreve como a localização do galeão em relação ao cabo, nas edições primeira e britiana, corresponde à direcção do vento no manuscrito. Aliás, a data indicada posteriormente a 13 de Abril não é «onze de Março» (primeira edição e *H. T. M.*), sendo posterior a 13 de Abril, a saber, «omze de Mayo» (manuscrito), o que não provoca nenhuma incongruência.

Não é exagero dizer que não se encontra nenhuma frase exactamente igual entre o manuscrito e a primeira edição, o que revela não ter sido feita uma cópia cega. Além de «gualeão» e «Nao», «negro(s)» e «Cafre(s)», que ocorrem com muita frequência, encontra-se outros exemplos:

Manuscrito	**Primeira edição**
«traquete de proa» (fl. 420v)	«masto de proa» (cap. v)
«diamtejra» (fl. 424v)	«vanguarda» (cap. xvj)
«traseyra» (fl. 424v)	«retaguarda» (cap. xvj)
«busquar» (fl. 426v)	«em busqua de» (cap. xxij)

Se bem que haja diferenças de palavras, reparamos em alguns exemplos que podiam ter acontecido por engano devido à ortografia similar:

Manuscrito	**Primeira edição**
«amarra» (fl. 421v)	«ancora» (cap. viij e cap. ix)
«fortuna» (fl. 426)	«jornada» (cap. xix)
«espirito»[48] (fl. 429v)	«escrauos» (cap. xxv repetido[49])
«despydido» (fl. 430v)	«despido» (cap. xxix)
«nordestes suestes» (fl. 419)	«Nordeste Sudueste» (cap. iij)
«oeste com noroeste» (fl. 419)	«Oeste, e Oesnoroest [*sic*]» (cap. iij)
«Mayo» (fl. 419)	«Março» (cap. iij)
«Julho» (fl. 421)	«Junho» (cap. vij)
«Março» (fl. 433)	«Mayo» (cap. xxxj)
«hũa escraua» (fl. 425)	«hum escrauo» (cap. xvij)
«allguns escrauos» (fl. 430)	«algũas escrauas» (cap. xxix)

O editor da primeira edição enganou-se quando copiou o manuscrito?

Antes de respondermos a esta pergunta, deveríamos examinar alguns pontos.

As divisões dos parágrafos e dos capítulos entre as duas fontes são semelhantes. O aspecto literário do manuscrito é menos sofisticado do que o da primeira edição. As dúvidas causadas por engano do editor ou por lapso tipográfico da versão da *História Trágico-Marítima* foram esclarecidas através da consulta da primeira edição, assim como algumas contradições da primeira edição foram elucidadas pelo manuscrito. Na primeira edição, por regra, acrescentam-se as expressões explicativas e a opinião do editor. Por estas razões, depreende-se que a primeira edição se baseou no manuscrito. Não obstante, há motivos que não nos levam a concordar inteiramente com esta hipótese.

1. A caligrafia das palavras do manuscrito não é ilegível nem confundível com a ortografia semelhante acima mencionada, de tal forma que pode não ter provocado o engano na sua leitura, como acabámos de ver nos exemplos de «amarra» e «ancora», «fortuna» e «jornada» entre outros. Em especial, em alguns exemplos, se tivesse sido escrito no manuscrito «amarra», o engano do copista da primeira edição era muito mais provável do que a grafia «amaRa» do manuscrito. Se o editor da primeira edição copiou o manuscrito, porque faria ele esta alteração de «amarra» para «ancora»?

2. A passagem de «não podião ja amdar nem tinhão **espirito** que os ajudase**m**» (manuscrito, fl. 429v) apresenta um erro na concordância. Se a parte «que os ajudasem» foi copiada correctamente, então «espirito» deve ter sido engano do copista. «Não podia jaa andar, nem tinha **escrauos** que ho ajudassem» da primeira edição (cap. xxv repetido) faz mais sentido.

3. Se a data em que se viu terra no mar fosse «aos xbiij de **Julho**» (manuscrito, fl. 421), não seria coerente com a passagem «comecarão [*sic*] de caminhar desta praja domde

se perderão aos sete de **Julho** de 1552» (manuscrito, fl. 424v). Na primeira edição, as descrições correspondentes são «tinham vista da terra [...]. E isto era aos dezoyto de **Junho**» (primeira edição, cap. vij) e «Começaram a caminhar desta praya, onde se perderam em xxxi graos aos sete de **Julho** de cincoenta e dous» (primeira edição, cap. xvj), o que não é contraditório.

4. Vimos no manuscrito «hum filho bastardo de Manoell de Sousa de dez ou omze anos que vinha ja muito fraquo de fome elle e **hũa escraua** que ho trazia as costas» (fl. 425). Além de haver pouco antes uma passagem dizendo «a Dona Lianor sua molher leuauamna homens e escrauos em hum amdor que fizerão de hũa allcatifa e seus filhos **as costas de homens**» (manuscrito, fl. 424v), é mais aceitável «**hum escrauo** que lho trazia as costas» (primeira edição, cap. xvij) do que «**hũa escraua** que ho trazia as costas» (manuscrito, fl. 425).

5. Como referimos, a maior parte da descrição acrescentada na primeira edição não tem informações novas. Contudo, o título da primeira edição inclui a data do naufrágio: «O qual perdeo no anno de M.D.Lij. **a vinte e quatro de Junho**, na terra do Natal em xxxj. graos.» Embora não se encontre nenhuma descrição a esse respeito na narração, como foi determinado o dia do acontecimento?

6. A «Introduçam da obra. Capitulo primeyro» da primeira edição, de que não se encontra nenhum parágrafo equivalente no manuscrito, também nos fornece uma descrição informativa: «antre os mais foy hum **Aluaro Fernandez** guardião do Galeão que me contou isto muyto meudamente, que pro [*sic*] acerto achey **aqui em Moçambique o anno de mil e quinhentos e cincoenta e quatro**». Qual é a fonte desta informação concreta?

7. Existem também outras referências, na primeira edição, a um nome que não aparece no manuscrito. Quando Manuel de Sousa julgou que não havia nenhuma maneira de fazer a embarcação, chamou os oficiais e homens fidalgos e honrados em que se incluíam «Pantalião de Saa e Amador de Sousa e [...] Diogo Mendez Dourado» (fl. 423) no manuscrito e «Pantaleam de Saa, e **Tristam de Sousa,** e Amador de Sousa, e [...] Diogo Mendez Dourado» (cap. xij) na primeira edição. Mais tarde, quando o capitão desembainhou a espada na almadia e ameaçou os negros que remavam, no manuscrito, quem repreendeu o capitão foi só D. Leonor. Contudo, na primeira edição, «lhe disse sua molher e alguns que com elle hião, que era hum delles **Tristão de Sousa**, que não fizesse mal» (cap. xxiij) [50]. Por que razão o nome de Tristão de Sousa não aparece no manuscrito, mas sim na primeira edição duas vezes? Como soube o autor ou o editor da primeira edição que este indivíduo tinha estado presente nas duas ocasiões? Tristão de Sousa estava integrado na publicação da primeira edição? [51]

8. O verbo «**Jr**» do manuscrito é substituído por «vyr» na primeira edição. A diferença entre «**jr** a Macambique» (manuscrito, fl. 421) e «**vyr** a Moçambique» (primeira edição, cap. vij) pode aludir ao lugar onde se encontra o copista ou o editor.

Estas dúvidas mostram-nos como o manuscrito não transmite por completo a realidade dos factos e como a primeira edição parece ser mais verídica. Daí que não se possa negar a possibilidade de a primeira edição não ter sido copiada directamente do manuscrito.

1. O copista do manuscrito e o editor da primeira edição basearam-se no mesmo manuscrito?
2. O copista do manuscrito e o editor da primeira edição basearam-se em diferentes manuscritos?
3. O editor da primeira edição socorreu-se de alguma cópia do manuscrito?

Ainda que façamos algumas suposições, uma vez que não dispomos, de momento, de nenhuma prova documental que tenha chegado ao nosso conhecimento e que satisfaça o nosso interesse, estas possibilidades não são mais do que hipóteses. Por conseguinte, já que ainda não sabemos que partes são credíveis, quando existe alguma divergência nas duas fontes, não podemos determinar a data correcta da última frase das duas fontes:

«*vyrião ter a Mocambique* [*sic*] *a 25 de Março de 553*» (manuscrito, fl. 433).

«*estes vierão teer a Moçambique a .xxv. de* ***Mayo*** *de quinhentos e cincoenta e tres annos*» (primeira edição, cap. xxxj).

No que se relaciona com a diversidade dos números, supõe-se que, quer a primeira edição se baseie no manuscrito quer não, a maioria das diferenças deve ter ocorrido por descuido ou por engano:

Manuscrito	**Primeira edição**
«xbij braças» (fl. 421v)	«sete braças» (cap. viij)
«dez ou doze dias» (fl. 423)	«dez ou onze dias» (cap. xij)
«dez ou omze anos» (fl. 425)	«dez ou doze annos» (cap. xvij)

No entanto, há um exemplo de uma grande diferença nos valores: «virão ate **vynte** cafres» (manuscrito, fl. 428) e «viram hum golpe de Cafres que serião atee **dozentos**» (primeira edição, cap. xvj). Se o editor da primeira edição copiou o manuscrito, este engano é incompreensível, a não ser que tivesse manipulado de propósito o número. De resto, se o número dos cafres tivesse sido escrito por extenso em algum manuscrito ou nos manuscritos em que se basearam o manuscrito «Perdimento do gualeão São João que vinha da Imdia pera Portuguall Manoell de Sousa de Sepulluada por capitão» e a primeira edição, esta divergência não teria acontecido. É provável que, como estava escrito «20» ou «200», algum dos copistas das duas versões omitisse um zero ou acrescentasse mais um.

É de certa maneira curioso analisar um exemplo de engano do copista. Quando descobre que o leme do galeão tinha perdido três machos do leme, o carpinteiro comunica este facto ao mestre cujo nome diverge nas três fontes:

*«Cristovão Fernandes **ho Quarto dalcunha**»* (manuscrito, fl. 419v).

*«Christouão Fernandez **dalcunha o curto**»* (primeira edição, cap. iiij).

*«Christovaõ Fernandes **da Cunha o Curto**»* (*H. T. M.*, tomo I, p. 7).

Além de a alcunha diferir nas duas fontes, a saber, «ho Quarto» no manuscrito e «o curto» na primeira edição, a palavra «dalcunha» altera-se para o apelido «da Cunha» na edição de Bernardo Gomes de Brito.

Seja qual for a fonte em que se fundamentam o manuscrito e a primeira edição, a última tem mais descrições conscientes dos copistas, como se vê em toda a obra nas expressões complementares para facilitar a compreensão dos leitores.

• *«pollos muitos rodeos que fizerão por quererem pasar Rios e brejos e acharão o nacymento deles»* (manuscrito, fl. 424v).

«polos muytos rodeos que fizeram em quererem passar os rios e brejos que acabauam no nacimento delles, e depoys tornauam ao maar» (primeira edição, cap. xv).

• *«viria atras com Pamtaleão de Saa»* (manuscrito, fl. 425).

«vinha na traseyra com seu tio Pantaliam de Saa» (primeira edição, cap. xvij).

• *«foy Noso Senhor seruydo de Manoell de Sousa e sua companhya se emguanar com desconfiança que tinhão de ser fallsydade e emguano ho oferecymento deste Rey e aguasalhados que lhe fazia temerão que era modo de mais desymulação pera que os tiuese mais seguros com este emguano não oulharão por seu bem»* (manuscrito, fl. 426).

«Parece que foy Nosso Senhor seruido que este capitão e os que com elle vinhão, não tomassem o conselho deste Cafre, pois era seruido de os levar pera [...], que o que parece he, que se seguirão o que lhes o Rey aconselhaua, não se perderão da maneyra que se perderão. E o que cuydou Manoel de Sousa pera deyxar de ficar ally foy, parecer lhe que o enganaua, e que todo ho gasalhado que ateely lhe tinha feyto era a fim de os assegurar pera mays a sua vontade os roubar, ho qual pensamento era falso, e era muy certo o que lhe dizia o Reyzinho negro» (primeira edição, cap. xx).

• *«tornarão atras seis ou sete leguoas»* (manuscrito, fl. 426v).

«tornarão atras por onde elles jaa tinhão passado seys ou sete legoas» (primeira edição, cap. xxj).

Há mais exemplos a esse respeito como referimos na nossa tese de mestrado [52].

Na primeira edição, além de estar em destaque a opinião do copista ou do editor, este expõe a sua existência, embora não se identifique. Este facto manifesta-se logo na «Introduçam da obra. Capitulo primeyro» que falta no manuscrito.

*«E verdadeyramente que passou tantos trabalhos antes de sua morte, que não podem ser cridos senão de quem lhos ajudou a passar, que antre os mais **foy hum Aluaro Fernandez guardião do Galeão que me contou isto muyto meudamente, que pro acerto achey aqui em Moçambique o anno de mil e quinhentos e cincoenta e quatro**»* («Introduçam da obra. Capitulo primeyro»).

Além de o próprio autor se revelar, o nome da testemunha ocular funciona como meio de confirmar que a fonte é fidedigna.

Ao longo da narração do que aconteceu ao galeão grande *São João*, reparamos que, por um lado, o autor da primeira edição emprega os verbos na primeira pessoa mais do que nas outras edições e, por outro lado, põe em destaque Álvaro Fernandes:

• *«dizer o peryguo que o capitão e sua molher com os xxx pessoas na desembarquação tyuerão he escusado por que de tres vezes que ha manchua foy a terra na derradeira se perdeo e morrerão tres homens»* (manuscrito, fl. 422).

*«Dizer o perigo que tiueram na desembarcaçam, ho Capitam e sua molher com estas trinta pessoas, fora escusado, mas **per contar o que me este homem disse, o escreverey**, que de tres vezes que a Manchua foy a terra se perdeo, onde morreram tres homens»* (Primeira edição, cap. ix).

• *«de toda companhia de Manoell de Sousa, scilicet, todos os que com elle se perderão escaparão somente oyto ou noue portugueses e quatorze ou quinze escrauos e tres escrauas que estauão com Dona Lyanor ao tempo que faleçeo, emtre os quais homens foy Pamtalião de Saa e Tristaõ de Sousa e ho pyllote [sic] Amdre Vaz e Balltesar de Sequeyra e Manoell de Castro e Aluaro Fernandez guardião amdamdo, estes ja na terra sem esperamça de poderem numqua vyr a terra de cristãos»* (manuscrito, fl. 432v).

*«Parece necessario dizer os homens que escaparão de toda esta companhia, assi dos que ficarão com Manoel de Sousa quando foy roubado, como dos nouenta que hião diante delle caminhando, porque se sayba que todo ho atras escripto passou na verdade. **Eu não sey o nome a***

***todos os que se saluarão**, por que os mays delles forão homens do mar, **nomearey os que conheço soomente**. Ho numero delles seria ate oyto Portugueses e quatorze ou quinze escrauos, e tres escrauas, das que estauam com Dana [sic] Lianor ao tempo que faleceo. Antre os quaes homens foy Pantalião de Saa, e Tristão de Sousa, e o Piloto Andre Vaz, e Balthesar de Sequeyra, e Manoel de Castro, e **este** Aluaro Fernandez. E andando estes na terra jaa sem esperança de poderem vyr a terra de Christãos»* (primeira edição, cap. xxxj).

Dado que tanto as expressões «que me contou isto muito meudamente» como «per contar o que me este homem disse, o escreverey», «Eu não sey o nome a todos os que se saluarão» e «nomearey os que conheço somente» se encontram só na primeira edição, não podemos rejeitar a hipótese de uma invenção efectuada pelo editor, a fim de contribuir para a verosimilhança da história, facto que é comprovado por uma frase da mesma passagem acima citada: «porque se sayba que todo ho atras escripto passou na verdade». Aliás, ao referir Álvaro Fernandes como «este», o que, juntamente com a descrição na introdução da primeira edição «antre os mais foy hum Aluaro Fernandez guardião do Galeão que me contou isto», faz com que a existência de uma testemunha que contou a história seja credível.

No que diz respeito à fidedignidade, afirma-se que o galeão grande *São João* «perdeo no anno de M.D.Lij. a vinte e quatro de Junho» [53], embora desconheçamos a fonte desta informação. A narração fornece-nos uma data posterior à perda do leme do galeão:

*«jaa entam tinham vista da terra, serião della oyto legoas pouco mays ou menos. E isto era **aos dezoyto de Junho** [54], e vendose tam perto da costa, e que o mar e o vento os hia rolando pera a terra, e que não tinhão outro nenhum remedio senão hyr varar»* (primeira edição, cap. vij).

A partir de então, Manuel de Sousa e outras pessoas escaparam-se do galeão, chegaram a terra e ficaram na praia. Ainda que ignoremos o dia do desembarque, dispomos tanto da data em que começaram a caminhar na praia, «sete de Julho», bem como do período em que se detiveram à beira-mar:

• *«asemtarão que deuião destar naquela praya domde sayrão **dez ou doze dias**»* (manuscrito, fl. 423).

*«assentaram que deuiam destar naquella praya, onde sayram do Galeão **dez ou onze dias**»* (primeira edição, cap. xij).

• *«estiuerão aly **dez ou doze dias**»* (manuscrito, fl. 423).

*«estiuerão aly **doze ou treze dias**»* (primeira edição, cap. xij).

• *«ate **doze o** [sic] **treze dias** nos quais lhe comvaleçeo a gemte e vemdo a ja estar pera poder caminhar»* (manuscrito, fls. 423v-424).

*«ally estiuerão **doze ou treze dias** que a gente lhe connaleceo [sic], no cabo dos quaes vendo que jaa estauam todos para caminhar»* (primeira edição, cap. xiiij).

Não obstante sabermos, através desta informação divergente, que os sobreviventes estiveram na praia entre dez e treze dias e se calcularmos que o dia da partida dali foi «sete de Julho», não podemos determinar a data exacta do naufrágio como «vinte e quatro de Junho». Nestas circunstâncias, não nos é possível afirmar que o editor da primeira edição tenha obtido esta informação através de algum sobrevivente ou se escolheu esta data apenas para proporcionar mais credibilidade à sua publicação.

Outra peculiaridade da primeira edição reside na apreciação dos comportamentos dos protagonistas. Quando o galeão navegava ao sabor dos mares e ventos e os tripulantes tentavam tomar medidas para salvá-lo,

«como tudo erão pronostiquos de mayores trabalhos e desaventuras das que ate ly tinhão pasadas nenhũa deligemçia lhe aproueitaua» (manuscrito, fl. 421).

*«como tudo erão pronosticos de mayores trabalhos e desauenturas do que atee ly tinham passado, e nenhũa diligencia **por seus peccados** lhe aprouеytaua»* (primeira edição, cap. vj).

Quando Manuel de Sousa se dirige aos tripulantes e passageiros, a consciência do seu pecado, enquanto capitão, é posta em destaque, na primeira edição:

«bem vedes senhores e amiguos o estado em que por nosos pecados estamos eu crejo verdadeiramente que os meus bastão pera por elles sermos postos em mujto mores trabalhos e necesidades» (manuscrito, fl. 424).

*«Bem vedes senhores e amigos o estado a que por nossos peccados somos chegados, e eu creo verdadeiramente que os meus **soos** bastauão para por elles sermos postos em tamanhos trabalhos e necessidade»* (primeira edição, cap. xv).

Como os pecados cometidos devem ser perdoados, pede-se o perdão a Deus duas vezes, na primeira edição.

• *«Manoel de Sousa partio de Cochim no gualeão São João a tres de Feuereiro de Mbclij [=1552]»* (manuscrito, fl. 418v).

*«Partio neste Galeão Manoel de Sousa **que Deos perdoe**, pera fazer esta desauenturada viagem de Cochim a tres de Feuereyro, o anno de cincoenta e dous»* (primeira edição, cap. ij).

• *«ja emtão Dona Lyanor vynha a pee»* (manuscrito, fl. 428).

«jaa então Dona Lianor que ***Deos perdoe*** *auia dias que caminhaua a pee»* (primeira edição, cap. xxiiij).

Por curiosidade, acrescentamos que a expressão «que Deus perdoe» se encontra só uma vez, na versão de Bernardo Gomes de Brito:

«Partio neste Galeaõ Manoel de Sousa, ***que Deos perdoe,*** *para fazer esta desaventurada viagem de Còchim, a tres de Fevereiro o anno de cincoenta e dous»* (*H. T. M.*, tomo I, p. 5).

«jà entaõ D. Leonor era huma das que caminhavaõ a pè» (*H. T. M.*, tomo I, p. 27).

Este reconhecimento da providência divina é exposto claramente na «Introduçam da obra. Capitulo primeyro» da primeira edição, cuja equivalência não se encontra no manuscrito.

«Cousa he isto pera os homens serem bons Christãos, e se encomendarem a Deos em todo o tempo e hora por verem quão varias sam as cousas deste mundo, e os acontecimentos delle. Porque Manoel de Sousa era hum fidalgo honrrado, e muyto bom caualleyro, e gastou na India em seu tempo mays de cincoenta mil cruzados, em dar de comer a muyta gente, e em boas obras que fez a muytos homens. E por derradeyro foy acabar sua vida, e de sua molher e filhos, e acabarão com tanta lastima, e com tanta necessidade antre os Cafres, faltandolhe o comer, e o beber, e vestir. E verdadeyramente que passou tantos trabalhos antes de sua morte, que não podem ser cridos senão de quem lhos ajudou a passar, [...] E por me parecer necessario, escreui os trabalhos e morte deste fidalgo, e de toda sua companhia, pera que os homens andaüão polo maar nunca cansem de se encomendar a Deos, e a nossa Senhora que rogue por elles» («Introduçam da obra. Capitulo primeyro» da primeira edição).

O editor confere um significado religioso a este relato de naufrágio, contrapondo o acto louvável do capitão fidalgo realizado na Índia à sua morte miserável. De resto, declara o objectivo da publicação no início e no fim desta introdução, a saber, «pera os homens serem bons Christãos, e se encomendarem a Deos» e «pera que os homens andaüão polo maar nunca cansem de se encomendar a Deos, e a nossa Senhora que rogue por elles». Assim, concretiza o valor da obra, chamando a atenção dos leitores e cativando o seu interesse.

Uma das características mais marcantes da primeira edição reside, indubitavelmente, na sua dramatização, tornando a história mais impressionante, o que se nota obviamente no título.

«Perdimento do gualeão São João que vinha da Imdia pera Portuguall Manoell de Sousa de Sepulluada por capitão» (manuscrito, fl. 418v).

«Historia da ***muy notauel*** *perda do Galeão* ***grande*** *Sam João. Em que se contam* ***os innumeraueis trabalhos e grandes desauenturas*** *que aconteceram ao Capitão Manoel de Sousa de Sepulueda. E* ***o lamentauel fim*** *que elle e sua molher e filhos e toda a mais gente ouuerão. O qual se perdeo no anno de .M.D.Lij. a vinte e quatro de Junho, na terra do Natal em xxxj. graos»* (título da primeira edição).

Comparado com o título do manuscrito, que transmite a informação mínima de maneira simples e seca, os substantivos da primeira edição «perda», «Galeão», «trabalhos», «desauenturas» e «fim» são enfatizados pelos adjectivos «muy notauel», «grande», «innumeraueis», «grandes» e «lamentauel», respectivamente. Assim, o próprio título seduzia o público e cativava-o para a leitura.

Ao longo da narração, destaca-se o egoísmo do capitão Manuel de Sousa. Quando os Cafres se foram embora sem fazer a troca de uma vaca,

«Manoel de Sousa lha n[ã]o quis tomar temdo della muyta neçesydade mas pollos não escamdelyzar os deyxou jr em paz» (manuscrito, fl. 423v).

«Manoel de Sousa lha não quis tomar, tendo della muy gram necessidade ***pera sua molher e filhos antepoendo a de toda sua gente e companhia a sua propria*** *e por os não escandalizar os deyxou hyr em paz»* (primeira edição, cap. xiij).

Quando o capitão e os seus companheiros se aproximaram de uma árvore, esperando o aparecimento de algum navio, o capitão pediu ao Rei dos Cafres uma casa,

«pera se aguasalharão sua molher e filhos» (manuscrito, fl. 428v).

«pera se agasalhar ***com*** *sua molher e filhos»* (primeira edição, cap. xxv).

No manuscrito, Sepúlveda dá prioridade à sua família em detrimento dos outros companheiros, o que não deve ser a atitude de um chefe. No entanto, não é claro se Manuel de Sousa se incluiu neste pedido. Em contrapartida, na primeira edição, o capitão pediu alojamento para que ele próprio também ficasse com a sua mulher e filhos.

Por outro lado, focaliza-se a atenção em D. Leonor. Nas duas fontes, já se nota comummente o sentimento de piedade relativamente a esta personagem frágil e atenciosa:

• *«sendo hua molher moça, dilycada e de bom pareçer»* (manuscrito, fl. 428).

«sendo hua molher fidalga, delicada e moça» (primeira edição, cap. xxiiij).

• *«verdadeyramente parecya que soprya nela a graça diuina, por que se avia com os trabalhos como que se criara nelles. E semdo tamto ao reues sua criação os pasou tão comprydos e por tão asperos caminhos e tão estranhas fomes e sedes como a mais desemparada molher do mundo»* (manuscrito, fls. 428-428v).

«parece verdadeyramente que a graça de Nosso Senhor supria aqui, porque sem ella não podera hũa molher tão fraca, e tão pouco costumada a trabaldos [sic], antar [sic] tam compridos e asperos caminhos e sempre cpm [sic] tantas fomes e sedes» (primeira edição, cap. xxiiij).

Além disso, em alguns exemplos, a sua delicadeza é posta em destaque na primeira edição, contribuindo desta forma para aumentar o sentimento de compaixão pela sua infelicidade:

• *«vynha asym por aqueles asperos camjnhos como* ***quallquer robusta*** *dos campos»* (manuscrito, fl. 428).

«vinha por aquelles asperos caminhos ***muyto trabalhosos****, como* ***qualquer robusto homem*** *do campo»* (primeira edição, cap. xxiiij).

• *«quem quisese pasar avamte o podia fazer se lhe bem parecese, mas que elle não podia pasar por causa de sua molher e filhos que* ***vynhaõ muyto camsados****»* (manuscrito, fl. 429v).

«quem quisesse passar daly, que o poderia fazer se lhe bem parecesse, mas que elle não podia por amor de sua molher, e filhos que ***vinha ja muy debilitada****»* (primeira edição, cap. xxv repetido).

No primeiro caso, a comparação de D. Leonor com «qualquer robusto homem do campo» destaca a sua desgraça mais do que a comparação com «qualquer robusta dos campos». No segundo caso, se bem que o autor da primeira edição enumere a mulher e os filhos de Manuel de Sousa, só se refere a D. Leonor, ignorando os filhos que deviam estar mais debilitados do que a mãe. Estas citações demonstram a interferência do copista na narração dos acontecimentos.

Vejamos os exemplos mais representativos desta dramatização no clímax da tragédia da mulher do capitão:

«Vemdose Dona Lyanor despida deytouse loguo no chão e cobrise toda com os seus cabellos que erão muytos e muyto comprydos sem se mais querer daly erguer» (manuscrito, fl. 431v).

«E vendose Dona Lianor despida, lançouse logo no chão, e cubriose toda com os seus cabelos que erão muytos e muyto compridos, ***fazendo hua coua na area onde se meteo atee a cinta****, sem se mais querer daly erguer»* (primeira edição, cap. xxix).

Como se vê claramente nestas passagens, há uma grande divergência no episódio de D. Leonor mais afamado, não só em relação ao «relato do naufrágio do galeão grande *São João*» como também a todos os da *História Trágico-Marítima*. No manuscrito, que apresenta o relato provavelmente mais aproximado do original, a mulher do capitão não se enterrou até à cintura, expondo assim a sua nudez.

Através da edição de Bernardo Gomes de Brito, sabemos que, quando os últimos companheiros se afastaram de Manuel de Sousa de Sepúlveda e de D. Leonor despidos, a fidalga chamou o piloto André Vaz e disse-lhe: «Bem vedes como estamos.» [55] A primeira edição relata-nos o episódio da mesma maneira que a versão incluída na antologia do século XVIII:

«Os homens que estauão ainda em sua companhia quando viram Manoel de Sousa e sua molher despidos, arredarãose delles hum pedaço pola vergonha que ouverão de ver assi o seu Capitão, e Dona Lianor, então disse ***ella*** *a Andre Vaz ho Piloto Bem vedes como estamos»* (primeira edição, cap. xxix).

Contudo, no manuscrito, quem chamou o piloto André Vaz não foi D. Leonor, mas sim Manuel de Sousa de Sepúlveda:

«os homens que em sua companhia estauão quando virão Manoell de Sousa e sua molher despydos, arredarão se delles hum pedaço polla vergonha de verem asy Dona Lianor e o seu capitão, e emtão chamou ***elle*** *Andre Vaz e lhe dise bem vedes como estamos»* (manuscrito, fl. 431v).

Esta referência a «ella» da primeira edição não deve ter sido por engano nem por gralha tipográfica, como se refere mais adiante:

«yuos muyto embora trabalhay de vos salluar e emcomendaynos a Deos e se fordes a Jmdia ou a Portuguall em allgum tempo dizey ***como nos deyxastes a Dona Lyanor e a mim*** *com meus fylhos»* (manuscrito, fl. 432).

«hyuos muyto embora, trabalhar por vos saluar, e encomenday nos a Deos, e se fordes a India, e a Portugal em algum tempo dizey ***como nos deyxastes a Manoel de Sousa, e a mi*** *com meus filhos»* (primeira edição, cap. xxix).

A descrição de «como nos deyxastes a Dona Lyonor e a mim [=Manoel de Sousa]» do manuscrito é trocada, na primeira edição, por «como nos deyxastes a Manoel de Sousa e a mi [=Dona Leonor]», o que prova de forma manifesta a alteração propositada da história, pois escusa-

do será dizer que estas últimas palavras, destinadas ao piloto e proferidas por D. Leonor no auge do desespero, são incomparavelmente mais comoventes do que ditas por Manuel de Sousa. Esta dramatização ainda continua:

«quando tornou achou ja Dona Lianor falecyda e as escrauas choramdo» (manuscrito, fl. 432).

«quando tornou achou Dona Lianor falecida, e outro menino tambem morto junto com a mãy, e sobre ella estauão chorando cinco ou seis escrauas ***com grandissimos gritos****»* (primeira edição, cap. xxx) [56].

Aliás, algumas passagens do manuscrito, em que se descrevem a tristeza, o desespero e a delicadeza de Manuel de Sousa, são omissas na primeira edição:

«asentouse perto della com o rosto sobre huma das mãos com os olhos postos nella, fazendo pouca comta do menino que tãobem estaua morto. E sem lamçar lagryma que ***parecia ter tudo comgelado no corpo tamanha dor sua allma semtyr*** *depois de hum pedaço* [...] ***pomdo os olhos no çeo*** *se aleuamtou sem falar nada e fez hũa coua na rea, ajudamdo ho as escrauas e sem dizer nada* ***a tomou nos braços*** *e a emterrou e ao filho com ella»* (manuscrito, fls. 432-432v).

«assentouse perto della com ho rosto sobre hũa mão, por espaço dhũa [...] *hora, sem chorar nem dizer cousa algũa, estando assi com os olhos postos nella, e do menino fez pouca conta. E acabado este espaço se ergueo, e começou a fazer hum ega coua na area, ao que lhe ajudarão as escrauas, e sempre sem fallar palaura a enterrou, e o filho com ella»* (primeira edição, cap. xxx).

5. Conclusão

Como vimos até agora, quer a primeira edição tenha recorrido directamente ao manuscrito, quer não, é muito provável que a história original do «naufrágio do galeão grande *São João*» seja diferente da que realmente conhecemos. Em vez de consistir num «galeão grande», terá sido apenas um «galeão», tal como o designa o manuscrito.

Independentemente de a primeira edição se ter baseado ou não no manuscrito «Perdimento do gualeão São João que vinha da Imdia pera Portuguall Manoell de Sousa de Sepulluada por capitão», conservado na Biblioteca da Ajuda, verificamos que o editor da primeira edição efectuou um grande número de acréscimos, alterações, invenções e exageros, salientando o contraste tanto entre o bom comportamento na Índia e a fraqueza mental de Manuel de Sousa de Sepúlveda como entre a fidalguia e o infortúnio de D. Leonor e, assim, dramatizando a história, a fim de seduzir os leitores. Se esta hipótese for correcta e o manuscrito se aproximar mais dos factos históricos, não só alguns números, datas e indivíduos podiam ter divergido daquilo que por nós é conhecido como também a total credibilidade da data do naufrágio (vinte e quatro de Junho), assim como da fonte do relato, isto é, o testemunho do guardião do galeão, Álvaro Fernandes, fica parcialmente em dúvida. Além disso, não podemos subestimar a existência do chamado Tristão de Sousa, um dos sobreviventes identificado somente pelo nome [57], que pode ser a chave para esclarecer os enigmas ou ter tido alguma responsabilidade na publicação da primeira edição.

Seja como for, a tragédia encenada e dramatizada por alguém, nomeadamente a morte de D. Leonor no clímax da história, impressionou os leitores de tal forma que circulou amplamente, e inspirando cronistas, poetas, dramaturgos e novelistas, até ser adaptada em diversas obras literárias, tanto em Portugal como noutros países da Europa.

Assim, através de um manuscrito, vimos os bastidores de um drama que difere do mais célebre que tem sido divulgado há vários séculos.

BIBLIOGRAFIA

Fonte manuscrita

«Perdimento do gualeão São João que vinha da Imdia pera Portuguall Manoell de Sousa de Sepulluada por capitão», *Miscelânea Histórica*, vol. II, fls. 418v-433. (Biblioteca da Ajuda, Cod. 50-V-22).

Fontes impressas

BRITO, Bernardo Gomes de, *Historia Tragico-Maritima. Em que se escrevem chronologicamente os Naufragios que tiveraõ as Naos de Portugal, depois que se poz em exercicio a Navegaçaõ da India*, 2 tomos, Lisboa, Lisboa Occidental, Officina de Congregação do Oratorio, 1735-1736.

–, *História Trágico-Marítima*, edição anotada, comentada e acompanhada de um estudo por António Sérgio, Lisboa, Editorial Sul, 1955, vol. I.

–, *Storia Tragico-Marittima*, edição organizada por Raffaella d'Intino, Torino, Giulio Einaudi Editore, 1992.

FEIO, Bento Teixeira, *Relação do navfragio, qve fizeram as naos: Sacramento, & nossa Senhora da Atalaya, vindo da India para o Reyno, no Cabo de Boa esperança; de que era Capitão mór Luis de Miranda Henriques, no anno de 1647*, Lisboa, Officina Craesbeeckiana, 1650.

Historia da muy notauel perda do Galeão grande Sam João. Em que se comtam os innumeraueis trabalhos e grandes desauenturas que aconteceram ao Capitão Manoel de Sousa de Sepulueda. E o lamentauel fim que elle e sua molher e filhos e toda a mais gente ouuerão. O qual se perdeo no anno de M.D.Lij. a vinte e quatro de Junho, na terra do Natal em xxxj. graos, s. d. (primeira edição).

LAVAL, Francisco Pyrard de, *Viagem de Francisco Pyrard de Laval*, edição revista e actualizada de A. de Magalhães Basto, Porto, Livraria Civilização Editora, 1944.

Estudos

BARCHIESI, Roberto, «Un Tema Portoghese: il Naufragio di Sepulveda e la sua Diffusione», separata de *Annali dell'Instituto Universitario Orientale*, XVIII, 2, Napoli, 1976, pp. 193-231.

BEIRANTE, Cândido Ferreira Baptista, «Aspectos gerais das narrativas de naufrágios», *Actas do Colóquio: Literatura dos Descobrimentos*, Lisboa, Universidade Autónoma de Lisboa, 1997, pp. 25-34.

BOXER, Charles Ralph, «An Introduction to the *História Trágico-Marítima*», *Revista da Faculdade de Letras*, n.º 3, série I, Lisboa, Universidade de Lisboa, 1957, pp. 48-99.

CARVALHO, Isabel Boavida, «Viagens e naufrágios no feminino: da mulher invocada à mulher (quase) invisível», *Actas do Congresso Internacional,* O Rosto Feminino da Expansão Portuguesa. Lisboa, Comissão para a Igualdade e para os Direitos das Mulheres, 1995, pp. 235-244.

DOMINGUES, Francisco Contente, *A Carreira da Índia*, Lisboa, CTT Correios, 1998.

DUFFY, James, *Shipwreck & Empire being an Account of Portuguese Maritime Disasters in a Century of Decline*, Harvard, Harvard University Press, 1955.

GARCIA, José Manuel, «O significado do naufrágio do Sepúlveda na cultura portuguesa», *Ao Encontro dos Descobrimentos: Temas da História da Expansão*, Lisboa, Editorial Presença, 1994, pp. 229-233.

KOISO, Kioko, *Mar, Medo e Morte: Aspectos Psicológicos dos Náufragos na História Trágico-Marítima e nos Testemunhos Inéditos*, tese de mestrado apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2002.

LANCIANI, Giulia, *Sucessos e Naufrágios das Naus Portuguesas*, Lisboa, Caminho, 1997.

MELO, Arnaldo Faria de Ataíde e, *O Papel como Elemento de Identificação*, Lisboa, Oficinas Gráficas de Biblioteca Nacional, 1926.

MONIZ, António Manuel de Andrade, *A História Trágico-Marítima: Identidade e Condição Humana*, Lisboa, Edições Colibri, 2001.

MOSER, Fernando de Mello, *Dois Dramas Novilatinos sobre o «Naufrágio de Sepúlveda»*, Lisboa, Edições Brotéria, 1967.

PINTO-CORREIA, João David, «Os naufrágios na literatura portuguesa – propostas para um estudo», *As Rotas Oceânicas (Sécs. XV-XVII)*, Lisboa, Edições Colibri, 1999, pp. 221-237.

SANCEAU, Elaine, *Mulheres Portuguesas no Ultramar*, Porto, Livraria Civilização Editora, 1979.

SÉRGIO, António, «Em torno de *História Trágico-Marítima* (informes para leitores nada eruditos, mas amadores das relações e visões globais dos acontecimentos)», *Ensaios*, Lisboa, Sá da Costa, 1974, vol. VIII, pp. 75-174.

Notas

[1] Quanto às incertezas na viagem da Carreira da Índia, Francisco Pyrard de Laval refere «vão para voltar, se é possível» (*Viagem de Francisco Pyrard de Laval*, edição revista e actualizada de A. de Magalhães Basto, Porto, Livraria Civilização, 1944, vol. II, p. 136).

[2] Paulo Guinote, Eduardo Frutuoso e António Lopes, *Naufrágios e Outras Perdas da «Carreira da Índia» Séculos XVI e XVII*, Lisboa, Grupo de Trabalho do Ministério da Educação para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1998, p. 106.

[3] Idem, *ibidem*, p. 106.

[4] Giulia Lanciani, *Sucessos e Naufrágios das Naus Portuguesas*, Lisboa, Caminho, 1997, p. 53.

[5] João David Pinto-Correia, «Os naufrágios na literatura portuguesa – propostas para um estudo», *As Rotas Oceânicas (Sécs. XV-XVII)*» (coordenação de Maria da Graça A. Mateus Ventura), Lisboa, Edições Colibri, 1999, p. 231.

[6] James Duffy, *Shipwreck Empire being an Account of Portuguese Maritime Disasters in a Century of Decline,* Harvard University Press, 1955, p. 44; Giulia Lanciani, *op. cit.*, pp. 53-55.

[7] James Duffy, *op. cit.*, p. 117; Giulia Lanciani, *op. cit.*, pp. 61-64.

[8] Bernardo Gomes de Brito, *Storia Tragico-Marittima*, edição organizada por Raffaella d'Intino, Torino, Giulio Einaudi Editore, 1992, p. XXVII.

[9] Cândido Ferreira Baptista Beirante, «Aspectos gerais das narrativas de naufrágios», *Actas do Colóquio Literatura dos Descobrimentos*, Lisboa, Universidade Autónoma de Lisboa, 1997, p. 28.

[10] Gaspar Afonso, «Relaçaõ da viagem e sucesso que teve a Nao *S. Francisco*, 1596», *H. T. M.*, tomo II, p. 318. Veja-se a nota 12.

[11] Bento Teixeira Feio, *Relaçaõ do Navfragio, qve fizeram as Naos: Sacramento, & Nossa Senhora da Atalaya* (1647).

[12] *Historia Tragico-Maritima. Em que se escrevem chronologicamente os Naufragios que tiveraõ as Naos de Portugal, depois que se poz em exercicio a Navegaçaõ da India*, 2 tomos, Lisboa Occidental, Officina de Congregação do Oratorio, 1735-1736. Doravante, quando for necessário, utilizaremos a abreviatura *H. T. M.*

[13] Charles Ralph Boxer, «An Introduction to the *História Trágico-Marítima*», *Revista da Faculdade de Letras*, nº 3, série I, Lisboa, Universidade de Lisboa, 1957, p. 50.

[14] Giulia Lanciani, *op. cit.*, p. 161.

[15] Charles Ralph Boxer, *op. cit.*, pp. 49-53; Giulia Lanciani, *op. cit.*, p. 161; António Manuel de Andrade Moniz, *A História Trágico-Marítima: Identidade e Condição Humana*, Lisboa, Edições Colibri, 2001, p. 39.

[16] Isabel Boavida Carvalho, «Viagens e naufrágios no feminino: da mulher invocada à mulher (quase) invisível», *O Rosto Feminino da Expansão Portuguesa. Actas do Congresso Internacional*, vol. I, Lisboa, Comissão para Igualdade e para os Direitos das Mulheres, 1995, p. 236.

[17] Anónimo, *Historia da muy notauel perda do Galeão grande sam João*, cap. ij; Anónimo, «Relaçaõ da muy notavel perda do galeaõ grande S. Joaõ (1552)», *H. T. M.*, tomo I, p. 5.

[18] «No regresso existia uma alternativa semelhante, como sempre determinada pela data de saída, que, idealmente, devia ser pelos finais de Dezembro: muitos navios largaram para o mar no próprio dia de Natal» (Francisco Contente Domingues, *A Carreira da Índia*, CTT Correios, 1998, p. 28).

[19] Anónimo, *Historia da muy notauel perda do Galeão grande sam João*, cap. ij; Anónimo, «Relaçaõ da muy notavel perda do galeaõ grande S. Joaõ (1552)», *H. T. M.*, tomo I, p. 5.

[20] Roberto Barchiesi, «Un Tema Portoghese: il Naufragio di Sepulveda e la sua Diffusione», *Annali dell'Instituto Universitario Orientale*, Napoli, 1976, p. 195.

[21] Fernando de Mello Moser, *Dois Dramas Novilatinos sobre o «Naufrágio de Sepúlveda»*, Lisboa, Edições Brotéria, p. 5.

[22] Anónimo, *Historia da muy notauel perda do Galeão grande Sam João*, cap. xv; Anónimo, «Relaçaõ da muy notavel perda do galeaõ grande S. Joaõ (1552)», *H. T. M.*, tomo I, p. 17.

[23] Roberto Barchiesi, *op. cit.*, p. 195.

[24] Anónimo, *Historia da muy notauel perda do Galeão grande Sam João,* cap. xxiij; Anónimo, «Relaçaõ da muy notavel perda do galeaõ grande S. Joaõ (1552)», *H.T.M.*, tomo I, p. 26.

[25] Anónimo, *Historia da muy notauel perda do Galeão grande Sam João*, Introduçam da obra. Capitulo primeyro; Anónimo, «Relaçaõ da muy notavel perda do galeaõ grande S. Joaõ (1552)», *H. T. M.*, tomo I, p. 3.

[26] Fernando de Mello Moser, *op. cit.*, p. 5.

[27] Anónimo, *Historia da muy notauel perda do Galeão grande Sam João*, cap. xxiiij; Anónimo, «Relaçaõ da muy notavel perda do galeaõ grande S. Joaõ (1552)», *H. T. M.*, tomo I, p. 27.

[28] Anónimo, *Historia da muy notauel perda do Galeão grande Sam João*, cap. xxix. Na compilação britiana, as passagens correspondentes são «mulher de bom juizo» [Anónimo, «Relaçaõ da muy notavel perda da galeaõ grande S. Joaõ (1552)», *H. T. M.*, tomo I, p. 33].

[29] Fernando de Mello Moser, *op. cit.*, p. 5.

[30] Elaine Sanceau, «As filhas de Garcia de Sá», *Mulheres Portuguesas no Ultramar*, Porto, Livraria Civilização Editora, 1979, pp. 64-77.

[31] Anónimo, *Historia da muy notauel perda do Galeão grande Sam João*, cap. xvj; Anónimo, «Relaçaõ da muy notavel perda do galeaõ grande S. Joaõ (1552)», *H. T. M.*, tomo I, p. 19.

[32] Anónimo, *Historia da muy notauel perda do Galeão grande Sam João*, cap. xxiiij; Anónimo, «Relaçaõ da muy notavel perda do galeaõ grande S. Joaõ (1552)», *H. T. M.*, tomo I, p. 27.

[33] Anónimo, *Historia da muy notauel perda do Galeão grande Sam João*, cap. xxiiij; Anónimo, «Relaçaõ da muy notavel perda do galeaõ grande S. Joaõ (1552)», *H. T. M.*, tomo I, pp. 27-28.

[34] Anónimo, *Historia da muy notauel perda do Galeão grande Sam João*, cap. xxix; Anónimo, «Relaçaõ da muy notavel perda do galeaõ grande S. Joaõ», *H. T. M.*, tomo I, p. 33.

[35] Obras e páginas citadas na nota 34.

[36] Anónimo, *Historia da muy notauel perda do Galeão grande Sam João*, cap. xxix; Anónimo, «Relaçaõ da muy notavel perda do galeaõ grande S. Joaõ (1552)», *H. T. M.*, tomo I, pp. 33-34. Na versão britiana, não se encontra a passagem «que não faltarião algũas folhas daruore com que se cobrisssem».

[37] José Manuel Garcia, «O significado do naufrágio do Sepúlveda na cultura portuguesa», *Ao Encontro dos Descobrimentos: Temas da História da Expansão*, Lisboa, Editorial Presença, 1994, p. 233.

[38] Biblioteca da Ajuda, Cod. 50-V-22. A edição crítica do manuscrito encontra-se no apêndice 1 do nosso trabalho, *Mar, Medo e Morte: Aspectos Psicológicos dos Náufragos na História Trágico-Marítima e nos Testemunhos Inéditos* (tese de mestrado apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2002, pp. 405-438).

[39] Arnaldo Faria de Ataíde e Melo, *O Papel como Elemento de Identificação*, Lisboa, Oficinas Gráficas da Biblioteca Nacional, 1926, p. 40 e apêndice.

[40] «Introduçam da obra. Capitulo primeyro» da *Historia da muy notauel perda do Galeão grande Sam João* de autor anónimo (Primeira edição); «Prologo» da «Relaçaõ da muy notavel perda do galeaõ grande S. Joaõ», *H. T. M.*, tomo I, pp. 3-4.

[41] «Introduçam da obra. Capitulo primeyro» de autor anónimo, *Historia da muy notauel perda do Galeão grande sam João*. Na compilação de Bernardo Gomes de Brito, a passagem correspondente é «*para os homens muito temerem os castigos do Senhor, e serem bons Christãos, trazendo o temor de Deos diante dos olhos, para naõ quebrar seos Mandamentos*» (Anónimo, «Relação da muy notavel perda do galeaõ grande S. Joaõ», *H. T. M.*, tomo I, p. 3).

[42] Anónimo, «Relação da muy notavel perda do galeaõ grande S. Joaõ (1552)», *H. T. M.*, tomo I, p. 4.

[43] António Sérgio, «Em torno da *História Trágico-Marítima*. (informes para leitores nada eruditos, mas amadores das relações e visões globais dos acontecimentos)», *Ensaios*, Lisboa, Sá da Costa, 1974, tomo VIII, p. 79.

[44] Procedemos à comparação entre as palavras e frases do manuscrito e as da primeira edição em Kioko Koiso, *op. cit.*, pp. 84-102.

[45] O destaque é da nossa responsabilidade.

[46] Charles Ralph Boxer, «An Introduction to the *História Trágico-Marítima*», p. 53.

[47] *História Trágico-Marítima*, edição anotada, comentada e acompanhada de um estudo por António Sérgio, Lisboa, Editorial Sul, 1955, vol. I, p. 17, nota de rodapé.

[48] No manuscrito, esta palavra aparece como abreviatura «ESPTO» com uma linha em cima.

[49] Depois do capítulo xxv, vem outro capítulo xxv que identificaremos como «cap. xxv repetido».

[50] Na edição de 1625 (BNL RES340//3V) e numa contrafacção (BNL RES335//1V) que ignoramos em que edição se baseia, as passagens correspondentes são «Pantalião de Sá, **Tristaõ de Sousa**, & Amador de sousa, & Diogo mendez Dourado de Setuual» (edição de 1625, cap. xi) e «Pantaliaõ de Sá, **Tristão de Sousa**, Amador de Sousa, & Diogo Mendez Dourado de Setuval» (contrafacção, cap. xi, p. 19) e «lhe disse sua molher, & alguns que com elle hião que nam fizesse mal aos negros» (edição de 1625, cap. xx) e «lhe disse sua mulher, & alguns que com elle hiaõ, que não fizesse mal aos negros» (contrafacção, cap. xx, p. 33). Assim, na cena da almadia, não aparece o nome de Tristão de Sousa.

[51] O Dr. José Manuel Garcia considera que o responsável pela edição foi o editor que admite ter sido Germão Galharde. Esta opinião foi-nos revelada num e-mail pessoal.

[52] Kioko Koiso, *op. cit.*, p. 109.

[53] Título de autor anónimo, *Historia da muy notauel perda do Galeão grande sam João* (primeira edição).

[54] Relativamente a esta data, a descrição do manuscrito diverge: «aos xbiij de **Julho**». Não obstante, julgamos que a da primeira edição é mais razoável, como já analisámos.

[55] Anónimo, «Relaçaõ da muy notavel perda do Galeaõ Grande *S. Joaõ*, (1552)», *H. T. M.*, tomo I, p. 34.

[56] Curiosamente, na versão da *História Trágico-Marítima*, as «escrauas» da primeira edição são substituídas pelos «escravos»: «achou D. Leonor fallecida, e o outro menino, e sobre ella estavaõ chorando cinco Escravos com grandissimos gritos» (*H. T. M.*, tomo I, p. 35), o que deve ter sido causado por engano ou por lapso tipográfico.

[57] «De toda companhia de Manoell de Sousa, scilicet, todos os que com elle se perderão escaparão somente oyto ou noue portugueses e quatorze ou quinze escrauos e tres escrauas que estauão com Dona Lyanor ao tempo que faleçeo, emtre os quais homens foy Pamtalião de Saa e **Tristaõ de Sousa** e ho pyllote [*sic*] Amdre Vaz e Balltesar de Sequeyra e Manoell de Castro e Aluaro Fernandez guardião» (manuscrito, fls. 433-433v) e «*E verdadeyramente que passou tantos trabalhos antes de sua morte, que não podem ser cridos senão de quem lhos ajudou a passar, que* antre os quaes homens foy Pantalião de Saa, e **Tristão de Sousa**, e o Piloto Andre Vaz, e Balthesar de Sequeyra, e Manoel de Castro, e este Aluaro Fernandez» (primeira edição, cap. xxxj).

Nónio, o Crepúsculo da Navegação

Trabalho realizado por:
- *Ana Isabel Pereira*
- *Sandrina Marques Rodrigues*

Instituto Superior Politécnico de Viseu
Escola Superior de Educação
Departamento de Matemática

O nónio – o crepúsculo da navegação

O homem por trás do nónio

A navegação astronómica teve início ainda no século XV, quando os navegadores portugueses, ao afastarem-se da costa, se deram conta que os instrumentos náuticos existentes não se qualificavam para aventuras num mar longínquo. Foi então que, em pleno apogeu dos descobrimentos, os portugueses sentiram necessidade de desenvolver a ciência náutica. Assim, de modo a poderem regressar ao ponto de armamento ou repetir a visita à terra descoberta, os navegadores portugueses tiveram de resolver problemas de orientação e navegação nos oceanos.

Pedro Nunes, como reconhecido cosmógrafo que era, trabalhou de forma muito estreita com os pilotos e navegadores portugueses que na altura sulcavam os mares do mundo. De facto, Pedro Nunes destacou-se na nossa cultura renascentista pois foi o único lente da Universidade a contribuir na introdução do rigor da geometria e da matemática.

A obra de Pedro Nunes, reflexo desta época histórica, contempla assim soluções para muitos problemas inerentes à arte de navegar. Deu uma atenção particular ao rigor na resolução destas questões e, no seu livro *De Crepusculis* (1542), na Proposição III (em anexo), refere a importância de "construir um instrumento que seja muito apropriado às observações dos astros, e com o qual se possam determinar rigorosamente as respectiva alturas".

A determinação da posição do navio era deveras importante, sendo os instrumentos de altura imprescindíveis. Para o efeito, usaram quadrantes e astrolábios náuticos que necessariamente tinham de estar bem divididos pois só assim se assegurava o rigor dos cálculos que efectuavam.

Pedro Nunes, sabendo que na época do sábio Alexandrino não existiam instrumentos que permitissem tal precisão, desenvolveu então a referida proposição, imaginando o que ficou conhecido pelo nome de nónio.

Adaptado a um astrolábio ou a um quadrante, o nónio, dispositivo que se baseia na construção de quarenta e quatro escalas paralelas à principal, constituiu uma solução genial.

Estamos certos que Pedro Nunes (1502-1577), quando se preocupou com o problema do nónio, não conhecia o trabalho de Levy, que apesar de traduzido para latim devia ter tido uma divulgação muito limitada, por se tratar de um manuscrito. Aliás, se tal tivesse acontecido, talvez o facto desmotivasse o nosso ilustre sábio, pois o seu conceito de nónio tem o mesmo objectivo que a escala diagonal.

O seu nome deve-se a Pedro Nunes e é um dispositivo que permite realizar a leitura das fracções de unidade, isto é, das fracções de menor divisão de uma régua ou de um arco a que se adapte.

É constituído por uma pequena regueta ou limbo circular, dividido em certo número de partes iguais, o qual se move ao longo de uma outra régua ou limbo graduados cujas divisões têm um valor conhecido (1 mm ou 1°, por exemplo).

Este conceito, desenvolvido na sua obra *De Crepusculis,* era extraordinariamente engenhoso, mas de difícil resolução prática.

Sem dúvida que o nónio seria de enorme utilidade quando integrado num astrolábio, pois foi este o instrumento escolhido por Pedro Nunes para a aplicação do seu evento. Todavia, a gravação das quarenta e cinco escalas (estamos a incluir a escala principal, de 0° a 90°) era, para a época, um trabalho extremamente difícil pela circunstância de não existirem processos geométricos para efectuar a sua correcta divisão.

Em Portugal, encontramos uma descrição do nónio na *Arte de Navegar*, de 1596, que o padre Francisco da Costa designa por "quadrante dos quadrantes", sem fazer a mais pequena referência ao seu autor. Já antes de Francisco da Costa, um outro português, João Baptista Lavanha, no seu *Tratado del Arte de Navegar*, de 1588, escrito em castelhano, apresenta uma pormenorizada descrição do nónio, onde também não faz a mais pequena alusão ao sábio salaciano. Infelizmente, não encontramos um único exemplar respeitante a instrumentos dotados de nónio que tenham existido no nosso país, nem tão-pouco qualquer notícia a seu respeito.

Contudo, Francisco Stockler, em 1818, diz-nos que todas as dúvidas que porventura subsistam acerca do nónio poder-se-iam desvanecer "se ainda existissem os instrumentos de que Pedro Nunes se servia e que ele havia em grande parte feito construir. Porém, quis a desgraça que todo esse precioso depósito, indo parar ao poder dos religiosos beneditinos do colégio que esta ordem monástica tem em Coimbra, o abade que governava aquele colégio, quando se fizeram as grades do adro da igreja, sendo informado que se precisava de uma porção de metal amarelo, para se fundirem umas carrancas, ou peças metálicas, que ainda actualmente adornam as sobreditas grades; entendendo que aqueles instrumentos astronómicos, de que os frades não faziam uso algum, eram trastes absolutamente inúteis, os deu para se converterem nos indicados ornatos. Assim acabaram, vítimas de uma ignorante economia, monumentos científicos, preciosos pela sua

antiguidade, e responsáveis em consideração do homem de génio que tinha inventado uns, aperfeiçoado outros, e manejando todos com singular habilidade".

Todavia, e é esse o grande mérito, a invenção do nónio desencadeou a investigação sobre o assunto que veio a conduzir à solução apresentada, em 1631, por Pierre Vernier, com o seu sector móvel.

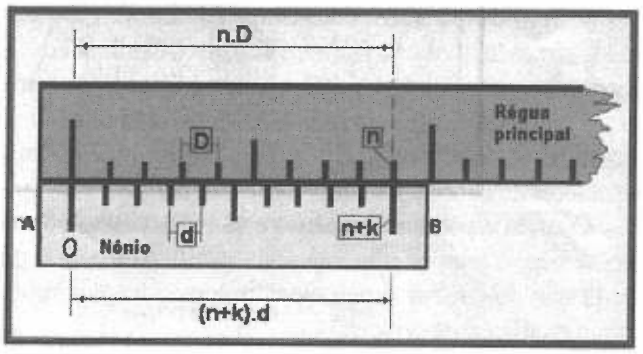
Porém, para aparente possibilidade que tal pudesse ter acontecido não encontramos qualquer suporte documental que confirme a afirmação de Stockler. Acontece até que as grades onde estavam as referidas carrancas foram demolidas com a igreja há longos anos. Mas mesmo que tal episódio tivesse acontecido, nada nos prova que Pedro Nunes tenha possuído instrumentos dispondo do seu nónio. "Em primeiro lugar porque não conhecemos uma única notícia a este respeito e, em segundo lugar, porque a divisão e a gravação das escalas dum nónio era um trabalho árduo, exigindo artífices de grande perícia que, na época, não existiam em Portugal."

As variantes de nónio

Num nónio, perante as diferentes disposições da escala, admitimos a existência de dois tipos: o nónio rectilíneo e o nónio circular.

Nónio rectilíneo (Vernier)

Seja a régua AB a regueta denominada nónio, de comprimento correspondente a n divisões da régua de maior comprimento e graduadas em partes iguais. Suponhamos que se divide o nónio rectilíneo em $n + k$ partes ou $n - k$ partes iguais.

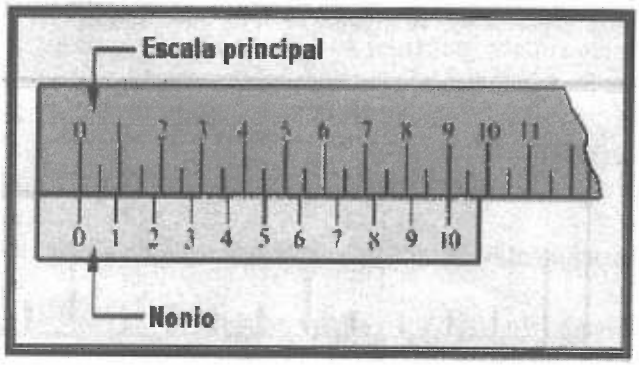


Representa-se por D o valor da menor divisão da régua principal e por *d* o valor da menor divisão do nónio. Designando-se por N a diferença entre D e *d*. O número de partes da régua principal e do nónio é representado por *i*.

Para que o traço da divisão *i* do nónio coincida com um traço da divisão da régua principal, é necessário que o zero do nónio esteja adiantado ou atrasado de um comprimento *Co* da divisão da régua correspondente a *i.N* e esse comprimento deverá ser adicionado ou subtraído à leitura feita até à divisão *Co* da régua que precede imediatamente o zero do nónio, segundo este se encontre dividido em $n + k$ ou em $n - k$ partes iguais.

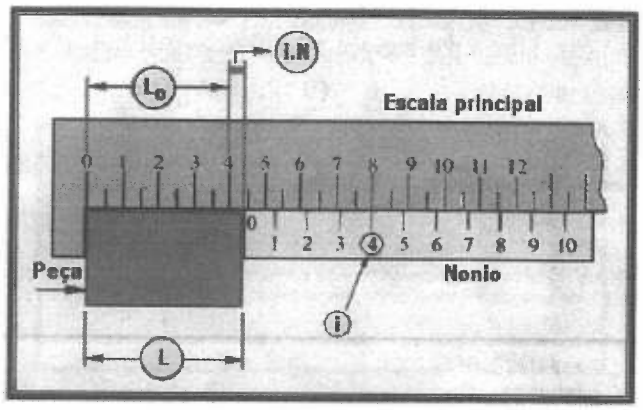
Os nónios acoplados nos diversos instrumentos contêm, em geral, apenas mais uma divisão que o comprimento da régua. Correspondem no nónio a $n+1$ divisões iguais, mesmo que não estejam todas gravadas, pois considera-se que a precisão de um nónio depende do número das suas divisões, por isso não haverá vantagem na sua natureza se exceder o limite 1/50. Se tal ocorrer, a própria largura do traço fará parecer que existem várias coincidências simultâneas entre os diversos traços do nónio e da régua.

A fracção $D/(n+1)$ é denominada natureza do nónio e exprime a diferença entre o valor da menor divisão da régua principal e de uma divisão do nónio.



Na ilustração acima temos um nónio acoplado a uma régua cujo comprimento corresponde a nove divisões (n=9) da mesma. O nónio por sua vez apresenta dez divisões e, nestas condições, a sua natureza será de 0,1 mm.

Como se pode medir um objecto de comprimento L utilizando o nónio rectilíneo?



a) Determinar a natureza N do nónio (0,1 mm, neste caso);
b) Ajustar o traço correspondente ao zero do nónio a uma das extremidades do objecto cujo comprimento L se pretende medir;
c) Ler o número (L_0 = 4 mm, por ex.) da escala principal, correspondente ao traço da régua que precede imediatamente o traço zero do nónio;
d) Ler o número correspondente ao traço do nónio, que coincide com um dos traços da régua (4);
e) O valor do comprimento L é dado pela soma de L_0 mais o produto da natureza do nónio (N) pelo número do nónio

que coincide com um dos traços da régua principal (i). Desta forma obteremos L = 4,4 mm.

Na prática, os nónios vêm graduados de forma a indicar directamente o produto *i.N*. Tendo em atenção o que foi dito, o traço 4 do nónio coincide com um dos traços da escala principal (8). Ora, o produto *i.N* será igual a 0,4.

Para isso, basta ler o número que corresponde ao traço do nónio que coincide com um dos traços da régua (escala principal).

Vernier (nónio) circular

Para a medida de ângulos, o nónio aplica-se sobre um limbo circular graduado. As suas divisões de igual extensão correspondem a arcos ou ângulos iguais.

Nos nónios circulares, o procedimento é análogo ao do nónio rectilíneo.

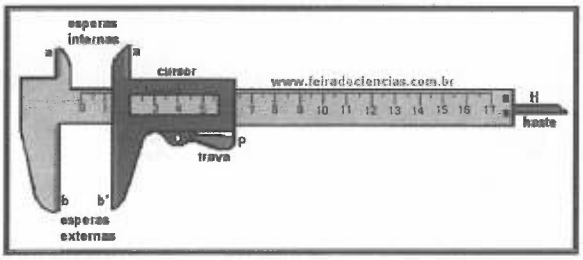
Instrumentos de medida com a aplicação do nónio

Paquímetro (craveira, calipter ou calibre)

É um instrumento que serve para medir directamente comprimentos, diâmetros de fios, diâmetros interno e externo de tubos, profundidade de orifícios cegos, etc.

A medição de um comprimento utilizando uma escala métrica graduada em milímetros permite-nos a obtenção de resultados aproximados até aos décimos de milímetro.

Ao estimar um desvio cometido no desvio de uma medida de um comprimento, com a escala métrica, deve-se ter em conta que há duas coincidências a ser observadas: a do início e a do fim do objectivo, o que faz com que haja dupla incerteza.



O paquímetro é um instrumento dotado de três pares de referências e em cada par pode-se ajustar a medida a medir. O nónio ou Vernier é uma escala auxiliar que facilita a leitura de fracções de divisão da escala principal, sendo n o número de divisões do nónio e u a amplitude (comprimento) de cada divisão; o comprimento total será n*u.

Quando o paquímetro está fechado, as duas bases de medida estão unidas, a distância é nula e o traço zero da escala do nónio coincide com a continuação do traço zero da escala principal, assim o traço zero do nónio serve de índice para as leituras de comprimento na escala principal.

O paquímetro é constituído basicamente por uma régua metálica graduada, terminada por uma espera fixa, ao longo da qual desliza uma espera móvel ou cursor, na qual existe uma janela onde estão acoplados um nónio e um parafuso de pressão que permite fixá-lo. Nos modelos mais modernos existe, fixa ao cursor e deslocando-se com ele, uma haste H para a medição de profundidades de cavidades (orifícios cegos).

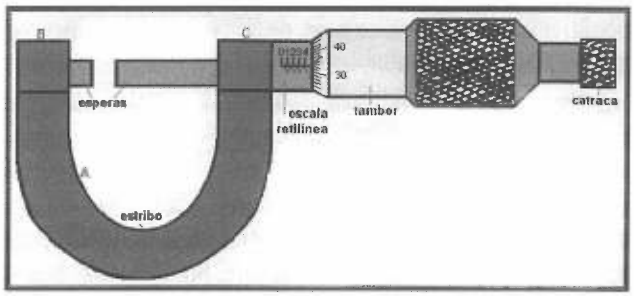
Quando as duas esperas (fixas e móveis) se tocam, o zero do nónio deve coincidir com a divisão zero da escala principal do instrumento.

Estamos perante uma aplicação do nónio rectilíneo.

Micrómetro (Palmer)

O micrómetro é um instrumento de precisão utilizado na medida de pequenos comprimentos.

Este instrumento é constituído basicamente por um parafuso micrométrico (tambor) capaz de se mover ao longo do próprio eixo; este parafuso com rosca de precisão transforma o movimento de rotação num movimento de translação; usualmente, este parafuso é de 0,5 mm.



Na parte externa da porca há uma escala rectilínea paralela ao eixo do parafuso, com cinquenta divisões, correspondendo cada divisão a 0,5 mm. Tem também duas bases, designadas esperas, entre as quais se intercalam os objectos a medir. É igualmente constituído por uma peça de aço em forma de U, denominada estribo. É empregue para medir espessuras de lâminas e diâmetros de fios ou tubos.

Quando a ponta do parafuso está em contacto com a espera fixa, o tambor cobre a escala rectilínea e o zero da graduação do tambor deve coincidir com o traço zero da escala rectilínea ou principal.

A natureza N do Palmer representa a translação da ponta do parafuso correspondente a cada rotação de uma divisão do tambor, isto é o menor comprimento possível de ser medido pelo instrumento.

Anexo

Proposição III

"Construir um instrumento que seja muito apropriado às observações dos astros, e com o qual se possam determinar rigorosamente as respectivas alturas.

Construa-se um astrolábio o mais perfeitamente possível, com sua medeclina, isto é, a régua que gira sobre o

centro, e nela, que cumpre seja muitíssimo direita, coloquem-se, como se costuma fazer, umas pínulas, cujos orifícios não excedam o necessário para se poderem ver por eles distintamente as estrelas fixas mais brilhantes.

Seja, por exemplo, ***ab, cd*** *a superfície plana e circular de um astrolábio assim construído, dividida em quadrantes pelos diâmetros* ***ac, bd,*** *e cujo centro seja o ponto* ***e.*** *Com centro neste ponto, dentro desta circunferência, descrevam-se com quaisquer intervalos (não importa se iguais ou desiguais) 44 quadrantes de círculos uns dentro dos outros. Divida-se em 90 partes iguais o quadrante exterior* ***ab,*** *e o interior que se lhe segue em 89 partes, também iguais; o imediato a este em 88, o que se lhe sucede em 87, e assim sucessivamente até se atingir o último e mais pequeno dos quadrantes interiores, o qual se dividirá em 46 partes iguais. Em cada um dos quadrantes, marquem-se as partes de 10 em 10 com traços muito finos, que saiam um pouco para fora da circunferência, porque se o astrolábio não for de grande tamanho e se as partes de 5 em 5 ou de 10 em 10 se distinguirem [apenas] pelos números, dada a exiguidade dos intervalos, haverá grande confusão. O número das partes de cada quadrante inscrever-se-á num dos extremos, junto do semidiâmetro. Se a numeração for de* ***a*** *para* ***b*** *escreva-se, com os algarismos usuais, o número 90 sobre o ponto* ***b*** *e, seguindo de cima para baixo o diâmetro* ***eb,*** *ponham-se os restantes números nos seus devidos lugares. Deste modo, portanto, o número de 90 graus, considerado próprio de cada quadrante, mesmo interior, se, por hipótese, for dividido em menor número de partes, terá de facto toda a parte alíquota, a qual se designará por um número menor que 90, isto é, metade do todo, terça, quarta, quinta, sexta, sétima, oitava, nona, décima, undécima, duodécima e as demais, uma a uma, até à nonagésima, que o quadrante exterior efectivamente tem. <O:P</O:P*

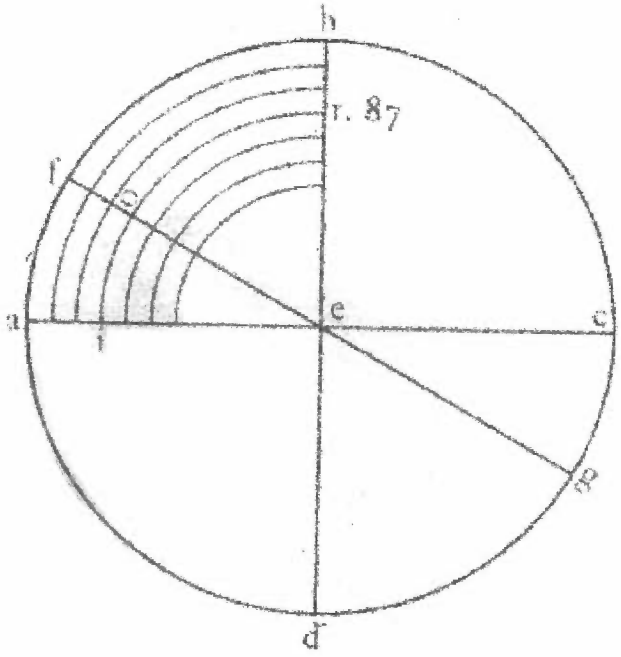
Com efeito, ninguém pode negar que, indo das partes mais pequenas para as maiores até à quadragésima sexta, ele tem as seguintes partes alíquotas: nonagésima, octogésima nona, octogésima oitava, etc.; e que tem outras, expressas pelos números que vão de 1 a 46, também facilmente se poderá ver do facto de que quem divide um número por outro o divide também pela metade, pelo quarto, e pelos restantes submúltiplos que o divisor tem, assim como aquele que divide em 90, divide em 45, o que divide em 88 divide em 44, e assim por diante. <O:P</O:P

Cada um dos números que vão de 23 a 45 é metade dos que na série dos números se dispõem de 46 a 90, sempre com um de permeio, e estes também são múltiplos de outros menores, e assim nos restantes uns estão para os outros do mesmo modo até à unidade. Por consequência, o número de 90 graus, que imaginamos existir em cada quadrante, tem pelas referidas divisões todas as partes alíquotas, desde a metade à nonagésima. <O:P</O:P

Até aqui sobre a construção do instrumento; o seu uso será muito fácil. <O:P</O:P

Imagine-se que numa noite desejamos calcular com exactidão a altura de uma estrela acima do horizonte.

Levantaremos o astrolábio acima dos olhos, por forma que fique suspenso livremente da argola fixada no ponto ***b,*** *e dirigiremos a parte* ***ab*** *para a estrela, andando levemente com a medeclina para cima e para baixo até a enfiarmos com a vista através dos dois orifícios. Porém, como rara será a vez em que a medeclina se sobrepõe aos ditos quadrantes sem cortar algum deles segundo o traço de uma divisão, tomaremos nota do número das partes inteiras, que a posição cortada tem, e do número em que todo o quadrante estiver dividido, e pela sabida regra dos números proporcionais converteremos estas partes em nonagésimas partes do quadrante, as quais vulgarmente se chamam graus, da seguinte maneira:*



Multiplicaremos o número delas por 90, dividiremos o produto pelo número das partes de todo o quadrante, e desta divisão resultará o número de graus que as ditas partes têm. Se houver resto da divisão, como muitas vezes acontece, multiplicá-lo-emos por 60, e dividiremos o produto pelo dito número das partes de todo o quadrante, divisor constante, e virão os primeiros minutos. A seguir, multiplicaremos o resto dessa divisão por 60, e dividiremos o produto pelo divisor constante, e virão os segundos minutos, e assim sucessivamente até não haver resto da divisão, ou até que ele se possa desprezar por exíguo.

Exemplo: Observada a altura de uma estrela qualquer, a aresta da medeclina que passa pelo centro, e à qual os astrónomos chamam linha de fé, tenha no astrolábio a posição do diâmetro ***fg;*** *corte o quadrante* ***ir,*** *de 87 partes iguais, no ponto* ***o,*** *e o arco da altura* ***oi*** *compreenda 30 partes.*

Neste caso, multiplicaremos 30 por 90, resultando 2700; dividiremos, este número por 87, e da divisão virão 31 graus; restarão, porém, 3, que multiplicaremos por 60, e resultarão 180, e finalmente dividiremos 180 por 87,

divisor constante. A divisão dará 2 primeiros minutos, e o resto será 6, que multiplicaremos a seguir por 60 para alcançarmos os segundos minutos, e ficarão 360; dividiremos estes por 87 e resultarão da divisão 4 segundos minutos; o resto será 12, e multiplicado este por 60 e dividido o produto pelo divisor constante, virão 8 terceiros minutos, e da divisão ficarão 24. Desta forma iremos até onde se quiser.

Para que este instrumento possa ser utilizado com mais vantagem nas observações do Sol, façam-se mais dois orifícios muitíssimo estreitos nas pínulas; o raio de sol que por eles passar mostrará com maior certeza a altura dele acima do horizonte."

Retirado de: *http://www.apm.pt/gt/gthem/PedroNunes/NonioIII.htm*

Bibliografia

Diciopédia 2000 – O Poder do Conhecimento, Porto, Porto Editora.
http://primeirasedições.expresso.pt/ed 1384/r1121.asp?Ls
www.prof 2000.pt/users/malice/PedroNunes.html
www.apm.pt/gt/gthem/Pedro Nunes/stockler2.htm
http://www.cienciaviva.mat.pt/kit/nónio 2.asp
www.instituto–camoes.pt/cvc/filosofia/rem 2.html
www.esec–marquesa–alorna–rcts.pt/pt/nonio – sec XXI.htm
http://www.pt/gt/gthem/PedroNunes/PedroNunes.htm
http://bnd.bn.pt/ed/pedro-nunes/estudar–vida–obra.asp
http://www.apm.pt/
http://A:\CienciaViva.htm

Conceito de Navio Modular e a sua Aplicação à Marinha de Guerra Portuguesa

Trabalho realizado por:
• ***João Filipe Afonso Martins***

Escola Naval
Departamento de Marinha

1. Introdução

"a necessidade é a mãe da invenção"

Não é por acaso que, quando observamos as maiores invenções que alteraram o mundo em que vivemos, encontramos sempre uma razão para elas surgirem; essa razão chama-se necessidade. Não vou ter a prepotência de comparar qualquer dessas invenções com o conceito de navio modular, mas posso afirmar que foi também a necessidade de unidades navais cada vez mais versáteis, para fazer face aos cenários cada vez mais complexos, que gerou esta filosofia de construção naval.

São aplicadas várias tecnologias diferentes na construção dos navios no geral, mas isso não altera significativamente o navio em si, no entanto, com a mesma tecnologia (actual), pode-se, com algum engenho, produzir navios modulares, que é quase o mesmo que dizer navios mutáveis no tempo, que se podem alterar com relativa facilidade.

Não vou neste trabalho efectuar nenhum estudo aprofundado sobre um projecto em particular, prefiro, ao invés disso, olhar para o que se tem produzido pelo mundo fora dentro deste conceito, observando algumas unidades ou classes de navios, e tentando perceber o que se poderia fazer neste âmbito para a Marinha de Guerra Portuguesa. Posso também acrescentar que este trabalho se deverá ler como um trabalho de informação para o leitor, mas, acima de tudo, essa informação deve ser discutida e apresentada de uma forma ligeira, quase como uma "conversa de câmara[1]" (ou conversa de amigos) sobre o tema: conceito de navio modular e a sua aplicabilidade à Marinha de Guerra Portuguesa. Não entrarei por explicações demasiado técnicas, à excepção das estritamente necessárias.

2. O que é um navio modular?

Antes de mais, torna-se necessário explicar o que é um navio modular, de modo a que se perceba realmente em que conceito assenta este trabalho. Portanto, nesta fase pretendo, para já, explicar este conceito.

Começaria por lhe pedir que tentasse lembrar-se do seu tempo de infância, em que provavelmente brincava com os "Legos", já que esses brinquedos encaixam (encaixam é sem dúvida um termo muito adequado para este trabalho) perfeitamente no que vos pretendo explicar, pois estes navios são essencialmente cascos comuns[2] (ou quase) dotados de espaços de tamanhos estandardizados que podem alojar vários tipos de contentores, contentores estes que terão as mais variadas utilizações, como vai poder constatar mais à frente neste trabalho.

Os navios modulares são construídos de acordo com um conceito que pressupõe a instalação, *a posteriori,* de módulos que complementarão o navio e o dotarão dos equipamentos necessários à sua actividade futura, mas à parte disso este conceito permite ainda realizar qualquer projecto explorando um teoria associada designada de *"design for fit but not with"* ou seja, um navio que é desenhado e projectado para albergar vários componentes mas que no entanto pode ser utilizado sem os mesmos, pelo menos enquanto por razões financeiras ou outras os componentes não estiverem disponíveis os navios operam sem os mesmos.

Hoje em dia, são as marinhas consideradas mais pequenas, que reúnem um grupo de condicionantes, que fazem com que este conceito de construção de navios lhes assente perfeitamente, muito pela versatilidade que cada unidade ganha transformando-se numa espécie de "super unidade", capaz de desempenhar um série de funções, ou também pela utilização da teoria de *"design for fit but not with"* que já expliquei no parágrafo anterior.

Das classes de navios que apresentarei a seguir, para melhor explicar este conceito, posso destacar uma que me suscitou particular interesse, e que até posso dizer que me motivou para a realização deste trabalho, esses são os navios da classe Flyvefisken (F550), já que que elevam o conceito de navio modular ao mais alto nível, em que os utilizadores "vêem-se obrigados a escolher a roupa" quase como alguém que sai de casa para ir trabalhar, com a simples vantagem de que cada "roupa que vai vestir" destina-se a um determinado serviço, ou seja, cada navio desta classe pode transformar-se em quase todos os tipos de unidades necessários a uma marinha. Mas sobre esta classe de navios puramente modulares poderá encontrar mais informação num outro capítulo mais à frente deste trabalho.

Em termos técnicos estes navios têm vários requisitos já que cada componente necessita de determinadas facili-

dades técnicas, como sejam alimentação, controlo e outras, por isso cada unidade tem que estar preparada para cada componente, do que resulta uma procura pela estandardização ao máximo dos mesmos componentes e das suas necessidades, caso contrário corre-se o risco de cair numa elevada complexidade de fabrico e até utilização.

Navios modulares são unidades polivalentes e com características que permitem uma fácil adaptação ao meio e às suas necessidades, bem como operações de modernização. São navios muito adequados às marinhas com menos recursos.

3. O que é que já existe deste conceito na Marinha de Guerra Portuguesa?

A Marinha de Guerra Portuguesa não é propriamente uma marinha vanguardista; no entanto, foi uma das primeiras a adquirir navios modulares e posso adiantar que são navios de uma qualidade excelente e que se têm mostrado muito operacionais nos vários cenários em que têm operado, podendo ser motivo de orgulho para a Marinha de Guerra Portuguesa (infelizmente um dos poucos na actualidade), falo naturalmente da classe Vasco da Gama.

Estes navios surgem para compensar o final da vida das fragatas da classe Almirante Pereira da Silva, e a proposta surgiu de um consórcio alemão (Blohm+Voss, Ferrostaal, HDW e Thyssen Rheinstal Technik) para a construção das três fragatas tipo MEKO 200, nas quais se incluía um apoio especial do governo alemão. O contrato de construção foi assinado em 25 de Julho de 1986, dez anos depois de ter sido lançado o programa. Já no mês de Novembro de 1990 foi assinado o contrato com a empresa britânica GKN–Westland relativo ao fornecimento de cinco helicópteros ASW Super Linx Mk95.

O primeiro navio da classe, o NRP Vasco da Gama (F330)[3] foi construído em Hamburgo, nos estaleiros da Blohm+Voss ao longo de 48 meses, tendo sido entregue à Marinha, em cerimónia oficial, no dia 18 de Janeiro de 1991 no rio Tejo, após a realização de um período de treino básico na Alemanha. O NRP Álvares Cabral, o segundo da classe, foi construído em Kiel, nos estaleiros HDW, tendo entrado ao serviço em 25 de Maio. O NRP Corte Real foi entregue em 22 de Novembro e também foi construído em Kiel.

3.1. O conceito MEKO

O termo MEKO não é mais do que uma abreviatura de "*Me*hrzweck *Ko*nzept", do alemão, ou seja, conceito polivalente, em português. Foi no estaleiro Blohm+Voss que, mais de vinte anos se iniciaram os estudos sobre este tipo de construção modular. O conceito é baseado numa plataforma padrão na qual as armas, sensores e equipamentos são instalados em contentores, designados por "Functional Units"[4], cujas dimensões, características da instalação eléctrica e de ar condicionado foram padronizadas. Em cada contentor são instalados todos os subsistemas e unidades que constituem uma arma ou sensor completo, estes tornam-se assim praticamente auto-suficientes, exceptuando as devidas alimentações.

Estes navios foram construídos já segundo o conceito MEKO Mod. 3, que é basicamente a evolução do conceito MEKO inicial, mas tendo já em conta as lições aprendidas no conflito das Malvinas/Falklands. Assim, foram introduzidas as seguintes melhorias dignas de destaque:

1 • *Data-bus,* que consiste em dois cabos coaxiais que correm ao longo do navio, redundantes, através dos quais os vários subsistemas de bordo trocam informações; assim, para além de uma substancial redução nas cablagens entre os equipamentos tornam-se mais fáceis as modernizações dos navios.

2 • Redução das assinaturas radar, acústica, infravermelha e de silhueta.

3 • Aumento da capacidade de sobrevivência do navio pela aplicação de uma filosofia de compartimentos estanques e independentes.

4 • A distribuição da energia é feita através de dois cabos principais também redundantes, a EB e a BB, colocados abaixo do pavimento 3, permitindo uma distribuição vertical dentro de cada um dos vários compartimentos estanques em que o navio está dividido. Verifica-se assim uma evolução face ao desenho tradicional da distribuição de energia, de maior fiabilidade, na sequência das lições aprendidas no conflito das Falklands.

O conceito MEKO tem suscitado certo interesse nos meios navais internacionais. Inicialmente foram adquiridas fragatas tipo MEKO 360 pela Argentina e pela Nigéria e corvetas MEKO 140 (desenvolvidas pela Blohm+Voss com base no projecto das corvetas portuguesas das classes João Coutinho e Baptista de Andrade) pela Argentina. Desde então, a Turquia adquiriu e construiu quatro fragatas MEKO 200T e a Grécia quatro fragatas MEKO 200, tendo este contrato sido posterior ao assinado com o Estado Português. Depois disso já foram encomendadas dez fragatas do tipo MEKO 200 para a Austrália e para a Nova Zelândia (a classe Anzac), construídas em estaleiros australianos. Encontram-se em fase de projecto os navios MEKO 100[5] do tipo Off-Shore Patrol Vessel (OPV). Também as fragatas alemãs das classes F-123 e F-124 foram projectadas de acordo com a filosofia MEKO, e o German Frigate Consorcium tem vindo a oferecer no mercado um modelo evoluído da MEKO 200, com características furtivas, que foi encomendado pela África do Sul e previsivelmente virá também a equipar a Marinha do Chile: a MEKO A200.

3.1.1. Características gerais do navio

As fragatas da classe Vasco da Gama são escoltadores

oceânicos concebidos para actuar em ambiente de multiameaça e optimizados para a luta anti-submarina. Satisfazem não só os requisitos operacionais que foram oportunamente estabelecidos pelo Estado-Maior da Armada mas também a doutrina NATO que respeita aos navios do tipo fragata.

3.1.2. O casco

O casco do navio tem as seguintes características principais:

Comprimento (de fora a fora)	115,9 m
Comprimento (na linha de água)	109,0 m
Boca na linha de água	13,8 m
Boca no convés	14,2 m
Calado de projecto	4,1 m
Calado no domo sonar	6,0 m
Deslocamento máximo	3200 t
Deslocamento leve	2920 t

A concepção do casco e das superstruturas teve também em conta a necessidade de obter reduzidas silhueta e assinatura radar como já vimos na parte das vantagens. Assim, o navio foi concebido com superstruturas homogéneas, planas e relativamente baixas. A assinatura radar *(radar cross section)* foi minimizada através do desenho das superfícies exteriores do navio. Foram eliminadas as descontinuidades bruscas na configuração das obras mortas e a existência de áreas perpendiculares ao plano da superfície do mar. Assim, o casco, as superstruturas e o hangar do helicóptero têm uma pequena inclinação (sete graus) para fazer divergir as ondas radar reflectidas.

3.1.3. Outras características

Admite-se que pelo atrás exposto se poderá ter uma ideia muito genérica do que são as fragatas da classe Vasco da Gama. Acrescento que são dotadas de excelentes armas e sensores, ao nível das fragatas do mesmo tipo que hoje em dia equipam as marinhas aliadas. Representam, portanto, um salto qualitativo muito considerável em relação aos meios até então existentes na Armada. Merece ainda uma palavra a grande capacidade que o navio apresenta para futuras modificações ou modernizações, decorrente, aliás, do conceito MEKO, já abordado. O navio encontra-se preparado para montar, à proa, a ré da peça de 100 mm, outra arma antiaérea. A instalação de um "Towed Array Sonar" (TAS) é também uma opção para a qual estes navios já estão preparados.

Não se poderá esquecer, por outro lado, que as fragatas da classe Vasco da Gama tiveram uma gestão morosa e acidentada. Fruto das limitações financeiras, de todos nós conhecidas, os navios não são exactamente o que terá sido estudado pelos departamentos técnicos da Marinha, mas sim aquilo que foi possível obter, nomeadamente através de contribuições dos nossos aliados na NATO. A experiência ganha na operação dos navios classe Vasco da Gama tem dado resultados muito positivos. São bons navios para o mar, bem armados e equipados, com real valor militar num cenário de multiameaça.

São, com certeza, unidades navais onde é um prazer servir e uma razão de orgulho para a Marinha Portuguesa.

4. Standard Flex 300

Entre os anos de 1987 e 1996 o estaleiro dinamarquês Danyard S/A construiu um total de catorze navios, para a Marinha Real Dinamarquesa, com o conceito Standard Flex 300. O primeiro dessa classe de navios foi o Flyvefisken (P550)[6] que foi entregue no ano de 1989. Este tipo de navios é puramente baseado no conceito modular em que um único casco tem a possibilidade de albergar vários tipos de equipamento podendo mudar os seus requisitos operacionais; em questão de algumas horas pode modificar-se completamente o navio podendo passar de uma unidade de vigilância, busca e salvamento de vidas no mar para combate de superfície (ASUW), de subsuperfície (ASW), unidade anti-minas/draga-minas ou ainda para controlo de poluição.

Esta unidade pode dispor de vários tipos de contentores de armamento, do qual podemos citar os seguintes:

a) Boing Harpoon, míssil superfície-superfície que inclui um radar de busca;
b) Mk 48 NATO lançador vertical de Seasparrow, míssil superfície-ar;
c) Mk 48 Mod. 3 para seis mísseis Seasparrow;
d) Peça OtoBreda Super Rapid de 76 mm; dispara 120 munições por minuto;
e) Lançador de torpedos Bofors TP613 para dois torpedos.

Para um casco de fibra por camadas, com um comprimento de 54 m e uma boca de 9 m, somando todo o extenso leque de equipamento, os dinamarqueses optaram por um sistema de propulsão do tipo CODAG, que consegue oferecer a esta plataforma flexível uma boa relação entre economia e velocidade. A turbina General Electric LM500 e os dois motores diesel MTU 16V 396TB94, conseguem deslocar este navio que pode pesar entre as 320 toneladas (como carregamento mais leve) e as 450 toneladas (com o carregamento máximo) a uma velocidade máxima de 30 nós, tendo uma autonomia de aproximadamente 2400 milhas à velocidade de cruzeiro de 18 nós. Deve-se acrescentar que a guarnição destes navios varia entre as 19 e as 29 pessoas.

A funcionalidade deste navio depende entre outros aspectos da capacidade de alterar rapidamente as suas características e para tal faz uso de duas ideias base que são: a utilização dos contentores que encaixam em locais

definidos, e, por outro lado, o sistema de Comando, Controlo Comunicações e Informação.

4.1. Os contentores

Para uma alteração rápida dos propósitos a que o navio se destina optou-se pela utilização de contentores de dimensões estandardizadas (comprimento 3,5 m; largura 3 m; altura 2,5 m)[7] e às quais se podem aplicar vários tipos de armamento e ou equipamento específicos de uma determinada missão. A estandardização não se fica simplesmente pelas dimensões mas também é aplicada aos interfaces, que dizem respeito a tudo o que esse equipamento possa precisar para o seu normal funcionamento, desde alimentação eléctrica, comunicação de dados informáticos, comunicações em geral, ventilação e fornecimento de água.

Os contentores podem ter os lados abertos onde somente uma armação metálica é usada para ligar o fundo ao topo, para manter a forma e o apoio a todos os equipamentos eventualmente necessários ao seu funcionamento, dentro deste, um bom exemplo destes contentores são os dedicados à peça de 76 mm[8], este formato aberto permite o acesso do pessoal ao mecanismo da coluna da peça para resolver eventuais problemas que possam surgir. Se algum dos espaços ficar por ocupar pode-se cobri-lo evitando a entrada da água.

4.2. Sistema de Comando, Controlo, Comunicações e Informação

O sistema modular e flexível de Comando, Controlo, Comunicações e Informação (C^3I-*system*) da Standard Flex 300 (SF 300) é vital na implementação do programa de comando e controlo de armas ou outros equipamentos periféricos. O C^3I é a espinha dorsal que conecta as diferentes possibilidades de equipamento com as consolas de comando, a este sistema estão ainda ligados todos os equipamentos de uso constante tais como os vários sensores, sistema de controlo de armas, comunicações e apoios à navegação. Este sistema possui uma série de *"nós inteligentes"*[9] que possibilitam o acesso em posições aleatórias dos vários equipamentos e da sua ligação ao sistema de comando e controlo. A arquitectura deste sistema permite uma utilização funcional e simplificada de todos os equipamentos, o sistema aberto permite uma possibilidade infindável de modernizações e do muito provável crescimento.

O *software* utilizado deste sistema é conhecido por Base Data Sistem 2000 e foi desenvolvido pela NobelTech. Este *software* foi entregue em 1989 e continha cerca de 400 000 linhas de códigos mas para realizar todos os requisitos e aplicações desta unidade este *software* sofreu vários desenvolvimentos e actualmente tem cerca de 1,5 milhões de linhas de códigos.

As consolas utilizadas providenciam a ligação entre o utilizador e a máquina (Man-Machine Interface MMI). Um mínimo de três consolas tem que estar instalado para as missões menos exigentes, podendo chegar a um número máximo de seis.

As SF300 dispõem de um sistema integrado de controlo de armas conhecido por Flexfire[10]; este sistema é parte integrante do sistema de combate e possui dois canais separados de controlo de fogo; todos os contactos podem ser acompanhados por sistemas radar, laser, TV e/ou sensores de infravermelhos. Este sistema consegue ainda acompanhar vários contactos em tempo real com elevado alcance e precisão.

4.3. Requisitos operacionais da Standard Flex 300

Como já foi referido acima, estes navios podem servir vários propósitos, fazendo para tal uso de vários componentes contentorizados, nesta fase pretendemos mostrar a relação entre os requisitos operacionais que se pretendem e os vários componentes que se podem utilizar.

4.3.1. Unidade de vigilância [11]

Utiliza a peça de 76 mm como único armamento, e os restantes espaços são preenchidos com contentores de carga, e com um pau de carga hidráulico, usado para o lançamento rápido à água do bote utilizado para fiscalizações e as várias actividades fora de bordo.

4.3.2. Unidade de combate [12]

É adequada às actividades da guerra anti-superfície ASUW, e engloba a peça de 76 mm, mísseis superfície-superfície (SSM), mísseis superfície-ar (SAM) e ainda o lançador de torpedos que é colocado no espaço mais à ré.

4.3.3. Unidade lança-minas [13]

Utiliza como armamento a peça de 76 mm e os mísseis superfície-ar para defesa própria, dispondo ainda de dois espaços que preenche com um contentor de carga e uma cegonha. Para estas operações utiliza-se o restante espaço livre no convés para armazenar as minas.

4.3.4. Unidade antipoluição [14]

É a única disposição que não utiliza qualquer tipo de armamento permitindo o embarque de vário equipamento de luta contra a poluição, tais como tanques de armazenamento de óleos, químicos ou águas residuais.

4.3.5. Unidade de guerra anti-submarina (ASW) [15]

Possui algum armamento para defesa própria, e faz uso de um sonar de profundidade variável (VDS) que

embarca no quarto espaço, usando os restantes para contentores de carga e para a cegonha. Ainda não está definido o tipo de armamento a utilizar em guerra ASW.

4.3.6. Unidade de contramedidas de minas (MCM) [16]

As SF300 MCM utilizam um sistema de detecção, classificação, identificação e neutralização. Fazendo uso de um veículo remoto de destruição de minas, bem como de um sistema de comunicações e localização de alta precisão, que deve ser apoiado por outra unidade ou por estações em terra.

4.4. As possibilidades para o futuro

Pensa-se que dentro de alguns anos todos os navios da Marinha Real Dinamarquesa farão uso do sistema de contentores estandardizados. Existem já os primeiros planos para navios como Standard Flex 3500 que terá um deslocamento de 4000 toneladas e está a ser planeado para missões de apoio à paz, terá capacidades de *roll-on roll-off* e poderá dispor de facilidades hospitalares. Dispondo de sete espaços para contentores de armamento ou outro equipamento, bem como de um parque capaz de suportar um helicóptero pesado.

Existem já planos para a construção dos OPV's (Offshore Patrol Vessel) que serão designadas de Standard Flex 3000 e terão um deslocamento aproximado de 3500 toneladas, capacidade de operar com helicópteros e de realizar missões em condições polares. Possuirá um alto grau de automatização, para uma tripulação aproximada de sessenta pessoas. Terá tal como a SF300 capacidade para três contentores.

Este projecto seria uma das hipóteses a ter em conta para o patrulhamento da nossa costa e Zona Económica Exclusiva (ZEE).

5. E submarinos?

Pois é, os submarinos também podem ser construídos sob um conceito modular, e podem mesmo gozar das mesmas vantagens nessa construção que qualquer outro navio de superfície pode gozar; passo simplesmente a falar de uma classe destes submarinos, mas poderia falar de muitos outros já que este conceito tem sido bem recebido na construção naval de subsuperfície; a minha escolha incidiu naqueles que foram os primeiros submarinos a serem dotados de Air Independent Propulsion (AIP); este sistema tem sido muito falado desde que se começou a falar da aquisição dos novos submarinos para a nossa Armada, já que este sistema é um dos requisitos (pelo menos foi inicialmente).

5.1. Submarinos suecos da classe Gotland (Tipo A19) [17]

Em Março de 1990, o governo sueco firmou um contrato com o estaleiro Kockums para o desenvolvimento, projecto e construção de três submarinos, baptizados *Gotland*, *Uppland* e *Halland*. Este contrato foi avaliado em cerca de 335 milhões de dólares.

O primeiro da classe, o *Gotland*, foi aumentado ao efectivo em Abril de 1996, e completou as suas provas de mar em Dezembro de 1996. O segundo e o terceiro submarinos, *Uppland* e *Halland*, foram aumentados ao efectivo durante 1997. As provas de mar são executadas pela Marinha Sueca sob a direcção da "Defence Material Authority" do Ministério da Defesa sueco. Tipicamente, as provas de mar incluem 400 horas de testes sob condições climáticas árcticas severas, o que envolveu a utilização de rebocadores quebra-gelos para libertar os submarinos do gelo durante as provas.

Estes submarinos foram concebidos para desempenharem todas as missões atribuíveis a submarinos, perto ou longe das suas bases, tanto em águas litorais como no alto mar. São os primeiros em todo o mundo a serem construídos de raiz com sistema AIP sendo a sua propulsão independente do ar. O seu fabricante reclama serem os submarinos mais modernos entre os não-nucleares ao incorporarem um novo e inovador sonar e um sistema de controlo de fogo incorporando novos meios de análise de movimento dos alvos que determinam a rota, a velocidade e a posição.

5.1.1. O casco

Tem um casco de construção modular[18]. Este sistema de construção por módulos, que neste caso se reflectem em secções, tem várias vantagens das quais são de destacar:

- A maior rapidez de construção ao aumentar a produtividade do estaleiro (através da rotação da mão-de-obra pelas várias secções);
- Maior acessibilidade durante o processo de construção (não existem alçapões estreitos; o material é directamente inserido através do casco aberto);
- O facto desta acessibilidade permitir instalar equipamentos numa fase adiantada da construção do casco e assim dando mais tempo ao desenvolvimento desses equipamentos;
- Permite a fácil desmontagem posterior para intervenções de modernização, etc., podendo ser levadas a cabo "dentro de casa".

Outro pormenor interessante é que estes submarinos, ao contrário de outros modelos, tem apenas um casco. O interior deste está dividido em dois compartimentos resistentes à pressão por uma secção central com depósitos.

5.1.2. Outras características interessantes

Estes submarinos possuem um elevado nível de automatização e de controlo remoto. Por exemplo, a condução do navio em curso e em profundidade está a cargo de apenas um operador. Em alternativa, esta função pode ser integralmente cumprida por um computador. Assim sendo,

a guarnição é de apenas 25 homens (incluindo cinco oficiais) o que traz óbvias vantagens tanto nos padrões de habitabilidade como nos custos de operação. Na concepção do navio, houve a preocupação de atingir um elevado nível de conforto para a tripulação. Toda ela está instalada em confortáveis cadeiras e a repartição do espaço permitiu a existência de uma messe que se converte em espaço de lazer.

6. Aplicabilidade deste conceito à Marinha de Guerra Portuguesa

A Marinha de Guerra Portuguesa tem neste momento alguns problemas que tendem a agrava-se, é claro que estes navios não seriam a solução para todos eles, mas há alguns que seriam sem dúvida minorados. Um destes é a nossa deficiente (ou inexistente) Esquadrilha de Draga-Minas, que a menos que se tome uma atitude rápida iremos assistir realmente à extinção definitiva da esquadrilha, e sem possibilidades de renascer, pelo menos a curto prazo.

Os riscos resultantes do pesado ambiente político internacional não permitem desleixos a este nível. Como sabemos, as organizações terroristas procuram armas que sejam baratas, eficazes e que principalmente causem elevados prejuízos, que podem não ser o resultado de uma intervenção directa da arma mas também indirecta, como é o exemplo da ameaça relativa ao largar uma mina num porto de elevada afluência como é o caso dos nossos portos de Lisboa, Leixões ou Sines. Portugal, perante uma ameaça deste género, hoje não poderia resolver a situação sem recorrer a ajuda externa.

Não seriam, obviamente, dedicadas unidades a esta esquadrilha ou pelo menos isso não seria necessário, mas ao invés disso passaria a ser possível a sua activação sempre que necessário, aliás esta é a maior das vantagens operacionais deste género de unidades. O facto de poderem ser rapidamente convertidas no género de unidade que melhor possa responder às necessidades do momento faz com que não seja necessário um número tão elevado de unidades para satisfazer as necessidades de um país[19]...

As necessidades da Marinha de Guerra Portuguesa ao nível da Esquadrilha de Draga-Minas podem ser alvo de várias discussões, tal como a aquisição dos novos submarinos tem vindo a ser, nem sempre se percebem as necessidades operacionais de uma força naval capaz de desempenhar as missões que lhe estão atribuídas, mas com este tipo de filosofia de construção dos eventuais novos navios seria mais fácil convencer a opinião pública já que qualquer destas unidades podem ser rapidamente convertidas em unidades de defesa do ambiente e combate à poluição marítima ou até colaborar com as autoridades civis na satisfação das necessidades básicas e melhoria da qualidade de vida das populações, que são temas mais agradáveis à população em geral, e que podem ajudar a convencer alguns eleitores no momento de fazer a cruz no boletim de voto, algo que certamente agrada àqueles que têm nas suas assinaturas o poder de decidir o destino do dinheiro dos nossos contribuintes.

Ao nível da sua utilização, estas unidades podem ser destacadas para os diferentes Comandos de Zona Marítima, não se perdendo as suas disponibilidades inerentes aos navios modulares já que poucos são os requisitos em terra para efectuar a troca rápida de contentores[20].

É um facto adquirido que hoje a nossa Marinha tem várias necessidades, algumas podem ser mais discutíveis que outras, mas no que diz respeito à necessidade da substituição das corvetas das classes João Coutinho e Baptista de Andrade não existem quaisquer dúvidas nem há espaço para discussão; é neste cenário que nos aparece o Projecto do Navio de Patrulha Oceânica 2000 (NPO 2000), e este será sucintamente apresentado mais à frente neste trabalho. Mas posso desde logo acrescentar que o pré-projecto destes navios já está elaborado e que serão navios maiores e substancialmente mais baratos do que os navios modulares dinamarqueses da classe Flyvefisken (SF 300) e que só por isso apresentam uma série de vantagens e desvantagens.

7. O Projecto NPO 2000 [21]

A primeira versão do navio de patrulha oceânico, destinado à realização das tarefas de serviço público que competem à Marinha nas áreas de jurisdição ou responsabilidade nacional, resultou da necessidade afirmada em 1976, de substituir os patrulhas da classe Cacine. Um grupo de projecto desenvolveu, durante os anos de 1977 e 1978, o anteprojecto de um navio de fiscalização da Zona Económica Exclusiva (ZEE) com a configuração semelhante à das corvetas da classe João Coutinho. A inexistência de meios financeiros adequados impediu a concretização deste programa.

No início de 1984 foi afirmado o interesse da Marinha na obtenção de catorze patrulhas oceânicos, a concretizar através de um programa exclusivamente nacional (projecto, financiamento e construção), tendo sido criado o Grupo de Acção para a Construção de Navios Patrulhas Oceânicos (GAPO) com a missão de proceder aos respectivos estudos iniciais, anteprojecto e projecto. Durante cerca de um ano e meio foram realizadas pelo GAPO todas as actividades destinadas a dotar a Marinha com os documentos de projecto necessários à concretização do programa. Uma vez mais, a inexistência de meios financeiros adequados impediu tal concretização.

Através do Despacho nº46/97 do Almirante Chefe do Estado-Maior da Armada, foi formalmente criado o Grupo de Trabalho para a Definição dos Objectivos Operacionais

dos Novos Navios de Patrulha Oceânica. Os objectivos operacionais, integrando o requisito formal de necessidade, foram aprovados em 1997.

Esta decisão teve por objectivo o estabelecimento de um programa para substituição não apenas dos patrulhas da classe Cacine, como também das corvetas das classes João Coutinho e Baptista de Andrade, dado todos os navios destas classes estarem a atingir o seu limite de vida útil.

Os requisitos operacionais para o Navio de Patrulha Oceânico (NPO 2000) foram aprovados em Maio de 1998.

Não sendo um navio modular, não lhe vou dedicar muito tempo.

7.1. Tarefas principais a desempenhar

A Marinha de Guerra Portuguesa pretende com estes novos meios executar as tarefas de serviço público actualmente desempenhadas pelos meios a substituir, designadamente as seguintes:

- Patrulhar, vigiar e fiscalizar, no exercício da Autoridade Marítima do Estado, as águas costeiras e oceânicas de jurisdição nacional;
- Apoiar, proteger e controlar actividades económicas, científicas e culturais ligadas ao mar, ao leito do mar e ao subsolo marinho;
- Executar, isoladamente ou integrada em acções coordenadas, operações de assistência a pessoas e embarcações em perigo, no âmbito da busca e salvamento (SAR) no mar;
- Executar operações de socorro e assistência, designadamente em colaboração com o Serviço Nacional de Protecção Civil, em situações de catástrofe, calamidade ou acidente;
- Colaborar com as autoridades civis na satisfação das necessidades básicas e melhoria da qualidade de vida das populações;
- Colaborar na defesa do ambiente, nomeadamente na prevenção e combate à poluição marítima.

7.2. Desenvolvimento do programa

O Planeamento de Forças da Marinha prevê a construção de doze navios de patrulha oceânica, destinados a promover a progressiva substituição dos patrulhas da classe Cacine, das corvetas das classes João Coutinho e Baptista de Andrade, do navio-balizador *Schultz Xavier*, bem como garantir a existência de um navio de combate à poluição.

A partir de Novembro de 1998 deu-se início ao desenvolvimento dos estudos iniciais relativos a este programa, os quais incluíram a análise comparativa de diversas alternativas relativamente aos requisitos de velocidade, potência propulsora, comportamento no mar e custo, tendo sido, finalmente, seleccionada uma configuração simples, satisfazendo requisitos comerciais de construção e com reduzida guarnição. A realização dos ensaios, em tanque de experiências hidrodinâmicas, de resistência, propulsão e de comportamento no mar, foi levada a cabo pelo Arsenal do Alfeite.

Dos estudos efectuados foi considerado que o navio-balizador e o navio de combate à poluição deveriam possuir as mesmas características principais do NPO 2000, embora com adaptações aos seus tipos de missão específicos.

Em Novembro de 1999 é assinado um protocolo de cooperação entre o Arsenal do Alfeite, os Estaleiros Navais de Viana do Castelo e os Estaleiros Navais do Mondego, para a construção dos NPO 2000, cujo anteprojecto se encontrava em execução no Arsenal do Alfeite.

Em Dezembro de 2000, através de um despacho conjunto do Primeiro-Ministro e dos ministros da Defesa Nacional, das Finanças, da Economia e do Ambiente e do Ordenamento do Território, é feita a opção pelo ajuste directo com os Estaleiros Navais de Viana do Castelo, para a construção de um navio patrulha oceânico e de um navio para o combate à poluição marítima. A construção destas duas unidades navais, cujo prazo de execução se prolongará por cerca de três anos, será, de acordo com o referido despacho, financiada conjuntamente com verbas inscritas no Plano de Investimentos e de Despesas de Desenvolvimento da Administração Central (PIDDAC) pelo Ministério da Defesa Nacional e pelo Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território e, complementarmente, por recurso a crédito do fornecedor.

Através do Despacho nº 02/01 do Almirante Chefe do Estado-Maior da Armada, foi criado o Grupo de Projecto para a Construção dos Navios de Patrulha (GP-NPO 2000), consubstanciando-se a estrutura de gestão do projecto capaz de garantir a realização ágil e harmoniosa das actividades inerentes ao seu desenvolvimento.

O actual planeamento das actividades ainda a desenvolver (onde se inclui, entre outras, a preparação e aprovação da minuta do contrato, a elaboração da proposta pelos Estaleiros Navais de Viana do Castelo, sua análise e negociação, a autorização de despesa, a assinatura do contrato e a obtenção do visto do Tribunal de Contas), aponta para que o início das construções se possa verificar em Setembro de 2001.

Há pouco tempo (a meio do mês de Outubro de 2002), foi assinado o contrato entre o ministro da Defesa e os Estaleiros Navais de Viana do Castelo para a construção dos primeiros dois navios patrulhas, que deverão ser entregues dentro de dois anos e tem um custo calculado de 35 milhões de euros (sete milhões de contos), valor este

que se espera que desça com a assinatura dos contratos seguintes para os restantes navios da classe; a entrega desses está prevista de uma forma faseada a partir daí.

7.3. Características principais do NPO 2000

- Comprimento total – 79,83 m;
- Boca máxima – 12,95 m;
- Pontal ao convés – 6,90 m;
- Pontal ao castelo – 9,60 m;
- Deslocamento – 1600 t;
- Velocidade máxima mantida – 20 nós;
- Guarnição – 35 (oficiais, sargentos e praças)
- Capacidade de comando e controlo sistema integrado de informação, sistema integrado de gestão da plataforma, sistema integrado de navegação e sistema integrado de comunicações, compreendendo comunicações em MF/HF/VHF/UHF, incluindo terminal satélite INMARSAT, equipamentos GMDSS e acesso ao SIFICAP;
- Autonomia – 5000 milhas (à velocidade de 15 nós);
- Capacidade para aguada e víveres – 30 dias;
- Capacidade de alojamento adicional – 32;
- Meios de socorro, transporte e fiscalização – duas embarcações semi-rígidas e dois botes;
- Armamento – uma peça de artilharia de 40 mm.

8. As vantagens e desvantagens dos navios modulares perante navios convencionais

Não é minha pretensão apresentar neste trabalho algo de perfeito, se é que existe tal coisa, simplesmente pretendo apresentar um conceito de construção e utilização de navios que poderiam ser eventualmente uma solução operacional futura para a fiscalização das nossas águas.

Conhecer algo implica sempre ver e perceber os pontos negativos e positivos, só assim se pode alegar o seu conhecimento e saber onde e como utilizá-lo. Neste caso, posso gozar de uma facilidade uma vez que já foram construídas várias classes de navios que utilizam este conceito, são alguns exemplos disso os dinamarqueses da classe Flyvefisken, num total de catorze unidades, ou as "nossas" fragatas da classe Vasco da Gama e outras. E, muito melhor do que os estudos realizados *a priori*, é a própria utilização das unidades de um modo regular.

Sumariando os benefícios na fase de construção, podemos salientar:

1. A facilidade e flexibilidade no *design* devido à necessária tolerância nos diversos parâmetros, que são alargados até certos limites que permitem albergar os diferentes sistemas possíveis. Por exemplo, no que respeita à estabilidade, esta é independente de qualquer que seja a escolha, uma vez que é calculada para a pior das possibilidades.

2. Redução do tempo e dos custos de construção, uma vez que existe uma série de diferentes fábricas e de estaleiros trabalhando nos diversos componentes e sistemas ao mesmo tempo.

3. Clara divisão de responsabilidade entre o estaleiro como contratante primário, e os construtores das armas, e dos sistemas electrónicos e da maquinaria.

4. Os testes dos sistemas completos são primariamente realizados em terra pelas empresas responsáveis pela construção, e só depois são montados a bordo, e aí sim, testa-se durante as provas de mar a compatibilidade dos sistemas.

Existem ainda vantagens a ter em conta durante o ciclo de vida do navio relacionadas com a manutenção, reparação e modernização de alguns sistemas, sendo óbvia a redução de custos e tempo necessários para estas acções, bem como a permanência do navio em doca, devido em parte à facilidade com que se faz a troca física dos módulos.

Apesar de todas estas vantagens, este método apresenta também algumas desvantagens, entre as quais se realça:

1. As pequenas manutenções podem ser dificultadas pela diferente tecnologia utilizada pelos diferentes construtores.

2. A possível incompatibilidade dos sistemas que apesar de pouco provável pode acontecer.

3. Acréscimo de volume em 2% e de peso em 1,5% para um projecto idêntico de construção convencional, valores pouco significativos.

4. A modularidade poderá também ser menos segura em combate do que os métodos convencionais, uma vez que cada sistema se encontra centralizado no módulo, o que deixa poucas hipóteses de reparação.

5. Nos processos de modernização, ou reorientação dos requisitos operacionais, apesar da compatibilidade física, na grande maioria das opções disponíveis não existe compatibilidade "orgânica" ou funcional, isto é, o sistema electrónico de comando e controlo não reconhece os novos sistemas, e como tal serão necessárias alterações mais profundas.

Com a aplicação deste conceito torna-se possível a referida troca de componentes. Ficamos assim com um navio capaz de alterar as suas características de tal modo que o potencial de uma marinha pode ser largamente ampliado, desde combate em ambientes de ameaça AAW, até ao combate à poluição, passando por variadíssimos outros cenários ou ambientes. É óbvio que nem todos os cascos são aplicáveis em determinadas operações ou cenários, não se consegue imaginar o NRP Vasco da Gama a realizar operações de combate à poluição, contudo, podem-lhe ser incrementados determinados equipamentos que permitam melhores desempenhos quer em AAW, ASUW ou ASW.

9. Caso prático

Mais do que qualquer explicação sobre os navios modulares e as suas características, é bom saber o que realmente se pode fazer com estes navios e ver até que ponto se ganha alguma coisa (ou não) dispondo destas unidades.

Para isso vou simular um caso de catástrofe ambiental[22], tipo derrame de crude, da costa sul de Portugal, mais propriamente na Ilha de Tavira. Perante esta complicada situação vou simular a reacção possível de dois navios, ambos atracados:

1. Navio destacado na zona sul atracado no Ponto de Apoio Naval de Portimão sob o Comando Operacional do Comandante da Zona Marítima do Sul. Este é um navio modular idêntico a uma SF300, de que já falei, mas com uma velocidade máxima disponível de apenas 20 nós (tal como o navio seguinte).
2. Um navio de combate à poluição, mas este atracado na Base Naval de Lisboa.

Estas posições iniciais para as unidades em causa podem parecer pouco justas, mas são as mais normais, já que os nossos futuros navios substituirão os patrulhas da classe Cacine, e estes, actualmente, são destacados para o Comando de Zona. No que diz respeito ao (futuro) navio de combate à poluição, deverá procurar manter-se numa zona tanto mais central quanto possível, uma vez que será só um e terá que manter uma determinada prontidão, portanto a Base Naval de Lisboa será uma localização muito provável.

Agora que as "regras do jogo" estão explicadas vamos passar à acção:

Hora	Acção navio de Comb. Poluição	Acção navio modular
0900	Ambas as unidades recebem a informação da catástrofe e ordem de actuação	
0930	Inicia saída da Base Naval de Lisboa	Inicia-se mudança de mód./contentores
1020	Saiu do porto de Lisboa	Mudança de módulos
1230	Trânsito	Termina mudança de módulos[23]
1240	Trânsito	Inicia saída de Portimão
1250	Trânsito (perto de Sines)	Termina saída de Portimão
1510	Trânsito	Chega ao local da catástrofe
1515	Trânsito (Cabo de S. Vicente)	Inicia as operações de limpeza
1845	Chega ao local da catástrofe	Continua operações de limpeza

Como pode constatar pelos valores de tempo de actuação das duas unidades em comparação no quadro anterior, os navios vão chegar ao local da catástrofe com cerca de três horas e trinta e cinco minutos (valores aproximados), o que numa costa em que as correntes podem atingir valores da ordem de um nó (dependendo das condições meteorológicas e de maré) representa quase 3,5 milhas (aproximadamente 6 km) a mais de costa poluída, o que pode ser muito tendo em conta tratar-se de uma área protegida (Parque Natural da Ria Formosa).

Com esta análise, não pretendo provar nada até porque todos os condicionantes que tive em conta podem sofrer várias alterações, e até o tempo de mudança de módulos/contentores assumido foi somente baseado nas pesquisas realizadas.

Contudo, é fácil perceber que para esta demonstração ter alguma componente de realidade seria necessário dispor de módulos de combate à poluição no Ponto de Apoio Naval de Portimão, e também de uma grua à disposição para efectuar a referida mudança de módulos. Por outro lado, não inclui eventuais graus de prontidão (normalmente mais aliviados quando a unidade se encontra na Base Naval de Lisboa) nem a possibilidade da unidade de combate à poluição se encontrar a norte de Lisboa, ou mesmo envolvida numa outra operação.

10. Conclusões

Neste trabalho, procurei não entrar em complexidades técnicas, pois tornar-se-ia muito maçudo para os menos entendidos e interessados, mas, contudo, penso que tenha ficado mais ou menos óbvio que este conceito ou filosofia de construção naval está cada vez mais em voga, pelas vantagens que já apresentei. No entanto, praticamente não referi custos de construção já que essas informações são normalmente difíceis de encontrar, para além de que depende sempre de muitas outras variáveis. Mas é de esperar alguns aumentos, em relação a navios convencionais já que os sistemas no geral são o que mais encarecem as unidades e estes navios modulares encontram-se normalmente muito bem equipados a esse nível.

Quando comecei este trabalho, e pesquisei as primeiras coisas sobre navios modulares, já sabia que estas unidades eram recheadas de surpresas, mas fiquei surpreso quando percebi que o potencial destes navios é imenso, e a maneira como se alteram pode resolver muitas situações.

Por outro lado, você pode questionar-se (entre outras coisas) como é que se pode manter uma guarnição com formação para operar com tão variado equipamento e sendo a formação tão importante até que ponto se podem perder as capacidades destes navios por falhas humanas devido à falta de formação, ou mesmo ao excesso de componentes que é necessário saber operar, mas de certeza que um navio (com a respectiva guarnição) se pode preparar para uma determinada situação em poucos meses, e um navio pode levar anos a ser construído.

Foi um trabalho de pesquisa de um pouco daquilo que se pode dizer sobre este tema, espero pesquisar muito mais sobre o mesmo desenvolvendo-o, e poderei, sempre que desejar, fornecer-lhe qualquer informação de que disponha.

"You can get a lot farther with a kind word and a gun than a kind word only."

Al Capone

Notas

[1] Expressão que designa uma conversa entre oficiais de marinha (ou não) sobre um determinado tema (normalmente profissional), com o objectivo de debater as diferentes ideias.

[2] Ver fig. 1 em anexo.

[3] Ver fig. 2 em anexo.

[4] Ver fig. 3 em anexo.
[5] Ver fig. 4 em anexo.
[6] Ver fig. 5 em anexo.
[7] Ver fig. 6 em anexo.
[8] Ver fig. 9 em anexo.
[9] Ver fig. 7 em anexo.
[10] Ver fig. 8 em anexo.
[11] Ver fig. 10 em anexo.
[12] Ver fig. 11 em anexo.
[13] Ver fig. 12 em anexo.
[14] Ver fig. 13 em anexo.
[15] Ver fig. 14 em anexo.
[16] Ver fig. 15 em anexo.
[17] Ver fig. 16 em anexo.
[18] Ver fig. 17 em anexo.
[19] Ver fig. 18 em anexo
[20] Ver fig. 21 em anexo.
[21] Ver fig. 19 em anexo.
[22] Ver fig. 20 em anexo.
[23] Três horas é o tempo médio assumido pelo estaleiro Danyard S/A para mudança de módulos/contentores. Ver fig. 21 em anexo.

Bibliografia

Revistas

Revista da Armada de Janeiro de 1999.

Standard Flex 300 The True Multi-Role Ship – Hans Harboe Hansen – Aartus Offset A/S Denmark.

Internet

www.blohmvoss.com
www.navy.mil.gov
www.navaltechnology.com
www.marinha.pt

ANEXO

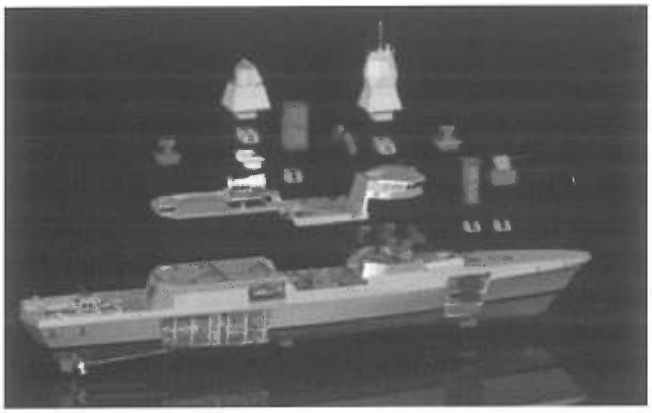


Fig. 1 – Conceito modular, cascos comuns (ou quase) dotados de espaços de tamanhos estandardizados, que podem alojar vários tipos de contentores.



Fig. 2 – O NRP Vasco da Gama (F330) foi construído em Hamburgo, nos estaleiros da Blohm+Voss.

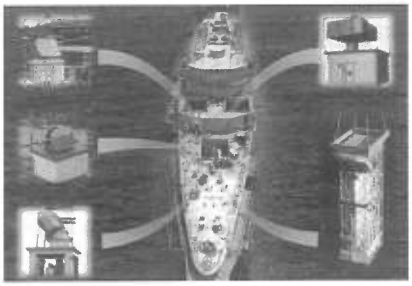


Fig. 3 – Numa plataforma padrão na qual as amas, sensores e equipamentos são instalados em contentores, designados por "Functional Units".



Fig. 4 – Encontram-se em fase projecto os navios MEKO 100 do tipo Off-Shore Patrol Vessel (OPV)



Fig. 5 – O Flyvefisken (P550) da Marinha Real Dinamarquesa que foi entregue no ano de 1989.

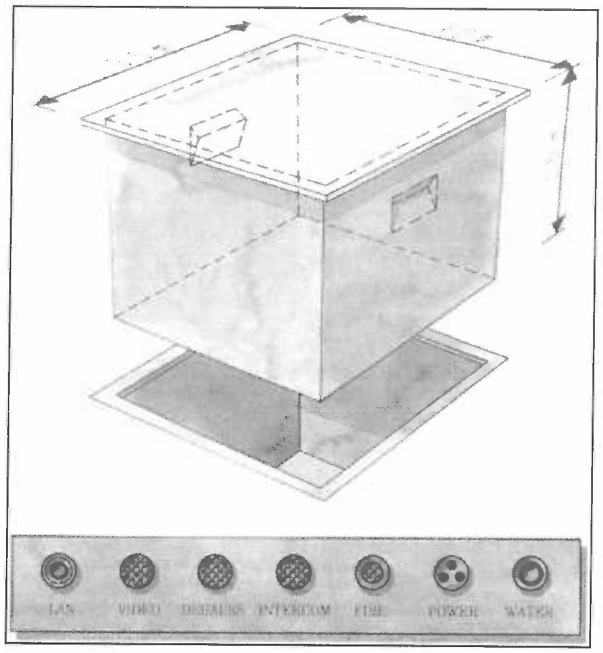


Fig. 6 – Contentores de dimensões estandardizadas (comprimento 3,5 m; largura 3 m; altura 2,5 m).

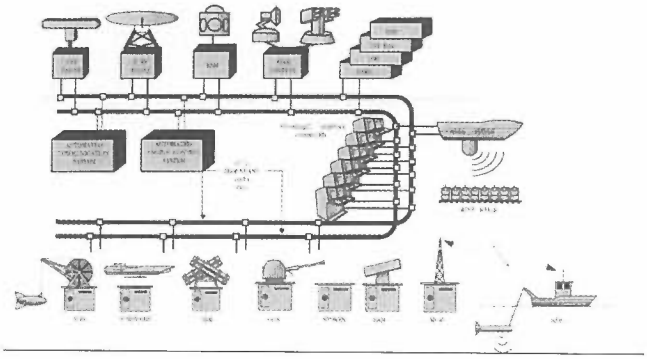


Fig. 7 – Uma série de "nós inteligentes" que possibilitam o acesso em posições aleatórias dos vários equipamentos e da sua ligação ao sistema de comando e controlo.



Fig. 8 – As SF300 dispõem de um sistema integrado de controlo de armas conhecido por Flexfire, que é parte integrante do sistema de combate.



Fig. 9 – Peça de 76 mm; este formato aberto permite o acesso do pessoal ao mecanismo da coluna da peça para resolver eventuais problema.

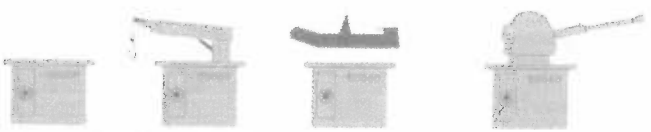


Fig. 10 – Unidade de vigilância.

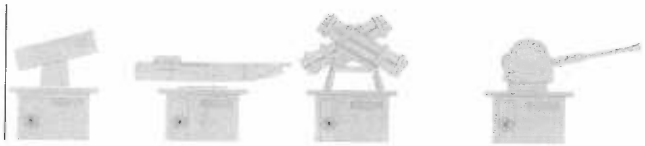


Fig. 11 – Unidade de combate.



Fig. 12 – Unidade lança-minas.

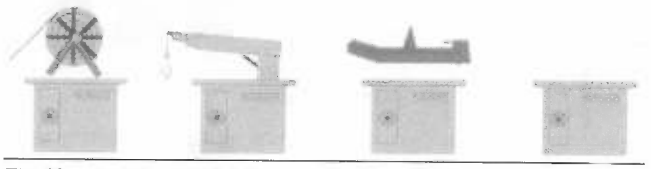


Fig. 13 – Unidade antipoluição.

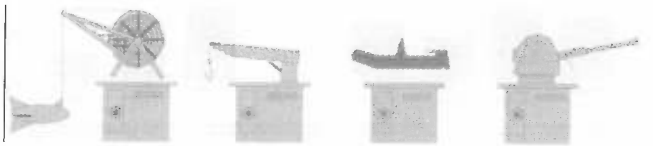


Fig. 14 – Unidade de guerra anti-submarina (ASW).

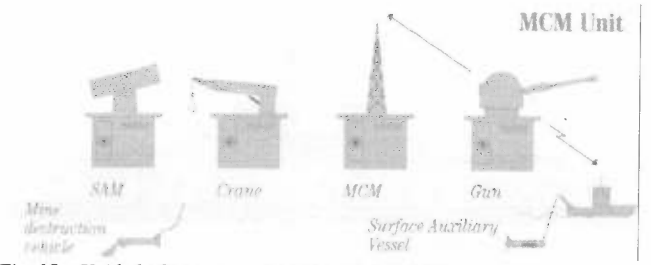


Fig. 15 – Unidade de contramedidas de minas (MCM).

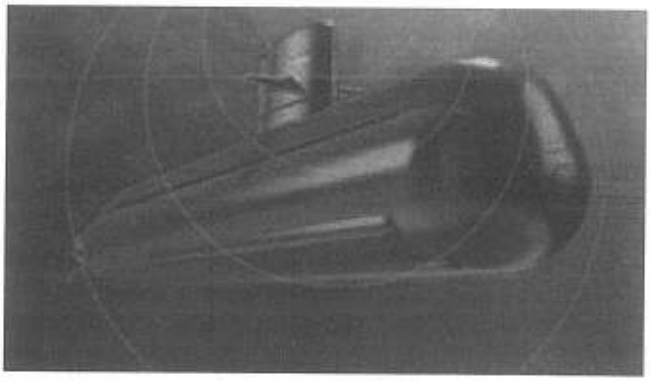


Fig. 16 – Submarinos suecos da classe Gotland (Tipo A19).

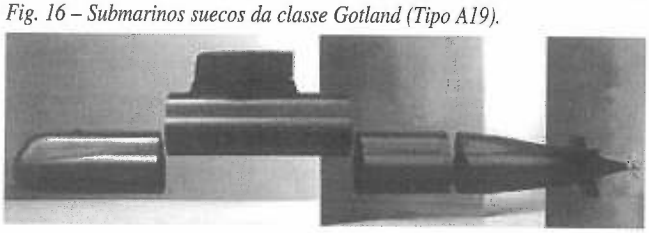


Fig. 17 – Um casco de construção modular.

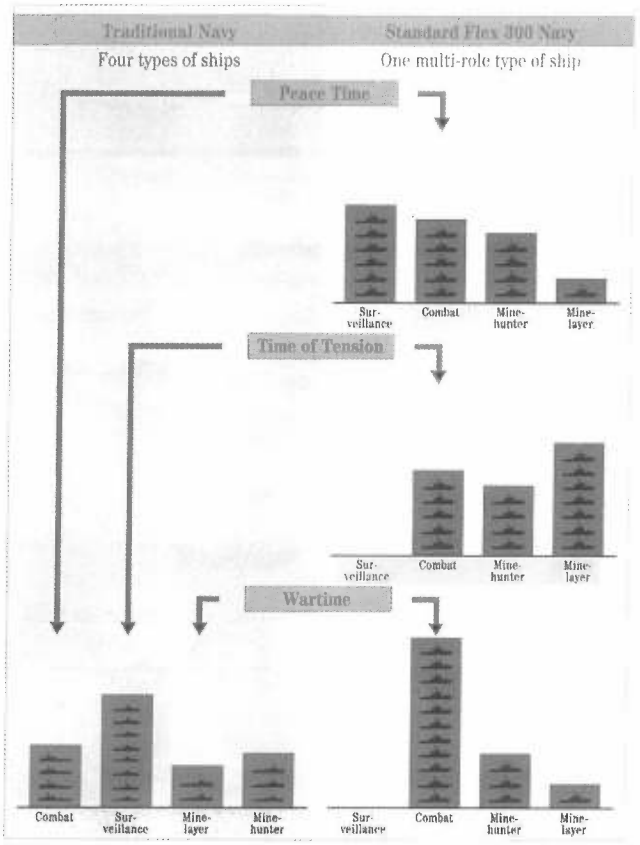


Fig. 18 – Rapidamente convertidas no género de unidade que melhor possa responder às necessidades do momento fazem com que não seja necessário um número tão elevado de unidades para satisfazer as necessidades de um país.



Fig. 19 – O Projecto NPO 2000.

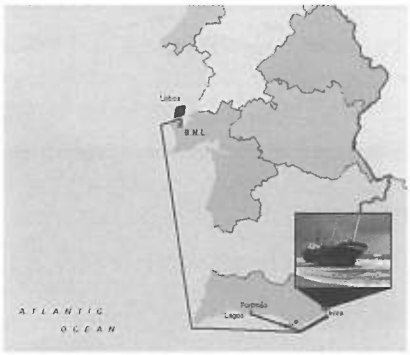


Fig. 20 – Simulação de um caso de catástrofe ambiental, tipo derrame de crude, na costa sul de Portugal, mais propriamente na Ilha de Tavira.



Fig. 21 – Mudança de módulos/contentores.

Escórias de Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos: Matéria-Prima para Vidros e Vitrocerâmicos

Trabalho realizado por:

- *Carlos Frederico M. L. de Figueiredo*
- *Maria Susana Jesus Gonçalves Alendouro*

Universidade Nova de Lisboa
Departamento de Ciências dos Materiais

Agradecimentos

Os autores gostariam de expressar o seu agradecimento à VALORSUL, Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos da Área Metropolitana de Lisboa (Norte), S. A., particularmente ao Eng. Luís Alves, e ao Eng. Dinis de Sousa, que ajudou na recolha das escórias no aterro de Mato da Cruz.

Gostariam de agradecer à Fundação para a Ciência e Tecnologia o apoio financeiro concedido para a realização deste trabalho no âmbito do Projecto sobre Reciclagem de Resíduos Sólidos, POCTI/35482/CTM/1999, comparticipado pelo fundo comunitário europeu FEDER, incluindo as bolsas de iniciação à investigação concedidas a M. S. Alendouro e a C. F. Figueiredo, alunos finalistas da licenciatura em Engenharia de Materiais da FCT/UNL.

Queriam ainda expressar o seu agradecimento aos Professores Pamiés Teixeira, Braz Fernandes, Lucelinda Cunha e Rui Silva, da FCT/UNL, e à Professora Helena Fernandes e Engª. Marta Ferro, da Universidade de Aveiro, pela colaboração prestada nas várias etapas do trabalho.

1. Resumo

Resíduos sólidos urbanos (RSU) é a designação dada a uma classe de lixos produzida por utilizadores finais ou quase finais dos bens de consumo. Embora designados de "urbanos", estes resíduos não são hoje em dia um exclusivo das populações citadinas, pois, uma vez que se assiste cada vez mais a uma uniformização dos estilos de vida, os padrões de consumo das populações rurais tendem a urbanizar-se. A produção crescente de RSU é um problema actual da nossa sociedade, já que a quase totalidade dos objectos utilizados no passado recorria a materiais de origem vegetal ou animal, que após o seu longo ciclo de vida se decompunham naturalmente. Durante o século XX, desenvolveu-se todo um potencial tecnológico e científico que levou ao aparecimento de uma enorme variedade de novos produtos, cuja utilização nunca teve em conta as consequências a longo prazo.

O destino mais comum para os RSU não-recicláveis é o aterro. Este tipo de solução causa graves problemas ambientais, tais como emissões gasosas e contaminação de águas e solos. Além disso, os elementos tóxicos presentes nos resíduos originais continuam presentes no aterro de forma não controlada e desconhecida. Assim sendo, a incineração dos RSU tem sido considerada um método de tratamento alternativo, especialmente em países que têm áreas com grande densidade populacional, onde o espaço para aterros é limitado. A incineração dos RSU pode contribuir para uma redução do volume em aproximadamente 90%, gera calor que é usado na produção de energia (vapor, electricidade) e não produz maus cheiros, sendo então considerado um método efectivo para tratamento de resíduos, que não causa problemas de saúde pública.

No entanto, a própria incineração origina resíduos na forma de escórias e cinzas (cerca de 300kg e 30kg, respectivamente, por tonelada de RSU incinerada), que necessitam de tratamento adequado. Presentemente estão a ser desenvolvidos trabalhos de investigação sobre a possibilidade de utilizar os produtos resultantes da incineração de RSU como matérias-primas de vidros e vitrocerâmicos. É um processamento relativamente simples, com uma etapa de vitrificação, isto é, fusão dos resíduos provenientes da incineração, no caso da obtenção de vidros, e uma etapa de vitrificação seguida de cristalização controlada do vidro produzido, no caso da obtenção de vitrocerâmicos. Trata-se portanto de processos de tecnologia vidreira e cerâmica, aos quais estão associados elevados gastos energéticos, já que envolvem sempre tratamentos a temperaturas elevadas. Contudo, esta metodologia de tratamento dos RSU incinerados apresenta inúmeras vantagens do ponto de vista ambiental e portanto social.

A vitrificação tem sido considerada um processo atractivo para o tratamento de resíduos por destruir compostos orgânicos perigosos e imobilizar metais pesados na rede vítrea, obtendo-se adicionalmente reduções de volume, que variam entre 40% e 90%. Para além disso, o uso de resíduos provenientes da incineração dos RSU como matérias-primas alternativas para o fabrico de vidros e cerâmicos contribui para atenuar a utilização de matérias-primas naturais (areias, calcários, feldspatos, etc.), que são fontes esgotáveis, e cuja exploração provoca um grande impacto ambiental.

Neste trabalho foi investigada a possibilidade de obter vidros e vitrocerâmicos a partir das escórias produzidas por uma incineradora multimunicipal, localizada em S. João da Talha, que recebe os RSU dos municípios da Amadora, Lisboa, Loures e Vila Franca de Xira. As escórias utilizadas foram recolhidas, após maturação, no Aterro de Mato da Cruz, onde tinham sido submetidas a um processo de tratamento e valorização.

Por fusão das escórias a 1400°C durante 2 horas conseguiu-se a vitrificação total destes resíduos, sem ser necessário recorrer a aditivos que promovessem a fusão, tendo-se obtido um vidro escuro muito homogéneo. Submetendo as amostras de vidro a um tratamento térmico adequado para nucleação e cristalização obtiveram-se os vitrocerâmicos. Os materiais assim produzidos apresentam uma elevada dureza, uma elevada resistência à corrosão química e uma resistência mecânica idêntica à de vidros e cerâmicos usados na construção civil como revestimento e pavimento.

2. Introdução

É notória a grande preocupação que existe nas sociedades actuais em relação ao meio ambiente, não sendo portanto de estranhar que uma das principais preocupações dessas sociedades seja o tratamento dos RSU. Estes resíduos têm recebido especial atenção devido ao seu crescimento constante ao longo dos anos, bem como devido ao facto de se poderem tornar num problema de saúde pública. No ano de 2000, a produção de RSU em Portugal foi de 4 294 851 t, o que representa uma produção diária *per capita* superior a 1kg[1].

O método mais comum para o tratamento destes resíduos é o aterro, mas este causa vários problemas ambientais, nomeadamente a poluição de lençóis freáticos subterrâneos, emissão de gases e odores e contaminação dos solos. Existe ainda o perigo de os elementos tóxicos presentes nos RSU, por exemplo metais pesados, ficarem de forma desconhecida e descontrolada no aterro.

De modo a diminuir os inconvenientes causados pelos aterros e dar algum valor acrescentado aos resíduos, recorreu-se a um processo de valorização energética. Esta pode ser conseguida pela incineração, onde os resíduos são queimados e a energia libertada é utilizada na produção de energia eléctrica, ou, alternativamente, provocando a decomposição dos resíduos em aterro e recolhendo o biogás produzido. No caso concreto de Portugal, espera-se que em 2005 a percentagem de RSU correspondente à valorização energética por incineração seja de 22% dos RSU (em peso), não estando definidos os objectivos a atingir relativamente à valorização energética por biogás [1].

Na figura 1 é apresentado o esquema de uma incineradora de RSU.

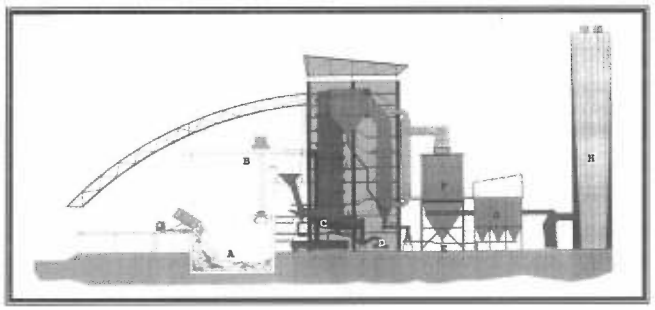


Fig. 1 – Esquema de uma incineradora de RSU[2]. A – fossa de recepção, B – ponte rolante, C – grelha de combustão, D – tapete vibrante, E – rejeitados, F – reactor, G – filtro, H – chaminé.

Segundo dados de 1999, a composição média dos RSU produzidos no nosso país é a que se apresenta na Tabela 1 [1].

Componentes de RSU	% (em peso)
Papel/Cartão	**26,40**
Cartão	9,50
Embalagens para líquidos	1,05
Outras embalagens	1,10
Jornais, revistas, livros, folhetos	5,20
Outros	9,55
Vidro	**7,40**
De embalagem	6,95
Restante	0,45
Plástico	**11,05**
Garrafas de polietileno	0,80
Garrafas de PVC	0,50
Garrafas de PET	0,95
Outras embalagens rígidas	1,00
Embalagens/filme	6,55
Restante	1,25
Metais	**2,75**
Embalagens ferrosas	1,45
Embalagens não ferrosas	0,50
Restantes ferrosos	0,60
Restantes não ferrosos	0,20
Têxteis	**2,60**
Roupas/trapos	2,60
Madeira	**0,50**
Madeira para embalagens	0,50
Materiais fermentáveis	**26,50**
Orgânicos facilmente fermentáveis	26,50
Verdes	**3,15**
Resíduos de jardim	3,15
Finos	**14,25**
<20 mm	14,25
Outros resíduos	**5,40**
Madeira não de embalagem	0,85
Pedras/terra	2,25
Outros	2,30
Total	**100,00**

Tabela I – Composição média dos RSU em Portugal [1].

Apesar de a incineração reduzir até 90% o volume inicial de resíduos, este processo não constitui ainda uma solução ideal, dado que a própria incineração provoca outros resíduos, sobre a forma de cinzas volantes e de escórias, que também têm que ser acondicionados em aterros, contribuindo assim para o aumento do custo global da incineração [3]. As quantidades produzidas são bastante significativas, já que por cada tonelada de RSU incinerada são produzidos cerca de 300kg de escórias e 30kg de cinzas volantes [4].

Com o objectivo de minimizar o impacto ambiental provocado por estes resíduos de incineração, estão a ser

desenvolvidos vários trabalhos de investigação, onde se estuda a possibilidade de os reduzir, reutilizar e reciclar, e onde se inclui o estudo da viabilidade de serem utilizados como matéria-prima de vidros e cerâmicos [5-9]. As escórias e as cinzas volantes produzidas pela incineradora têm, normalmente, como um dos principais componentes a sílica (SiO_2), óxido formador de rede vítrea, mas incluem também apreciáveis teores de outros óxidos frequentemente presentes em vidros e cerâmicos, nomeadamente óxidos de cálcio (CaO), óxido de alumínio (Al_2O_3), óxido de titânio (TiO_2) e ainda outros óxidos minoritários (ex., ZnO, PbO), podendo ainda conter reduzidas quantidades de metais e ligas [5-9].

A vitrificação é um processo bastante atractivo pois permite reduzir o volume entre 40% e 90%, destruir os compostos orgânicos perigosos (devido às altas temperaturas envolvidas no processo de fusão) [10] e apresenta ainda uma outra grande vantagem, que é a de permitir imobilizar os metais pesados no seio da rede vítrea. Devido a este facto, a vitrificação é uma das metodologias usadas para o tratamento de resíduos nucleares [3, 10].

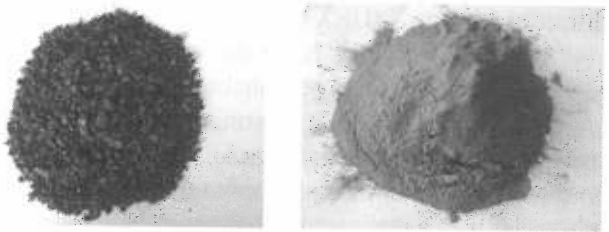
O vidro, material estruturalmente amorfo, obtido a partir da fusão dos resíduos pode ser submetido posteriormente a um tratamento térmico adequado com a finalidade de induzir a nucleação e o crescimento controlado de cristais. Esta etapa tem como objectivo melhorar as propriedades, já que a formação de pequenos cristais, distribuídos homogeneamente no seio da matriz vítrea residual, contribui geralmente para uma melhoria da resistência ao choque térmico e da resistência mecânica do vitrocerâmico produzido relativamente ao vidro de partida.

Admite-se que, com os resultados obtidos nos diferentes trabalhos de investigação em curso se possam abrir novos horizontes para as indústrias vidreira e cerâmica, uma vez demonstrada a possibilidade de usar uma matéria-prima alternativa às habitualmente utilizadas. As matérias-primas tradicionais são rochas e minerais, de origem natural, que são fontes esgotáveis, e cuja exploração, nas mais variadas condições, provoca drásticos prejuízos no património ambiental e histórico das regiões em que as pedreiras se situam.

Os vidros e vitrocerâmicos produzidos a partir de escórias de RSU podem ter diversas aplicações, nomeadamente em painéis usados na construção civil para pavimentos e revestimentos de edifícios, podendo ainda ser usados na arquitectura de instalações industriais, designadamente em revestimentos de bancadas e de contentores da indústria química, já que normalmente apresentam uma elevada dureza, resistência ao desgaste e resistência à corrosão química [5, 10].

3. Materiais e Metodologias

As escórias utilizadas no presente estudo foram produzidas numa incineradora de RSU localizada na região de Lisboa. As escórias, tal como recebidas, já tinham sido submetidas no aterro a um processo de tratamento, valorização e recuperação de metais (ferrosos e não ferrosos), e apresentavam um aspecto macroscópico muito heterogéneo. O tamanho de partículas era bastante variado, estando compreendido entre alguns micrómetros e cerca de 1cm. Assim, antes de as escórias serem usadas, procedeu-se à sua britagem (até se obter um tamanho de partícula inferior a 500 mm), à secagem (durante 2h a 110°C) e amostragem (pelo método da enquartação e pelo recurso a um amostrador de Jones) de modo a obter amostras representativas do lote inicial. Na figura 2 são apresentadas fotografias das escórias como recebidas e após britagem.



a) b)

Fig. 2 – Escórias de incineração de RSU, a) como recebidas, b) após britagem.

A composição química das escórias foi determinada, consoante os componentes a serem analisados, pelas técnicas de espectroscopia de fluorescência de raios X, espectroscopia de absorção atómica e análise gravimétrica.

Amostras de escória moída, com aproximadamente 60g, foram colocadas num cadinho refractário de silimanite e aquecidas ao ar num forno eléctrico a 1400°C durante 2h. Nestas condições conseguiu-se a vitrificação total das escórias sem se recorrer a aditivos, obtendo-se um fundido homogéneo e com a viscosidade adequada para ser vazado num molde, o que indica a exequibilidade das escórias para serem usadas como matéria-prima de produtos vítreos. A redução de volume conseguida pela fusão das escórias foi de cerca de 60%.

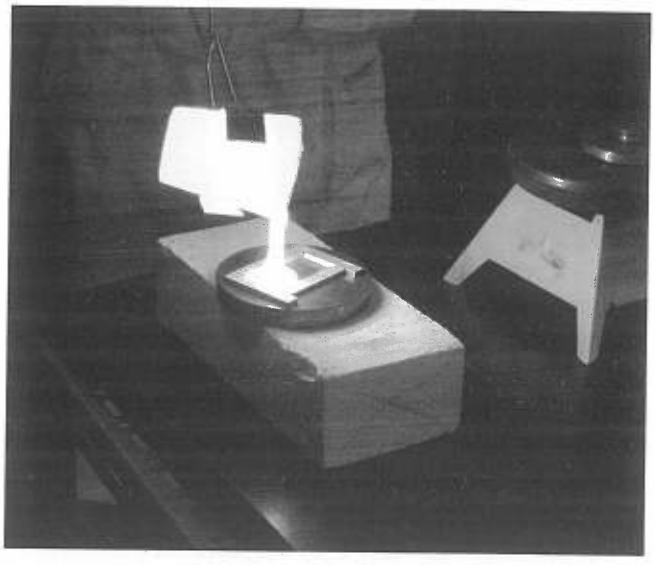


Fig. 3 – Fotografia do vazamento das escórias fundidas.

Na figura 3 é apresentada uma fotografia do vazamento das escórias fundidas. Após vazamento do fundido para um molde metálico, previamente aquecido, obtiveram-se amostras de vidro, muito homogéneo e de cor escura, que foram imediatamente sujeitas a um tratamento térmico de recozimento durante 1 h a 550°C. Este tratamento foi efectuado de modo a aliviar as tensões residuais presentes no vidro, permitindo que ele fosse manipulado durante as etapas seguintes sem fracturar. O tamanho das placas de vidro obtidas por vazamento era aproximadamente de $50x30x6mm^3$. De modo a detectar a presença ou ausência de fases cristalinas no vidro assim produzido, algumas das placas de vidro recozido, foram moídas e o pó analisado por difracção de raios X (DRX).

O vidro obtido por fusão das escórias de RSU foi seguidamente analisado por análise térmica diferencial (ATD) com a finalidade de determinar as temperaturas de transição vítrea e de cristalização. Os resultados desta análise permitem ter indicação sobre as temperaturas mais adequadas para a realização dos tratamentos térmicos subsequentes a fim de promover a nucleação e cristalização das fases cristalinas e transformar o vidro em vitrocerâmico. Os testes de ATD foram realizados em amostras de pó vítreo com um tamanho de partícula médio inferior a 63 mm num equipamento Rigaku, modelo 8121 BH. As amostras foram aquecidas a uma taxa de $10°Cmin^{-1}$, desde a temperatura ambiente até 1000°C, em cadinhos de alumina e usando alumina calcinada como referência.

Nos tratamentos térmicos de nucleação e cristalização as amostras de vidro foram aquecidas num forno eléctrico ao ar a uma taxa de $5°Cmin^{-1}$, desde a temperatura ambiente até à temperatura seleccionada. Foram mantidas a esta temperatura durante um certo período de tempo (que variou de 2h a 10h), sendo o forno posteriormente desligado e as amostras deixadas arrefecer, dentro do forno, até à temperatura ambiente.

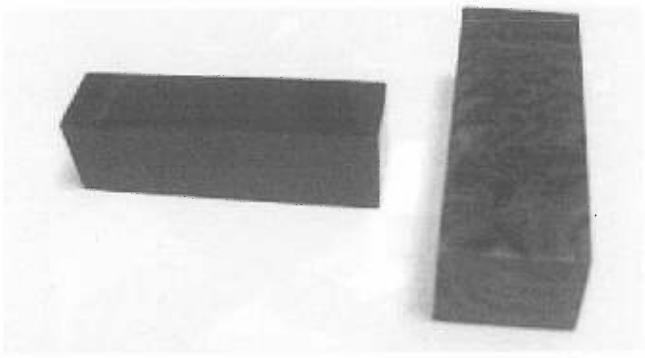


Fig. 4 – Fotografia do vidro e vitrocerâmico produzidos.

Na figura 4 é apresentada uma fotografia do vidro (à esq.) e do vitrocerâmico (à dir.) produzidos a partir das escórias de RSU, após corte e polimento das amostras.

A densidade do vidro e do vitrocerâmico foi medida recorrendo a um picnómetro de hélio. As fases cristalinas precipitadas no vitrocerâmico foram identificadas por DRX usando as amostras na forma de pó. Para avaliar a evolução microestrutural, utilizou-se quer microscopia óptica quer microscopia electrónica de varrimento (SEM).

O coeficiente de dilatação linear quer dos vidros quer dos vitrocerâmicos foi determinado por dilatometria, aquecendo provetes prismáticos de dimensões $2x4,5x4,5mm^3$ a uma velocidade de $10°Cmin^{-1}$, desde a temperatura ambiente até 700°C, num dilatómetro ISO Adamel Lhomargy, DI 20.

A dureza (Hv) das amostras produzidas foi determinada pelo método de indentação Vickers, com uma carga aplicada de 300 g.

Foi determinada também a durabilidade química das amostras de vidro e de vitrocerâmico, tendo-se avaliado o grau hidrolítico segundo a norma ISO 719, usando 2g de amostra na forma de pó, com um tamanho de partícula entre 300mm e 500mm. A resistência química em meio alcalino foi realizada com base na norma ISO 695, utilizando placas de material com uma área superficial de $17cm^2$.

4. Resultados e Discussão

As escórias, tal como recebidas, continham entre 2 – 5 (% em peso) de água, que foi eliminada pela secagem efectuada antes da amostragem dos pós resultantes da moagem. Na tabela II apresenta-se a composição química, após secagem, das escórias de incineradora usadas neste estudo. Pode observar-se que a sua composição é bastante complexa, sendo ricas em SiO_2 (óxido formador de rede vítrea), mas também apresentando quantidades significativas de CaO e Na_2O (óxidos modificadores), de Fe_2O_3 e Al_2O_3 e de P_2O_5 e TiO_2 (agentes nucleantes). Óxidos como MnO, ZnO e PbO existem em percentagens inferiores a 1%. A perda ao rubro deve-se, provavelmente, à perda de voláteis associada à decomposição de diferentes compostos, incluindo os orgânicos.

Óxido	Peso (%)
SiO_2	52,0
CaO	14,0
Fe_2O_3	6,8
Na_2O	6,0
Al_2O_3	5,9
P_2O_5	5,5
MgO	2,0
K_2O	2,0
TiO_2	0,5
PbO	0,3
ZnO	0,3
MnO	0,1
Perda ao rubro	5,5

Tabela II – Composição química das escórias provenientes de incineradora de RSU.

Para determinar a composição mineralógica das escórias moídas procedeu-se à análise por DRX, que se revelou bastante difícil, dada a complexidade dos difractogramas obtidos, tal como é ilustrado na figura 5. Os resultados indicavam uma grande variedade de fases cristalinas, algumas das quais presentes em teores muito reduzidos. Identificou-se como fase maioritária o quartzo (SiO_2), sendo também identificadas a calcite ($CaCO_3$), a anortite [$Ca(Al_2Si_2O_8)$], o fosfato de cálcio e magnésio ($Mg_3Ca_3(PO_4)$) e o silicato de cálcio-sódio e alumínio ($Ca_{0,8}Na_{0,2}Al_{1,8}Si_2O_8$).

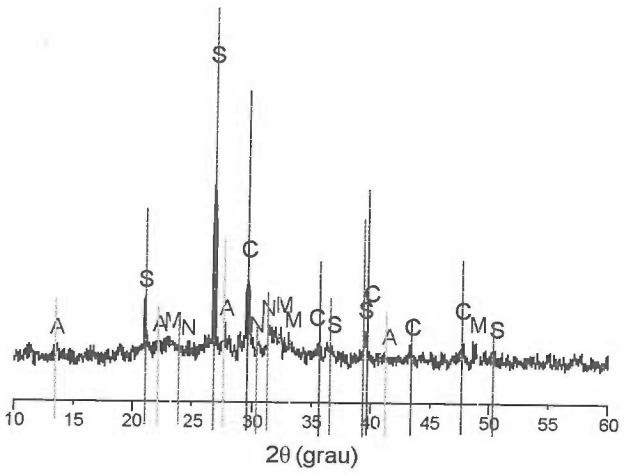


Fig. 5 – Resultados de DRX das escórias da incineradora de RSU como recebidas. S – quartzo, C – calcite, A – anortite, M – fosfato de cálcio e magnésio, N – silicato de cálcio-sódio e alumínio.

A análise por DRX do vidro revelou que este era completamente amorfo, o que indica que nas condições de fusão usadas neste trabalho se conseguiu a vitrificação total das escórias sem ter que recorrer a aditivos. A densidade do vidro é de 2,72gcm^{-3}.

Os resultados do ensaio de ATD estão apresentados na figura 6. Observa-se que a temperatura de transição vítrea ocorre a cerca de 630°C e que o pico exotérmico, correspondente à cristalização do vidro, tem a amplitude máxima a cerca de 890°C.

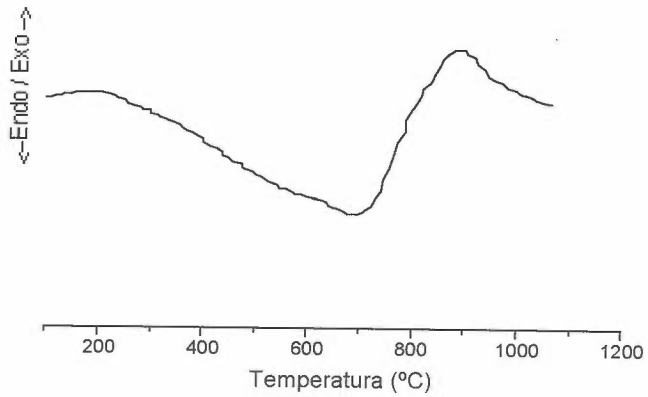


Fig. 6 – Curva de ATD do vidro produzido a partir de escórias de incineradora de RSU.

Efectuaram-se diversos tratamentos térmicos às amostras de vidro, tendo-se seleccionado temperaturas de tratamento entre 850°C e 1050°C e uma duração a cada temperatura, que variava de 2 a 10h. Verificou-se que a cristalização volúmica, isto é, cristalização homogénea no seio das amostras vítreas, acontecia apenas quando as amostras eram aquecidas a 1000°C durante 4h. A temperaturas mais baixas, a cristalização do vidro ocorria sobretudo à superfície das amostras, mesmo quando se procedia a um tratamento térmico em que era utilizada uma temperatura intermédia para promover a nucleação. Quando o tratamento térmico era realizado a uma temperatura superior, as arestas das amostras começavam a deformar-se devido à ocorrência de amolecimento do vidro.

As principais fases cristalinas presentes nos vitrocerâmicos produzidos no presente trabalho foram a volastonite ($CaSiO_3$) e a diópsida [$Ca(Mg,Al)(Si,Al)_2O_6$], tal como é ilustrado pelos difractogramas de raios X apresentados na figura 7. A partir dos resultados de DRX foi também possível concluir que o tratamento térmico mais eficiente para a obtenção de um vitrocerâmico com um maior grau de cristalinidade era o realizado a 1000°C durante 10h.

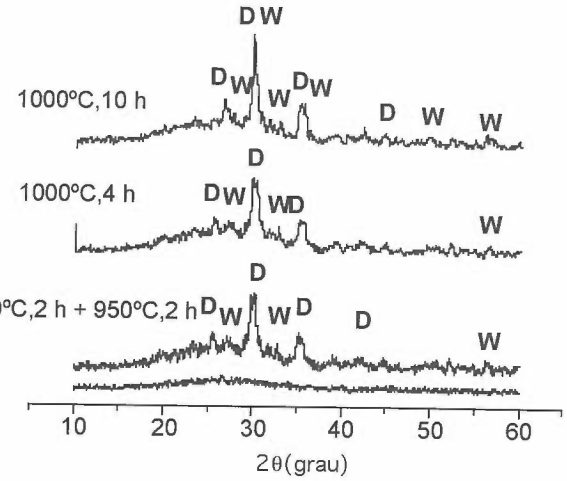


Fig. 7 – Resultados de DRX do vidro e do vitrocerâmico produzidos a partir de escórias de incineradora de RSU. São indicadas as condições do tratamento térmico. D – diópsida, W – volastonite.

Pela análise microestrutural do vitrocerâmico obtido por tratamento térmico a 1000°C durante 10h, em que foram usadas amostras polidas, era notória a ocorrência de cristalização volúmica. A microestrutura apresentava-se homogénea, de grão fino, e o crescimento dos cristais era dendrítico, tal como pode ser observado na figura 8.

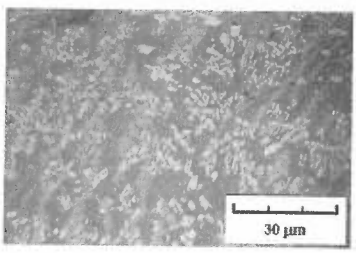
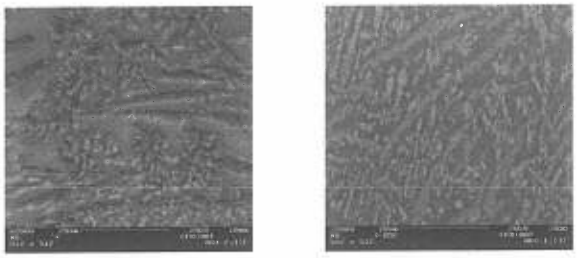


Fig. 8 – Micrografia óptica do vitrocerâmico obtido por tratamento térmico durante 10 horas a 1000°C.

A distribuição e morfologia das fases cristalinas era claramente revelada quando o vitrocerâmico era analisado por SEM, que evidenciava uma microestrutura contendo cristais em forma de fibras e cristais dendríticos, tal como se apresenta na figura 9.



a) b)

Fig. 9 – Microfotografia electrónica de varrimento de uma amostra vitrocerâmica produzida a partir de escórias de incineradora de RSU observada em modo de: a) electrões secundários, b) electrões retrodifundidos.

A densidade do vitrocerâmico é de 2,80 gcm^{-3}, sendo superior à do vidro de que resulta (2,72 gcm^{-3}). O aumento de densidade observado é atribuído à presença das fases cristalinas, diópsida e volastonite, que têm uma densidade teórica de 3,27 gcm^{-3} e de 2,92 gcm^{-3} respectivamente [11], nitidamente superior à do vidro a partir do qual precipitaram.

Os ensaios dilatométricos efectuados indicam uma temperatura de transição vítrea para o vidro a cerca de 620°C, valor bastante próximo do obtido por ATD (630°C), estando a diferença de valores dentro dos limites expectáveis por se tratarem de técnicas experimentais distintas. Quanto ao coeficiente de expansão térmica linear os valores obtidos situam-se entre (9 – 10) $x10^{-6}°C^{-1}$ tanto para o vidro como para o vitrocerâmico.

A dureza Vickers do vitrocerâmico é bastante semelhante à do vidro que lhe deu origem, variando entre 5,5GPa e 5,6GPa.

Os resultados obtidos a partir dos ensaios de resistência química revelaram-se bastante satisfatórios. Relativamente ao grau hidrolítico, tanto o vidro como o vitrocerâmico produzidos pertencem à classe ISO 719 – HGB 1, o que significa que têm elevada resistência em meios ácidos. Quanto à resistência em meios alcalinos, também ambos os materiais pertencem à mesma classe, ISO 695 – A^2, o que indica que os materiais produzidos têm uma grande resistência à corrosão química.

Na tabela III apresenta-se um resumo dos resultados obtidos pela caracterização das propriedades do vidro e vitrocerâmico produzidos no presente trabalho. Para efeitos comparativos, são incluídos valores encontrados na literatura correspondentes a um vidro comercial do tipo *Pyrex* [12], muito usado em louça de laboratório, e a um mármore [13], material usado na construção civil como revestimento e pavimento. A massa volúmica é superior à do vidro *Pyrex*, o que é de esperar, por este ser um vidro à base de sílica (SiO_2) e óxido de boro (B_2O_3), estando portanto ausentes óxidos mais pesados (ex., Fe_2O_3, MnO, etc.) [14]. Contudo, a massa volúmica é semelhante à do mármore, no caso do vidro, ou então ligeiramente superior, no caso do vitrocerâmico. O coeficiente de expansão térmica é maior que o do vidro *Pyrex* e o do mármore. Um aspecto a realçar é o facto de se conseguirem materiais com uma dureza e uma resistência química relativamente elevadas.

Propriedade	Vidro	Vitrocerâmico (1000°C; 10h)	Vidro *Duran* *	Mármore
Massa volúmica (g/cm^3)	2,72 ± 0.002	2,80 ± 0.002	2,22	2,6 – 2,7
Dureza (GPa)	5,5 ± 0.5	5,6 ± 0.5	5,1 ± 0,2	-
Coeficiente expansão térmica ($10^{-6}°C^{-1}$)	9-10 (20-700°C)	9-10 (20-700°C)	3 – 3 (20-600°C)	3 – 7
Classe hidrolítica [a]	1	1	-	-
Resistência em meio alcalino [b]	A^2	A^2	-	-

[a] 1 – resistência muito elevada; [b] A^2 – atacado ligeiramente; * vidro *Pyrex* comercial usado em louça laboratorial.

Tabela III – Características do vidro e vitrocerâmico produzidos a partir de escórias de incineração de RSU. Comparação com outros materiais.

5. Conclusões

Os resultados obtidos no presente trabalho demonstraram que:

1. É possível alcançar a vitrificação total das escórias provenientes da incineração de resíduos sólidos urbanos a 1400°C, sem ser necessário usar aditivos.

2. Por tratamento térmico adequado do vidro vazado é possível obter cristalização volúmica e portanto produzir um material vitrocerâmico.

3. O vitrocerâmico obtido tem um grau de cristalização bastante elevado, sendo a diópsida e a volastonite as principais fases precipitadas a partir da fase vítrea.

Em resumo, o contributo fundamental deste trabalho foi demonstrar que é possível fabricar vidros e vitrocerâmicos a partir das escórias provenientes da incineração de RSU. A vitrificação das escórias e a cristalização controlada do vidro produzido constituem uma metodologia de processamento adequada à transformação daqueles resíduos em produtos vítreos e vitrocerâmicos, que, dadas as suas atractivas propriedades físicas, mecânicas e químicas, têm um grande potencial de aplicação na construção civil.

Referências

[1] http://www.inresiduos.pt

[2] VALORSUL, Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos da Área Metropolitana de Lisboa (Norte), S. A., Relatório técnico, Dez. 1999.

[3] D. A. Kellermeyer e S. L. Stwart, *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 9 (1989), p. 223.

[4] J. Ma. Rincón, M. Romero e A. R. Boccaccini, «Microstrutural characterisation of a glass and a glass-ceramic obtained from municipal incinerator fly ash», *J. Mater. Science*, 34 (1999), pp. 4413-4423.

[5] L. Barbieri, A. C. Bonamartini e I. Lancellotti, «Alkaline and alkaline-earth

silicate glasses and glass-ceramics from municipal and industrial wastes», *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 20 (2000), pp. 2477- 2483.

[6] R. C. C. Monteiro, M. S. J. G. Alendouro, C. F. M. L. Figueiredo, M. A. C. Ferro e M. H. V. Fernandes, «Preparation of glass-ceramic materials from incinerated urban solid wastes», *New Life for Wastes*, Mons, Bélgica, 19-20 Set. 2002, pp. 44-49.

[7] R. C. C. Monteiro, «Reciclagem de escórias metalúrgicas - utilização como matérias primas de materiais vitrocerâmicos», Proc. do 5º Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente, Lisboa, 11-13 Nov. 1999, Ed. APEA, pp. 1-7, *in* CD-ROM.

[8] C. Leroy, M. C. Ferro, R. C. C. Monteiro e M. H. V. Fernandes, «Production of glass-ceramics from coal ahes», *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 21 (2001), p. 195.

[9] M. C. Ferro, C. Leroy, R. C. C. Monteiro e M. H. V. Fernandes, «Fine-grained glass-ceramics obtained by crystallisation of vitrified coal ashes», *Mater Sci Forum* (aceite para publicação, 2002).

[10] M. L. Elliot, C. C. Chapman e C. J. Freeman, «Environmental and Waste Management Issues in the Ceramic Industry», (Ed. G. B. Mellinger, Ceramic Transactions, vol. 39, Am. Ceram. Soc., Ohio, 1994).

[11] A. Karamanov e M. Pelino, «Evaluation of the degree of crystallisation in glass-ceramics by density measurements», *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 19 (1999), pp. 649-654.

[12] A. R. Boccaccini, M. Petitmermet e E. Wintermantel, «Glass-ceramics from municipal incinerator fly ash», *Am. Ceram. Soc. Bull.*, vol. 76 (1997), pp. 75-78.

[13] G. Quick, «Selective guide to the specification of dimension stone», www.discoveringstone.com issue #1.

[14] A. K. Varshneya, *Fundamentals of Inorganic Glasses*, Academic Press, New York, 1994, p. 4.

Breve História da Contabilidade: Generalidades e Curiosidades

Trabalho realizado por:
• *Emanuel Teles dos Santos*

Escola Naval
Departamento de Administração Naval

1. Introdução

Foi no âmbito do Colóquio "Pedro Nunes – Novos Saberes na Rota do Futuro" que me propus elaborar este trabalho. Este tema deve-se ao meu fascínio pela arte contabilística e pela respectiva curiosidade acerca do assunto, agravada quando me deparei com a falta de informação sobre o mesmo. Na verdade, poucos são os autores que abordam o tema e, dos que o fazem, poucos são os que se aventuram por vertentes especificamente técnicas.

A contabilidade existe desde os primórdios da civilização e, durante um longo período, foi tida como a arte da escrituração mercantil. Utilizava técnicas específicas, que se foram aperfeiçoando e especializando, continuando algumas delas a ser aplicadas nos dias que correm.

A arte de registar eventos físicos tem origem milenar embora no início se apresentasse com características muito rudimentares e pouco sistematizadas, pois à medida que a riqueza foi aumentando, demanda-se o estabelecimento de técnicas para controlar e preservar o património. É assim que se dá início a todo um desenrolar de inovações no intuito de colmatar as necessidades que vão surgindo ao longo do processo histórico. Este é classificado segundo historiadores e estudiosos como dividido em quatro períodos demarcados cronologicamente, como Período Antigo, Período Medieval, Período Moderno e Período Científico.

Todo o meu trabalho se desenvolve em torno destes períodos, sendo mesmo estruturado segundo esta classificação. Para cada um destes períodos tentei descrever essencialmente duas vertentes, o *modus vivendi* da sociedade contemporânea e o desenvolvimento da ciência contabilística no respectivo período.

2. Período Antigo

a. *Modus vivendi*

Vista a inexistência de factos que possam indicar uma data esclarecedora do início deste período, considera-se como tal o início da civilização humana, encontrando o seu término em 1202 aquando do aparecimento da obra *Liber Abaci* da autoria de Leonardo Pisano.

As condições em que as civilizações do passado surgiram e evoluíram levaram ao desenvolvimento de conhecimentos práticos que constituíram o embrião dos nossos amplos e diversificados conhecimentos actuais, em todas as áreas. Assim, a matemática desenvolveu-se, inicialmente, a partir do modo de vida e das necessidades do dia-a-dia daqueles povos.

As grandes civilizações do passado desenvolveram-se em regiões mediterrânicas e zonas costeiras e dependiam essencialmente da agricultura. Para a organização das actividades agrícolas era necessário, antes de mais nada, dividir as terras e calcular a extensão que caberia a cada agricultor. A partir desses problemas, desenvolveram-se as primeiras noções de geometria e de medidas de áreas.

Por outro lado, avaliar a quantidade de cereais produzida, distribuir os grãos entre a população, comercializar os produtos agrícolas, eram actividades que exigiam um sistema de numeração e técnicas de cálculo.

É com base nestes preceitos que se crê, desde os tempos mais antigos, na existência de sistemas de contagem física e de cálculos elementares.

Na verdade, várias foram as civilizações que desenvolveram sistemas de contagem, coexistindo na mesma altura e, por menos que seja, em contacto umas com as outras, pois, com excepção dos Maias, que habitavam a América, as civilizações da Europa e Oriente trocavam mercadorias e conhecimentos.

O intercâmbio cultural envolveu também os conhecimentos matemáticos daqueles povos e reflectiu-se nas suas maneiras de contar e de escrever os números.

Porém, na época antecedente à difusão do Império Romano, não parece haver nada mais do que simples contagens e reconhecimentos de figuras de forma espontânea.

Muitas foram as mudanças registadas pela passagem do povo romano pela Península Ibérica que, difundindo o seu saber, deram início à escolarização.

Desta cultura advieram variados conhecimentos, nomeadamente o seu sistema de contagem; muito embora tenha sido um grande progresso, não sendo um sistema de numeração posicional, provocava muita dificuldade no seu manuseamento e na efectivação dos cálculos. Este problema apresenta-se como um grande entrave ao progresso económico para o qual a sociedade terá de encontrar alternativa.

Como já foi referido, as primeiras regiões populacionais encontravam-se em zonas costeiras, mediterrânicas e bálticas, devido à facilidade de realização de actividades comerciais, começando com o passar do tempo a espalhar-se pelo continente, primeiramente para estabelecer ligação entre as regiões citadas, depois alastrando-se e intensificando progressivamente não só o número de regiões populacionais como também a densidade populacional de cada região.

b. A contabilidade do Período Antigo

O objectivo "Património" é presenciado desde os tempos mais antigos, aquando do homem primitivo e da sua contabilidade empírica, representada pelos rebanhos e outros bens nos seus aspectos quantitativos.

Os primeiros registos processavam-se de forma muito rudimentar, na memória do homem. Porém com a evolução dos tempos, o homem foi encontrando formas mais eficientes de os realizar, utilizando métodos alternativos, como os símbolos no cajado do pastor para fazer a contagem do seu rebanho.

Era assim uma forma de inventário que começava a exercer um importante papel na contagem dos bens, classificados como rebanhos, metais, escravos, entre outros. A cada um destes agrupamentos de itens começou a designar-se "Conta".

Os primeiros controles eram estabelecidos pelos templos, o que perdurou por vários séculos.

Os Babilónios, assim como os Assírios, faziam os seus registos em peças de argila, rectangulares ou ovais, que ficaram conhecidas como as pequenas tábuas de Uruk. Estas mediam aproximadamente 2,5 cm a 4,5 cm e apresentavam faces ligeiramente convexas.

Nas tábuas de Uruk eram registados, através de símbolos ou desenhos, a figura que se pretendia representar e o valor numérico associado a essa figura.

Os Egípcios também utilizavam desenhos nas paredes das casas para controlar a quantidade de cereais pagos aos colectores de tributos.

Este é, como se verifica, um sistema rudimentar de contabilização material que, apesar de tudo, apresenta semelhanças com os processos ainda hoje utilizados. Os termos *conta* ou *matriz* substituíram as figuras gravadas e os valores numéricos, tornando-se mais explícitos com o advento da numeração árabe e do sistema monetário.

Outra prova da existência da antiga preocupação por parte do homem em apurar os seus custos é o facto de terem sido encontrados documentos que se podem imputar à arte contabilística, datados de à 5000 anos antes de Cristo. Trata-se de uma escrita cuneiforme de contas de mão-de-obra e materiais encontrada em escavações na cidade de Ur, onde viveu a personagem bíblica Abraão.

Estas constatações permitem que, a pouco e pouco, não só se estabeleça um paralelismo com a contabilidade dos nossos tempos, como também se conheça melhor as suas origens, permitindo contradizer as vozes que indicam que a contabilidade só surgiu na Europa com o surgimento da numeração árabe.

Durante este período os sistemas de registo de trocas foram evoluindo dinamicamente com o crescimento do volume de negócios e, foram-se formando figuras e conceitos que incrementam a segurança dos mesmos, como é o caso da duplicação de documentos ou dos registos diários. Estes últimos começaram a ser sintetizados em papiros ou em tábuas, no final de determinados períodos, períodos esses que agrupados sofriam nova síntese, lembrando os registos no Diário, o Balancete e o Balanço Anual, correspondentemente.

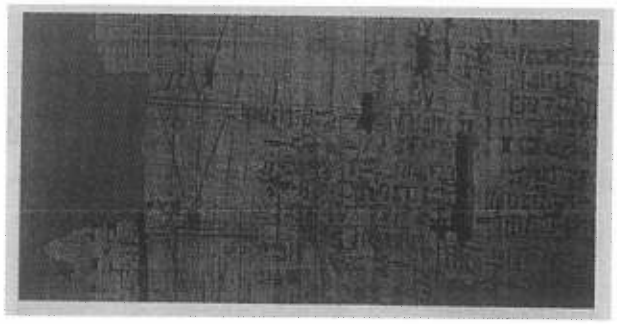


Fig. 1 – Papiro.

Importa recordar que todas estas evidências se manifestavam de formas muito primitivas, através de desenhos e símbolos que apenas eram reconhecidos por um grupo muito restrito de pessoas, porém permitem deduzir algumas preocupações prementes nas várias fases da história da contabilidade ou da economia, se assim o quisermos assumir.

No período em causa, encontra-se, desde logo, o reconhecimento daquilo que representa a receita e a despesa, tal como o seu respectivo confronto e as inevitáveis variações existentes, embora empiricamente.

O pouco contacto existente entre as diversas comunidades espalhadas pelo mundo provocava a origem de várias técnicas de registo consoante as necessidades e o avanço da respectiva sociedade. Assim, pode-se afirmar com alguma certeza que o povo egípcio foi de certa forma o que mais inovação introduziu nos processos contabilísticos desta época. Os registos egípcios mais antigos remontam a 6000 anos antes de Cristo. O sistema fiscal instaurado obrigava a que todos os escriturários apresentassem contas ao poder real, o que os tornou zelosos e sérios na sua profissão.

O Inventário revestia-se de tal importância que a contagem do boi, divindade adorada pelos Egípcios, marcava o início do calendário adoptado. Inscreviam-se bens, móveis e imóveis, e já se estabeleciam de forma primitiva controles administrativos e financeiros.

As "Partidas de Diário" assemelhavam-se ao processo moderno: o registo iniciava-se com a data e o nome da conta, seguindo-se quantitativos unitários e totais, transportes, se ocorressem, sempre em ordem cronológica de entradas e saídas.

Pode-se citar, entre outras contas, a "Conta de Pagamento de Escravos", a "Conta de Vendas Diárias" e a "Conta Sintética Mensal dos Tributos Diversos".

Tudo indica que os primeiros povos a utilizar o valor monetário nos seus registos foram os Egípcios. Usavam como base uma moeda, cunhada em ouro e prata, denominada "shat". Era a adopção, de maneira prática, do Princípio do Denominador Comum Monetário.

Este modelo egípcio foi seguido pelos Gregos 2000 anos antes de Cristo, começando assim a escrituração de contas de Custos e Receitas procedendo, anualmente, a uma confrontação entre elas, para apuramento do saldo.

Os Gregos aperfeiçoaram o modelo egípcio, estendendo a escrituração comercial às várias actividades, como administração pública, privada e bancária.

Como se denota, apesar de se tratar de tempos antigos, começavam já a delinear-se alguns conceitos que ainda hoje perduram e são base da mais elaborada escrituração comercial dos nossos dias.

3. Período Medieval

a. *Modus vivendi*

O Período Medieval é considerado como o segundo grande período da historia da contabilidade. Como é óbvio, sucede-se ao período anterior, começando no ano de 1202 da Era Cristã até 1494, ou seja, até ao aparecimento do *Tratactus de Computis et Scripturis (Contabilidade por Partidas Dobradas)* de Luca Paciolo.

Por esta altura, as pessoas dependiam unicamente da sua vontade própria e da sua capacidade inventiva para desenvolver os seus padrões de vida. Durante cerca de três séculos a classe burguesa travou vitoriosamente uma luta contra os senhores feudais, reis e imperadores.

Esta conquista histórica traduz-se no aparecimento de uma figura, até então inexistente na sociedade, a figura do comerciante. Estes apresentam características muito próprias como um "horizonte" muito mais alargado do que os de qualquer outra classe social até então existente, os seus interesses encontram-se espalhados por lugares muito afastados do continente, as suas condições psicológicas endurecem e ganham em audácia no exercício da sua profissão. Com tudo isto ganha o comércio e a economia monetária, que se desenvolvem e tomam crescente importância.

Estamos assim diante de uma sociedade com relações cada vez mais complexas, em que o ritmo de aparecimento de inovações tecnológicas é cada vez maior, revolucionando formas de viver e de pensar. Estas inovações mentais, a situação mercantil e urbana e as crescentes trocas de mercadorias vêm criar novas especificidades profissionais, colocam novas exigências de comunicação e de informação que exige da vida social uma marcada capacidade de adaptação a circunstâncias novas, a necessidade premente de engendrar respostas adequadas para problemas do real quotidiano. Esta capacidade de adaptação revela-se superior na classe burguesa, o que provoca uma maior aproximação desta da classe feudal, embora não muito bem aceite por esta.

A aceleração do ritmo e intensidade das trocas comerciais e a complexa dinâmica dos mercados provoca muitas vezes rupturas de oferta e de procura, chegando mesmo a provocar situações dramáticas e de soluções complexas e difíceis de atingir, origina ainda o aparecimento de novas funções para o dinheiro e até de várias espécies de moeda, aumentando o rigor dos problemas.

Como é sabido os negócios envolvem o factor risco que, nesta altura, começa a ter alguma importância devido ao avolumar de trocas comerciais. Este é uma constante ameaça para a estabilidade da riqueza seja em que classe social for, porém é de maior relevo para a classe burguesa por ser a mais envolvida no trato e na mercancia. O risco provoca insegurança, que, por sua vez, se traduz em instabilidade e consequente desequilíbrio. Como uma das principais características desta classe mercantil é a constante busca de soluções, é no exercício dela que procuram inovações que possibilitem aumentar a segurança nas trocas mercantilistas.

É na sequência desta necessidade que se desenrolam diversas inovações, entre outras a notação árabe que deu origem a um desenrolar à volta de técnicas, nomeadamente contabilísticas, como é o caso da escrituração por partidas dobradas.

b. A contabilidade no Período Medieval

Como já fora referido anteriormente, é na Itália de 1202 com a publicação do *Liber Abaci* de Leonardo Pisano que se dá o início desta fase da história da contabilidade que perdura durante quase trezentos anos. Esta obra é de relevada importância pois é considerada a responsável pela introdução do sistema de numeração decimal árabe e pela sua respectiva utilização na Europa.

A época é de desenvolvimento e como tal estudavam-se técnicas matemáticas, pesos e medidas, câmbio, entre outras inovações, tornando o homem mais evoluído em conhecimentos comerciais e financeiros.

Se o povo babilónico plantou a semente da contabilidade e os Egípcios a regaram, foram os Italianos que fizeram o cultivo e a colheita.

Era Técnica é outro nome que se atribui a esta fase histórica, justamente por ter sido uma época de grandes invenções não só no âmbito contabilístico como em todas as vertentes do progresso, nomeadamente os descobrimentos, que abriram novos horizontes comerciais com o aperfeiçoamento dos instrumentos de navegação, como é caso da bússola magnética.

Também a indústria artesanal proliferou, com o surgimento de novas técnicas na indústria metalúrgica e mineralúrgica.

Já se utilizavam, de forma rudimentar, o débito e o crédito, oriundos das relações entre direitos e obrigações, e referindo-se, inicialmente, a pessoas.

O aperfeiçoamento e o crescimento da contabilidade foram a consequência natural das necessidades geradas pelo advento do capitalismo, nos séculos XII e XIII. O processo de produção na sociedade capitalista gerou a acumulação de capital, alterando-se as relações de trabalho. O trabalho escravo cedeu lugar ao trabalho assalariado, tornando os registos mais complexos.

No final do século XIII aparece, pela primeira vez, a conta "Capital", representando o valor dos recursos injectados nas companhias, normalmente pela família proprietária.

Esta fase termina com um grande advento, considerado por muitos como a verdadeira origem da contabilidade propriamente dita, trata-se do *método das partidas dobradas*.

4. Período Moderno

Este período refere-se a um espaço temporal compreendido entre 1494 e 1840. À semelhança dos outros períodos enunciados anteriormente, estas datas referem-se a acontecimentos que provocaram mudanças ou que pelo menos marcaram significativamente a história da Contabilidade. Assim, 1494 refere-se ao aparecimento da obra de frei Luca Paciolo, *Summa arithmetic, geometria, proportioni et proportionalita*, na qual está inserido o seu tratado sobre contabilidade e escrituração em que o autor sistematizou uma técnica que constituiu a base do sistema contabilístico dos nossos tempos. Trata-se da *técnica das partidas dobradas* ou *alla veneziana* [1].

O tratado destacava, inicialmente, o necessário ao bom comerciante. A seguir define conceitos e instrui o seu desenvolvimento como o de inventário. Discorria sobre livros mercantis: memorial, diário e razão, e sobre a autenticação deles; sobre registos de operações: aquisição, permuta, sociedade; sobre contas em geral: como abrir e como encerrar; contas de armazenamento; lucros e perdas, que na época, eram "PRO" e "DANO"; sobre correcções de erros; sobre arquivamento de contas e documentos, entre outros.

O primeiro documento que se conhece com a utilização das partidas dobradas data de 1340. Trata-se de um documento de gestão da "Comuna" de Génova, respeitante às contas dos intendentes municipais responsáveis pela gestão financeira da cidade. Porém tudo leva a crer que o seu aparecimento se tenha dado por volta do ano 1327, uma vez que há notícia de que neste ano, após fraudes e desvios vários, as contas da Comuna passaram a ser *ad modum banchi,* ou seja, à maneira dos bancos, o que leva à conclusão de que já nessa altura os banqueiros venezianos e genoveses utilizavam o método.

Assim, a referida obra, apesar de ser a primeira obra acerca do assunto, não representou qualquer tipo de inovação, apenas uma sistematização de um uso que cada vez se tornava mais vulgar, porém serviu grandemente para o difundir.

Este acontecimento foi sem margem para dúvidas um grande passo no que respeita a registos contabilísticos, porém, muitos foram os acontecimentos que ocorreram durante este período, de entre os quais não posso deixar de evidenciar essencialmente três deles, que nalguns dos casos não decorreram propriamente no espaço temporal do período moderno, mas que as suas causas se reflectiram no mesmo; são eles:

- A tomada de Constantinopla por parte dos Turcos em 1493, o que originou a emigração de grandes sábios bizantinos, principalmente para Itália;
- A descoberta da América em 1492 e do Brasil em 1500, dois locais que representaram um enorme potencial de riquezas para alguns países europeus;
- Grande "reforma religiosa" de 1517, em que os protestantes foram perseguidos violentamente por toda a Europa, sendo forçados a emigrarem e a radicarem-se principalmente na América.

Como é normal, grandes mudanças e inovações são acompanhadas de novas e mais exigentes necessidades, nomeadamente comerciais. Trata-se de um alargar de horizontes mercantis com inúmeras novas riquezas que têm de ser controladas virando inevitavelmente a atenção para a contabilidade.

Este período tem o seu término no ano 1840 com o aparecimento da obra *La Contabilità Apllicatta alle Amministrazioni Private e Pubbliche* da autoria de Franscesco Villa, premiada pelo governo da Áustria. Obra marcante na história da Contabilidade.

5. Período Científico

Como último período temos o denominado Período Científico. Inicia-se em 1840 e decorre até aos nossos dias.

Em 1840 estavam criadas as condições ideais para o desenvolvimento desta ciência, ou seja, a necessidade de controle contabilístico era reconhecida globalmente não levantando dúvidas e a técnica era precoce e carecia de aperfeiçoamentos.

Este ambiente é perfeito para o aparecimento de várias opiniões e foi o que se sucedeu na realidade: começaram a surgir escolas de pensamento contabilístico. Na verdade, estas escolas eram essencialmente duas, a Escola Lombarda, ou Patrimonialista, chefiada por Francesco Villa, e a Escola Veneziana, ou Neocontista, por Fábio Besta.

a. Escola Lombarda, ou Patrimonialista

Esta escola de pensamento foi a origem do Período Científico, mais precisamente com a obra do contador público e escritor milanês Francesco Villa, *La Contabilità Applicatta alle amministrazioni Private e Plubbliche.*

Foi escrita no intuito de participar num concurso sobre contabilidade, promovido pelo governo da Áustria, que reconquistara a Lombardia, terra natal do autor. Além do prémio, Villa obteve o cargo de professor universitário.

Na *La Contabilità Applicatta alle amministrazioni Private e Plubbliche*, o autor extrapolou os conceitos tradicionais de contabilidade, segundo os quais a arte da escrituração e a de guarda-livros poderiam ser desenvolvidas por qualquer pessoa inteligente, bastava conhecer a natureza, os detalhes, as normas, as leis e as práticas que regem as matérias administradas, ou seja, o património.

Assim se denota que a escola de Francesco Villa assenta num único pressuposto, o património, daí ser conhecida como Escola Patrimonialista.

b. Escola Veneziana, ou Neocontista

Fábio Besta foi um escritor veneziano seguidor de Francesco Villa, muito embora tenha superado os ensinamentos do mestre.

O autor admitiu a importância do "controle da riqueza aziendal" afirmando que "a riqueza pertinente a uma azienda forma a substância ou património àquele legado e toda a azienda possui substância, seja pequena ou grande", ou seja, a dinâmica da riqueza afirma que a satisfação das necessidades através dela gera um sem-número de fenómenos e que é necessária uma ciência específica para os estudar.

Entende-se assim que Besta possui um pensamento distinto para a sua altura que consistia em considerar a riqueza como uma realidade que necessita de ser estudada e entendida. É nesta cadeia de ideias que surge mais directamente a preocupação com os estudos contabilísticos e que se contrapõe à ideia patrimonialista de que a contabilidade está ligada ao direito, na medida em que o legítimo proprietário conserva todos os direitos sobre as coisas, ainda quando lhe são roubadas, ora Besta diz que se o proprietário não tem possibilidade de recuperá-las, aquelas coisas para ele de nada valem, ou seja, a contabilidade não deve estar relacionada com o direito, deve ser uma ciência distinta e directamente relacionada com a satisfação das necessidades de gestão.

Esta escola não aceita o património sob a defesa de direitos e obrigações, mas sim como um agregado de valores, como "grandeza comensurável". "O valor de uma coisa refere-se à sua disponibilidade e ao seu livre uso, em suma, à sua posse, e esta jamais será plena se não lhe é assegurado isto no presente e no futuro, sem limite de tempo, ou seja, enquanto durar."

As convicções de Besta sobre o valor levou o mesmo a implantar o raciocínio de que as contas não se abrem para pessoas, mas para valores.

Ao tratar da classificação dos elementos patrimoniais, consagra uma metodologia de classificação por funções dos elementos da riqueza. Considera os bens como "forças verdadeiras e próprias das aziendas" e admite o lucro ou a perda como comparação de dois estados da mesma riqueza em determinado tempo. Atribui à administração o grande relevo que possui em face dos estudos contabilísticos, mas considera como principal função da Contabilidade o controle e é nesta que mais se empenha.

Afirma que é através do controle que as funções se tornam relevantes e que o estudo das causas e dos efeitos de tais funções são o seu objectivo básico.

Classifica os controles em antecedentes, concomitantes e subsequentes, afirmando que tudo deve ser registado e que o objecto dos registos são os factos ocorridos com a riqueza.

Para Besta, de nada vale a própria certeza do direito de uma coisa se nada podemos fazer com ela e se sua posse só se dará em tempo futuro e incerto.

A ciência contabilística, nessa fase áurea do início do século, já havia alcançado a sua maioridade e plenitude de grandeza como acervo de variadas doutrinas.

No que respeita às "Contas" não só se debruça sobre todas as teorias em vigor, como apresenta razões profundas de raciocínio quando afirma que "a natureza das contas depende manifestamente da índole do seu objecto, do seu registo e dos factos e mutações a que se refere, e tal índole não varia apenas porque variou o critério do registo, disto deduz-se que a teoria das contas não depende de métodos de registo".

A importância que a obra de Fábio Besta representou para a contabilidade é deveras elevada e merece todo o destaque como uma das mais expressivas produções do Período Moderno.

O profundo estudo em que se debateu sobre as teorias da Escola Patrimonialista levou a que as criticasse e desacreditasse de tal forma que deu origem a uma nova corrente, a veneziana ou neocontista.

Besta é essencialmente criticado devido ao excessivo peso teórico dos seus pensamentos, ou seja, devido à falta de demonstrações práticas ou pesquisas fundamentais, a exploração teórica das contas e o uso exagerado das partidas dobradas, inviabilizando, em alguns casos, a flexibilidade necessária, principalmente na contabilidade de gerência, preocupando-se de mais em demonstrar que a contabilidade é uma ciência ao invés de dar vazão a pesquisas sérias de campo e de grupo.

c. Desenvolvimento do Período Científico e perspectivas futuras

Com a Revolução Industrial começaram a surgir especialistas em contabilidade e, ainda no início do século XIX, havia menos de 50 contabilistas públicos registados nas cidades da Inglaterra e da Escócia. Esse número cresceu muito a partir da assinatura de uma lei que exigia que os balanços fossem aprovados por auditores. Facto importante foi a industrialização norte-americana e o consequente giro de capital internacional, que fez com que fossem muitos contabilistas e auditores britânicos para a América, levando consigo os ensinamentos deste ofício.

As teorias e as práticas contabilísticas estabeleceram-se a partir do surgimento de empresas multinacionais, de capital aberto e com grande movimentação de riquezas, permitindo a interpretação das informações por parte dos accionistas e investidores.

Actualmente, a contabilidade actua como um instrumento para a sociedade, em que o utilizador não é somente o

proprietário da empresa, como também os seus fornecedores, investidores, bancos, governos, empregados e clientes.

No presente momento e cada vez mais no futuro, a contabilidade caminha no sentido da informatização, em lugar dos Diários ou Razões, com bases de dados das quais os dados financeiros são apenas uma parte. Uma versão simplificada dessas bases de dados é transmitida por linha telefónica aos utilizadores (redes de comunicação). As empresas não precisam de escolher um método de reconhecimento das receitas, pois são capazes de oferecer uma variedade de métodos aos accionistas para as suas análises.

Considerações finais

Este trabalho tem um carácter essencialmente histórico; sendo assim, não existe nenhum tipo de pesquisas científicas ou experiências de campo, tornando-se difícil tirar conclusões concretas; no entanto, farei algumas considerações acerca do tema referindo os aspectos que considero mais importantes.

Da forma como está organizado o presente trabalho é fácil identificar os acontecimentos relevantes, pois os períodos enunciados iniciam e terminam com acontecimentos concretos que de alguma forma provocaram mudanças na arte contabilística.

Em primeiro lugar, há que salientar a actividade do povo egípcio e do povo grego como autores dos primeiros registos de que há conta, que, muito embora de forma muito primitiva, deram o primeiro passo para a criação da técnica contabilística.

Sucedeu-se a publicação de *Liber Abaci* por Leonardo Pisano em 1202. Esta obra deu início ao Período Medieval, introduzindo a numeração árabe na Europa. A principal importância deste feito foi facilitar a efectivação de cálculos matemáticos – base da contabilidade.

A fase medieval termina e consequentemente começa a fase moderna, com a publicação de *Summa arithmetic, geometria, proportioni et proportionalita* de Luca Paciolo em 1494. Se Leonardo Pisano criou condições para o aparecimento de técnicas baseadas na matemática, Luca Paciolo sistematizou pela primeira vez na história um modelo de contabilidade: a contabilidade por partidas dobradas.

A partir deste momento constatou-se a preocupação em aperfeiçoar os modelos contabilísticos; até ao momento em que começam a surgir várias doutrinas, através de escolas de pensamento, estamos na presença do Período Científico. Científico justamente porque foi com estas escolas que apareceu o conceito de contabilidade como uma ciência independente de outras ciências.

Tentei através deste trabalho sintetizar os aspectos mais relevantes de toda uma história com milhares de anos, ficando, como tal, muito aquém de os conseguir relatar na totalidade, contudo considero estarem presentes os factos que provocaram as principais mudanças na história contabilística.

6. Anexo A

a. Escrituração por partidas dobradas, ou *alla veneziana*

A formação deste modelo de escrituração foi longa e desenvolveu-se no seio da sociedade italiana dos séculos XIV e XV, com o aparecimento de poderosas companhias mercantis e com o progressivo incremento do comércio de longa distância. A complexidade das trocas aumentava e, naturalmente, novas figuras apareciam no cenário mercantil, como é o caso dos créditos e das novas formas de moeda, desempenhando um papel bastante motivador para a utilização das partidas dobradas. A sociedade medieval começava a abandonar o sistema feudal até então em uso e, com o desenvolvimento mercantil e consequente aumento das trocas, começavam a aparecer sinais de capitalismo.

Durante a era protocapitalista, mesmo na sua fase mais avançada, não eram colocadas grandes exigências de rigor nos registos de bens e haveres. Este facto constatava-se quer no caso de pequenos mercadores, quer em casos de grandes parcerias comerciais, em que apenas era exigida em sociedades comerciais de longa duração, sendo para os restantes casos feita apenas uma cautela jurídica no cartório notarial.

Com o desenvolvimento do capitalismo, esta necessidade tornou-se premente e começou a ser satisfeita com registos grosseiros e de partida simples, à medida do estritamente necessário. Contudo, havia já a percepção de que reter toda a informação de cor constituía um elevado risco de perda da mesma.

É desta forma que a escrituração se vai desenvolvendo, vindo mesmo a implantar-se na Europa em meados do século XVI.

A contabilidade por partidas dobradas, ou *alla veneziana* representa, para a altura, uma inovação extremamente importante, de tal forma que é vista como a tão desejada resposta às necessidades do desenvolvimento capitalista na Europa.

Trata-se assim de uma forma primitiva de escrituração comercial que, trocando por miúdos, significa que o crédito se encontra sempre como contrapartida de um débito, ou vice-versa, o que era já de uso corrente entre os mercadores italianos e que se mantém como um importante princípio contabilístico nos dias que correm. Consiste assim num registo duplo (digráfico) de um mesmo evento, exigindo-se que o lançamento a crédito seja equivalente ao lançamento a débito e, como é óbvio, na mesma unidade monetária.

O sistema caracteriza-se essencialmente por quatro aspectos de superior relevância. O primeiro diz respeito à divisão das contas, isto é, as contas dividem-se em duas: o Deve e o Haver. Outro dos aspectos tem a ver com a separação existente entre as contas relativas a recursos humanos e a recursos financeiros ou materiais. Por fim encontramos

estritamente ligadas as últimas duas grandes características do sistema em causa, o já referido duplo registo do mesmo evento (débito e crédito), e o facto de este duplo registo ser feito em documentos separados, no Diário e no Razão.

Tratando-se de um sistema de escrituração, importa fazer menção aos documentos em que esta é realizada. Assim, podemos encontrar os mencionados registos em três livros distintos: o Memorial, o Diário e o Razão.

- O Memorial trata-se de um registo descritivo, organizado cronologicamente, de todas as transacções efectuadas pelo mercado ou pela sociedade comercial.
- No Diário, muito embora os registos também sejam organizados cronologicamente, são organizados por débito e por crédito de contas pessoais e de valores, designando o devedor e o credor por "Deve" e "Haver", respectivamente.
- No livro do Razão é feita toda uma recapitulação das contas criadas no Diário.

O conceito dos dois lançamentos simultâneos de um mesmo evento concedeu uma notável precisão e um facilitado controle das variações patrimoniais, dos movimentos de entradas e saídas de numerários, bem como dos registos de inventários.

Porém, muito embora toda a sua simplicidade e eficácia, a difusão deste inovador sistema revelou-se muito lenta por toda a Europa, pois deparou-se com uma elevada resistência à mudança, devida não só à existência de toda uma longa e enraizada tradição de comércio medieval fortemente bloqueado pelos estatutos corporativos, como também porque a sua eficácia trazia à luz, não só do fisco como também entre parceiros de negócios, muitas situações fraudulentas e socialmente comprometedoras até então encobertas nas duvidosas escriturações em vigor. Desta forma, o sistema que se apresentava tão fiável e promissor vinha constituir um incómodo em muitos dos casos.

A economia de trocas desenvolvia-se a um ritmo bastante elevado e a utilização da moeda intensificava-se, substituindo a economia feudal e acelerando o aparecimento de novas formas de realizar trocas e, consequentemente, de as registar.

É assim que o sistema de escrituração por partidas dobradas consegue, embora lentamente, vencer as agruras desta resistência e implantar-se com sucesso.

Como fora já referido, o conhecimento aritmético nos séculos XIII e XIV, época a que se retrata esta evolução contabilística, era muito incipiente, tal como provam os seus livros de contas com inúmeros erros de cálculo, muito embora os mercadores medievais fossem, de um modo geral, cultos e possuidores de um bom domínio dos instrumentos operacionais e de registo adaptados às suas necessidades.

Esta técnica surge, tal como fora referido, numa era em que o grande salto económico fazia emergir factos concretos que tornavam os negócios inseguros, como é o caso do risco. Desta forma, o facto de os capitais e os bens se tornarem de extrema mobilidade provoca que se tornem perigosos, especialmente num período de recessão e de crise, em que as leis e as normas vigentes, para além de serem poucas, eram insuficientemente conhecidas. Estes factores são, só por si, suficientes para levar grandes casas de comércio da Europa à falência, e na realidade foi o que sucedeu. Constatou-se uma série elevada de falências mesmo entre as sociedades familiares de maior renome. A derrocada foi tal que nem os mais importantes argentários escaparam à fatalidade das leis de um tão precoce capitalismo.

Como tal, é vista como a grande invenção do momento, pois, muito embora em fase embrionária, já revestia os comerciantes de uma maior ousadia no que se refere aos seus negócios, tornando-se um instrumento essencial à contenção de prejuízos e à avaliação prévia dos investimentos.

b. A escrituração por partidas dobradas em Portugal

Apesar das ligações comerciais estreitas existentes entre Lisboa e Antuérpia, onde os Italianos aplicavam a nova técnica, esta não surge em Portugal antes de 1450. A data exacta não é fácil de determinar devido à falta de documentos que o comprovem; porém, o seu aparecimento assume-se na data indicada devido à existência de indícios credíveis nesse sentido.

Do aparecimento da técnica à sua utilização decorre um longo período de tempo, à semelhança do sucedido em Itália, daí que se assuma que a contabilidade *alla veneziana* foi usada pela primeira vez em Lisboa, a par de toda a Europa, em meados do século XVI. Tudo leva a crer que a introdução da técnica, a par das grandes potências europeias, se consegue devido à importância da cidade de Lisboa na economia europeia e ao volume presumível de capitais circulantes italianos.

A difusão do método por Portugal e por toda a Europa flutuou ao sabor das influências das casas comerciais, sendo certo que os mercadores das colónias estrangeiras e das filiais das grandes firmas em Lisboa fizeram dele uso vário.

Em Portugal nos séculos XVI e XVII, tudo indica a não existência de qualquer tipo de preocupação com os problemas da escrituração, pois note-se que, mesmo com aritméticos cotados ao nível dos seus confrades europeus, não surgem neste país obras escritas sobre escrituração comercial antes do século XVIII, no reinado de D. José.

Nem mesmo Gaspar Nicolas, um atento conhecedor da obra de Lucas Paciolo e o autor de *Pratica Darismetyca*, reservou algum espaço para as questões da escrituração comercial. Ao falar desta obra, não posso deixar de mencionar uma obra publicada em 1716, com a intenção de constituir uma revisão prática da *Pratica Darismetyca* de Gaspar Nicolas, por Manuel de Figueiredo e intitulada de *Tratado da arte de arismetica para fazer um perfeito caixeiro*. Este sugestivo título encabeçava uma obra adaptada

às mais correntes necessidades do século XVIII e até às modas do tempo. Porém nem sequer aflora a questão da escrituração comercial.

Assim, a menção mais antiga que se encontra em obras nacionais acerca deste sistema data de 1624 e foi elaborada por Guiral e Pacheco. Intitula-se *Flor darismetica necessária* e refere-se muito superficialmente aos tratos mercantis referindo que os livros da escrituração mercantil devem ser o livro de caixa, o livro de contadoria e o livro de receitas e despesas do reino.

Só a 22 de Dezembro de 1761, no reinado de D. José e por iniciativa do marquês de Pombal, se instituiu o método das partidas dobradas, aplicando-o à contabilidade pública.

Começou assim a ser obrigatório para os comerciantes escriturar os livros de Diário e de Razão. Começou também a leccionar-se cadeiras curriculares neste âmbito na Aula do Comércio – "uma Aula que veio tirar os negociantes portugueses da ignorância", foi como o contemporâneo professor da Universidade de Coimbra Ricardo Raymundo Nogueira se pronunciou acerca da Aula do Comércio.

Esta iniciativa do marquês veio no seguimento da imagem que tinha dos comerciantes portugueses, ou seja, que eram *"poucos, ignorantes e fracos de cabedal de tal forma que alguns nem sabiam ler nem escrever, para terem uma pessoa que lhes escrevesse uma carta legível e lançasse uma conta que não excedesse as quatro espécies da aritmética, mandavam vir um moço de Viana ou Guimarães"*.

Bibliografia sumária

• A. A. Marques de Almeida, "O uso da numeração escrita e falada em fontes documentais portuguesas nos séculos XVI e XVII", *Clio*, vol. 5 (1984/1985).

• A. A. Marques de Almeida, "A aritmética comercial em Portugal nos séculos XVI e XVII", in *História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal*, I Colóquio – até ao Séc. XX, vol. I, Lisboa, Academia das Ciências, 1986.

• A. A. Marques de Almeida, "Aritmética como descrição do real (1519-1679)", *Mare Liberum*, 2 vols., Lisboa, Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 1994.

• A. A. Marques de Almeida, *Herança e Inovação do Capitalismo em Portugal (Séc. XIV-XVIII)* – A Escrituração por Partidas Dobradas", Coimbra, 1984.

• Armando Castro, *História Económica de Portugal*, Lisboa, Editorial Caminho, 1978.

• F. Cardini, E. Castelnuovo, G. Cherubini, M. Fumagalli, B. Brochieri, B. Geremek, J. le Goff, A. J. Gurevic, C. Klapisch-Zyber, G. Miccoli, J. Rossiaud, A. Vauchez, *O Homem Medieval*, Lisboa, Editorial Presença, 1989.

• Gaspar Nicolas, *Tratado da Prática Daritmética*, rep. fac-símile, introdução de Luís de Albuquerque, Porto, 1963.

• Joaquim Barradas de Carvalho, "Para uma pré-história da matematização do real. Sobre a introdução e a difusão dos algarismos árabes em Portugal (1055-1566)", in *Portugal e as Origens do Pensamento Moderno*, Lisboa, Livros Horizonte, 1981.

• J. Tiago de Oliveira, *O Essencial Sobre a História das Matemáticas em Portugal*, Imprensa nacional – Casa da Moeda, 1989.

• Luís de Albuquerque, "O primeiro livro de aritmética impresso em Portugal" in *Para a História da Ciência em Portugal*, Lisboa, Livros Horizonte, 1973.

• P. Burke, A. Chastel, M. Firpo, E. Garin, M. L. King, J. Law, M. Marlett, A. Tenenti, T. Todorov, *O Homem Renascentista*, Lisboa, Editorial Presença, 1991.

Notas

[1] Ver anexo A.

A Determinação da Longitude Geográfica em Pedro Nunes – Crítica ao Uso da Lua para a Determinação da Longitude Proposto por Orôncio Fineu

Trabalho realizado por:
• *Teotónio José Pires Barroqueiro*

Escola Naval
Departamento de Marinha

Resumo

O presente trabalho procura analisar as críticas de Pedro Nunes à obra *O Quadratura Circuli* (1543) do matemático francês Orôncio Fineu, seu homónimo no Colégio Real de Paris, feitas pelo primeiro no seu livro *De Erratis Orontii Finaei*, publicado em Coimbra no ano de 1546.

Na época de Pedro Nunes, a astronomia e a astrologia confundiam-se mutuamente na ciência de então. No entanto, apesar de possuírem uma origem comum, estas actividades em muito são distintas, essencialmente no seu carácter científico. É esta questão a primeira a ser abordada, uma vez que na crítica de Pedro Nunes estão presentes, obviamente, conceitos da sua ciência "astrológica".

A crítica do matemático português, que aqui analiso, incide essencialmente num método proposto por Orôncio para a resolução de um antigo problema – a determinação da longitude. Torna-se então imprescindível introduzir a questão da determinação das coordenadas geográficas objectivando o enquadramento histórico da crítica.

Sendo este trabalho essencialmente uma análise científica à crítica de Pedro Nunes, é indispensável apresentar matemática e astronomicamente as noções envolvidas na determinação das coordenadas em causa. A distinção entre ambas impõe explicações diversas sendo então inicialmente analisada a latitude e posteriormente a longitude.

Conhecer os movimentos dos astros no orbe celeste é o próximo passo. Primeiro geralmente, depois em pormenor a Lua, astro central deste texto, explicarei como "passeiam as estrelas no céu", factor fulcral para a compreensão da crítica de Nunes a Orôncio.

Mais tarde apresentarei o método de Orôncio para a determinação da longitude, que denominarei Método da Culminação Superior da Lua, com base no que Pedro Nunes demonstra no seu livro.

Finalmente, será abordada a crítica de Pedro Nunes ao método proposto por Orôncio Fineu. Desde já, saliento o facto de que este trabalho não abordará a questão do método das distâncias lunares, igualmente criticado por Pedro Nunes na referida obra, i.e., somente serão analisados os erros de Orôncio Fineu.

Introdução ao conflito Astronomia *versus* Astrologia

Astronomia (gr. *astronomía*), s.f., ciência que estuda a constituição, os movimentos, a evolução, os fenómenos e as posições relativas dos astros e, de uma forma geral, de toda a matéria existente no Universo.

Com origem nos babilónios e egípcios, a astronomia viveu o seu maior progresso durante o século VI a.C., na Grécia. Durante este período foram feitas inúmeras descobertas e elaboradas diversas teorias.

Anaximandro afirmava sobre o isolamento da Terra no espaço; Pitágoras e Parménides sobre a sua esfericidade. Anaxágoras a respeito dos eclipses e outros mais contribuíram, nomeadamente, Platão, Filolau Heráclides, Aristarco de Sanos, Apolónio de Perga, Hiparco de Nícea. No Almagesto de Ptolomeu foram aperfeiçoadas as teoria da Lua e dos Planetas.

Realce-se a contribuição dos árabes, relevante em virtude de a Astronomia ser considerada no Alcorão como a mais importante ciência.

Astrologia (gr. *ástron*, astro + *lógos*, tratado), s.f., adivinhação por meio de astros.

Enfatizando apenas um determinado grupo de astros, a Astrologia procura relacionar as posições e deslocamentos destes astros com o destino e a conduta moral dos seres humanos. É portanto um estudo directamente ligado ao aspecto místico do universo.

Em épocas remotas, na Mesopotâmia, os astros eram divindades adoradas pelos seus povos. Os sacerdotes caldeus fizeram observações "científicas" sobre a influência dos astros nos indivíduos. Ainda durante o Império Romano, a astrologia era matéria de suma importância, chegando mesmo a converter-se em doutrina dos estóicos. Apesar da Igreja se opor à astrologia, homens eminentes

como os sábios Galileu e Kepler, considerados os fundadores da astronomia científica, não se alhearam da astrologia.

A distinção hoje é clara, mas nem sempre foi assim. O nascimento da ciência moderna, fruto da teoria e observação, surge em meados do século XVI e início do século XVII, com os estudos do alemão Johannes Kepler. Naquela época as estrelas eram consideradas perfeitas, eternas, e o próprio Kepler manteve durante toda a sua vida uma relação ambígua com a astrologia.

Também na época de Pedro Nunes, astronomia e astrologia se confundiam, por exemplo, as posições dos astros eram expressas pelo número de graus que o astro tinha andado sobre um determinado signo e pela declinação. Assim, dizer que um astro tinha a posição sete graus de Balança significava que ele tinha entrado há sete dias na constelação de Balança.

Analise-se, então, talvez a mais ambígua noção fruto destes dois domínios – o Zodíaco.

Do termo grego "zodiakós [kyklas]", literalmente, [círculo] dos animaizinhos, o Zodíaco é a zona da esfera celeste centrada no "caminho" que o Sol, no seu movimento aparente, percorre num ano, com 16° de largura e que se estende até nove graus de cada lado da eclíptica.

Remonta a tempos longínquos a utilização do "céu" como tela de uma ordem ajustada ao homem nómada.

Fruto da necessidade de estabelecer calendários, de acordo com as estações, para a actividade agrícola, de perceber o movimento das marés ou outros indicadores de ciclos naturais importantes à vida, nasce a ideia de correlacionar os movimentos celestes e alguns fenómenos naturais.

Assim, acredita-se que, entre os séculos IX e III a. C., os babilónicos, que haviam sido os primeiros a identificar a eclíptica, tenham dividido, numa perspectiva geocêntrica, o caminho do Sol no orbe em doze sectores, representando os doze estágios evolutivos da vida, sob as latitudes médias dos hemisférios norte do globo terrestre.

Para tornar esses doze sectores reconhecíveis no céu, os observadores da antiguidade definiram em cada um deles uma constelação particular, dando a esses grupos de estrelas nomes. Nos seus espíritos, essas palavras evocavam o estado de avanço da vegetação, no momento em que o Sol, no seu curso anual, passava nas constelações respectivas. O Zodíaco era, assim, um verdadeiro calendário de estações.

Contudo, do ponto de vista astronómico, devido ao movimento de translação da Terra em volta do Sol, visto da Terra, o astro-rei transita sobre treze constelações zodiacais (e não apenas sobre doze signos astrológicos), nomeadamente, *ofiúco*, sagitário, capricórnio, aquário, peixes, carneiro, touro, gémeos, caranguejo, leão, virgem, balança e escorpião.

Assim, Astronomia e Astrologia possuem, portanto, uma origem comum, movidas pelo mesmo fascínio que uma simples noite estrelada desperta em nós. Ambas coexistem hoje, em relativa harmonia, mas os seus praticantes têm formação e objectivos necessariamente muito distintos os quais não convém confundir.

Introdução histórica à problemática da determinação das coordenadas geográficas

Desde cedo o homem sentiu necessidade de conhecer com algum rigor a posição onde se encontrava. No entanto, foi talvez com o desenvolvimento da navegação oceânica que o problema da determinação da posição se colocou.

Conhecer a posição de um ponto na superfície terrestre implica determinar duas coordenadas – as coordenadas geográficas, latitude e longitude.

Quanto à latitude, o seu cálculo depressa foi conseguido, não envolvendo grandes dificuldades como à frente se demonstrará.

No entanto, a determinação da longitude era substancialmente mais difícil, não por questões teóricas mas sim práticas.

Assim, o problema da longitude estava no cerne dos problemas da navegação no alto mar e, consequentemente, era um problema cuja solução seria decisiva para o desenvolvimento do comércio internacional.

A essência de qualquer economia que não seja recolectora está na especialização da produção de bens e na troca destes. O comércio torna-se então a actividade primordial. Esta actividade necessita verdadeiramente de comunicações rápidas e seguras quer para as mercadorias quer para a informação.

Desde a Idade Média até aos dias que correm foi o comércio ultramarino a base do crescimento económico da Europa, sendo todavia extraordinariamente dificultado pela inexistência de um método para a determinação da longitude, não garantindo a segurança necessária às transacções. Sem a riqueza acumulada na Europa, graças à navegação e ao comércio, não teria havido a base material que permitiu não somente libertar a Humanidade da pobreza e da doença, mas também da ignorância.

Neste sentido, o problema das longitudes terá sido o problema tecnológico mais importante de todos os tempos, não somente pelo seu impacto económico como, também, pelo tempo que resistiu à solução.

É importante recordar que naquela época a perda de um navio ou mesmo somente o desvio da sua rota representava uma enorme quebra económica na sua nação. O valor dessas cargas podia ser imenso, por exemplo, estima-se em nada menos de trezentos milhões de euros o valor da carga de especiarias que, em 1592, bucaneiros ingleses roubaram do navio português *Madre de Deus*. Não eram, contudo, menores os prejuízos com vidas humanas. Em 1707, fruto da colisão da armada inglesa com as ilhas Scilly, perderam-se os quatro navios que a compunham para além das vidas dos seus dois mil marinheiros.

Qualquer que seja a perspectiva histórica que se adopte, é indubitável que os portugueses estiveram entre os primeiros navegadores no alto mar. As primeiras expedições seguiram o curso da costa africana mas as correntes e os ventos cedo impuseram a navegação para Oeste, longe da costa e das referências seguras. Ora, a navegação oceânica, como já referi, ao contrário da navegação mediterrânica praticada pelos fenícios, gregos, romanos, árabes, entre outros, necessitava de meios de localização geográfica.

A navegação oceânica baseava-se no conhecimento da latitude, em cartas geográficas muito pormenorizadas e na experiência profunda dos pilotos. Tal método limitava bastante o número de rotas possíveis, existindo um conjunto de ilhas que eram escala obrigatória dos navios mercantes. Escala obrigatória e caminhos constantes e conhecidos de todos representavam uma importante oportunidade para a pirataria bastando aos navios piratas esperar, emboscados, em ilhas certas a passagem dos navios mercantes.

Com a expansão global do comércio ultramarino, em breve o método de navegação atlântica se revelou inoperante no Pacífico, um oceano mais vasto, menos balizado por ilhas do que o Atlântico e menos conhecido. Tornava-se assim cada vez mais evidente a necessidade de um método para determinar a longitude no mar, permitindo aos pilotos conhecer a sua posição exacta e planear a rota a seguir. Em reconhecimento deste facto, os reis da maior potência marítima da época, a Espanha, criaram prémios avultados para estimular a descoberta de um método de determinação da longitude: Filipe II em 1567, Filipe III em 1598. O mesmo fez uma outra potência marítima, a Holanda, que criou um prémio em 1600. Foi, todavia, a Inglaterra com a criação do Longitude Act a nação que determinou a solução deste antigo problema. Estes anúncios suscitaram toda uma corrente de tentativas, algumas fundamentadas, outras fantasistas, de criação de um método para o cálculo das longitudes.

Geometricamente falando existe uma diferença fundamental entre a latitude e a longitude. O eixo de rotação da Terra é, em primeira aproximação, fixo a respeito da crosta terrestre, o que permite definir sem ambiguidade dois pontos privilegiados (os pólos) e um círculo máximo, o equador, a partir do qual se mede a latitude. Com a longitude é diferente, é a distância angular entre dois meridianos.

Fixado um meridiano de referência, a partir daí nada existe que se assemelhe à determinação da latitude. Seguidamente analisarei individualmente a determinação das duas coordenadas em questão.

A determinação da latitude

Latitude Geográfica (φ), (lat. *Latitudine*), s.f., distância angular entre o equador e o paralelo de determinado lugar, que pode medir-se na direcção Norte ou Sul e ter entre 0° e 90°.

A determinação da latidude não envolve complexas noções ou raciocínios teóricos bem como questões de índole prática.

A latitude de um dado lugar de latitude desconhecida é igual à altura do pólo celeste visível desse mesmo lugar. Logo, conhecido o pólo facilmente se conhece a latitude. No hemisfério norte o pólo é indicado pela estrela polar, cabe no entanto referir que a *Polaris* não se encontra verdadeiramente no pólo, devendo assim ser corrigida a sua posição. Essa correcção realiza-se com o auxílio dos almanaques.

Historicamente, o problema da latitude foi resolvido com a invenção do astrolábio náutico que, em conjunto com uma tabela de declinações calculada dia a dia, permitia achar a latitude com a ajuda do Sol. Basicamente, o astrolábio é um instrumento que mede a distância zenital[1] (z) do Sol ao meio-dia solar ou verdadeiro, ou seja, quando o Sol passa pelo meridiano do lugar. A latitude é a soma de z com a declinação δ, valor este lido na tábua de declinações:

$$\varphi = z + \delta$$

A determinação da longitude

Longitude Geográfica (λ), (lat. *Longitudine*), s.f., arco do equador compreendido entre o meridiano de um dado lugar e o meridiano principal. Na Conferência Internacional Meridiana, realizada em Washington em Outubro de 1884, foi definida como variando de 0° a 180° (Leste/Oeste de Greenwich).

Consequência de diversos factores, tais como, a oscilação do navio e a impossibilidade de fundear para fazer observações astronómicas rigorosas, a determinação da longitude resistiu temporalmente à sua solução prática. A leitura do edital do já referido Longitude Act, formulado

em 1714 pelo governo inglês, dá uma boa ideia da problemática:

• prémio equivalente a doze milhões de euros por um método capaz de determinar a longitude com um erro até meio grau;
• prémio de nove milhões de euros para um método com um erro até dois terços do grau;
• prémio de seis milhões de euros para um método com um erro até um grau.
(Refira-se que um grau de longitude, no equador, equivale a cerca de 110 km).

A luta pela obtenção desses prémios ocupou boa parte daquele século. Três eram os métodos concorrentes merecedores de destaque:

• o método de Galileu, que explorava o "relógio celeste" constituído pelas luas de Júpiter;
• o método que dependia da construção de um relógio capaz de manter a hora mesmo com as oscilações e intempéries de uma viagem oceânica, de John Harrison;
• e o método das distâncias lunares, inicialmente proposto por John Werner.

Dados o dinheiro e a fama envolvidos, os acontecimentos foram extremamente controversos e demorados. É, porém, possível afirmar que o método vencedor foi o do relógio mecânico de John Harrison.

Um aspecto histórico relevante nesta matéria é que Portugal também teve, desde o Tratado de Tordesilhas, um problema de longitude. De facto, a fronteira oeste do Brasil era determinada pela linha do meridiano situado a 370 léguas a oeste de Cabo Verde. Deverá ter sido a primeira vez que uma fronteira foi definida sobre a carta geográfica e não no terreno. No Brasil, com o avanço da colonização portuguesa para oeste e o avanço da colonização espanhola para leste, somente a barreira dos Andes impediu que o problema das longitudes em terra se tornasse também aí uma questão crucial.

Do ponto de vista científico, "é sabido que a diferença de longitude entre dois lugares será conhecida todas as vezes que neles se observar qualquer fenómeno instantâneo, e se marcarem exactamente os tempos respectivos das duas observações, porque a diferença deles será a dos meridianos. Se os lugares não forem muito distantes, e de cada um deles se avistasse um ponto intermédio, nele se poderiam mandar fazer sinais instantâneos, quantas vezes se quisesse, e pela observação deles se acertaria a diferença de longitude dos ditos lugares. Mas em lugares distantes, é necessário esperar que no céu sucedam tais sinais: e tais são os eclipses, como já fizemos menção. Como porém uns são pouco frequentes, e outros não podem observar-se no mar, em vez deles servem as distâncias da Lua ao Sol, ou às estrelas, porque uma dada distância verdadeira é um fenómeno que se sucede no mesmo instante físico para todos os lugares da Terra" (Monteiro Rocha).

O movimento diurno dos astros

Reflexo do movimento de rotação da Terra, de oeste para leste, o movimento diurno dos astros no orbe celeste é de leste para oeste. De facto, ao longo do dia, todos os astros descrevem no céu arcos paralelos ao equador, uma vez que a declinação de um astro é praticamente constante neste período. A orientação desses arcos em relação ao horizonte depende, obviamente, da latidude do lugar onde se encontra o observador.

Assim, a título explicativo:

• Nos pólos, todas as estrelas do mesmo hemisfério do observador permanecem 24 horas acima do horizonte (não nascem nem se põem), e descrevem no céu círculos paralelos ao horizonte. As estrelas do hemisfério oposto nunca são observadas.
• No equador, todas as estrelas nascem e se põem, permanecendo doze horas acima do horizonte e doze horas abaixo dele. A trajectória das estrelas são arcos perpendiculares ao horizonte. Todas as estrelas do céu (dos dois hemisférios) podem ser vistas ao longo do ano.
• Num lugar de latitude intermédia, algumas estrelas têm nascer e ocaso, outras permanecem 24 horas acima do horizonte e outras permanecem 24 horas abaixo do horizonte. As estrelas visíveis descrevem no céu arcos com uma certa inclinação em relação ao horizonte, a qual depende, como já referi, da latitude do lugar.

O movimento dos astros no céu é praticamente constante, i.e., se uma estrela está por cima da cabeça do observador (na sua culminação superior ou passagem meridiana superior, momento em que o astro apresenta a sua altura máxima e que representa o instante em que este cruza o meridiano do lugar) a uma determinada hora estará à mesma hora – local – sobre a cabeça de um segundo observador, distante em longitude. Este fenómeno deve-se à distância considerável entre os astros observados e o observador. Todavia, consequência da sua proximidade, a Lua não se comporta da mesma forma, como mais adiante demonstrarei.

O movimento da Lua

A Lua possui três movimentos distintos, dada a sua proximidade e a sua condição de satélite terrestre. São estes movimentos (a rotação em torno do seu próprio eixo, a translação em torno do Sol e a revolução, translação em torno da Terra) os principais responsáveis pelo movimento aparente da Lua no céu.

A um observador situado sobre a superfície terrestre, a Lua parece descrever dois movimentos totalmente distintos e em sentidos contrários, sendo um mais facilmente percebido do que o outro. Um deles é o que a Lua descreve de leste para oeste; igual ao dos restantes astros, não representando o seu movimento de translação mas, como acima disse, o resultado da rotação do globo.

Na verdade, o movimento que a Lua realiza em torno da Terra ocorre de oeste para leste e só pode ser percebido mediante a adopção de um referencial. Por exemplo, numa determinada tarde – estando a Lua na fase de cheia – enquanto os últimos raios do Sol poente estiverem desaparecendo a oeste, ela estará surgindo a leste. Mas, a cada instante, a Lua desloca-se um pouco mais para leste; por isso, no dia seguinte, após o ocaso do Sol, ela apresentará um retardo de alguns minutos no seu nascimento. Mais adiante esta noção de retardo lunar permitirá perceber uma das críticas de Pedro Nunes a Orôncio Fineu.

De facto, o dia lunar tem 24 horas e 48 minutos, o que mostra que o atraso da Lua corresponde a 48 minutos (para leste).

O período sideral da Lua, o tempo necessário para que a Lua complete uma volta em torno da Terra, em relação a uma estrela, tem a duração de 27 dias, 7 horas, 43 minutos e 11 segundos, ou seja, a Lua desloca-se em 360° relativamente às estrelas para leste a cada 27,32166 dias, de onde se deduz 13° [360°/27,32166] por dia para leste – devido ao movimento de revolução da Lua.

Considerando-se que a Terra gira 360° em 24 horas, que o Sol se desloca 1° para leste por dia, reflexo da translação da Terra em torno do Sol, e que a Lua se move, 13° por dia para leste, portanto, cerca de 12° por dia em relação ao Sol, deduzimos que a Lua se atrasa 48 minutos por dia [(12°/360°)x(24 h x 60 m)], isto é, nasce cerca de 48 minutos mais tarde a cada dia.

O método da culminação superior da Lua proposto por Orôncio Fineu

"Quando a Lua estiver no meridiano de um lugar de longitude desconhecida, coloque-se no meridiano do globo o grau da eclíptica que passa no meridiano ao mesmo tempo que a Lua, [determinado] pelo tempo decorrido desde o meio-dia e que o relógio indicará. Neste momento, deve tomar-se, segundo as regras de Ptolemeu, a altura da Lua sobre o horizonte, calculada no meridiano do globo, e por fim tirar-se dos pólos da eclíptica o semicírculo que mostrará a posição da Lua na eclíptica".

Basicamente, o método proposto por Orôncio Fineu consiste na determinação da hora local da passagem meridiana superior da Lua num lugar de longitude desconhecida, que comparada com a retirada da *"tábua pela qual se* sabe *facilmente em cada dia a que horas e minutos a Lua passa pelo meridiano do lugar inicial"* – meridiano de referência – permite conhecer a diferença de longitude entre os dois lugares, seria então a Lua o *sinal instantâneo* de Monteiro Rocha.

As refutações de Pedro Nunes à proposta de Orôncio Fineu

(Recorrerei ao uso do itálico sempre que citar Pedro Nunes)

O primeiro erro

"Orôncio erra, ou melhor, desvaira, ao julgar que a Lua chega ao meridiano de um lugar oriental com maior número de horas e minutos do que ao de um lugar ocidental".

Como acima demonstrei, a Lua apresenta dois movimentos distintos e contrários no seu aparente passeio celeste, do que resulta, em longitude, um movimento de oeste para leste.

Pedro Nunes refuta demostrando através de um exemplo o movimento antedito.

"Suponha-se, [...], que o Sol ocupa o princípio de Capricórnio e está no meridiano de um lugar abaixo do horizonte à meia-noite, isto é, doze horas depois do meio-dia, e que a Lua está no ponto oposto, no princípio de Câncer, e no meridiano acima do horizonte", ou seja, estejam a Lua e o Sol em oposição, relembro que a astrologia se confundia com a astronomia e a ciência no tempo de Pedro Nunes, quais antípodas.

"Compreende-se então que a Lua se mova para o Ocidente no movimento diurno juntamente com outras esferas, e porque se move ao mesmo tempo para a parte contrária segundo a ordem dos signos para oriente, ocupará, por isso, mais tarde do que o princípio de Câncer o meridiano de outro lugar mais ocidental". Aqui refere-se ao movimento aparente da Lua resultante da rotação da Terra.

"Haverá, porém, deste modo, uma demora, a saber, a porção de tempo ou do arco equinocial, com que sobe no horizonte recto a parte do Zodíaco que a Lua atravessou, como é de uso entender-se relativamente à desigualdade dos dias naturais". Eis o atraso da Lua que acima expliquei.

"Por conseguinte, quando o princípio de Câncer ocupar o meridiano do segundo lugar, estará sem dúvida alguma no segundo lugar, que é mais ocidental que o primeiro, à meia-noite, isto é, 12 horas depois do meio-dia; e sempre que o Sol estiver no ponto oposto do mesmo meridiano, abaixo do horizonte, e a Lua chegar ao meridiano do segundo lugar, deve acrescentar-se a referida porção de tempo". Chega então a Lua

"atrasada" ao segundo lugar, consequência da acção conjunta dos movimentos de rotação da Terra e de revolução da Lua.

Assim, *"é, pois, evidente [...] que a Lua chega ao meridiano do lugar ocidental não com número menor mas maior de horas e minutos do que ao meridiano do lugar oriental; mas, pelo contrário, chega ao meridiano do lugar oriental com menor medida de tempo"*.

O segundo erro

"Caiu ainda noutro grande erro, visto julgar que o lugar verdadeiro da Lua no Zodíaco não difere do lugar aparente, sempre que ela estiver no meridiano, e não tem paralaxe em toda a eclíptica. Mais uma vez mostra ignorância de Astronomia".

Para que o lugar aparente da Lua coincida com o seu verdadeiro lugar sobre o Zodíaco torna-se *necessário que esteja colocada no círculo máximo que passa pelos pólos da eclíptica e do horizonte.*

Somente quando o princípio de Câncer e o de Capricórnio estiverem no meridiano onde se encontra a Lua se poderá verificar que esta não apresenta *paralaxe em todo o Zodíaco*, o que apenas se verifica duas vezes por mês.

Por isso, sempre que a Lua estiver no meridiano com outros pontos da eclíptica, diferentes dos princípios de Câncer e de Capricórnio, o seu lugar verdadeiro no Zodíaco será diferente do aparente.

O terceiro erro

Acresce ainda que o lugar aparente da Lua na eclíptica não pode ser determinado com exactidão pelo processo que indicou.

Está nesta refutação de Pedro Nunes presente a crítica ao desajustamento dos instrumentos utilizados. Calcula-se *a distância da Lua do vértice do horizonte pelas réguas de Ptolemeu com minutos e segundos* e seguidamente expressa-se esse valor *por números*. Posteriormente coloca-se esse valor *no globo sesquipedal [de um pé e meio], cujas partes não poderão ser graduadas em tão pequenas divisões.*

O quarto erro

"Relativamente ao relógio de rodas móveis não faltam as desconfianças, e com razão".

Pedro Nunes, conhecedor das dificuldades tecnológicas envolventes da produção de um relógio capaz de manter com algum rigor a hora do meridiano de referência, recomenda o método astronómico para determinar a hora do lugar de referência. Relembro que só em 1773 foi reconhecido o rigor do relógio de Harrison. Saliente-se, ainda, o facto de que Pedro Nunes era defensor do método dos eclipses de Júpiter, uma solução puramente astronómica. *"Seria melhor determinar a hora pela altura de uma estrela de posição conhecida"*.

O quinto erro

"Que necessidade havia do globo sesquipedal para achar o lugar aparente da Lua no Zodíaco, que Orôncio julga não ser diferente do verdadeiro?"

"Na verdade, determinada a altura do pólo e a distância da Lua ao zénite quando está no meridiano, conhecida também a ascensão recta do grau da eclíptica que está juntamente com a Lua no meridiano, o lugar da Lua no Zodíaco poderá ser conhecido pelo problema 55 da Tábua do Primeiro Móvel ou por fácil geometria de triângulos esféricos".

Conhecidos dois lados de um triângulo e o ângulo por eles formado, conhecem-se o lado e os ângulos restantes. Assim, os dois lados são a distância polar da Lua e a declinação máxima do Sol, como Pedro Nunes escreve, *"a distância do pólo ao pólo da eclíptica mais próximo"*. O ângulo por eles formado não é mais do que a distância angular entre o princípio de Capricórnio e o meridiano do lugar onde ocorre a culminação da Lua. Logo, recorrendo à trigonometria esférica conhecem-se o complemento da *latitude aparente da Lua e o ângulo no pólo da eclíptica oposto à distância aparente da Lua ao princípio de Câncer ao longo do Zodíaco"*.

O sexto erro

"Orôncio calculou ainda com pouco saber a hora a que a Lua haveria de chegar ao meridiano do lugar radical, desprezando a equação dos dias que na própria Lua tem um grande momento.

Pedro Nunes critica a negligência do uso da equação do tempo para a Lua – o seu atraso –, valor esse considerável, no cálculo da passagem meridiana superior da Lua no lugar que serviria posteriormente de refêrencia no cálculo da longitude.

Conclusão

Do presente trabalho, e citando o próprio Pedro Nunes, conclui-se que... ***"O que Orôncio cogitou é falso, sem medida e sem arte."***

Referências biográficas

Orôncio Fineu



Orôncio Fineu (1494-1555) foi um dos mais prolíficos autores de obras científicas do Renascimento. Inicialmente treinado como médico, em 1531 Fineu foi nomeado professor de matemática no recentemente criado Colégio Real, em Paris, dando então início a uma impressionante produção científica. As suas obras cobrem um largo leque de temas que vão da geometria à aritmética, cosmografia, astronomia, construção de instrumentos, entre outros.

A par disso, Fineu foi também o editor de muitas obras de outros matemáticos. O aparecimento do *Protomathesis*, onde Fineu trata várias questões de aritmética, geometria e astronomia, suscitou logo a Pedro Nunes o desejo de denunciar os erros que aí detectou. Mas só faria isso alguns anos depois, em 1546, após Fineu ter publicado *O Quadratura Circuli Tandem Inventa* (1544). Estão incluídas nesta edição do *Protomathesis* outras obras de Fineu.

Ptolomeu



Claudius Ptolemaeus (85 d. C.--165 d. C.) foi o último astrónomo importante da Antiguidade. Ele compilou uma série de treze volumes sobre astronomia, conhecida como o Almagesto, que é a maior fonte de conhecimento sobre a astronomia na Grécia, escrito entre 127 e 151 d. C. O termo Almagesto é uma contracção de *Megiste Syntaxis* (grande colecção).

A contribuição mais importante de Ptolomeu foi uma representação geométrica do sistema solar, geocêntrica, com círculos e epiciclos, que permitia predizer o movimento dos planetas com considerável precisão e que foi usado até ao Renascimento, no século XVI.

Notas

[1] Distância zenital, distância angular entre o astro e o zénite – ponto em que a vertical do lugar vai encontrar a esfera celeste acima do horizonte.

Bibliografia

Cotter, Charles H., *A History of Nautical Astronomy*, London, Sydney and Toronto, Hollis & Carter, 1968.

Nunes, Pedro, *Obras. De Erratis Orontii Finaei Regii Mathematicarvm Lvtetiae Professoris*, vol III, Lisboa, Academia das Ciências de Lisboa, 1960.

Dicionário Universal da Língua Portuguesa, Lisboa, Texto Editora, 1995.

Moderna Enciclopédia Universal, Círculo de Leitores, 1984.

Aproveitamento da Energia das Ondas

Trabalho realizado por:
• *Raquel Leitão*

Universidade Técnica de Lisboa
Instituto Superior Técnico/Departamento de Engenharia do Ambiente

1. Introdução

1.1. Tributo a Pedro Nunes: novas linhas de rumo quinhentos anos depois

A distância mais curta entre dois pontos na Terra não é uma linha recta, mas sim um arco – linha de rumo ou curva loxodrómica. Tal verdade matemática foi enunciada por Pedro Nunes nas teorias náuticas inscritas na sua obra *Tratado da Esfera*. Quinhentos anos após o nascimento do autor desse importante legado científico, podemos questionar: que novas linhas de rumo se desenham para Portugal?

Continuando na senda da ancestral vocação marítima portuguesa, há sinais de um impulso inovador vindo do Oceano. Uma força inesgotável, inexplorada e omnipresente na nossa costa parece querer ser descoberta. Musas de poetas, cantadas ao longo dos séculos e consideradas a voz do mar, as Ondas são agora também uma promessa energética.

Atendendo a desafios de protecção ambiental e de rentabilização dos recursos endógenos, surgem perspectivas de aplicação tecnológica a este recurso, numa óptica global de sustentabilidade. A presente comunicação pretende dar a conhecer os passos já efectuados no estudo da possibilidade de aproveitamento da energia das ondas no sector da produção de energia eléctrica, destacando-se a central piloto de energia das ondas já construída nos Açores.

A alteração do paradigma energético é referida com crescente premência, não só devido ao incontornável esgotamento dos combustíveis fósseis, mas também à questão das alterações climáticas desencadeadas pelo chamado "efeito de estufa". A relevância de exploração desta forma renovável de energia integra-se no contexto dos compromissos internacionais assumidos por Portugal no seio da União Europeia e poderá contribuir para a redução da dependência externa por diminuição das importações de combustíveis e para a revitalização tecnológica, o que representa uma oportunidade estratégica nacional.

Se nos envolvermos em pleno nesta oportunidade, será com outros olhos que veremos o mar à luz do pôr do Sol, quando voltarmos à praia ao entardecer. É aí, onde o Sol se esconde, que melhor poderemos sentir as ondas e suas promessas de futuro. Curiosamente, foi com Pedro Nunes que o crepúsculo deixou o plano metafísico e entrou pela primeira vez no plano científico. Naquela que é considerada a sua verdadeira obra-prima, *O Tratado dos Crepúsculos*, encontramos equações de navegação baseadas na declinação do astro Sol.

Sendo assim, que melhor tributo poderemos deixar a Pedro Nunes a não ser invocar a sua obra-prima no palco privilegiado que temos virado a poente, que é a orla marítima da nossa ocidental costa, especialmente quando envolta em Ondas Crepusculares?

1.2. Relevância das energias renováveis

1.2.1. Problemas ambientais globais

As alterações climáticas deixaram de ser a ficção de alguns para se tornarem uma evidência científica com cada vez mais dados a favor. A análise de dados meteorológicos cobrindo extensas áreas durante longos períodos revela que existem importantes mudanças a assinalar:

• A temperatura média global à superfície aumentou de 0,4° a 0,8°C desde o final do século XIX (desde 1860).
• A nível global, os anos recentes estão entre os mais quentes desde 1860, ou seja, desde que há registos instrumentais.
• O aumento verificado nas temperaturas durante a noite, sobre os continentes, é em geral maior que o verificado durante o dia (cerca do dobro).
• O aquecimento recente é maior sobre os continentes nas latitudes médias durante o Inverno e a Primavera. A precipitação sobre os continentes aumentou nas latitudes elevadas no hemisfério norte, especialmente no Inverno.
• Nos últimos cem anos, o nível médio do mar subiu globalmente de 10-20 cm.
• De 1990 a 1997 a persistência da fase quente do fenómeno de *El Niño*, Oscilação Sul (que provoca cheias e secas em algumas áreas), foi um fenómeno invulgar no contexto dos últimos cento e vinte anos.

O IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) preparou alguns cenários de emissões de aerossóis e gases de estufa baseados em hipóteses relativas ao crescimento da população e ao crescimento económico, ao uso da terra, às mudanças de tecnologia, à disponibilidade energética e à disponibilidade e à substituição de com-

bustíveis no período de 1990 a 2100. Em qualquer cenário, a taxa média de aumento de temperatura será superior ao observado nos últimos dez mil anos.

Há ainda muitos factores que limitam a previsão dos fenómenos de alterações climáticas, em particular, é necessário conhecer melhor as fontes e sumidouros dos gases e aerossóis com efeito de estufa, bem como testar modelos e estudar melhor a variabilidade regional e temporal.

O esgotamento dos combustíveis fósseis, em especial o das reservas de petróleo, com a consequente subida de preços, será mais um elemento de confrontação para todas as economias mundiais. Há ainda a assinalar o desperdício que a combustão representa: mais de metade do combustível é imediatamente perdido à partida na forma de calor dissipado – há um rendimento de conversão bastante baixo quando se produz electricidade. Apostar na eficiência e uso racional da energia deverá ser outra frente de esforços a desenvolver, a começar por cada cidadão.

1.2.2. Reacções e compromissos internacionais

Por um lado as questões ambientais, por outro o incremento do preço do barril de petróleo exigem novas respostas tecnológicas e estratégias nacionais de adaptação à nova era energética. Assistimos a casos como o da Islândia em que a aposta será a do hidrogénio: "Hoje, muitos peritos olham para a Islândia como um laboratório planetário para a antecipada transição global de energia [...]"in *Ozono* n.º 6, mas surgem também vozes a levantar a solução nuclear, apesar das tristes lições históricas: "Para não aumentar o efeito de estufa e, ao mesmo tempo, assegurar as necessidades energéticas dos Estados Unidos, o vice-presidente Richard Cheney propõe a construção de mais centrais nucleares", in *Diário de Notícias*, 1 de Abril de 2001.

O Protocolo de Quioto, adoptado em Dezembro de 1997, representa um marco e simultaneamente um primeiro passo para atingir objectivos concretos de 2008 a 2012. As conclusões do Conselho Europeu de Viena, em Dezembro de 1998, indicavam: "*O problema das alterações climáticas constitui um dos maiores desafios ambientais para as próximas décadas. Deveriam ser intensificados os trabalhos da Comunidade consagrados a políticas e medidas comuns e coordenadas com vista à acção a nível internacional que forneça os principais instrumentos necessários para cumprir os compromissos assumidos em Quioto.*" A União Europeia assumiu o compromisso de uma redução de 8% no ano de 2010 nas emissões de gases com efeito de estufa, em comparação com os valores de 1990. De acordo com as negociações no seio da União Europeia foi permitido para Portugal um aumento de 40% nas emissões de dióxido de carbono e de 27% para as emissões globais de gases de estufa até 2010, face a 1990; no entanto, as estimativas nacionais apontam para que as emissões de gases de estufa serão dentro de dez anos 49% superiores às de 1990, o que significa um incremento de 38% no sector industrial e agrícola, 174% no residencial e de serviços e 135% no dos transportes. Estamos, portanto, muito longe do desejável.

Os cento e oitenta países reunidos em Haia em Novembro de 2000 (para a Sexta Conferência das partes da Convenção Quadro das Alterações Climáticas – COP-6) não conseguiram chegar a um acordo sobre as regras para a redução dos gases de efeito de estufa, tendo suspendido os trabalhos por alguns meses.

O anúncio do presidente norte-americano de abandonar o Protocolo de Quioto gerou uma onda de contestação da União Europeia ao Japão, mas já levou a Austrália a recuar também e a recente Cimeira Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio+10), realizada em Joanesburgo no Verão passado, ficou muito aquém das expectativas nesta matéria.

1.2.3. Ambiente e economia: atrito ou oportunidade?

As questões do aquecimento global (das alterações climáticas em geral) e do esgotamento dos combustíveis fósseis têm sido apontadas como as principais razões para uma tomada de posição das nações em relação a novas fontes de energia. No entanto, essa alteração poderia também ocorrer como estratégia de redução da dependência externa, diminuição de importações, com as consequentes melhorias de competitividade na economia dos Estados. Por outras palavras, esta conjuntura deve ser vista como uma importante oportunidade de vitalização da economia e renovação tecnológica e não como um encargo inoportuno a evitar a todo o custo.

Foi essa visão de fuga que levou Portugal a negociar um aumento de 40% nas emissões de dióxido de carbono em relação a 1990, no seio da União Europeia, como se fosse condição necessária à nossa aproximação aos padrões de vida dos restantes parceiros comunitários. Acontece que assim nada mais fizemos que adiar a tomada de medidas internas efectivas na alteração da situação actual. Por vezes há a tendência para referir que o nosso país não pesa nada no balanço mundial das emissões; a afirmação é verdadeira, mas só demonstra a lógica de inércia que impera, transmitindo à opinião pública a mesma mensagem: não nos vamos preocupar porque os grandes poluidores estão bem pior. É como renunciar ao voto (igual tendência nacional expressa pelos níveis de abstenção): porquê ir votar, um voto em dez milhões? Para quê reduzir as nossas emissões, uma gota no oceano? O mesmo erro de concepção da questão.

1.2.4. Situação das renováveis (linhas gerais)

O Livro Branco da União Europeia aponta para a duplicação da contribuição das energias renováveis até 2010. E em Portugal? Em relação ao sector eléctrico, em 1997, 39% da energia eléctrica foi proveniente de fontes renováveis (esta percentagem variou entre 17% e 46% nos anos 90), tratando-se de 34% das grandes hídricas e 5% das restantes, essencialmente mini-hídricas e eólicas. No último Conselho Europeu da Indústria e Energia, assumimos o compromisso de que em 2010 se mantenham os 39% de fontes renováveis (em função das metas de Quioto). Acontece que se prevê um aumento anual de 4,6% a 4,8% no consumo de energia eléctrica, o que leva à necessidade de novas centrais com uma produção anual de 9 TWh. Ponderadas as limitações das restantes tecnologias renováveis em termos de recursos, disponibilidade de espaço e grau de desenvolvimento, conclui-se serem necessários mais 900 MW de potência instalada, um valor ao alcance da energia das ondas, aproveitando 6,5% do potencial nacional neste recurso.

O programa E_4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas) do Ministério da Economia, publicado em Setembro de 2001, fornece um enquadramento legal muito favorável à implementação de medidas de eficiência energética e energias endógenas, o que representou um grande passo em frente neste âmbito.

1.3. Vertentes da energia dos oceanos

Já Victor Hugo dizia: "Reflictam sobre o movimento das vagas – o fluxo e refluxo, o vaivém das marés, o oceano é uma enorme força perdida."

Hoje já não está totalmente perdida.

1.3.1. OTEC

Os oceanos apresentam um enorme potencial energético passível de formas diferentes de utilização: além da energia das ondas, outras têm despertado a atenção ou estão em fase inicial de desenvolvimento: a energia das marés, a do diferencial térmico (OTEC – Ocean Thermal Energy Conversion), a do gradiente salino e a das próprias correntes marítimas.

A energia associada ao diferencial térmico apresenta possibilidades de exploração nas regiões tropicais, onde a temperatura das águas à superfície atinge os 26°C e a 1000 m de profundidade desce a cerca de 4°C; por meio de um permutador de calor e de um fluido que vaporiza, accionam-se as pás de uma turbina, existindo as variantes de ciclo aberto, em que o fluido é a água do mar, exigindo uma pressão muito baixa e a de ciclo fechado, utilizando-se amoníaco ou *fréon*. Foram instalados protótipos em Cuba, Havai e Japão, existindo ainda muita matéria de estudo, o que torna os resultados insuficientes para uso industrial.

1.3.2. Marés

Quanto à energia das marés, existem indícios de que tenha sido utilizada desde o início do século XI na costa atlântica da Europa para a moagem de cereais; o princípio de funcionamento dos tradicionais moinhos de marés era bastante simples: a maré cheia enchia uma bacia de retenção de água de armazenamento e após o refluxo, quando a maré vaza, abrem-se as comportas e a água em movimento de queda põe em rotação uma peça da engrenagem do moinho.

Durante a década de 30 houve projectos de produção de energia eléctrica a partir da energia das marés na Grã-Bretanha, EUA e URSS que foram interrompidos.

Em 1966 foi inaugurada em França uma central de produção eléctrica a partir da energia potencial criada pelo desnível da maré na região do Rance, uma escolha justificada não só pela grande amplitude da maré, que chega aos 13,5 m, como pela bacia natural de 22 km^2 capaz de reter 180 milhões de metros cúbicos de água. Esta obra tem, no entanto, fortes impactes ambientais pela perturbação do ecossistema local, bem como impacte visual, uma vez que foi necessária a construção de uma barragem de 100 m de comprimento por cerca de 13 m de altura. Em Portugal não se atinge uma tal amplitude de maré em qualquer local da costa, pelo que as condições naturais não propiciam tal tipo de exploração.

1.3.3. Correntes

Ligados à exploração da energia associada às correntes marítimas, existe o projecto *Seaflow*, apoiado pela Comissão Europeia, bem como o projecto *Enermar*, para recuperar as correntes existentes ao largo da Sicília; no nosso país, o recurso potencialmente utilizável está localizado em estuários, zonas bastante sensíveis do ponto de vista ambiental, portanto será preferível explorar outras alternativas energéticas.

1.3.4. Gradiente salino

A tecnologia do gradiente salino está ainda em fase embrionária, justificando-se o acompanhamento do seu desenvolvimento em Portugal.

1.3.5. Ondas

Quanto à energia das ondas, nos últimos anos tem havido fortes investimentos em actividades de investigação

e desenvolvimento, tanto a nível nacional como internacional. As regiões costeiras portuguesas estão entre as que oferecem melhores condições naturais a nível europeu e mesmo mundial. O que justificou a construção de uma central piloto do tipo de coluna de água oscilante na ilha do Pico, Açores, bem como a prevista instalação de um protótipo do tipo AWS (Archimedes Wave Swing) ao largo da Póvoa de Varzim, por um consórcio holandês; o princípio de funcionamento será enunciado à frente neste texto. Os investigadores ligados a este projecto identificaram em todo o mundo mil quilómetros de costa com grande potencial económico, cinquenta dos quais em Portugal.

A recuperação da energia das ondas assemelha-se à da conversão eólica, sendo ambos os recursos caracterizados por irregularidade e variação sazonal. Nos dois casos é extraída energia de um meio fluido em movimento e de extensão praticamente ilimitada, sendo as unidades de aproveitamento de carácter modular, com potências instaladas normalmente inferiores a 10 MW cada. O relativo atraso da tecnologia das ondas face à eólica é, em parte, explicada pela maior hostilidade do meio e complexidade dos sistemas de conversão, bem como pelo facto da tecnologia ser mais variada em termos de possibilidades de soluções costeiras ou ao largo, o que tem desencadeado estudos diferentes e construção de protótipos distintos, não existindo ainda uma unanimidade conceptual em favor de um tipo particular de dispositivo, como acontece com a turbina de eixo horizontal no caso da eólica, em torno da qual convergiram vários construtores. No caso das ondas, tal convergência será mais difícil de alcançar até porque cada caso carece de uma análise particular, com as necessárias adaptações à situação.

2. A exploração da energia das ondas

2.1. Considerações técnicas

Podem ocorrer grandes fluxos de energia em águas marítimas profundas. A potência da onda é proporcional ao quadrado da amplitude e ao período do movimento. Portanto, as ondas de longo período (~10 s) e larga amplitude (~2 m) têm considerável interesse para a produção eléctrica, com fluxos de energia com média entre 50 e 70 kW por metro de largura da onda.

A possibilidade de gerar potência eléctrica a partir destas águas profundas tem sido constatada ao longo dos anos e há inúmeras ideias de máquinas para extrair essa energia. Como já referido, recentemente o interesse renovou-se particularmente no Japão, Grã-Bretanha e Escandinávia, portanto a pesquisa e desenvolvimento em pequena escala tem progredido até ao estágio da exploração comercial. Tal como todos os outros tipos de energia renovável, a escala de operação tem de ser determinada e as tentativas actuais suportam níveis moderados de produção de cerca de 1 MW a partir de dispositivos modulares ocupando cerca de 50 m de largura na frente de onda. Estes equipamentos devem ser económicos de modo a permitir a substituição da produção eléctrica a diesel, especialmente em ilhas.

É importante constatar as muitas dificuldades que se enfrentam no desenvolvimento da energia das ondas, nomeadamente:

• O padrão das ondas é irregular em amplitude, fase e direcção. É difícil conceber equipamentos para recuperar energia eficientemente com tão larga gama de variáveis.

• Há sempre a possibilidade de fenómenos extremos como tufões, produzindo ondas de intensidade imprevisível. A estrutura dos dispositivos deve ter capacidade para suportar isto. Usualmente, o pico da onda dos cinquenta anos é dez vezes a altura da onda média. Logo, as estruturas têm de suportar até cem vezes a intensidade a que são normalmente sujeitas. Garantir estas condições é muito dispendioso e vai provavelmente reduzir a normal eficiência da extracção de energia.

• A potência de pico está normalmente disponível em ondas de águas abertas e profundas. Exemplo, para lá das ilhas ocidentais da Escócia numa das áreas mais tempestuosas do Atlântico Norte. São consideráveis as dificuldades de construção, manutenção e fixação na posição correcta para os equipamentos submetidos a este regime de ondulação.

• O período das ondas é normalmente de 5 a 10 s (frequência ~0,1 Hz). É extremamente difícil acoplar este lento e irregular movimento a geradores eléctricos que requerem quinhentas vezes maior frequência.

• A tarefa de seleccionar um método particular para o aproveitamento da energia das ondas torna-se complicada e de certo modo arbitrária, pelos vários tipos de dispositivos actualmente disponíveis.

• A grande necessidade eléctrica das áreas industriais conduz à tendência para procurar fornecimentos de energia equivalentes. Em consequência, as centrais são dimensionadas para esquemas grandiosos sujeitos aos regimes de ondulação mais exigentes. Locais de menor potencial, mas de economia mais razoável tendem a ser ignorados.

As vantagens próprias do aproveitamento de energia das ondas são os grandes fluxos disponíveis e a previsibilidade das condições de ondulação em intervalos de dias; as ondas são criadas pelo vento e, efectivamente, armazenam energia por transmissão ao longo de grandes distâncias. Por exemplo, as grandes ondas que surgem ao largo da Europa foram possivelmente iniciadas durante temporais a meio do Atlântico ou mesmo nas Caraíbas.

2.2. Cálculo da potência disponível: valores para Portugal

Como anteriormente referido, a formação das ondas resulta directamente da acção dos ventos, que por sua vez se deve à energia solar. Do total de radiação solar que em cada instante atinge a Terra, aproximadamente 1% é transformado em vento, energia cinética do ar, e desta fracção 3% a 10% converte-se em energia das ondas.

Se a onda fosse uma sinusóide pura, a Potência mecânica, ou fluxo de energia, disponível por metro linear de frente de onda poderia ser calculada a partir da expressão:

$$P = \frac{\rho\, g^2\, H^2\, T}{32\pi}$$

Sendo H a altura (total) da onda, g a aceleração da gravidade e ρ a densidade da água.

No entanto, padrões tão regulares como o sinusoidal são extremamente raros, logo, nas formas comuns o potencial por metro linear de frente de onda é menor, pelo que a expressão para a potência real será:

$$P = \frac{\rho\, g^2\, H^2_s\, T_e}{64\pi}$$

Em que H_s tem o significado de altura efectiva (altura significativa), com um conteúdo estatístico reflectindo o afastamento médio da cota correspondente ao nível médio da superfície do mar; T_e é o período espectral médio da energia de todas as oscilações.

No entanto, a necessidade de se estar perto da costa ou mesmo com localização na própria costa para algumas das soluções de aproveitamento existentes, leva a que o potencial seja ainda inferior; tal deve-se, por exemplo, a problemas de direccionalidade ou espectro de ocorrências. Existe ainda um forte condicionante, especialmente para os dispositivos conversores situados longe da costa, que se trata da onda dos cinquenta ou dos cem anos, cujas características de tal forma fora do normal podem provocar a destruição das estruturas, flutuantes (ancoradas) ou fixas. Nestes casos, quer a amplitude, quer o comprimento da onda adquirem valores extraordinários.

Em águas menos profundas, o potencial é menor, a não ser que a configuração do fundo produza efeito de concentração por refracção e difracção das ondas. Também o efeito de abrigo da costa leva a uma diminuição dos valores médios anuais de potência incidente em relação ao "oceano aberto", devido à atenuação de energia por rebentação e por atrito de fundo. Assim, em Portugal continental os valores medidos perto da costa são, a título de exemplo, de 30 kW/m ao largo da Figueira da Foz e de 22 kW/m ao largo de Sines. Em relação aos arquipélagos, devido à ausência da plataforma continental, não se verifica a mesma atenuação com a proximidade à costa, o que implica que a disponibilidade do recurso seja superior: na Madeira existe a média de 29 kW/m e nos Açores esta atinge os 45 kW/m.

Embora a potência disponível ao largo seja superior à existente junto à costa, quanto maior a distância maiores os problemas e os custos do transporte da electricidade, pelo que se tem de encontrar uma solução de compromisso na relação custo/benefício.

2.3. Custos

Alguns autores apontam como estimativa de custo da energia das ondas no futuro o valor de 330$/W, contudo, dadas as incertezas inerentes à actual situação pré-comercial da tecnologia e ao ainda pequeno número de realizações, este número não será muito preciso. A maioria dos projectos em curso está na fase de desenvolvimento e demonstração, existindo inúmeras questões práticas por solucionar no que diz respeito a um funcionamento diário.

2.4. Breve historial

2.4.1. No mundo

Já em 1799 os irmãos Girard apresentaram uma ideia de máquina a funcionar a partir das vagas, um século mais tarde é um engenheiro francês quem experimentava um pequeno motor accionado pelas ondas. Mas esta fonte energética só suscita verdadeiramente o interesse a meio dos anos 70, após o acréscimo nos preços do petróleo.

No grupo das instalações flutuantes, um grande sucesso experimental foi o *Salter duck* inventado nos anos 70 por um engenheiro da Universidade de Edimburgo. O "pato de Salter" é um dispositivo flutuante, articulado em torno de um eixo fixo e solidamente amarrado a uma enorme bóia fixa no fundo; é colocado paralelamente às vagas. A cada rotação, acciona o mecanismo interno ligado a um gerador de electricidade; para que a produção de electricidade não fosse desprezável seria necessário formar longas cadeias de cerca de vinte e cinco unidades. Este objectivo foi abandonado em meados dos anos 80, devido ao facto principal da avaliação do custo da electricidade produzida ter sido subestimada (de um factor de 10). Hoje o dispositivo suscita novas pesquisas, sendo ainda necessário reduzir o custo actual.

O sistema de coluna de água oscilante, que será descrito mais à frente – OWS (Oscillating Water Column), conheceu em Outubro de 2000 a sua primeira realização

comercial na Ilha de Islay na Escócia. Baptizada de LIMPET (Land Installed Marine Powered Energy Transformer) foi financiada pela União Europeia, com ligação à rede, o que permitiu alimentar quatrocentos habitações (500 kW instalados).

Encontramos este dispositivo um pouco por todo o mundo, em particular no Japão, China, Índia, Noruega e Grã-Bretanha.

O projecto OSPREY (Ocean Swell Powered Renewable Energy) foi um sistema OWC de aço construído inicialmente com fundos industriais. Foi concebido para montagem numa zona de 14 m de profundidade em Dounreay, no Norte da Escócia. Quando terminado, esperava-se gerar 2 MW de potência eléctrica a partir de quatro turbinas *Wells*. Além disso, a estrutura pode funcionar como suporte para uma turbina eólica de 1.5 MW. A estrutura foi construída num estaleiro e lançada do rio Clyde em Agosto de 1995. Contudo, devido a danos sofridos durante o lançamento e instalação, a estrutura (mas não o equipamento) foi destruída pelo mau tempo antes de se poder proceder a reparações.

Um outro exemplo, um OWC de 60 MW denominado baleia forte (*Mighty Whale*) foi colocado no mar a leste do Japão. Se o dispositivo atingir o desempenho previsto e tiver fiabilidade, pretende-se que seja o início de um grande programa de desenvolvimento nesse país.

2.4.2. Em Portugal

Destaca-se o trabalho pioneiro de alguns inventores, nomeadamente o de Agnelo Gonçalves David (1934-1991), natural de Almeirim, que sem qualquer preparação académica para o efeito inventou e construiu um protótipo do sistema de coluna de água oscilante. Essa foi também a tecnologia escolhida pelo INETI/IST para desenvolvimento.

Numa parceria envolvendo a EDA – Electricidade dos Açores, EDP, EFACEC, PROFABRIL, INETI e IST foi construída uma central piloto do tipo OWC, primeira central portuguesa de energia das ondas, encontrando-se em fase de testes.

• *Características gerais da central piloto de energia das ondas:*
Tipo: Coluna de Água Oscilante.
Potência: 400 kW.
Equipamento: conjunto turbo-gerador *Wells* de eixo horizontal; gerador eléctrico de velocidade variável: 750 a 1500 rpm.
Estrutura em betão: divisão eléctrica, sala de controlo, coluna.
Localização: Porto Cachorro, costa norte da ilha do Pico, Açores.

Uma outra solução, proposta pelo engenheiro Virgílio Marques Preto, de Lisboa, premiado no Salão Internacional de Inventos, em Nuremberga, Alemanha, e vencedor *ex-aequo* do concurso "Inventos para o Ambiente" promovido pelo Cascaishopping em 2001, irá ser posta em prática pela Agência Regional de Energia e Ambiente da Ria (AREA-Ria) no porto de Aveiro. Neste caso, o princípio de funcionamento é semelhante ao de uma mini-hídrica: as ondas entrarão num tanque até este encher e provocar a queda de água, que accionará uma turbina, produzindo energia eléctrica (solução próxima da TAPCHAN descrita à frente).

Uma outra tecnologia denominada Archimedes Waves Swing (AWS), de origem holandesa, destaca-se entre as soluções *offshore*, sendo um dos raros sistemas que atingiram a fase de construção de protótipo. Portugal foi o destino escolhido por um consórcio holandês para a instalação de um protótipo de dimensão industrial. Será descrito mais à frente.

Com um início ainda modesto, estamos longe da profecia do vice-ministro inglês da Energia – Alex Eadie – enunciada em 1978: "As vagas serão o petróleo do ano 2000". Contudo, as ondas continuam a ser uma fonte de energia prometedora. A sua potência, no Atlântico Norte, anda à volta dos 90 kW por metro, estimando-se que 10 km de ondas podem fornecer tanto como uma central nuclear do tipo *Fessenheim*. Para recuperar esta energia, podem ser utilizadas instalações flutuantes ou fixas, tanto costeiras (*onshore*), como instalações ao largo (*offshore*). Hoje, os estudos multiplicam-se e as sociedades e associações para a promoção da energia das vagas vão surgindo como, por exemplo, o Wavegen na Escócia ou ainda a EWERN (European Wave Energy Research Network).

Entre os países que têm desenvolvido esforços para a utilização da energia das ondas contam-se na Europa o Reino Unido, Portugal, Irlanda, Holanda, Noruega, Dinamarca, e no resto do mundo o Japão, Índia, China, Austrália e EUA. Foram criados em alguns desses países empresas e consórcios visando a comercialização desta forma de energia. A já referida EWERN surgiu no âmbito do programa JOULE da Comissão Europeia para o triénio 2000-2003 com participação de oito países europeus. Em Outubro de 2001 foi assinado um acordo de implementação da energia dos oceanos (*Implementing Agreement of Ocean Energy*), no seio da Agência Internacional de Energia, do qual Portugal é o país coordenador.

3. Descrição das principais estruturas conhecidas

3.1. Sistemas costeiros (*Onshore*)

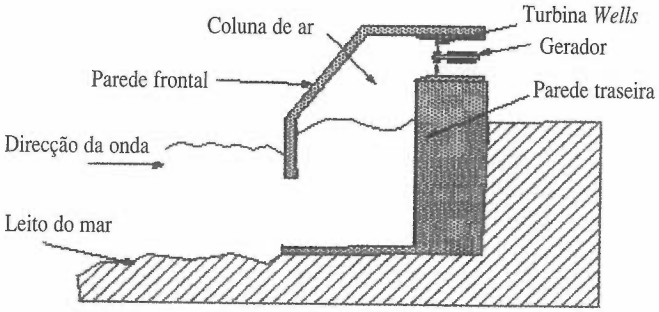
3.1.1. CAO (Coluna de Água Oscilante), ou OWC

Entre as instalações fixas, construídas junta à costa, o dispositivo mais conhecido é o OWC (Oscillating Water Column) consistindo numa câmara de betão ou aço parcialmente submersa, a qual possui uma abertura para o mar

abaixo da linha de água, confinando uma coluna de ar acima da coluna da água. O ar pode circular de e para a atmosfera através de uma conduta onde se encontra uma turbina ligada a um gerador eléctrico.

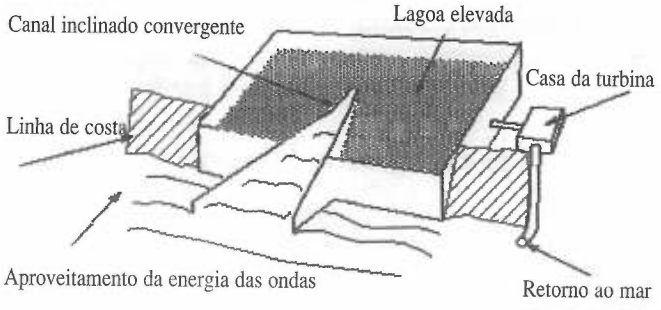
O funcionamento poderá ser descrito em duas etapas – a de compressão e a de expansão: primeiro a vaga entra na câmara, faz subir o nível da coluna de água no interior, empurrando o ar que acciona a turbina e é forçado a dirigir-se para o exterior. Na segunda etapa – refluxo da onda –, a deslocação do ar aspirado da câmara leva à entrada de ar exterior pela conduta, o que faz mover de novo a turbina. Esta turbina deve-se a Albert Wells (um dos fundadores da Wavegen) e devido ao desenho das suas pás, tem a particularidade de rodar sempre no mesmo sentido, quer o ar se desloque da câmara para o exterior durante a compressão, quer na fase de sucção provocada pelo refluxo da onda e que leva o ar exterior a entrar na câmara.

Encontramos este dispositivo um pouco por todo o mundo, com alguns deles a serem construídos em quebra-mares para reduzir os custos totais de construção.



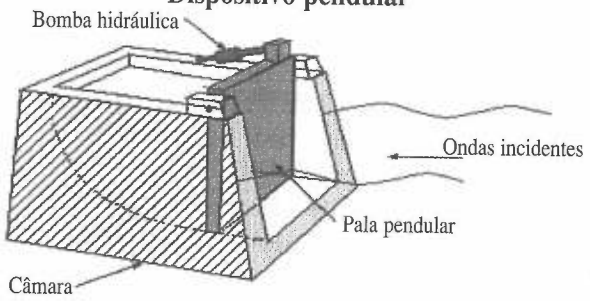
3.1.2. TAPCHAN (tapered channel device)

É um sistema composto por um canal que gradualmente vai ficando mais estreito com paredes de altura tipicamente 3 a 5 m acima do nível médio da água. As ondas entram pela extremidade mais larga do canal e à medida que se propagam no afunilamento aumentam a sua altura, até que a crista da onda galga as paredes para um reservatório que garante um fornecimento estável de água a uma turbina convencional de cabeça baixa. Os requisitos de baixa gama de níveis de marés e adequada configuração da costa limitam a aplicação mundial deste tipo de estrutura.



3.1.3. PENDULOR

Dispositivo pendular



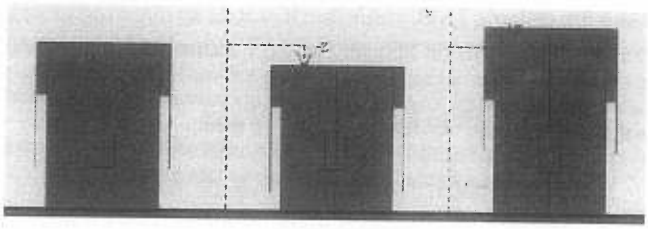
Consiste numa câmara rectangular, a qual está aberta para o mar numa das extremidades. Uma pala pendular está suspensa sobre esta abertura, de modo que a acção das ondas leva a que esta balance para a frente e para trás. Este movimento é, então, usado para ligar uma bomba hidráulica e gerador. Os exemplos existentes são de pequenas dimensões.

3.2. Sistema ao largo (*offshore*)

Situados em águas mais profundas, com profundidades médias superiores a 40 m.

3.2.1. AWS (Archimedes Wave Swing)

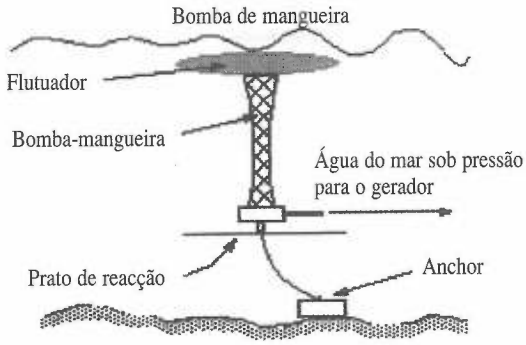
Em linhas gerais, o funcionamento baseia-se na pressão hidrostática das ondas exercida sobre corpos de metal em forma de cogumelo. A parte metálica superior – o flutuador – move-se verticalmente para cima e para baixo com a passagem da onda, enquanto a parte inferior permanece em posição. Para que tal aconteça, o interior do sistema é pressurizado, actuando como uma mola de ar. A potência mecânica passa a potência eléctrica por meio de um sistema PTO (*Power Take Off*). O PTO consiste de um gerador eléctrico linear e um gás (azoto), preenchendo o cilindro (também chamado mola hidropneumática). Para manter o sistema bem sintonizado com a onda sazonal específica, é necessário modificar a mola de ar, modificando o volume com a quantidade de água no AWS.



3.2.2. Hosepump (bomba-mangueira)

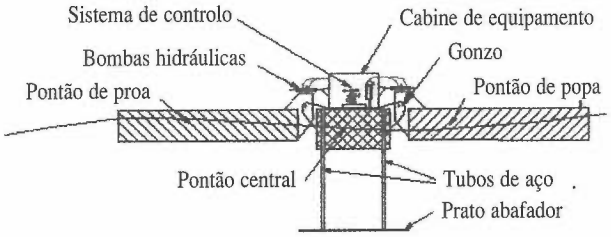
Este sistema de origem sueca tem estado em desenvolvimento desde 1980; consiste numa mangueira elastométrica especialmente reforçada (cujo volume interno decresce quando é esticada) e está ligada a um flutuador que acompanha as ondas. A subida e descida do futuador estica e relaxa a mangueira, comprimindo a água do mar

que é encaminhada, em conjunto com o fluxo outras mangueiras idênticas, através de uma válvula de não retorno até uma turbina central e unidade geradora.



3.2.3. Bomba de ondas McCabe

Consiste em três pontões rectangulares de aço, os quais se movem uns em relação aos outros nas ondas. O aspecto chave do esquema é o prato abafador ligado ao pontão central, o qual assegura que este permanece no lugar. A energia é extraída da rotação em torno dos gonzos por bombas hidráulicas lineares montadas entre o pontão central e os dois exteriores perto dos gonzos. O dispositivo foi desenvolvido para fornecer água potável (por osmose inversa), mas também pode ser usado para gerar electricidade (por via de um motor hidráulico e gerador).



3.2.4. Navio de energia das ondas

Trata-se de uma plataforma de aço que contém uma rampa inclinada, a qual recolhe as ondas incidentes para um reservatório interno elevado; a água flui desta bacia de retenção de volta para o mar através de turbinas de cabeça baixa. Não se apresenta ilustração deste caso, mas assemelha-se a um sistema TAPCHAN que funciona ao largo (*offshore*), tendo a vantagem de não ser sensível à amplitude da marés.

3.3. Soluções junto à costa *(nearshore)*

Houve também algumas tentativas de instalação de versões diferentes de coluna da água oscilante (OWC) junto à costa (*nearshore*) na versão de protótipos para aquisição de dados experimentais úteis e experiência operacional.

3.4. Síntese das vantagens/desvantagens dos vários sistemas

• *Análise comparativa:*
Os sistemas costeiros (soluções *onshore*) oferecem como vantagens a maior facilidade de acesso para instalação e manutenção, bem como de ligação à rede eléctrica; estão também menos expostos à agressividade do meio, o que leva a antecipar uma maior durabilidade. No entanto, estão colocados numa zona com menor potencial energético devido à atenuação por rebentação e/ou atrito de fundo. O sistema CAO (Coluna de Água Oscilante ou OWC), em particular, pode exigir uma configuração especial da costa para concentração de energia. O grupo das estruturas TAPCHAN (canal convergente), permite regularizar o caudal a encaminhar para a turbina, o que torna a produção menos dependente da inconstância da ondulação, mas admite uma estreita gama de marés. Os dispositivos PENDULOR são ainda pouco representativos do panorama geral. Qualquer das soluções poderá ter impacte visual na paisagem e o sistema CAO poderá implicar algum ruído, devido ao funcionamento da turbina *Wells*.

Quanto aos sistemas ao largo (*offshore*), o acesso para instalação e manutenção está dificultado e a vulnerabilidade aos elementos naturais pode ser superior à dos sistemas costeiros, em especial para os sistemas flutuantes. O transporte para terra da electricidade produzida implicará provavelmente cabos submersos, o que trará maiores custos. Os sistemas flutuantes poderão constituir um risco para a navegação, se não forem tomadas as necessárias precauções. Como vantagens têm o facto de se encontrarem numa zona de maior potencial energético por metro de onda, o que representa maior rendimento de conversão; os sistemas submersos não têm impacte visual e estão mais protegidos das adversidades atmosféricas.

3.5. Considerações ambientais

Tal como a maioria das fontes renováveis de energia, os dispositivos de ondas não implicam emissões durante a operação (produção de energia), no entanto, a energia associada à construção do dispositivo tem algumas emissões associadas.

Riscos

• Em relação ao ambiente hidrodinâmico: os dispositivos podem modificar o padrão de fluxo de sedimentos, o que pode requerer uma selecção cuidada do local de instalação.

• Ruído: refere-se principalmente às turbinas do tipo *Wells* em estruturas do tipo OWC, embora estas possam ser à prova de som.

• Acidentes de navegação: devem ser instaladas formas de aviso visuais ou por radar nos sistemas ao largo.

• Conversão e transmissão de energia: podem existir impactes ambientais associados à linha requerida para transmitir a electricidade para a costa e à rede.

4. Notas finais e perspectivas de futuro

Apesar dos riscos envolvidos e dos incontornáveis investimentos necessários, o futuro terá de passar pela construção de protótipos a instalar em situação real e a

submeter a testes de operacionalidade e resistência, aproveitando os conhecimentos adquiridos em experiências anteriores. Será de grande relevância o estabelecimento de equipas mutidisciplinares no acompanhamento do desenrolar de todo o processo, desde a concepção, passando pela construção e operação dos dispositivos.

Estão reunidas em Portugal condições muito atractivas para o florescimento desta tecnologia: as características naturais da costa portuguesa, a proximidade litoral dos pontos de ligação à rede eléctrica, as tarifas especiais estabelecidas pelo programa E_4 para a energia eléctrica produzida a partir das ondas e também a base de investigação e desenvolvimento já iniciada no IST e INETI. Estes factores já atraíram o interesse do consórcio holandês para instalação do sistema submerso AWS, referido ao longo do texto, o que poderá constituir uma oportunidade para o país se associar ao desenvolvimento de tecnologia longe da costa (*offshore*).

Assim, o interesse nacional no aproveitamento deste recurso endógeno comporta várias vertentes, por um lado contribuirá para a redução das emissões de gases com efeito de estufa, por substituir uma parte da produção eléctrica convencional ainda maioritariamente dependente de combustíveis fósseis importados, o que facilitará o cumprimento das metas de Quioto que subscrevemos no seio da União Europeia. Por outro lado, abre-se caminho para uma nova área económica, com criação de emprego e eventual exportação de tecnologia, já havendo contactos nesse sentido por parte de empresas do Canadá e Brasil.

É também essencial reconhecer o estado evolutivo da tecnologia e manter a abertura para acolher ideias inovadoras, novos conceitos e possibilidades ou mesmo melhorias em pormenores ainda não acertados, arestas não limadas das soluções encontradas até ao presente.

"Era a verdade e a força do mar largo,
Cuja voz, quando se quebra, sobe,
Era o regresso sem fim e a claridade
Das praias onde a direito o vento corre".

Sophia de Mello Breyner Andresen
In *Paisagem*

Bibliografia

• ADENE 2001, *Forum Energias Renováveis em Portugal – relatório síntese,* ADENE/INETI, Lisboa.

• ANDRESEN, S., *Obra Poética I,* Círculo de Leitores, Lisboa, 1992.

• COLLARES-PEREIRA, M., *Energias Renováveis, a opção inadiável,* SPES, Lisboa, 1998.

• MACHADO, A., *Pedro Nunes – a maldição da matemática pura,* Público, Março de 2002.

• MEUNIER, F., "Les promesses de la mer", Revista *Science & Vie,* n.º 214, Março de 2001, Excelsior Publications S.A, Paris.

• SARMENTO, A., FALCÃO, A., "Ondas marítimas", RESB, n.º10, 1986.

• TWIDELL, J., WEIR, A., *Renewable Energy Resources,* E&F. N. SPON.

Sites

www. sciencenews.org/ 20010414/bob12.asp
www. europe.eu.int/comm/energy_transport.
www. waveswing.com
www.oceanpd.com
www. wave_energy.net

A Expansão Ultramarina Portuguesa no Século XV

Trabalho realizado por:
• *Fernando Cabral Martins de Almeida*

Universidade Autónoma de Lisboa
Departamento de História

Causas da expansão

A expansão ultramarina de Portugal no século XV ocorreu devido a vários factores[1], que merecem ser atenciosamente examinados. Numa época em que a maioria dos países da Europa estava a definir as suas fronteiras, Portugal, já consolidado a nível territorial, começou a interessar-se pela expansão no Atlântico, após o breve período de conturbações políticas e sociais de 1383-1385.

Nesta conturbação de cariz social e político, resultante da crise de sucessão ao trono, a nobreza tradicional perdeu bastante influência. Os condes que influenciavam o Governo de D. Fernando foram substituídos por uma nobreza de filhos segundos e por mercadores interessados numa política de paz e de expansão das actividades comerciais, e por juristas imbuídos do pensamento cesarista do direito romano, sendo por isso defensores do reforço da autoridade real.

O estudo crítico de algumas fontes, nomeadamente das crónicas, ajuda-nos a apreender este passado, não obstante a natureza comprometida deste tipo de documento. A *Crónica da Tomada de Ceuta por El-Rei D. João I*, de Gomes Eanes de Zurara, ajuda-nos a compreender essa expedição militar, composta por cerca de vinte mil homens e duzentos navios, que foi o primeiro momento da expansão portuguesa além-fronteiras. Às conquistas no Norte de África seguiram-se as expedições de reconhecimento para sul na costa africana e às ilhas atlânticas, em busca de riquezas e produtos para comerciar.

A economia estava em expansão e a população aumentava desde o século XIII; assim, verificou-se um desenvolvimento do comércio, crescendo a procura do ouro, alimentos e artigos luxuosos. Desse modo, muitos mercadores empreendiam viagens até lugares distantes para trazerem produtos raros na Europa, que podiam dar avultados lucros, dinamizando as trocas comerciais.

Em Portugal, a expansão marítima adquiriu um carácter de empreendimento nacional, uma vez que a Coroa encarregou-se de assumir a responsabilidade de enviar estas expedições pelo menos desde 1432, aproveitando o impulso inicial dado pela Ordem de Cristo. O rei interessou-se pela expansão atlântica tendo entregue inicialmente essa missão à Ordem de Cristo, sucessora dos Templários, que se dedicava a combater corsários árabes defendendo o litoral.

O Infante D. Henrique era administrador apostólico da Ordem; sob a sua direcção os recursos materiais e os meios navais foram reconvertidos de uma acção de guerra naval para uma actividade de exploração geográfica. No princípio do século XV as condições internas eram todas favoráveis à expansão, correspondendo aos interesses de todas as classes sociais.

Para o povo, a expansão representava uma forma de emigração e a possibilidade de libertação das obrigações vassálicas e dos deveres senhoriais; para os clérigos e para os nobres a cristianização e as conquistas eram recompensadas com privilégios e regalias da Coroa; para o rei a vantagem era o prestígio e a obtenção de fontes de receita, e os mercadores pretendiam fazer bons negócios alcançando avultados lucros com a venda de produtos exóticos.

À medida que se foram alargando as áreas exploradas no Atlântico, evoluíram os meios técnicos e os conhecimentos científicos que permitiam fazer a navegação oceânica. O desenvolvimento da navegação astronómica com cálculos matemáticos foi determinante nesse aspecto, tendo-se tornado célebre o trabalho desenvolvido por alguns teóricos portugueses, dos quais se pode destacar Pedro Nunes.

A expansão além-mar

Conjuntura europeia na segunda metade do século XIV

A Europa encontrava-se dividida em pequenos Estados e Reinos independentes[2] na primeira metade do século XIV. A Península Ibérica estava repartida em cinco Estados, dos quais se distinguiam Portugal e Aragão pela sua solidez interna e pretensões expansionistas, Castela e Granada empenhavam-se nessa altura em disputas territoriais. Navarra mantinha-se afastada destes conflitos externos. Em França a fronteira ocidental estava por definir, encontrando-se a região do Sudoeste sob o domínio inglês. A Inglaterra expandia-se para a Irlanda, Gales rivalizava com a Escócia, tentando consolidar o domínio nas Ilhas Britânicas. O Império Romano-Germânico encontrava-se fragmentado com pouca unidade política.

A Liga Hanseática, tendo surgido através do comércio com os Estados Bálticos, em meados do século XIV, distingue-se pela sua coesão, e, em 1370, formando uma liga de setenta e sete cidades, consegue forçar o rei da Dinamarca a conceder condições vantajosas no comércio marítimo, pelo tratado de paz de Stralsund. Na Europa Central e do Leste verifica-se a mesma situação, de procura de estabilidade interna e de áreas de influência por parte dos Estados, podendo destacar-se nesse sentido o confronto

entre os Habsburgos, Duques da Áustria, e a Confederação Suíça, surgida em 1291. Assim, o mapa de Estados da Europa vai-se modificando à medida que os soberanos tentam consolidar o seu poder, de forma a conseguirem alcançar estabilidade.

A Itália caracteriza-se por estar dividida em pequenos Estados. A Hungria era no século XIV uma potência, a Sérvia estendia-se desde o Danúbio ao Adriático. No Império Grego, restaurado em 1261, a falta de coesão tornou possível que a tribo turca dos otomanos, rechaçada para o litoral pelos mongóis, conseguisse fixar-se a leste de Constantinopla, expandindo-se na Ásia Menor e na Península Balcânica. Génova era uma potência com possessões e feitorias no mar Negro e no Egeu, enquanto Veneza interessava-se essencialmente pelo Mediterrâneo Oriental.

Na Península Ibérica[3], o reino de Aragão agrupava os reinos da Catalunha e de Valência; no século XV apoderou-se do reino de Maiorca e através da Sicília tentou controlar o reino de Nápoles, além de conseguir apoderar-se do reino da Sardenha. Castela beneficiou da vitória no rio Salado sobre Granada, em 1340, na qual contou com o apoio de Portugal, conseguindo consolidar a fixação das fronteiras a sul com uma expansão territorial. Em Castela a nobreza detinha a posse de terras e de poderes que limitavam as prerrogativas reais.

Da mesma forma, as Ordens Militares de Calatrava, Alcântara, Santiago e as Cortes também condicionavam o poder do rei. Em Portugal, as fronteiras mantinham-se estáveis desde o século XIII, e após a crise de sucessão, em que o monarca castelhano desistiu das suas pretensões ao trono, com o confronto de Aljubarrota, os Portugueses lançaram-se na expansão além-mar explorando o Atlântico e a costa africana, enquanto procuravam tirar proveito do comércio rentável de produtos exóticos.

A chegada de D. João I ao trono de Portugal

Em Portugal[4], D. Afonso IV lutou pela posse do trono de Castela, ao qual tinha direito pelas vias de sucessão, sendo descendente de Sancho IV de Castela por via legítima. Da mesma forma, no reinado seguinte, D. Pedro sentiu-se tentado e D. Fernando deixou-se convencer por alguns nobres espanhóis, tendo lutado pelo trono, verificaram-se três guerras com Castela. Através das disputas das vias de sucessão ocorreram conturbações com contornos políticos e sociais em Portugal, entre 1383 e 1385, a nobreza tradicional perdeu influência por apoiar a intervenção militar do rei de Castela para subir ao trono.

Os burgueses de Lisboa propuseram à regente D. Leonor Teles que criasse um Conselho de Governo em que pudessem participar; tendo recusado, pediram ao mestre da Ordem Militar de Avis, D. João, filho de D. Pedro por via ilegítima, que liderasse essa junta. A regente pediu ao rei de Castela que ajudasse a controlar a revolta dos mesteirais de Lisboa, este anuiu ao pedido fazendo um cerco à cidade com as suas tropas, em Maio de 1383, mas uma epidemia de peste forçou-o a voltar a Castela em Outubro. Nas Cortes de Coimbra, em 1385, o mestre foi aclamado rei apesar da oposição dos nobres. Entretanto o rei de Castela voltou a invadir o País, sendo derrotado em Aljubarrota pelo exército português, comandado pelo Condestável Nuno Álvares Pereira, a 14 de Agosto de 1385.

O Mestre de Avis e o Condestável realizaram várias expedições pelo país[5], fazendo os preparativos para o confronto que se avizinhava com as tropas de Castela. O exército de Castela, composto por cerca de trinta mil homens, era constituído por cinco mil lanças, dois mil ginetes, oito mil besteiros e quinze mil homens a pé, e os portugueses eram cerca de seis mil e quinhentos, com mil e setecentas lanças, oito mil besteiros e quatro mil homens a pé. Depois da Batalha de Aljubarrota ocorreram mais alguns confrontos entre Portugal e Castela, em ambos os reinos. D. João I pretendia fazer a paz com o reino vizinho, tendo conseguido levar a cabo essa missão em 1411, com a assinatura de um tratado a 31 de Outubro em Ayllon, que incluía também a França e Aragão.

Procurando fazer uma aliança externa para ajudar a defender o Reino, D. João I mandou dois emissários a Inglaterra, D. Fernão Afonso de Albuquerque, Mestre de Santiago, e o Chanceler Lourenço Eanes Fogaça, que ratificaram um tratado em Windsor, a 9 de Maio de 1386. O acordo era defensivo e ofensivo, sendo ambos os monarcas e os seus vassalos tratados em circunstâncias iguais, promovendo a igualdade de comércio nos dois reinos e o auxílio militar. Um dos termos do acordo era o casamento do rei com a filha de D. João de Gant, Duque de Lencastre, D. Filipa, que se efectuou no Porto a 2 de Fevereiro de 1387; desta união resultou uma vasta e bem-sucedida descendência de príncipes.

Causas da expansão além-mar no século XV

Após consolidar a independência de Portugal perante Castela[6], D. João I precisava de se afirmar no poder, para isso cumulava de doações, terras e provia nos altos cargos os fidalgos, os burgueses e os plebeus que apoiaram a sua subida ao trono. Assim, a opulenta classe comercial dos burgos marítimos de Lisboa e do Porto via satisfeitas as suas antigas aspirações de predomínio político. O rei adoptou reformas com uma legislação centralizadora. Os cinco príncipes receberam uma educação virtuosa, esmerada e cristã da sua mãe, na Corte estava presente o espírito galanteador da cavalaria, que produziu uma literatura exaltando o misticismo heróico em novelas. *Amadis de Gaula, Merlin, Galaaz* ou o ciclo da Távola Redonda eram histórias contadas com frequência[7], além dos feitos heróicos de Nuno Álvares, cativando a imaginação de forma épica e aguçando a ambição de práticas de grandes feitos.

É provável que a principal razão que levou à expansão além-mar seja a mais óbvia[8], ou seja, o ideal de cavalaria nas

suas diversas vertentes. Durante o período da Reconquista Cristã na Península Ibérica a sociedade estava organizada de uma forma funcional, bem adaptada aos rigores da instabilidade proporcionada por disputas fronteiriças, além de estar embrenhado na mentalidade das gentes o espírito de cruzada, de lutar com povos de ideologias adversas. Após a desagregação do Império Romano, as populações na Europa Ocidental fugiram das cidades devido ao declínio económico e à insegurança, procurando refúgio nos campos, onde ficavam dependentes dos poderes senhoriais, com vínculos feudais. A sociedade foi-se estruturando de uma forma trifuncional, que podia responder à necessidade de segurança dos povos; assim definiram-se as classes: a nobreza tinha a função de defesa, o clero devia preservar a cultura e dar orientação espiritual e ao povo cabia a função de trabalhar para dar sustento a todos. Esta forma de organização designada de feudalismo predominou durante a Idade Média na Europa.

Portugal beneficiava de uma extensa faixa litoral, desde a fundação do Reino, com a realização de actividades comerciais marítimas e pesqueiras, escapando à tendência anexionista de Castela e ganhando autonomia económica. Na Península Ibérica, durante o período da Reconquista Cristã o fossado era uma forma comum de luta, consistindo numa incursão militar em território inimigo, só de cavaleiros ou de cavaleiros e peões, para assaltar os campos e recolher os despojos possíveis. Os fossados típicos realizavam-se na Primavera, com durações variadas, desde um dia até semanas. Nos períodos de tréguas ou de paz não se efectuavam estas incursões. Isto era uma actividade tão legítima que chegou a ser instituída em textos jurídicos e codificada em forais, com a distribuição das partes do saque, cabendo um quinto ao rei. Dessa forma, o tesouro real tinha a ganhar com o fossado. Com a conquista total do Algarve estas incursões poderiam apenas persistir nas guerras com Castela ou nas participações portuguesas em conflitos internacionais. Mas, esta limitação da regularidade desagradava aos *"apetites bélicos de nobres e vilãos"*[9].

Desse modo, surgiram os fossados de mar, realizando-se expedições militares com navios, atacando navios mouros de guerra, de pesca e mercantes, ou faixas litorais. Outra actividade semelhante a esta era o corso ou a pirataria, que se distinguia por os seus participantes se manterem no mar longos períodos ou permanentemente, dedicando-se exclusivamente a isso. Os mouros também se dedicavam a estas actividades. Um sinal da importância crescente da guerra marítima foi a criação do Almirantado, havendo notícia de um Domingos Martins remontando a 1288, de 1307 a 1316 Nuno Fernandes Cogominho ocupou o cargo de Almirante, e em 1317 o genovês Manuel Pessanha reestruturou a Marinha Portuguesa, tornando-a num instrumento eficaz de guerra no mar. Assim, compreende-se que tenha surgido com alguma naturalidade a ideia de fazer uma expedição além-mar, na terra dos mouros, havendo a tradição de levar a cabo este tipo de incursões e sendo do agrado de todos os estratos sociais.

A classe nobre não desejava a conquista além-mar[10], mas aceitou a política de D. João I visando o aumento da sua glória senhorial; até à assinatura do tratado de paz com Castela foram-se fazendo tréguas, nessas alturas a nobreza militar que estava empenhada nas lutas ao longo da fronteira ficava sem nada para fazer. Mas o monarca tinha o dever de tornar útil a força bruta que a cavalaria ainda representava nessa época, dirigindo o potencial bélico para onde havia algo a ganhar. Apesar de essa atitude representar um grande custo para o erário e para os povos do Reino, era a atitude certa a tomar, do ponto de vista religioso por permitir combater os infiéis e da segurança ao afastar as actividades bélicas para longe do Reino.

Devido às campanhas militares de D. Fernando, a crise económica agravou-se[11], com a decadência da agricultura e a destruição do poder naval do Reino, arruinando-se o comércio marítimo. A burguesia de Lisboa e do Porto pensou em apoderar-se de Ceuta, onde afluíam as rotas comerciais de África, por via terrestre, e da Ásia, por via marítima, abundando seda, ouro, especiarias e pedras preciosas. O controlo desse entreposto também contribuía para afirmar a independência de Portugal e o prestígio a nível internacional.

Com a viagem de Marco Pólo à China[12], através da Ásia, de 1275 a 1291, os europeus passaram a controlar a rota da seda, permitindo fazer comércio com o Extremo Oriente, através das feitorias genovesas do Mar Negro, Tana e Caffa. Este circuito funcionou até os Turcos interromperem o comércio, quando se expandiram, a partir de 1350. No *Livro das Maravilhas*, de Marco Pólo, relatando estes feitos estavam descritas as terras por onde tinha passado, Henrique, *o Navegador*, possuía um dos cento e trinta e oito manuscritos, e Cristóvão Colombo também. Apesar de estar interrompida a rota da China, alguns europeus continuaram a aventurar-se explorando terras desconhecidas; em 1419 o veneziano Niccolò Conti passou em Damasco, Bassorá, Ormuz e o Decão, chegando a Samatra. O português Pêro da Covilhã, saindo de Lisboa em 1487, passou em Alexandria, no Cairo e atravessando o mar Vermelho chegou a Calecute.

Os mitos e contos dos fabulosos mundos exóticos desconhecidos que se contavam motivavam os ocidentais mais audazes a aventurarem-se em expedições de exploração, com o desejo de enriquecer e expandir a fé cristã, podem-se destacar essencialmente as narrativas fantásticas relacionadas com o Oriente, que ocupavam a imaginação dos europeus na Idade Média. Muitas destas histórias e lendas vinham da Antiguidade, sendo largamente exploradas por enciclopedistas e cronistas medievais. O Cristianismo também foi criador de mitos orientais, colocando Jerusalém no centro do mundo e dando origem a uma corrente literária que fazia de Alexandre uma espécie de cavaleiro cristão. O mito mais exótico da Idade Média é provavelmente o do Preste João, mencionado pela primeira vez em 1145, sendo um apóstolo rico, viviam no seu reino as Amazonas e os rios transportavam jóias.

A imprecisão do conhecimento geográfico era uma das principais razões que levava os ocidentais da Idade Média a puxarem prodigiosamente pela imaginação. O Oceano Índico foi considerado um mar fechado até 1415, quando surgiu pela primeira vez um mapa mostrando que era um mar aberto. O Eldorado ou rio do ouro era inicialmente localizado em África, no Sudão. Os gregos tinham um melhor conhecimento do mundo, Aristóteles da mesma forma que Ptolomeu tinha defendido a esfericidade da Terra, mas na Idade Média considerou-se que era achatada, apesar de se ter aceite a teoria teocêntrica aristotélica. Erastótenes, no século III a. C., deu uma medida bastante exacta do perímetro da Terra, de 39 690 km. Ptolomeu considerava que era mais pequena, com 28 350 km, esse erro induziu Cristóvão Colombo a empreender a viagem para oeste, pensando que a distância das Canárias à China seria de 5600 km. Mas coube aos cientistas do Renascimento provarem a esfericidade da Terra e a teoria heliocêntrica, para isso contribuiu o esforço dos exploradores, que viajavam em busca de aventura ou de riquezas. A este movimento cultural e científico chamou-se Humanismo, por demonstrar a supremacia do Homem no Universo.

Expedições a Marrocos

A conquista de Ceuta era o primeiro passo a dar para levar a cabo um movimento de expansão além-mar[13]. Este empreendimento permitia também consolidar a presença portuguesa no contexto peninsular e podia servir de base para o lançamento de outras expedições no norte de África. Também havia a possibilidade de dirigir uma incursão a Granada, mas era costume os reinos cristãos fazerem a conquista no sentido meridional, para sul, assim não interferiam nas áreas de influência de outros, foi isso que D. João I fez. Ceuta tinha um bom ancoradouro e óptimas condições defensivas, caso raro no litoral de Marrocos. Desde 1411, D. João I pensava fazer uma incursão contra os mouros, em parte por pretender dar uma possibilidade aos seus três filhos varões mais velhos, D. Duarte, D. Pedro e D. Henrique, apoiados pelo bastardo, D. Afonso, Conde de Barcelos, de armarem-se cavaleiros em batalha.

"ElRei mandou logo chamar o priol do Esprital e fez-lhe saber como sua vontade era de os enuiar a casa da rrainha de Cezilia com sua embaxada. Empero que seu principal fundamento e tençam era que elles deuiassem a çidade de Cepta de todalas cousas que ante dissera"[14].

Decidindo conquistar Ceuta em 1415, o rei enviou uma embaixada à rainha da Sicília, comandada pelo prior da Ordem do Hospital, que no caminho fez o reconhecimento da cidade, apresentando um relatório favorável no regresso. No conselho do rei, convocado para Torres Vedras, os seus membros deram apoio à empresa. Procurando desviar as atenções, D. João I fez constar que pretendia atacar o Duque da Holanda, de facto na Flandres e em Veneza acreditou-se, em Aragão, Sevilha e Veneza fizeram-se preparativos defensivos, e Castela enviou um emissário para ratificar as pazes.

A frota ia sendo preparada; no Porto, D. Henrique recrutou tropas da Beira, de Trás-os-Montes e Entre Douro e Minho, vindo com uma armada composta por setenta embarcações a Lisboa, em Maio de 1415. D. Pedro reuniu combatentes na Estremadura, Entre Tejo e Guadiana e Algarve. A armada largou de Lisboa a 25 de Julho, a 26 dobrou o Cabo de São Vicente e em Lagos o rei divulgou o objectivo da expedição: *"e porem determinou elRey com acordo de seu conselho de seer alli deuullgado, pera a quall cousa mamdou preegar ao meestre frey Joham Xira, o quall auisado do que auia de dizer sobio em seu pullpito pera auer de preegar amte aquelle pouoo"*[15].

A 30 de Julho, a frota, composta por cerca de duzentos navios e vinte mil homens, chegou a Faro, permanecendo aí uma semana, passou também em Cádis e em Tarifa a 7, e a 9 passou o Estreito, ancorando a 10 frente a Algeciras. A 12 os navios dirigiram-se a Ceuta; devido ao vento as naus foram desviadas para Málaga. Verificaram-se algumas escaramuças com as guarnições das galés e das fustas em Ceuta. A 14 D. João I decidiu atacar a cidade, mas uma tempestade voltou a afastar os navios para Málaga, então resolveu atacar a 21, o Infante D. Henrique liderou o desembarque e a cidade foi tomada.

A estratégia adoptada de atacar Ceuta em vez de Gibraltar era apropriada, dado que o rei de Castela estava interessado em apoderar-se de ambas as cidades, e teve o benefício de não debilitar o reino de Granada militarmente, contribuindo para manter o rei de Castela ocupado com as suas fronteiras e a ratificar o tratado de paz de 1411. Os infantes mostraram-se sempre motivados mesmo quando as tempestades afastaram os navios do objectivo. Nos dizeres de Zurara, *"e dos que eram em conselho de filharem Cepta, principalmente forom os Iffantes"*[16], demonstra-se que os príncipes estavam empenhados nesta empresa.

Esta praça tinha uma grande importância estratégica com um excelente porto e boas condições defensivas, podendo servir de base para outras conquistas no reino de Fez. Convém salientar que estava bem patente nesta expedição o espírito de cruzada, além da obtenção material, com uma intenção moral de recuperar uma região que já havia pertencido aos cristãos no período do Império Romano. *"Ora quamdo o homem he obrigado a deffemder as leys de sua terra quamto mais deue seer pola ley de nosso Senhor Jesu Christo"*, *"Porem elRey nosso senhor assi como uerdadeiro caualeyro se moueu primcipallmente pera fazer seruiço a nosso Senhor Jesu Christo empeceemdo aaquelles, que em doesto da sua ley uiuem na terra que elle primeiramente deu aos christãos"*[17]. Desta forma mostra-se que esta causa era legítima para os Portugueses, enquanto cristãos, ajudando também a afirmar a independência do Reino e o prestígio a nível internacional.

Os muçulmanos de Marrocos reagiram à conquista da cidade em 1418. Devido a divergências, o rei de Fez, Abu Sa'id Uthman III, apenas conseguiu reunir forças para atacar Ceuta nessa altura, chegando a um acordo com o rei de Granada. Em 1419 voltaram a atacar, tendo sido enviada de Portugal uma armada com reforços sob o comando dos infantes D. Henrique e D. João com cerca de seiscentos homens. Chegaram em três dias, um mês depois chegaram os mouros, tendo sido repelidos.

Em 1437 D. Duarte enviou mais uma expedição a Marrocos, tendo subido ao trono em 1433. Estava a pensar em realizar essa empresa desde 1435, começou os preparativos em 1436, tendo enviado uma embaixada ao Papa pedindo uma bula de cruzada. Em Maio de 1437 encontravam-se em Ceuta cerca de cinquenta embarcações e o rei pedia autorização ao Papa para comerciar livremente com o Islão, a 25 de Junho o Infante D. Henrique foi nomeado comandante da armada. A expedição a Tânger, em 1437, prolongou-se de 19 de Setembro a 12 de Outubro; tendo sido mal sucedida, as tropas portuguesas regressaram, depois de terem ficado cercadas. O cerco da cidade foi mal organizado, prolongando-se demasiado.

A praça de Alcácer Ceguer foi tomada no reinado de D. Afonso V, a 21 de Outubro de 1458, sendo a expedição comandada pelo rei. O príncipe D. João foi armado cavaleiro na conquista de Arzila, a 24 de Agosto de 1471. A expedição era composta por cerca de trinta mil homens e de quatrocentas embarcações. Os habitantes de Tânger abandonaram a cidade que foi ocupada a 28 ou 29 de Agosto. As cidades de Azamor e Safim escaparam ao domínio do reino de Fez e solicitaram protecção ao rei de Portugal, que lhes concedeu o estatuto de protectorado, tornando-as suas vassalas em 1486.

Nesse mesmo ano[18], D. João II, que havia subido ao trono em 1481, recebeu do Papa uma bula de cruzada, autorizando-o a combater os mouros. Assim funcionava a economia nesta época, numa altura em que se verificavam avanços e recuos de fronteira entre povos, independentemente de terem ideologias iguais ou diferentes, sendo uma fonte de lucro os saques e as pilhagens provenientes das actividades bélicas.

Isto deve-se essencialmente a dois factores, a recuperação económica da Europa em geral, e a redefinição de fronteiras, em consequência da desagregação do Império Romano em Estados. Com o reflorescimento do comércio e o regresso das populações às cidades pode induzir-se o declínio do Feudalismo e o surgimento do Humanismo, mas antes que ocorresse essa mudança das ideologias e das mentalidades com uma reestruturação da sociedade a nível cultural e dos costumes. Havia um reajustamento territorial a fazer por parte dos Estados, o movimento da Reconquista Cristã e as disputas fronteiriças entre vários reinos são um reflexo disso.

O progresso que se verificou desde o século XI foi mais quantitativo que qualitativo[19], difundiram-se ferramentas, máquinas e técnicas já conhecidas na Antiguidade. O moinho de água e a charrua já eram utilizados pelos romanos[20]. Inovações técnicas importantes foram a utilização da coelheira e a substituição do boi pelo cavalo no trabalho dos campos[21], dando mais rendimento. O afolhamento trienal, a adubagem dos solos e o aperfeiçoamento dos instrumentos foram melhorias que se fizeram empiricamente. A economia medieval era agrária, com fraca produtividade, o desenvolvimento verificou-se em resultado do crescimento demográfico; esse excedente de população dedicou-se a desbravar campos e à extensão dos cultivos, aumentando a produção; assim começaram a surgir as trocas comerciais. Apesar de a exploração senhorial dificultar o progresso devido aos vínculos feudais, a dinamização do comércio fez as populações regressarem às cidades, promovendo o desenvolvimento económico.

A passagem do cabo Bojador

Limitações técnicas na navegação

Até ao século XV a navegação era essencialmente costeira[22], os navios e as técnicas eram rudimentares. Vários reinos da Europa empenhavam-se em expandir-se em termos comerciais, por vezes o alargamento das áreas de influência assumia o aspecto de cruzada em expedições. Os portugueses e os catalães completaram o processo de reconquista na Península Ibérica na mesma altura e começaram a dedicar-se à expansão ultramarina, nesse sentido procuraram melhorar os meios e as técnicas utilizadas para viajar por via marítima. No século XIV os genoveses e os venezianos eram as principais potências marítimas, com entrepostos comerciais espalhados pelo Mediterrâneo e em áreas mais remotas, seguiram-se os catalães ou aragoneses.

Mas o Mediterrâneo é um mar, apesar da sua vasta extensão e de estar rodeado por outros mares. Com Castela e a França passou-se praticamente o mesmo, ambos os países tinham questões fronteiriças por resolver, no entanto, possuindo uma faixa litoral no Atlântico e no Mediterrâneo, iam-se dedicando ao comércio marítimo. Para os portugueses, a tomada de Ceuta, em 1415, pode considerar-se um passo decisivo na expansão além-mar, representou um investimento significativo por parte da Coroa em termos financeiros e logísticos. Os monarcas dos reinos ibéricos consideravam-se descendentes dos Visigodos e do Império Romano e ambicionavam controlar esta cidade pela sua importância estratégica. Com boas condições defensivas e um excelente porto, permitia controlar o acesso ao Mediterrâneo, ou servir de base para conquistar outras praças no Norte de África, aonde afluíam rotas comerciais de produtos exóticos.

No Renascimento, os progressos na navegação foram importantes, as inovações técnicas permitiram desde o século XIII melhorar a qualidade das viagens marítimas, nessa altura começou a utilizar-se a âncora de braços aber-

tos em vez da em U, que exercia demasiada pressão no fundo, e substituíram-se os remos de galdropes pelo leme montado com dobradiças no cadaste. No século XIV utilizavam-se galés ou outros navios menores de remos, as naus possuíam então apenas um mastro. Para a pesca ou o tráfego de cabotagem usavam-se batéis, bergantins ou pinaças. O barinel e a barca, rondando entre as cinquenta e as noventa toneladas de deslocamento, eram navios de carga menores que a nau, com cerca de duzentas toneladas, mas a urca de origem nórdica era um navio maior, com dois mastros, orçando perto de oitocentas toneladas de deslocamento.

As técnicas de navegação medievais conjugavam influências das culturas cristã, hebraica e islâmica, assim compreende-se que os reinos da Península Ibérica tenham sido bem sucedidos no desenvolvimento dessa área, devido à proximidade e ao contacto desses povos. A bússola medieval foi aperfeiçoada. As cartas-portulano, onde estava representado o traçado da costa em torno do Mediterrâneo, do mar Negro, do Atlântico Norte europeu e de Marrocos, indicavam também as principais rotas, com os regimes de ventos e notas de natureza geográfica, política e comercial.

Os mapas-múndi representavam a totalidade da Terra, até onde era conhecida. Os primeiros portulanos utilizados pelos portugueses eram de origem italiana ou catalã. Depois da passagem do cabo Bojador, em 1434, os portugueses começaram as explorações em áreas até então desconhecidas no Atlântico Sul. Com o desenvolvimento da navegação astronómica foram-se introduzindo escalas de latitudes nos portulanos, também chamados cartas de marear, principalmente devido à observação da altura do Sol. O astrólogo régio, José Vizinho, de origem judaica, deu um grande contributo para a sistematização deste processo, na segunda metade do século XV.

A navegação astronómica surgiu com a observação e a medição da altura do Sol, dessa forma, começaram a introduzir-se escalas de latitudes nas cartas de marear, depois passaram-se a observar também os astros. Para determinar a altura do Sol em terra utilizava-se o quadrante e o astrolábio, estes instrumentos foram aligeirados pelos navegadores para serem usados em navios, dado que eram grandes e pesados, construídos em madeira e em ferro. A seguir a calcular a altura do pólo ao meio-dia fazia-se a leitura das tabelas de latitudes conhecidas.

Para calcular latitudes de noite media-se a altura das estrelas; quando os descobridores chegaram ao hemisfério meridional passaram a orientar-se pelo Cruzeiro do Sul, a importância da Estrela Polar era já mencionada nos *Libros del Saber de Astronomia*, de Afonso X, no século XIII. A *Toleta de Marteloio* era uma tabela numérica inscrita nas cartas de marear, que ajudava na navegação à bolina. Os portugueses estudaram os regimes de ventos, correntes e marés, nas sucessivas viagens de exploração, no Atlântico Sul. Durante os séculos XV e XVI desenvolveram-se instrumentos de navegação mais aperfeiçoados, dos quais se podem destacar o relógio mecânico, o astrolábio nocturno, a balestilha, o odómetro, o sextante e o cronómetro.

Os portugueses foram explorando a costa africana para sul desde 1419. Para realizar essas viagens utilizavam naus ou navios menores, aproveitando o vento em popa, com as velas redondas nórdicas, para regressar bastava procurar *"a oeste os ventos e as correntes dirigidas para nordeste. Mas, para lá do Cabo Bojador, o regresso com velas que só aproveitassem os ventos de popa era mais difícil, visto que ali os ventos sopram para sudoeste. Além disso era impossível continuar a contornar a costa para sul do equador com navios que não pudessem bolinar, especialmente por causa do alíseo austral, que se orienta de sueste para noroeste"*[23]. Então os portugueses adaptaram a vela latina, triangular, boa para fazer bolina, utilizada no Mediterrâneo, à navegação de alto mar, criando a caravela em meados do século XV, *"adelgaçaram um pouco as formas da coca nórdica para a fazer resistir melhor ao descaimento. Assim nasceu a caravela de dois mastros e, algum tempo depois, de três. Era um navio bom corredor, de porte raramente superior a 150 tonéis, capaz de navegar com precisão à bolina"*[24].

Na *Crónica dos Feitos da Guiné*, de Gomes Eanes de Zurara[25], onde se reúnem relatos de vários autores da época, relativos às questões envolventes da expansão além-mar, encontram-se bem patentes as dificuldades sentidas pelos navegadores em relação às viagens para sul do Bojador. *"Posto assim o Infante neste movimento, segundo as razões que, já ouvistes, começou a aviar seus navios e gentes, quais a necessidade do caso requeria, mas podeis saber que por mais que lá enviasse muitas vezes, e, ainda, [enviasse] homens que, por experiência de grandes feitos entre os outros, haviam no ofício das armas avantajado nome, nunca foi algum que ousasse passar aquele cabo Bojador, para saber da terra de além, segundo o Infante desejava"*[26].

A Ordem da Milícia de Jesus Cristo, na qual o Infante D. Henrique ocupava o cargo de administrador geral, por solicitação de D. João I, que o Papa Martinho V confirmou, devia dedicar os seus recursos na dilatação da fé cristã, assim o Infante tinha a possibilidade de enviar expedições de exploração para áreas desconhecidas. No entanto, as barcas eram navios impróprios para navegar além do Bojador, mesmo assim o Infante incentivou Gil Eanes a passar o cabo, na segunda viagem.

"O Infante era homem de mui grande autoridade, pela qual as suas admoestações, por brandas que fossem, eram para os sisudos de mui grande encargo, como se mostrou por este, que depois destas suas palavras determinou, em sua vontade não tornar ante a presença de seu senhor sem certo recado de aquilo por que o enviava. Como de facto fez, pois daquela viagem, menosprezando todo o perigo, dobrou o cabo [para] além, onde achou as coisas muito pelo contrário do que ele e os outros até ali presumiram"[27].

O objectivo das expedições era de carácter religioso, ao levar a fé cristã a áreas desconhecidas, mas a motivação era económica, procurando algo que fosse rentável do ponto de vista comercial. *"Pois que assim é – disse o Infante contra aquele Afonso Gonçalves Baldaia –, que vos achastes rasto de homens e camelos, bem parece que a povoação não é dali mui afastada ou, porventura, será gente que atravessa com suas mercadorias para algum porto do mar onde há alguma ancoração segura em que os navios recebem carga"*[28]. Dessa forma iam avançando as expedições de reconhecimento no litoral.

As ilhas atlânticas

No Atlântico[29], as ilhas conhecidas há mais tempo pelos europeus são as Canárias. Este arquipélago era conhecido pelas civilizações antigas, provavelmente os fenícios e os gregos chegaram lá no século III a. C., depois seguiram-se os romanos e outros povos. As ilhas ficaram conhecidas por *Fortunae Insulae*, ou ilhas afortunadas. Na Idade Média os contactos diminuíram entre a cristandade. Os árabes continuaram a frequentar as ilhas esporadicamente. Assim subsistiu a ideia vaga da existência de ilhas próximo da costa marroquina, que provavelmente foi transmitida pelos muçulmanos a italianos e ibéricos.

As ilhas Canárias eram habitadas por populações oriundas do Norte de África, mas ficavam fora das rotas de navegação europeias que ligavam o Mediterrâneo ao Norte da Europa. A navegação até ao arquipélago era difícil; do ponto de vista económico, o único rendimento que se podia tirar da ilha eram os escravos. No reinado de D. Afonso IV surgiu uma polémica com Castela acerca da reivindicação do direito de posse às ilhas. Os portugueses enviaram uma expedição entre 1329 e 1336, e outra em 1341.

Estas empresas financiadas por Portugal contaram com a presença de genoveses, que eram recrutados para formarem os quadros da Marinha Portuguesa na altura. O Sumo Pontífice tinha a autoridade para considerar a atribuição das conquistas e o valor dos resultados, através da mediação de disputas entre monarcas, porque estes empreendimentos assumiam um carácter de cruzada, juntando os esforços de vários reinos cristãos. O reconhecimento destas ilhas despertou o interesse dos príncipes cristãos. *"Era mais um senhorio, com potenciais rendas e proveitos, para os cobiçosos e empobrecidos senhores feudais, em disputa constante de domínios e benesses. Junto do papa fervilhavam logo pretensões"*[30].

As ilhas da Madeira, Porto Santo e Desertas foram doadas pelo rei D. Duarte ao Infante D. Henrique, a 23 de Setembro de 1433; nesse ano Gonçalves Zarco iniciou o desbravamento da Madeira. Nos reinados de D. Pedro e D. Fernando abrandou o ritmo do envio de expedições marítimas, devido à passagem da peste negra, em 1348-1349, ao surgimento da crise demográfica na década de 50 e à instabilidade causada pelas guerras com Castela. Um marco importante para a expansão além-mar foi a conquista de Ceuta, servindo de base para o envio de expedições de exploração.

Do ponto de vista estratégico Ceuta era uma excelente base; apesar de os mouros terem desviado as rotas comerciais para outras cidades, permitia manter ocupada a nobreza militar, adestrando os nobres e os soldados que por lá passavam para as artes da guerra, proporcionando experiência em combate em *"constantes escaramuças, correrias, destruições"*[31]. Dessa forma Portugal afirmou-se a nível internacional, tornou-se possível adoptar uma política expansionista, numa época em que ocorria o avanço turco no leste, assim este país atlântico de dimensão média assumiu o papel de potência no seio da Cristandade.

Em 1418 ou 1419 teve início o reconhecimento das ilhas da Madeira; é possível que as ilhas já fossem conhecidas anteriormente. O objectivo das viagens pode ter sido de exploração intencional devido *"às ameaças de concorrência castelhana e francesa ou um simples desvio de embarcações regressadas das Canárias ou da costa africana"*[32]. Uma barca e um barinel chefiados por João Gonçalves Zarco e Tristão Vaz Teixeira, escudeiros da casa do Infante D. Henrique, descobriram a ilha de Porto Santo, reconhecendo também a Madeira e as Desertas. A ocupação e o povoamento ocorreram entre 1421 e 1425.

Provavelmente, as ilhas dos Açores foram avistadas no século XIV, o vulcanismo açoriano pode estar associado à lenda do "Mar Tenebroso", com céus de cinza, águas que fervem. D. Henrique mandou investigar, enviou uma expedição comandada pelo comendador da Ordem de Cristo, Gonçalo Velho Cabral, em 1431. Nesta viagem avistou os rochedos que formam os ilhéus das Formigas, então, o Infante mandou explorar melhor a região em 1432, nesse ano chegaram à ilha de Santa Maria. Segundo o testemunho do cronista maiorquino, Gabriel Valséqua, as ilhas teriam sido descobertas em 1427 por um navegador apelidado de Diogo (Silves), mas a versão de Zurara é a mais viável. As outras ilhas do arquipélago foram sendo descobertas e exploradas progressivamente.

Sendo difícil concretizar a navegação além do Bojador[33], realizaram-se expedições para ocupar as ilhas que não estavam povoadas pelos castelhanos nas Canárias, mas tiveram pouco sucesso, o rei de Castela protestou contra a ingerência em territórios que considerava pertencerem à sua Coroa. Os indígenas dificultaram a fixação de colonos, oferecendo grande resistência, talvez com a ajuda dos castelhanos. No entanto, é provável que alguns portugueses tenham ficado no arquipélago, em pequenos baluartes defensivos, sendo essa a razão pela qual foram enviadas sucessivas frotas por Portugal. Nas décadas de 20 e 30 devem ter ocorrido disputas nas ilhas, com eventuais incursões dos colonos às regiões ocupadas pelos castelhanos e franceses. O rei de Castela solicitou a mediação do Papa. Eugénio IV, após ter hesitado na atitude a tomar, atribuiu a posse das ilhas ao rei de Castela.

O povoamento da Madeira tornou possível fazer destas ilhas uma base de apoio à navegação no Atlântico, e para enviar expedições às Canárias ou à costa africana. Na Europa Ocidental a situação era menos favorável aos cristãos, com a ocupação de Constantinopla pelos turcos em 1453, reincentivaram-se os esforços de organização de uma cruzada sob a égide do Papado, os Sumos Pontífices Nicolau V, Calisto III e Pio II desenvolveram esforços nesse sentido. A bula *Romanus Pontifex*, emitida por Nicolau V a 8 de Janeiro de 1455, concedia a Portugal a conquista de terras a sul do Bojador.

A exploração da costa ocidental africana

Desde 1419 efectuaram-se explorações ao longo da costa marroquina com alguma regularidade[34]. É provável que nas primeiras expedições não houvesse uma meta estabelecida de navegar extensamente para sul no Atlântico fazendo o reconhecimento da costa africana; a principal motivação, na organização de expedições, era de carácter económico, dado que esse tipo de empreendimentos envolvia grandes investimentos na armação de navios e na logística. A costa marroquina era árida, pouco povoada, desprovida de recursos naturais valiosos e a navegação para sul era difícil, havendo baixios, ventos e correntes desfavoráveis. Era comum as armadas enviadas pelo Infante D. Henrique voltarem para trás, dedicando-se ao corso em Marrocos e Granada.

Perante a insistência do Infante, Gil Eanes navegou algumas léguas para sul do Bojador, em 1434. No ano seguinte fez a mesma viagem acompanhado por Afonso Gonçalves Baldaia. *"E passaram, além do cabo, cinquenta léguas, onde acharam terra sem casas e [acharam] rasto de homens e camelos"*[35]. O descobrimento deste rasto de homens e camelos foi um factor decisivo para prosseguir o reconhecimento da costa, a motivação do Infante redobrou, no sentido de encontrar portos no litoral, que estivessem em contacto com as rotas comerciais onde circulavam produtos exóticos e ouro. Nesta altura começaram a surgir as caravelas dotadas de velas latinas, assim diminuíram as limitações técnicas relativas à navegação, evidenciando a capacidade de iniciativa destes exploradores, ao conseguirem criar um navio perfeitamente adequado, para poderem avançar mais longe nas viagens de reconhecimento.

Ao receber a notícia do achamento do rasto de camelos o Infante mostrou-se motivado em prosseguir as explorações *"ou, porventura, será gente que atravessa com suas mercadorias para algum porto ou mar onde há alguma ancoração segura em que os navios recebem carga. E pois gente é, por muito bestial que seja, necessário é que haja de governar das cousas do mar, sequer ao menos em pescaria, quanto mais aqueles que viagem no sertão. Por isso é minha intenção de vos enviar lá, outra vez, em aquele mesmo barinel. E assim por me fazerdes serviço como por acrescentamento de vossa honra vos encomendo que vades o mais avante que puderdes e que vos trabalheis de haver língua dessa gente, filhando algum por quem o certamente possais saber, pois não será pequena coisa (segundo o meu desejo) haver alguma pessoa por quem possa ser em conhecimento"*[36].

A perspectiva de ganhar avultados lucros com o comércio de produtos exóticos levou alguns nobres a planearem fazer expedições por iniciativa privada, com autorização do Infante. *"E o primeiro que se entremeteu de requerer esta licença foi um escudeiro, criado de moço pequeno na câmara do Infante, o qual já era casado, e almoxarife de el-rei naquela vila de Lagos. E, porque era homem de grande siso, conheceu bem o feito como estava e o proveito que lhe podia trazer sua ida se Deus o encaminhasse que pudesse lá chegar. E considerando nisto, começou de falar com alguns amigos, movendo-os para companhia daquele feito, a qual coisa não lhe foi rara de haver. Porque além de ele se bem amado no lugar, os moradores dele [lugar] comummente são homens honrosos e que trabalhar de ser em boas coisas, especialmente em pelejas de mar (porque sua vila jaz muito cerca da costa, é seu uso mais em navios que por terra)"*[37].

A passagem do cabo da Boa Esperança

A exploração da costa ocidental africana desenrolou-se ao longo do século XV[38], em termos de reconhecimento e do ponto de vista económico. A procura de fontes de lucro fazia os exploradores irem avançando para zonas desconhecidas e descobrirem novas terras, então, fixavam-se nas zonas onde pudessem fazer comércio. De início procuravam ouro e produtos exóticos depois dedicaram-se também ao comércio de escravos. Quando subiu ao trono, em 1481, D. João II, tinha provavelmente a intenção de encontrar a passagem para o Índico. Estava empenhado em assegurar o domínio do Atlântico Sul desde 1474, quando passou a dirigir as navegações.

Este monarca exerceu uma enérgica acção diplomática junto do rei de Castela, conseguindo negociar, no Tratado de Alcáçovas, a exclusividade da navegação a sul do Bojador para Portugal. Isto mostra que, nessa época, estes dois reinos eram as principais potências marítimas, neste oceano, dado que o Tratado de Alcáçovas, realizado em 1479, da mesma forma que o Tratado de Tordesilhas, em 1494, preconizam a partilha do mundo em duas áreas de influência.

Desta forma surgiu a doutrina do *mare clausum*, as potências que tinham descoberto novas terras reservavam-se o direito de navegar em exclusividade nesses mares. Com a passagem do cabo da Boa Esperança, por Bartolomeu Dias, em 1488, tornou-se possível Vasco da Gama viajar até à Índia, em 1498, e Pedro Álvares Cabral chegar ao Brasil em 1500.

Com o descobrimento do caminho marítimo para a Índia, Portugal beneficiou de um período de prosperi-

dade, tendo mantido durante o século XVI o monopólio do comércio por esta rota. Também nesta época, os países ibéricos procuraram impedir que outros países europeus se aventurassem a navegar nos mares que consideravam seus, por terem sido os primeiros a viajar neles.

Notas

[1] José Hermano Saraiva, *História de Portugal*, pp. 129-158.
[2] *A Civilização do Renascimento*, vol. I, pp. 27-37.
[3] *História Geral da Europa*, vol. II, pp. 123-124; *Portugal Militar*, pp. 122-124.
[4] J. H. S., *História de Portugal*, pp. 121-130.
[5] Joaquim Veríssimo Serrão, *História de Portugal*, vol. I, pp. 309-313, vol. II, pp. 11-19; *Portugal Militar*, pp. 150-186.
[6] António Dias Farinha, "O interesse pelo Norte de África", *Portugal no Mundo*, direcção de Luís de Albuquerque, vol. I, pp. 101-102; *Portugal Militar*, pp. 187-192.
[7] *Portugal Militar*, p. 188.
[8] J. H. S., *História de Portugal*, pp. 137-142; J. V. S., *História de Portugal*, vol. II, pp. 24-28; *A Expansão Quatrocentista*, pp. 11-31.
[9] *A Expansão Quatrocentista*, p. 13.
[10] J. V. S., *História de Portugal*, vol. II, pp. 27-28.
[11] *Portugal Militar*, p. 189.
[12] *A Civilização do Renascimento*, vol. I, pp. 49-61; *A Expansão Europeia*, pp. 37-41.
[13] António Dias Farinha, "O interesse pelo Norte de África", *Portugal no Mundo*, direcção de Luís de Albuquerque, vol. I, pp. 101-112; *A Expansão Quatrocentista*, pp. 237-295; *Portugal Militar*, pp. 187-234; *Crónica da Tomada de Ceuta*.
[14] *Crónica da Tomada de Ceuta*, cap. XVI, ed. de 1915.
[15] *Crónica da Tomada de Ceuta*, cap. LII, ed. de 1915.
[16] *Crónica da Tomada de Ceuta*, cap. LXII, ed. de 1915.
[17] *Crónica da Tomada de Ceuta*, cap. LII, ed. de 1915.
[18] *História Geral da Europa*, vol. I, pp. 191-209; *História Universal*, vol. I, pp. 251-257.
[19] *A Civilização do Ocidente Medieval*, vol. I, pp. 243-280.
[20] *A Civilização do Ocidente Medieval*, vol. I, p. 244.
[21] A charrua e a coelheira são instrumentos de atrelagem para o trabalho nos campos.
[22] *A civilização do Renascimento*, vol. I, pp. 166-172; *A Expansão Quatrocentista*, pp. 11-212.
[23] *A Civilização do Renascimento*, vol. I, pp. 167-168.
[24] *A Civilização do Renascimento*, vol. I, p. 168.
[25] *Os Descobrimentos Portugueses*, pp. 19-26; J. V. S., *História de Portugal*, vol. II, pp. 133-135; *Crónica dos Feitos da Guiné*.
[26] *Crónica dos Feitos da Guiné*, cap. VIII.
[27] *Crónica dos Feitos da Guiné*, cap. IX.
[28] *Crónica dos Feitos da Guiné*, cap. X.
[29] J. H. S., *História de Portugal*, pp. 142-147; *A Expansão Quatrocentista*, pp. 33-139; *Crónica dos Feitos da Guiné*.
[30] *A Expansão Quatrocentista*, p. 40.
[31] *A Expansão Quatrocentista*, p. 49.
[32] *A Expansão Quatrocentista*, pp. 50-51.
[33] *Portugal no Mundo*, vol. I, pp. 201-211; *A Expansão Quatrocentista*, pp. 56-82; *Crónica dos Feitos da Guiné*.
[34] *Os Descobrimentos Portugueses*, pp. 19-26; *A Expansão Quatrocentista*, pp. 56-92; *Crónica dos Feitos da Guiné*.
[35] *Crónica dos Feitos da Guiné*, cap. IX.
[36] *Crónica dos Feitos da Guiné*, cap. X.
[37] *Crónica dos Feitos da Guiné*, cap. XVIII.
[38] J. H. S., *História de Portugal*, pp. 126-170.

Bibliografia

Fontes

- Zurara, Gomes Eanes de, *Crónica da Tomada de Ceuta*, Lisboa, Academia das Ciências de Lisboa, 1915.
- Zurara, Gomes Eanes de, *Crónica da Tomada de Ceuta*, Mem Martins, Publicações Europa-América, 1992.
- Zurara, Gomes Eanes de, *Crónica dos Feitos da Guiné*, Lisboa, Publicações Alfa, 1989.

Estudos

- Saraiva, José Hermano, *História de Portugal*, Mem Martins, Publicações Europa-América, 1993.
- Delumeau, Jean, *A Civilização do Renascimento*, Lisboa, Editorial Estampa, 1983.
- Livet, Georges, Mousnier, Roland, *História Geral da Europa*, Mem Martins, Publicações Europa-América, 1996.
- Selvagem, Carlos, *Portugal Militar*, Lisboa, INCM, 1931.
- Serrão, Joaquim Veríssimo, *História de Portugal*, Lisboa, Verbo, 1977.
- Albuquerque, Luís de, *Portugal no Mundo*, Barcelona, Publicações Alfa, 1989.
- Serrão, Joel, Marques, A. H. Oliveira, *A Expansão Quatrocentista*, Lisboa, Editorial Estampa, 1998.
- Mauro, Frédéric, *A Expansão Europeia*, Lisboa, Editorial Estampa, 1988.
- Toríbio, José Manuel Cuenca, *História Universal*, Lisboa, Oceano, 1992.
- Le Goff, Jacques, *A Civilização do Ocidente Medieval*, Lisboa, Editorial Estampa, 1983.
- Albuquerque, Luís de, *Os Descobrimentos Portugueses*, Toledo, Publicações Alfa, 1986.

Pedro Núñez en la Historiografía Científica Española

Trabalho realizado por:
- *María Moncada Saracibar*
- *Marcos Orallo Rodriguez*
- *Blanca María Salgado Ruiz*

Universidade de Valladolid
Faculdade de Ciências/Engenharia Química

El eco, en la literatura científica – o cultural – española de todo tipo relativa al gran matemático y especialista en el arte de la navegación Pedro Núñez ha sido desigual pero continuo hasta el presente. Pues, desde el siglo XVI hasta la actualidad, esta sobresaliente figura se rememoró de diversas formas, que reflejan ante todo la evolución de los estudiosos españoles, con sus aspiraciones e inquietudes así como sus vínculos con el pasado. Y todo ello con independencia del valor de Núñez, por lo demás reconocido desde muy pronto como una figura creadora en sus dos campos de estudio, colindantes ambos y de primer rango, aunque – como los grandes investigadores portugueses han analizado también – estuviese expuesto también a críticas, a veces virulentas, de sus coetáneos.

Los momentos de Núñez que reseñaremos en este vasto recorrido nuestro, que abarca tantas centurias, y que corresponden a las distintas posiciones de los escritores correspondientes pueden precisarse en los siguientes: 1) su presencia como científico en su campo a finales del siglo XVI, cuando acababa de desaparecer; 2) su memoria inmediata como figura modélica; 3) su recuerdo en la Ilustración española, tras la recuperación de los textos del Renacimiento; 4) el eco que tuvo en el siglo XIX con la polémica de la ciencia española y en los trabajos historiográficos de esa centuria; 5) su presencia en la historia de la ciencia que se desarrolla en los estudios, más modernos y bien argumentados, de la época de la II República española; 6) su recuperación en la historia de la ciencia en los setenta, y su normalización y difusión a finales del siglo XX, con una apelación ya equilibrada y constante.

1. Con respecto al uso de Núñez por sus contemporáneos peninsulares no daremos aquí más que algún ejemplo significativo, dada la perspectiva general que pretendemos, si bien la frecuencia de las citas de Núñez fue muy alta avanzado el siglo XVI.

Recordemos, como una muestra de su presencia habitual en las discusiones, su utilización en el *Libro de las longitudes* de Alfonso de Santa Cruz, cosmógrafo de Felipe II. En el quinto capítulo (como ha recordado Albuquerque), discute Santa Cruz valores de máxima declinación solar, y recoge básicamente las cifras de Ptolomeo, Oroncio Fineo y Pedro Núñez, así como la observada por él mismo desde Sevilla.

Asimismo Simón de Tovar, en su *Examen y censura del modo de averiguar las alturas de las tierras*, aunque rechace sin ambages algunos argumentos al respecto de Núñez (dados en su *Regimiento da estrela do Norte*), reconoce expresamente que el cosmógrafo castellano es "el mayor mathemático de quantos a avido en nuestros tiempos" (Sevilla, 1595, folio 45).

Actualmente varios historiadores españoles están estudiando al detalle su huella concreta en dos generaciones de estudiosos de náutica, analizando cómo lo citan en diversos pasajes y cómo utilizan sus datos un Zamorano, en su *Compendio* de 1581, o un García del Palacio con su *Instrucción náutica*, de 1587. Por ejemplo, el más tardío García de Césperes lo hace en su *Regimiento de navegación*, de 1606, ff. 30-36. Pero este análisis va más allá de la panorámica que se desea ofrecer aquí.

Un índice curioso de la recepción española (y europea) de la nueva matemática, y en particular de la contribución de Pedro Núñez, es lo que nos ofrece la *Institución de la Academia Real Mathematica en castellano,* de Juan de Herrera, en 1584. En estos notables estatutos de la Academia palaciega (había logrado autorización real para imprimirla en Madrid), y dentro de su recorrido de las diferentes disciplinas, desde la teoría hasta sus aplicaciones, recuerda Herrera que podría estudiarse, en un escalón por encima de la aritmética, otro tipo de libros: "los que quisieren pasar a la arte mayor que llaman Álgebra o Almucábala por la cual se sacan y desatan cuestiones e quesitos muy sutiles, fúndese primero bien en el décimo de Euclides, raíz y fuente de ella, lo que de ella escribió el Doctor Pedro Núñez, Michael Stifelio, Peleratio, y otros muchos" (Madrid, Instituto de Estudios Madrileños, 1995). Lo cual supone un evidente reconocimiento de su eco, dentro de un científico de peso en la corona española como fue Herrera.

2. En todo caso, a la muerte de Núñez, y pasada la etapa más heroica de los descubrimientos portugueses, se recuerdan en España sus contribuciones, y se apela a su bien merecida fama, a veces incorporando su nombre a la nómina de autores castellanos.

Lo comprobamos en otro orden de cosas, que remite a la memoria social. En una recopilación significativa como fue la *Plaza universal de todas ciencias y artes*, de Cristóbal Suárez de Figueroa, aparecía una rápida referencia a los nuevos geómetras, medidores o alarifes, y pesadores. Allí incluía una nueva secuencia de ellos, entre

los que se hallaba el portugués Pedro Núñez unido a Comandino, Clavio, Magino, Brahe, Labaña, los Ferrufino o Muñoz (Madrid, Luis Sánchez, 1615, p. 87r). En realidad, como se sabe cada vez mejor, ese texto es copia, no del todo confesada, de *La Piazza Universale* de T. Garzoni, aparecida con gran éxito en 1585: Suárez de Figueroa hizo una versión línea a línea de ella, mucho más que una adaptación de esa obra; pese a sus recortes y pequeños complementos o actualizaciones, toda la estructura y el texto principal es del polígrafo italiano. Pero, en cualquier caso, la inserción de ese concreto párrafo actualizador – en el que nombra a Pedro Núñez con diversos matemáticos de diversos lugares, siguiendo el esquema de Garzoni – sí que es totalmente de la mano de Suárez de Figueroa, y supone un reconocimiento intelectual en un valioso hombre de la cultura en lengua castellana de principios del siglo XVII.

Y entre otros Geómetras modernos Francisco Santouino, Nicolas De Cortivo, Federico Comendino, Christóbal Clavio, David Origano, Antonio Magino, Ticobrahe, Guido Baldo, Pedro Núñez, Juan Baptista Lavaña, Julián y Julio Cesar, padre e hijo, el Doctor Juan Arias de Loyola, Diego Pérez de Mesa, Jerónimo Muñoz, Gabriel de Santana, el Doctor Zamora, sin otros.

En 1629 el polígrafo vallisoletano Antonio de León Pinelo redacta una monumental obra sobre los escritores que trataron sobre las Indias en cualquiera de sus aspectos, *Epítome de la Bibliotheca Oriental y Occidental, Nautica y Geografica*, y recoge los textos de Pedro Núñez:

Pedro Núñez, Portugués: Demostración de los Climas, impresa en 1562. 8. Latín. Una Anotación a Sacrobosco, imp. en Portugués, imp. en Latín por Elias Vineto, 1586. 8.

Pedro Núñez: Tratado de la Esfera, con la Teorica del Sol, i de la Luna, ó el primer Libro de Geografía de Ptolomeo, con otro Tratado en defensa de la Carta Marcar, con el Regimiento de la Altura, en Portugués, imp. 1537. según D. Nicolás Antonio.

Pedro Núñez: El del Movimiento del Navio

Pedro Núñez: Arte de Navergar, impreso 1542. fol. 1556. fol. 1573. fol. Tratado en defensa de la Carta de Marear, con el Regimiento de la Altura, imp. 1537. fol. Portugués

Pedro Núñez, Portugués: Del Arte de Navegar, i sus Instrumentos, en Portugués, impreso fol. I en Latin, con otras Obras, 1562. 1566. fol. 1573. fol. 1576. fol. 1578. 8. Derrotero del Brasil. El P.Simon de Vasconcelos en la Chronica del Brasil, fol. 12. De los Rumbos, M.S. 4. está en la Librería del Rei, despues de Diego Perez de Mesa.

Medio siglo más tarde otro erudito y polígrafo llamado Nicolás Antonio cita a Núñez entre los escritores españoles en un enciclopédico "índice bibliográfico" titulado *Bibliotheca Hispana, Nova*, Roma, 1672, enumerando sus obras:

PETRUS NONNIUS, vulgo Núñez, Salaciensis (Alcazar do Sal urbs est nostro tempore, Refendius in Antiquitatum Lusitanarum Commentariis ait, non admondum clara, nisi civem haberet Petrum Nonnium, mathematicum cum primis nobilem), iis diebus profitebatur exponebatque civibus suis mathematicas disciplinas, quibus eorum classes ufque in orientales Indos per vasta novaque ac procellosa maria, & quasi per alium orbem & fub alio caelo & astris, ferebantur. Quas artes in academia Conimbricenfi publice, & private Ludovicum Portugalliae Infantem, Emmanuelis Regis filium, docuiffe eum refert Damianus Goefis in Emmanuelis Historiae prima parte, cap. CI. Contentus ero magni viri laudes, operum recensione, atque hoc politissimo Georgii Coelii epigrammate, quod inter alia ejus carmina editum est, concludere:

Qui cupis e terris arcana incognita coeli
Noscere, & ignoto pandere vela mari,
En tibi qui summu referat sublimis olympum:
Per medios fluctus, hoc duce, tutus eris.
Haud mirum ingenii tot opes florere libello,
Nobilis egregium condidit auctor opus.
Si clarum Alcidae durat per saecula nomen
Quod coelum potuit sustinuisse humeris;
Non minor & Petri dicenda est gloria Nonni,
Cujus mens terras, aequora & astra capit.
Ejus opera haec laudantur, imprimisque:

De Arte navigandi, libri duo: in quorum priori tractantur pulcherrima problemata, in altero traduntur ex Mathematicis regule & artis navigandi; quibus varia rerum Astronomicarum phoenomena circa coelestium corporum motus explorare possumus. Conimbricae post alias editiones prodiit 1573. in his Basileensem apud Henricum Petri 1566. & Parisiis in folio cum Annotationibus in Illustrium Philosophorum & Poetarum effigies XII.

Annotationes in Aristotelis Problema mechanicum de motu navigii ex remis.

Annotationes in Planetarum Theoricas Georgii Purbachii. Basileae haec duo cum Arte navigandi edita sunt 1566. in folio. Annotationes in Purbachium feorfim Conimbricae 1578. in folio.

De Crepusculis liber unus. Olisipone 1542.4. apud Ludovicum Rodriguez; cum Alhaceni Arabis ejusdem argumenti libro, & cum novis Sebastiani Fabricii figuris. Basileae apud Henricum Petri 1583. & 1592. in folio.

De Erratis Orontii Finei regii mathematum Lutetiae Professoris liber unus. Conimbricae 1546. in folio. Haec Latine. Vulgaria sequuntur:

Tratado da Sfera, com a Theorica do Sol, & da Lua, e primeiro libro da Geografia de Claudio Ptolomeo Alexandrino. Hunc e Latina interpretatione in Lusitanum vertit Nonnius, annotationesque & figuras adjunxit. Simul editus est:

Um Tratado em defensam da Carta de marear com o regimento da altura. Olisipone apud Germanum Gallardum 1537. in folio.

Hua Annotaçaõ a sfera de Ioam de Sacrobosco. Hanc Latinam fecit Elias Vinetus, edidique una cum aliis diverforum fragmentis & annotationibus fuis ad eumdem Sacroboscum, 1586. in 8. atque etiam Franciscus Juntinus haec omnia vulgavit 1565. in 8. Imo Venetiis prodiit hoc opus ex typographia Hieronymi Scoti 1562 in 8.

Libro de Algebra em Arithmetica e Geometria. Hic Castellane prodiit Antuerpiae apud Joannem Steelsium 1567. in 8. Noniium nostrum in mathematum peritia summis pene parem fuisse judicium est Simonis Stevini in Appendice Loxodromiarum, uti refert Gerardus Joannes Vosius De Scientiis Mathematicis cap XLIX. qui & cap. XXXVI. eumdem laudat, laudarique ait ejus Notas in Purbachium, tum ab acumine & perspicuitate, tum etiam quod multa dicat aliis indicta, variosque aliorum corrigat errores.

3. En la época de las Luces, va a recuperarse un conjunto de figuras del pasado español, bien del pensamiento, bien de las ciencias, ya que nuestra Ilustración tuvo, a la vez, una componente cosmopolita y un afán por modernizar la "nación", apoyándose con especial interés en la cultura del siglo XVI y tomando como referencia nuestra literatura científica de esa centuria.

Ahora bien, resulta curioso que el nombre de Pedro Núñez venga asociado expresamente a la famosa polémica sobre la ciencia española – un tópico contemporáneo, luego –, y, por tanto, al artículo «Espagne» que Masson de Morvilliers redactó en 1782 para el tomo de geografía de la *Encyclopédie Méthodique*, originando una presunta leyenda antihispánica. Sólo presunta, pues no olvidemos que pretendía hacer, en realidad, una alabanza al presente de las Luces españolas, en pleno auge en ese momento; en efecto, toda su exagerada argumentación le servía para elogiar, al final, la tarea realizada por Carlos III y por la expansión de la Ilustración en España: «la philosophie a pénetré enfin dans le royaume, et a déjà détruit une foule de préjugés» (*Encyclopédie Méthodique*, Géographie, p. 566).

Y de antemano el nombre de Pedro Nunes aparece, como decíamos, en la "Respuesta" que dio Carlo Denina a Masson, nada menos que en la Academia de Berlín, de 1786. Allí aparecían (cf. la antología de E. y E. García Camarero, *La polémica de la ciencia española*, Madrid, Alianza, 1970), estas palabras:

Ni España ni ninguna otra nación disputan a Vieta el honor de haber creado en alguna forma el álgebra aunque los franceses no ponen en duda que este algebrista no haya estado precedido por Tartaglia, por Ferrari, por Cardano y por otros autores italianos. Y si se quiere incluir a los portugueses bajo el nombre de los españoles, Núñez ha precedido a Vieta en muchos años y le ha ayudado en sus luces.

No olvidemos además que los indicios de una transformación radical de la cultura española, por entonces, se evidencian en el esfuerzo truncado de la *Encyclopedia Metódica*, impresa en Madrid. El «affaire Masson» produjo retrasos en esta traducción, pero en 1792 aparecieron tres tomos de la *Geografía moderna*, traducidos por J. Arribas Soria. El artículo francés sobre «España» se ve modificado ahora, con una larga adición, en la que abiertamente se critica a Masson y se cita, precisamente, la defensa española de Denina, en Berlín, de 1786. Pero, en la edición original que al mismo tiempo circulaba en España, el artículo entero firmado por Masson se conservaba en su integridad, con la ironía final ya citada.

Desde luego que los ilustrados hablaron con orgullo de los avances de su siglo en todos los terrenos. Así lo hizo el historiador de nuestra economía política, Juan Sempere y Guarinos, en su valioso *Ensayo de una biblioteca española de los mejores escritores del reinado de Carlos III*, 1785 y 1789. El trabajo, un manifiesto de las Luces, logró el mejor retrato sobre la actividad intelectual en tiempos renovadores (alcanzando cierta divulgación en Francia, Italia y Suecia). Incluye un apartado sobre los progresos en química y en matemática; y, si bien procede señalar no aparece en sus seis tomos el nombre de Núñez, por supuesto que ese libro – tan indicativo de lo que ocurría en la cultura carolina – arranca de la polémica con Masson.

4. Seguramente otros artículos y gacetillas del momento repetirían los argumentos de Denina u otros autores. En todo caso, tuvo cierta resonancia por entonces ese debate, y se convierte en un tópico, apto para su utilización y manipulación ulterior. De hecho el nombre de Pedro Núñez está presente en todos los debates de finales del siglo XIX. Así sucede con el matemático y futuro premio Nobel, Echegaray, con su artículo "Historia de las matemáticas puras en nuestra España" (Academia de las Ciencias, 1866):

Nuestra Península, antes de caer en el mortal abatimiento de los siglos venideros, hace un último esfuerzo y da el postrero y angustioso adiós a sus pasadas glorias, con el castellano Juan Rojas y con el ilustre portugués Núñez.

Asimismo, aparece Pedro Núñez en varios textos de Menéndez Pelayo en loor de la ciencia peninsular, desde 1876, *Revista Europea*, de julio, "Masson redivivo":

Volviendo a nuestro asunto, yo le diría al señor Revilla si, a su juicio, debe mencionarse en una historia de la ciencia la invención de las cartas esféricas o reducidas y la del nonius. Pues a dos españoles fueron debidas: la primera a Alfonso de Santa Cruz y la segunda a Pedro Núñez. [...] aquellos insignes españoles que en el siglo XVI enseñaron con general aplauso las ciencias de la cantidad y de la extensión en aulas españolas y extranjeras, como fueron, entre otros que al presente omito, el cardenal Silíceo y su discípulo el doctísimo Hernán Pérez de Oliva, el aragonés Pedro Ciruelo, Pedro Juan Monzó, Núñez, los numerosos autores de tratados de la esfera,

y de septiembre, "Masson redimuerto":

que Núñez puede estimarse, al igual de Vieta, padre del Algebra, y que no está tan averiguado, como el señor de la Revilla supone con ligereza imperdonable, que sean de segundo orden todos los científicos españoles, por la sencilla razón de que ni el señor de la Revilla ni nadie que sepamos se ha tomado la molestia de probarlo.

Ambos textos fueron incorporados a la famosa, extensa y bastante reiterativa, *La ciencia española* (1ª ed. de 1876; 3ª ed. bastante ampliada de 1887, luego en Madrid, V. Suárez, 1933) en donde además ofrece una relación de las obras de Núñez. Pero es en *La España Moderna*, "Esplendor y decadencia *de la cultura científica española"*, 1894, en donde introduce una reflexión crítica de ellas en relación con las opiniones de historiadores europeos:

Montucla, cuya obra ha sido clásica por tanto tiempo, escasamente cita en los cuatro volúmenes de la segunda edición de 1802, adicionada por Lalande, más nombres de matemáticos españoles que los de Juan de Rojas, Alonso de Córdoba, Gaspar Lax (a quien, por cierto, convierte nada menos que en Papa), Silíceo, Pedro Juan Núñez y don Antonio Hugo de Omerique. Russut, en el elegante y rápido discurso preliminar de la parte consagrada a las Matemáticas en la Enciclopedia Metódica, habla vagamente de los árabes, y hace un notable elogio de Núñez. El compendio de Fernando Hoefer, que anda en manos de todos, cita sólo a San Isidoro, a algunos árabes, a Juan Hispalense y a Núñez. Y, finalmente, en los doce tomos de la Historia de las ciencias matemáticas y físicas de Maire, sólo ocho españoles logran cabida: Abén Ezra, Alfonso el Sabio, Arnaldo de Vilanova, Geber, Juan de Sevilla, Núñez, Raimundo Lulio y Miguel Servet. ¿Por qué maravillarnos de que los que sólo estudian la historia de la ciencia en estos libros generalísimos tengan tan pobre la idea del desarrollo de las disciplinas matemáticas en España? Si nosotros no nos apresuramos a llenar esa laguna, ¿cómo hemos de esperar que lo intenten aquéllos a quienes nada importa? Y todavía hemos de agradecer a los extraños lo poco que han querido decirnos.

Como es sabido, este gran erudito, que repite una y otra vez las alabanzas a Núñez, no apreciaba precisamente a nuestros ilustrados, y menos aún podía captar la ironía del texto de Masson, que había originado tantos malentendidos. Tampoco podía conocer bien el valor del portugués, dada su formación no científica.

Pero tanto la inicial presencia de Pedro Núñez en el texto de Denina, como lo rastreado en la segunda mitad del siglo XIX por José de Echegaray o Marcelino Menéndez Pelayo, unido a la *Cultura científica en España en el siglo XVI* de Acisclo Fernández Vallín como los estudios de la náutica, todos ellos unidos lograron perpetuar su memoria, uniéndola a la tradición científica de la Península. Así, Fernández Vallín, *Cultura científica en España en el siglo XVI*, 1893, alaba a Núñez con estas palabras:

Pedro Núñez, catedrático de la Universidad de Coimbra, figura por voto unánime de los escritores extranjeros, entre los más insignes geómetras de su tiempo, como lo prueban, entre otros muchos de sus trabajos, el haber descubierto y corregido sabiamente los errores en que había incurrido Oroncio Fineo, ilustre escritor de aquella época, en muchas cuestiones matemáticas, cuyos opúsculos se reimprimieron unidos á su Arte de navegar; haber deducido las leyes del movimiento de retrogradación de la sombra en el cuadrante solar; dar una nueva fórmula para calcular la latitud por medio de las alturas del sol y del azimut; resolver el problema del mínimo crepúsculo, que cerca de dos siglos después dio tanto que hacer al afamado geómetra Bernoulli; estudiar el movimiento del buque de remo, y anotar la Mecánica de Aristóteles. Su Álgebra con el principal objeto de aclarar y demostrar la obscura doctrina de Lucas de Burgo, mereció que los italianos la consideraran como una perfección de esta misma obra. En ella examinó los descubrimientos de Cardán y Ferrari, los más notables matemáticos contemporáneos suyos, y refutó los errores en que había incurrido Tartaglia, como lo habían hecho también otros matemáticos españoles. Núñez dejó, por último, en la historia de la ciencia su nombre para mientras haya instrumentos de precisión, puesto que tiene el mérito de haber inventado un aparato genérico para medir las fracciones de la unidad longitudinal, recta ó circular: instrumento que salió tan perfecto de sus manos, que sustancialmente apenas han podido modificarlo tres siglos de constante progreso.

Entre los historiadores españoles de la náutica del siglo XIX destacó fundamentalmente Martín Fernández de Navarrete, quien en su *Historia de la Náutica Española y de las ciencias matemáticas*, Madrid, Imprenta de la viuda de Calero, 1846, decía lo siguiente:

Con mayor aparato é instrucción en las matemáticas, entró en esta carrera el célebre Pedro Núñez, autor del tratado latino "De arte atque ratione navegandi", impreso en Coimbra en 1546. Dividióla en dos partes; contiene la primera la resolución y demostración de dos problemas concernientes al arte de navegar; y la segunda las reglas é instrumentos para varias cosas, tanto marítimas como de fenómenos ó apariencias celestes, fundadas en los principios matemáticos. El célebre Martín Alfonso de Sousa propuso á Nuñez varias dudas sobre la navegación, de resultas de la que había hecho á la India por los mares del sur; y la satisfacción que dio á ellas le abrió campo para examinar los principios científicos de la náutica y refutar los errores en que se incurría, por la ignorancia de los navegantes. Con este objeto había escrito y publicado en 1537, dedicándolo al Infante D. Luis, el tratado de la esfera con la teórica del sol y de la luna: y el primer libro de la geometría de Tolomeo, aumentados con muchas anotaciones y figuras para su más fácil inteligencia. Además dos tratados sobre la carta de marear, en los cuales se declaran todas las principales dudas de la navegación, con las tablas del movimiento del sol y su declinación,

y el regimiento de la altura así al medio día, como en los otros tiempos. Había también escrito y publicado unas Anotaciones á la Mecánica de Aristóteles, ilustrando varios problemas sobre el movimiento de la nave impelida por los remos; y otras sobre la teórica de los planetas de Purbach; un libro sobre los Crepúsculos, al que unió otro tratado de la misma materia del árabe Alhacen, interpretado por Gerardo Cremonense; otro refutando con sumo juicio y solidez algunas doctrinas y paralogismos de Oroncio Fineo, célebre matemático de aquel tiempo; cuyos opúsculos se imprimieron unidos al Arte de navegar; y es fácil concebir que el estudio analítico y particular de tales materias debió refluir ventajosamente en su aplicación á la náutica. Cuando una nave sigue en su derrota un rumbo ó dirección oblicua al meridiano, la línea que describe no es ciertamente un circulo máximo, sino la loxodromia que tiene propiedades particulares dignas de consideración. Reflexionando Núñez sobre los defectos de las cartas planas que se usaban en su tiempo, trabajó en rectificarlas: y con esta mira examinó la naturaleza de la loxodromia, trazó los fundamentos de su teoría y propuso la construcción de una tabla loxodrómica. Laudable, pues por haber sido el primero que conoció algunas propiedades de esta curva, es más disculpable su engaño en algunos puntos creyendo, por ejemplo, que los senos de las distancias al polo estaban en proporción continua, cuando los ángulos formados por el meridiano eran iguales; siendo así que son las tangentes de los semicomplementos de la latitud, los que crecen ó se aumentan siguiendo esta ley. Stevin advirtió y corrigió este error de Núñez en su tratado de navegación, y dio mas claridad y exactitud á la doctrina de estas líneas, que perfeccionaron después Harriot, Wrigth, Snellius, Halley, Leibnitz y otros insignes matemáticos. Otra prueba de su ingenio dió Núñez en la solución del problema del menor crepúsculo; problema que Jacobo Bernoulli confiesa habérsele ocultado por mucho tiempo; y aunque al fin le resolvió de un modo mas elegante, no deja de hacer honor á Núñez el haberle resuelto é ilustrado con dos siglos de anticipación: cuando, según Montucla, el problema es tal que cualquiera que refiere con este motivo la desconfianza en que se debían tener las cartas hechas en Portugal desde 1530 en adelante, porque hallándose él en Lisboa en 1545, el Dr. Pedro Núñez, cosmógrafo de aquel reino, mandó a los maestros de hacer cartas que encogiesen en ellas algunos golfos que estaban en el camino de la India; y esto lo hacían en las que se habían de vender públicamente y sacar del reino; pues las que llevaban y usaban sus pilotos se las daban en la casa de la India en Lisboa, y al regreso del viage las volvían á recoger con las observaciones que de nuevo se habían hecho.

Pedro Núñez que tradujo al vulgar un libro de la esfera por los años de 1537. La obra de este escritor es en efecto metódica, clara y oportuna para la enseñanza de la náutica: porque no solo comprende toda la doctrina de esta facultad sin impertinentes discusiones y sino que hace un uso muy discreto de sus conocimientos matemáticos para la resolución de algunos problemas, y construcción de los instrumentos convenientes á la navegación.

Pero no se puede concluir el recorrido sobre la historiografía científica española del siglo XIX sin hacer mención al espléndido trabajo bio-bibliográfico de Picatoste Rodríguez, que le hizo acreedor a uno de los prestigiosos premios otorgados por la Biblioteca Nacional, titulado *Apuntes para una Biblioteca científica española del siglo XVI,* Madrid, 1868, fuente indispensable para estudiar la ciencia española de ese siglo. En este texto Picatoste dedica una amplia referencia a las obras de Núñez, comenzando con una breve biografía:

Núñez Salaciense (Pedro).

Nació en Alcázar de la Sal en el año 1492; estudió Filosofía y Medicina en Lisboa, recibió el grado de Doctor y explicó una cátedra de Filosofía desde 1530 á 1533. Aplicóse especialmente al estudio de las ciencias matemáticas, y obtuvo la primera cátedra de Coimbra el 16 de Octubre de 1544, conservándola hasta el año de 1562, en que fué jubilado por su avanzada edad de setenta años. Murió en 1577 en la misma ciudad de Coimbra.

Núñez sobresalió en todas las ciencias exactas y en sus aplicaciones, no sólo por sus grandes conocimientos, sino por el ingenio que demostró en la perfección de los métodos y en la resolución de los problemas. Inventó el instrumento que lleva su nombre, ó el de Nonius en latín, para las mediciones de fracciones, instrumento utilísimo que no ha podido modificar un progreso de tres siglos; refutó y corrigió sabiamente á Orocio Fineo en muchos puntos matemáticos y en la retrogradación de la sombra en los cuadrantes solares; dió á conocer muchas y nuevas propiedades de las loxodromías; determinó la latitud por medio de dos alturas del sol y del azimut; resolvió el problema del menor crepúsculo, que se ocultó por bastante tiempo al gran Bernouilli casi dos siglos después, y corrigió, perfeccionó é ilustro un gran número de teorías y problemas de menor importancia, refutando las obras de Pedro Apiano, de Jacobo Tiegler y de Tartaglia. Comentó sabiamente las teorías de los planetas de Purbachio y anotó la mecánica de Aristóteles, estudiando los movimientos de un buque de remos.

Núñez debe de figurar entre los primeros matemáticos del siglo XVI, y como uno de los que más trabajaron por el progreso de todas las ciencias en la teoría y en la práctica.

El P. Deschales, en su "Mund. Math.", asegura que siempre perdurará en la posterioridad la justa fama del nombre de Núñez, el cual ha merecido que le estudien y analicen los astrónomos y matemáticos más profundos, como Lalande y Baylli.

Al analizar el *Libro de algebra en aritmética y geometría* Picatoste recoge completa la "advertencia al Lector" por la crítica tan acertada, a su juicio, que hizo Núñez de los textos anteriores sobre esa materia.

5.- Los estudiosos de la primera mitad del siglo XX, como Sánchez Pérez, Francisco Vera o Rey Pastor, aunque de un modo menos erudito, dieron cabida a Pedro Núñez siempre en sus escritos, más o menos amplios, redactados aisladamente o en colaboración. En ese sentido, se produce una normalización de la presencia de Núñez en un momento de gran desarrollo cultural.

Así Sánchez Pérez, en su artículo "La Matemática" contenido en *Estudios sobre la ciencia española del s. XVII,* Madrid, Gráfica Universal, 1935, se refiere a Pedro Núñez al recoger unas breves biografías de dos matemáticos españoles contemporáneos del portugués. Al hablar de García de Céspedes señala:

En el folio 94 verso (del Libro de Instrumentos Nuevos de Geometría), explica el cuadrante de Pedro Núñez, según su libro de Navegación, y en el 95 verso, explica otro instrumento anular, también de Pedro Núñez.

El otro libro publicado por Céspedes en Madrid, 1606, lleva por título Regimiento de navegación que mandó hazer el Rei nuestro Señor por orden de su Consejo Real de las Indias. Es de gran interés histórico, porque además de exponer las investigaciones personales para la determinación de la altura del Polo, contiene rectificaciones y observaciones a los trabajos de Labaña, Pedro Núñez, Zamorano, Tovar y otros. ..

Y en las líneas que dedica a Juan Cedillo Díaz dice:

Del ms. de la Biblioteca Nacional antes citado, he tomado datos de las tres obras siguientes de Cedillo:

Los dos libros de la arte de navegar de Pedro Núñez de Saa.

Merece la pena citar extensamente ahora tanto a Vera como a Rey Pastor dos grandes pioneros en la historia de la ciencia, y que tuvieron que seguir trabajando en el exilio argentino. Una vez más, la destrucción de la cultura española de la Edad de Plata con la guerra civil, tiene su eco negativo en el impedimento de la construcción de una sólida historiografía científica que habría partido, además, de las ciencias formales.

Francisco Vera analiza la obra de Núñez repasando lo que de ella habían dicho los historiadores españoles anteriores a su tiempo, en *Los historiadores de la matemática española*, Madrid, 1935:

Pues bien, ... a pesar del recelo con que Montucla miraba todas las cosas de España y a pesar de lo poco enterado que estaba de la vida de nuestros matemáticos, a la mayor parte de los cuales hace curas y a alguno, como Gaspar Lax, lo eleva a la categoría de Papa, reconoce que los cristianos occidentales debieron la Aritmética al monje Gerberto; hace elogios de Averroes, Alpetragio, Azarquiel y Alfonso X – aunque le da algún arañazo a éste –; destaca los progresos que debe la Astronomía al sevillano Cheber Benaflah; proclama el valor de Pedro Núñez por sus trabajos para encontrar la loxodromia y, sobre todo, por su resolución del problema del crepúsculo mínimo, que Santiago Bernouilli había perseguido en vano durante muchos años.

Vera, en otra de sus obras, *Historia de la Ciencia*, vol. 1, Mérida (reeditada por Editora Regional de Extremadura, 2000), aporta una breve biografía de Núñez en el capítulo dedicado a las *Matemáticas en el Renacimiento:*

Pedro Núñez nació en Alcacer-do-Sal (Portugal) el año 1502; estudió primero en Lisboa y después en Salamanca, y, aunque se ignora quienes fueron sus maestros en esta Universidad, hay motivos bastantes para creer que oyó lecciones de Salaya y de Martínez Silíceo; en 1529 fue nombrado cosmógrafo real, y en 1544, profesor de Matemática de la Universidad de Coimbra. Murió en agosto de 1578.

Núñez es uno de los precursores de los grandes matemáticos del siglo XVII, a algunos de los cuales se adelantó, como Bernouilli, y, según su biógrafo Antonio Ribeiro des Santos, fue "el matemático de más nombre que tuvo Portugal y de toda España en el siglo XVI".

El año 1567 publicó en Amberes, en castellano, el Libro de Álgebra en Aritmética y Geometría; pero fue escrito en portugués antes de 1534, según se desprende de una carta de Núñez dirigida al infante dn Enrique, y seguramente conocieron el manuscrito otros autores, a juzgar por estas palabras finales del autor: "... tomé ha muchos años este trabajo de componer este libro, y antes que entendiese en lo hacer imprimir, y aviéndolo comunicado a muchos, que dél sacaron lo que bien las paresció, ...".

El libro de Núñez, traducido enseguida al francés, y al latín, es superior a la Summa de Lucas de Burgo en cuanto al orden y sistematización de sus ideas, cumpliendo el plan que se había trazado su autor: dar a conocer el Álgebra en España. "Ajuda oje em Espanha ha muy poucos que tenham noticia de Álgebra", dice Núñez, de acuerdo con lo que poco antes había apuntado Marco Aurel en la dedicatoria de su Aritmética algebraica, Valencia, 1522, al "muy magnífico señor Mossén Bernardo Cimón", al decir que escribió su obra en consideración "a la gran falta que en estos Reynos de España ay de la Sciencia Matemáthica".

Dado el objeto vulgarizador de Núnes, su obra tiene pocas aportaciones originales; pero contribuyó poderosamenete al desarrollo del Álgebra y aún aquella escasa originalidad fue fecunda en desarrollos posteriores.

Pedro Núnez estaba al corriente de los conocimientos matemáticos de la Europa de su tiempo, y buena prueba de ello es que se preocupó de la ecuación de tercer grado, cuya solución era desconocida cuando escribió su Libro (1534), pero, antes de imprimirlo (1567), llegó a su poder al "Ars Magna" de Cardano y las obras de Tartaglia, puesto que al final de su obra dedicó a los lectores una carta en la que dice: "Y aquí acabo esta obra suplicando a los lectores que no me quieran dar culpa por no traer esta Regla de cosas y cubo yguales a número, y las otras

dignidades desproporcionales, por sus principios, porque el trabajo era grande, y muy chico el loor, principalmente no me contentando aquella manera de notificar el valor de la cosa allá lo hallarán todo tratado por el Cardano, bien o mal. Y si Dios me diese a entender otro modo mejor, traerlo emos en otros libros."

De aquí no parece deducirse que Pedro Núñez tuviera el proyecto de escribir otro libro en que explicase "la Regla de cosas y cubo yguales a número", sino más bien que buscaría otro método mejor.

Si interesante es la labor de Núñez en Álgebra, lo es más como geómetra. En su tratado "De erratis Orontii Fineo", publicado en 1546, puso de relieve las equivocaciones del famoso matemático francés en sus pretendidas soluciones de cuadrar el círculo, trisecar el ángulo y duplicar el cubo, y en su "De arte atque rationes navigandi", 1546, encontró la curva loxodrómica, a la que llamó rumbo, nombre adoptado por los marinos hasta el siglo XVII, en que recibió el actual. Núñez demostró que las líneas recorridas con rumbo fijo, es decir: cortando a la meridiana bajo un ángulo constante, no eran círculos máximos, como se creía, sino espirales esféricas que tienen el Polo por punto asintótico, o sea: que dan infinitas vueltas alrededor del Polo sin llegar nunca a él.

También aportó algunas contribuciones originales a la Trigonometría en una obra, perdida, pero cuyo contenido ha sido reconstruido por Gomes Teixeira por medio de numerosos pasajes de otras obras en que aplica la Trigonometría.

Rey Pastor, en su *La ciencia y la técnica en el descubrimiento de América*, Buenos Aires, dedica un amplio comentario a Núñez y a sus aportaciones, especialmente a sus ideas sobre la curva loxodrómica:

Las mentes especulativas se plantean cuestiones teóricas de ciencia pura. Tal, por ejemplo, la invención de la loxodromia por el genial Pedro Núñez, con la cual enriquece la geometría esférica

Es cierto que desde el punto de vista náutico interesa sobremanera distinguir la navegación por loxodrómica, la más sencilla, aunque no la más breve, y la navegación ortodrómica, o sea por el arco de circunferencia máxima, que es el más corto; pero a Núñez le interesa el estudio de la curva en sí, con sus dos ramas espiriformes en torno de los polos, aunque ello carezca de interés práctico, y se preocupa asimismo de otros problemas desinteresados, como el del crepúsculo mínimo.

Algún historiador entusiasta, deseoso de acrecer la gloria de Pedro Núñez, que no necesita de tales recursos, deja entrever que, por mediación del inglés Dee, Mercator se inspiró en la idea de las cartas parciales (quarteladas) con que el gran cosmógrafo lusitano pretendió salvar la desigual dilatación sufrida por los paralelos en las cartas cilíndricas, adoptando escala distinta para cada trozo; pero entre esto y la genial idea de Mercator, media un abismo comparable al que señalaremos en el pertinente capítulo. Todos los empeños de españoles y portugueses en este problema no pasaron de ser meritorios esfuerzos malogrados; y son vanas todas las desfiguraciones de la realidad.

Al mencionar a los libros de náutica, Rey Pastor confiere una singular importancia a Núñez:

Avanzando más en el tiempo, basta recordar que en 1412, es decir, 68 años antes de la llegada de Behaim, el infante Don Enrique había creado la famosa estación naval de Sagres, verdadera Escuela Náutica, que parece ser la primera en la Historia, y llamó a regentarla al famoso cosmógrafo mallorquín Jaime o Jacomo de Mallorca, experto en construcción de brújulas y en el trazado de las cartas de marear. La Junta de matemáticos vino a proseguir esta tradición, y de ella surgieron figuras como Duarte Pacheco Pereira, Juan de Lisboa, Francisco Faleiro, autores todos de libros de Náutica, constelación que alcanza brillo sin igual al aparecer en el siglo XVI Pedro Núñez, astro de primera magnitud y quizás el primer cosmógrafo de su época, de quien son dignos colegas los españoles Pedro Medina y Martín Cortés.

Y cuando se detiene en el tema de las cartas náuticas vuelve a considerar la figura de Núñez:

Creíase que tal curva (la recta) es una circunferencia máxima, hasta que Pedro Núñez (Nonius) hizo notar el absurdo de tal hipótesis, puesto que navegando siempre hacia N. O., por ejemplo, mal se puede llegar al hemisferio meridional. La naturaleza espiriforme de la curva fue estudiada por Núñez, aunque no llegó a descubrir sus propiedades; y el muy adecuado nombre que le puso (rumbo) sigue adoptado por muchos tratadistas alemanes.

Santa Cruz, Cortés y Núñez sintieron sin duda la necesidad de modificar la proyección cilíndrica que solía utilizarse para las cartas marinas, pero nos faltan documentos para poder juzgar las afirmaciones de sus panegiristas que les atribuyen el descubrimiento.

En el tema de la desviación magnética, Rey Pastor, aunque reconoce a Núñez su gran nivel, denuncia el que no aportara ninguna idea original:

En 1525 Guillen de Castro combinó el gnomon con la aguja para poder medir la declinación, e intentó deducir así la longitud geográfica con esta «brújula de variación», la cual fue perfeccionada por Pedro Núñez y por Juan de Castro, cuarto virrey de la India.

En 1545, medio siglo después de los viajes de Colón, el tratadista Pedro de Medina negaba formalmente en su Regimiento de navegación la declinación de la aguja, que atribuía a construcción defectuosa y a errores de los navegantes. El propio Pedro Núñez, cuya cultura científica era superior a la de sus coetáneos, tenía análoga opinión, atribuyendo la desviación a debilitarse la fuerza magnética de la aguja por el uso.

En otra obra posterior, *La Técnica en la Historia de la Humanidad,* Buenos Aires, Editorial Atlántida, 1957, Rey

Pastor vuelve sobre el tema de las cartas náuticas y sobre la auténtica aportación a ellas de Núñez:

Mientras la navegación tuvo por ámbito la cuenca del Mediterráneo, con excursiones no muy extensas por el Atlántico hacia el norte y el sur las cartas de brújula llamadas portulanos correspondían bien a la realidad física, porque entre latitudes no superiores a 45° las curvas seguidas por un navío con rumbo fijo, es decir, formando ángulo constante con el meridiano (curvas que Pedro Núñez llamó rumbos), están sensiblemente representadas en el portulano por líneas rectas. Pero después de la circunnavegación del África y del descubrimiento de América en el siglo XV tal acuerdo cesó.....

La cartografía no habría salido de su atasco sin la ayuda de un portugués y un flamenco. Pedro Núñez estudia la naturaleza de la curva rumbo, que no es circunferencia, como erróneamente se creía, sino espiral, con dos puntos asintóticos en los polos. Con este descubrimiento capital queda demostrada la imposibilidad radical de representar las latitudes por rectas en los portulanos.

Este esclarecimiento negativo, que Núñez no logró completar, fue seguido en 1569 por la gran invención de las cartas de latitudes crecientes, que debemos a Mercator, magnífica y definitiva solución al problema de la cartografía náutica, que no ha cambiado en cuatro siglos.

En otro orden de cosas, destaca que el estudioso y divulgador de la matemática (cuya carrera prosigió en la politécnica de Asturias) Teófilo Martín Escobar publicó en 1933, en Madrid, el estudio *Sobre el "Libro de Algebra en Arithmética y Geometría" de Pedro Núñez*. Este trabajo, reseñado en los dos libros de Vera, supone por vez primera una indagación interna de las fuentes y argumentaciones de Núñez.

6. El período de normalización de los estudios de historia de la ciencia desde los setenta del pasado siglo XX ha logrado que luego – en los ochenta y noventa – se hable de Núñez de un modo bastante diferente, aunque por supuesto se le haya integrado con los logros matemático y naúticos que el sur europeo alcanzó en el siglo XVI. Por supuesto, ahora ya no hay un afán ni por separarle ni por integrarle entre los castellanos, sino de intentar comprender cuál fue su peso en el momento.

Debemos citar en primer lugar al superviviente (y único que se quedó en España) José Mª Millás Villacrosa (1897-1962), quien *en Nuevos estudios sobre historia de la ciencia española*, Barcelona, C.S.I.C., 1960, dedica Núñez los siguientes comentarios:

También compusieron sendos tratados sobre el Arte de navegar los grandes matemáticos y cosmógrafos – de los que vamos a hablar más adelante – Pedro Núñez (Nonius): "Tratado da Sphera", "De Arte atque ratione navigandi libri duo" (1546, 2ª ed., 1573), y Alonso de Santa Cruz, con su "Libro de las longitudes, y manera que hasta agora se ha tenido en el arte de navegar, con sus demostraciones y ejemplos". Pero es curioso registrar que algunos cosmógrafos posteriores a Colón, cosmógrafos de gran mérito, como el célebre Pedro Núñez, como Pedro Medina, como Pedro Sarmiento – considerado el más sabio marino de su época –, negaban el fenómeno de la variación magnética, y el último, casi al fin del siglo XVI (1580), decía que poniendo suficiente aceite en el eje de la aguja magnética no se registraban ya más variaciones.

Pero por respeto a la verdad, y para no confundir la historia de la ciencia con el culto a los nacionalismos, hemos de decir que ni Martín Cortés, ni Alonso de Santa Cruz, ni Pedro Núñez son los inventores de las cartas esféricas con los intervalos progresivos de los paralelos a fin de conservar los mismos ángulos y de convertir en línea recta la línea loxodrómica; en todo caso se puede decir que los cosmógrafos españoles de ese tiempo tuvieron como la intuición aproximativa de dicha solución, la cual llegó a la plenitud con Mercator, a fines del siglo XVI (1581), y con Wright, veinticinco años después.

En una obra mayor de la historiografía científica, que es compendio de muchas investigaciones y culminación de años de intenso trabajo, J. M. López Piñero, *Ciencia y técnica en la soiedad. española de los siglos XVI y XVII* (Barcelona, 1976), hablando del arte de navegar quinientista y de los "Regimientos de navegación de la época", señala que los portugueses habían publicado algunos hacia 1509 y 1517, pero que su contribución más importante fue "*la debida al gran matemático Pero Núñez, que publicó un Tratado de la sphera, 1537, en portugués, con una exposición sobre 'as principaes dubdas de navegaçao' y, sobre todo, la gran obra en latín titulada De arte atque ratione navegandi*" (p. 199). En cambio, López Piñero, al referirse a la matemática del Quinientos, se limita a decir, comparándola con obras de españoles: "*De gran altura es, por el contrario, el Libro de álgebra, 1564, de Pero Nunes. Aunque publicado en castellano en Amberes, corresponde, sin embargo, a la cultura científica portuguesa, como el resto de la obra del célebre catedrático de la Universidad de Coimbra.*"

En otra obra suya, *El arte de navegar en la España del renacimiento*, Madrid, 1982, dedica unas breves líneas al tratado de Núñez:

Posteriormente, su (de los portugueses) contribución más importante fue la debida al gran matemático Pero Nunes, que publicó un Tratado de sphera (1537) en portugués con una exposición sobre "as principaes dubdas de navegaçao" y, sobre todo, la gran obra en latín titulada "De arte atque ratione navegandi" (1546).

También al referirse a la obra de García de Céspedes hace mención a Núñez:

En ella se apoyó, como sabemos, en la obra de Copérnico y especialmente en la de Tycho Brahe. También utilizó los escritos de Nunes aun que no incorporó su concepto de loxodromía. Céspedes era, sobre todo, un notable diseñador de instrumentos.

Y vuelve a mencionarle al referirse a Cedillo y a sus trabajos manuscritos:

Quedaron manuscritas las obras sobre la materia de Juan Cedillo Díaz, otro profesor de la Academia. De ellas se conservan en la Biblioteca Nacional de Madrid un Tratado de la carta de marear, otro sobre "el nordestear y noroestear de las agujas", dos relacionados con la observación astronómica, así como una traducción castellana del De arte atque ratione navigandi de Núñez, autor que ejerció una gran influencia sobre Cedillo.

Cuando analiza el texto de Fernández de Enciso, recoge también la influencia de Núñez:

Fernández de Enciso ignoró la declinación de la aguja, o, por lo menos, no alude a ella en su tratado. En cambio, Falero le dedicó, como hemos dicho, un capítulo del suyo, en el que anota sus valores en diferentes lugares. La existencia del fenómeno fue negada por autoridades como Núñez y Medina, aunque este último rectificó más tarde su opinión, quizá por influencia de Martin Cortés.

Y lo mismo destaca al citar otros trabajos de los estudiosos de la navegación de la época:

El instrumento de Guillen alcanzó gran difusión entre los pilotos y significó para su inventor notable fama, aunque también fue acusado de copiar a Nunes o a otros autores portugueses. El boticario sevillano pretendía con él determinar la longitud, suponiendo que la variación de la aguja dependía de aquella.

El modelo preferentemente utilizado fue el denominado "carta plana", trazada con paralelos equidistantes de acuerdo con la proyección rectangular de Ptolomeo. Este tipo de mapa no resolvía el principal problema de la navegación, es decir, la representación de la trayectoria de un barco con rumo fijo mediante una recta que forme con el meridiano el mismo ángulo que el rumbo. Las bases para superar esta limitación las sentaron el portugués Núñez y el holandés Mercator. Nunes formuló la noción de loxodromía o línea que corta los meridianos terrestres formando con ellos un ángulo constante. Con ella, se haría posible la navegación según un rumbo verdadero, que describe un arco de loxodromía cuando no es exactamente perpendicular o paralelo al ecuador (derrota ortodrómica).

En el *Diccionario Histórico de la Ciencia Moderna en España* (1986), dirigido por López Piñero, en el que participaron varios historiadores contemporáneos, se hace mención repetida de Núñez al tratar las biografías de diversos matemáticos como Pérez de Moya, Alonso de Santa Cruz, García de Céspedes y Cedillo Díaz, valorándose la influencia del portugués en ellos.

En los últimos años, los trabajos de la nueva historiografía científica y los catálogos de buen número de exposiciones – hace años impensables – han normalizado la presencia de Núñez, figura bien difundida ya entre nosotros.

Los colaboradores de Felipe Cid, en *Historia de la Ciencia*, vol. 2. Edad Moderna. Barcelona, Editorial Planeta, 1979, considera a Pedro Núñez como la gran figura ibérica en la matemática.

Cerraremos este epígrafe (la matemática) con la figura del portugués Pedro Núñez Salaciense, sin duda alguna el matemático ibérico más brillante de este período. Pedro Núñez nace en Lisboa en 1502, estudia lenguas, filosofía y medicina en la universidad de su ciudad natal, y posiblemente matemáticas en Salamanca, y en 1529 es nombrado cosmógrafo real; en 1530 es profesor de filosofía de la universidad de Lisboa, reside en Salamanca entre 1538 y 1544 y regresa a Portugal para tomar posesión de la cátedra de matemáticas que para él se había creado en Coimbra, cargo que ocupará durante el período 1544-1561. Murió en esta última ciudad en 1577.

Pedro Núñez es conocido universalmente por la forma latinizada de su apellido, Nonnius, de la que deriva el nombre del instrumento que inventó para la medición precisa de ángulos pequeños. Las complicaciones técnicas que exigía la construcción del nonius tal como lo diseñara su inventor dificultaron su difusión generalizada, hasta que años más tarde, en 1631, Vernier proyectó una forma simplificada y utilitaria del mismo que es la que iba a emplearse de ahí en adelante.

Su más importante contribución a la cosmografía, el objeto principal de sus investigaciones junto con el arte de la navegación, es la resolución del problema del crepúsculo mínimo ("De crepusculis liber unus", Lisboa, 1542).

El resultado teórico de Núñez que más universal reconocimiento ha alcanzado entre los historiadores de las ciencias es su estudio de la curva a la que denominó rumbo, la actual curva loxodrómica. Según los navegantes y teóricos de la navegación de la época, para describir un círculo máximo sobre la superficie terrestre debía seguirse una curva que cortara bajo un ángulo constante a los meridianos, es decir mantener un rumbo fijo; siguiendo tal curva siempre se recorrería el camino más corto entre dos puntos. En su "Tratado em defensam da carta de marear", una de las partes de su más general "Tratado da sphera" (Lisboa, 1537), Nuñez estudia a fondo dicha curva, a la que denominó rumbo, pone al descubierto la falsedad de la suposición indicada, y demuestra con todo rigor que recorriéndola se produce una constante aproximación al polo sin nunca llegar a alcanzarlo; técnicamente, el polo es el punto asintótico del rumbo; a continuación, concluye que la distancia más corta entre dos puntos de la superficie terrestre nos la proporciona el arco de círculo máximo que los une.

Al margen de estas dos aportaciones de gran importancia y marcado carácter práctico, es interesante pasar revista al contenido de su "Libro de álgebra en arithmética y geometría", publicado en Amberes en 1564, aunque el propio Núñez nos indica en el prólogo que lo había redactado trema años antes. Se trata de una exposición sistemática de las operaciones algebraicas y de su aplicación a la resolución de algunos problemas geométricos. Aunque

sigue la notación de la Summa, hecho nada singular si aceptamos las indicaciones de Núñez en cuanto a la fecha de redacción de la obra – que por otro lado la colocan claramente al margen de la escuela inaugurada por Marco Aurel –, no por ello deja de ser superior a los restantes textos algebraicos renacentistas que aparecieron en la península ibérica. La falta de modernidad notacional y su carácter de mera compilación destinada a divulgar el arte de la cosa no impiden que sea el primer tratado de álgebra completo escrito en la península, demostrando un conocimiento de primera mano de las obras de Paccioli, Cardano y Tartaglia en sus críticas a las mismas que figuran en la parte final del texto.

Pedro Núñez es un matemático ibérico al tanto de la producción de sus contemporáneos europeos, cualidad singularísima a lo largo de nuestra historia, y su rigor expositivo y agudeza crítica son valores suficientes para convertirle en el principal matemático de la península durante el Renacimiento, y quizá de todas las épocas.

Entre los trabajos aparecidos en los últimos años destacan en sus referencias a Pedro Núñez algunos debidos a Navarro Brotons, Salavert Fabiani, Vicente Maroto, Esteban Piñeiro y Jalón Calvo, que muestran algunos aspectos novedosos del influjo del matemático saliciense en sus contemporáneos españoles y en el conocimiento de la matemática en España.

Vicente Maroto y Esteban Piñeiro en *Aspectos de la Ciencia Aplicada en la España del Siglo de Oro*, Valladolid, 1991, se refieren en repetidas ocasiones a Pedro Núñez, así:

En 1567 se publicó en Amberes el Libro de Álgebra en Aritmética y Geometría, del Catedrático de la Universidad de Coimbra y Cosmógrafo Mayor del rey de Portugal, el portugués Pedro Núñez, para muchos historiadores el matemático ibérico más brillante de este periodo. El original había sido escrito, bastantes años antes, en su lengua natal por el autor, quien ya jubilado lo tradujo al castellano por considerar "ser lengua más universal que la propia". Pese a ser portugués su creador, consideramos aquí esta obra por aparecer en castellano y por la difusión que llegó a alcanzar en nuestro país, junto al hecho de que por la similitud de las circunstancias en que se movía la ciencia en ambos Estados, las opiniones del catedrático de la Universidad de Coimbra tenían plena validez en España en ese momento histórico.

Esteban Piñeiro y Jalón Calvo, en *Juan de Herrera y la Real Academia de Matemáticas: la Academia y el Consejo de Indias* (*Instrumentos científicos del siglo XVI. La Corte Española y la escuela de Lovaina*, Madrid, Fundación Carlos Amberes, 1998), resaltan que un texto de Núñez fuera uno de los recomendados por Juan de Herrera para las lecturas en la recién creada Academia Real Mathematica: .

(Los de) figuras universales relativas a la construcción, astronomía, aritmética y geometría – Alberti, Zacut, Regiomontano, Michael Stifel, Luca Pacioli (Summa), Jacques Pelletier, Tartaglia y Pedro Núñez –, siguiendo las pautas de su rica biblioteca matemática y científica en general.

Navarro Brotons, en su *Astronomía y cosmología en la época de Felipe II: astronomía y cosmografía (Instrumentos científicos del siglo XVI. La Corte Española y la escuela de Lovaina*, Madrid, Fundación Carlos Amberes, 1998), pone de relieve que:

Tovar determinó en 1563 con un cuadrante y con notable precisión la distancia polar de Ursae minoris y demostró que las consideraciones de Pedro Núñez de que las correcciones del regimiento de la polar variaban con la latitud, aunque ciertas, carecían de importancia práctica.

Del mismo historiador valenciano es la cita que hace en "De la filosofía natural a la física moderna" *(Historia de la Ciencia en Castilla y León, Siglos XVI y XVII*, Valladolid, Junta de Castilla y León, 2002, v. III):

Pedro Núñez, basándose en Faleiro o de forma independiente, también diseñó un «instrumento de sombras» similar al descrito por Faleiro. Alonso de Santa Cruz atribuye al farmacéutico sevillano la invención de un instrumento semejante que había presentado ante una junta de expertos en Lisboa hacia 1525. Y aunque fue acusado de plagiario por los portugueses, la documentación no apoya esta versión de los hechos, y sugiere que todos estos autores diseñaron instrumentos semejantes y basados en similares principios, pero no exactamente iguales.

Esteban Piñeiro y Salavert Fabiani en "La Matemática" *(Historia de la Ciencia en Castilla y León, Siglos XVI y XVII,* Valladolid, Junta de Castilla y León, 2002, v. III), al hablar de los textos matemáticos publicados en el siglo XVI, señalan que:

Pedro Núñez de su Libro de Algebra en Arithmetica y Geometría, escrito originalmente en portugués, por estimar que «el español es el más universal de los idiomas».

También Salavert Fabiani, al comentar la confección de un Catálogo de impresos de la ciencia española entonces en preparación, en *Aritmética y sociedad en la España del siglo XVI* (*Contra los titanes de la rutina*, Madrid, C.S.I.C., 1994) explica el por qué de incorporar a Pedro Núñez:

Hemos incluido también a Pedro Núñez, quien nació en Portugal, trabajó en España y en su país natal y, finalmente, publicó en castellano un Libro de Algebra en Arithmetica y Geometria, editado en Amberes en 1567 por las firmas de Joannes Steels y la viuda y los herederos de Arnold Birckmann. Las razones han sido que este famoso matemático ha sido tradicionalmente asimilado a la matemática española y que, aunque fuera de nuestras fronteras, imprimió su obra en castellano.

Por último, cabe recordar las figuras de Jerónimo Muñoz y de Pedro Núñez, cuyas aportaciones más destacadas no se realizaron en el campo de aritmética, aunque no está de más recordar que el álgebra del portugués,

aunque apareció en 1567, estaba escrita desde hacía treinta años y, de haber sido impresa en aquel momento, se habría adelantado en unos pocos años la introducción de esta disciplina en España

Vicente Maroto, en el "El Arte de Navegar" (*Historia de la Ciencia en Castilla y León, Siglos XVI y XVII*, Valladolid, Junta de Castilla y León, 2002, v. III), recuerda a Núñez en relación con la crítica que le hizo Simón de Tovar:

Sobre el uso de la ballestilla publicó Simón de Tovar, médico y naturalista sevillano, su "Examen i censura sobre el modo de averiguar las alturas de las tierras por la altura de la Estrella del Norte tomada por la ballestilla", Sevilla, 1595. En su texto, Simón y Tovar critica la excesiva afición de los mareantes al uso de la ballestilla, los motivos de esa afición y las razones para reprobarla, con rigor matemático; hace objeciones a las observaciones de Pedro Núñez, cosmógrafo y matemático portugués, y explica la mejor manera de utilizar el instrumento en navegación.

Pedro Núñez, para mejorar y precisar las lecturas, ideó el nonio, que podía adaptarse al astrolabio y al cuadrante, pero realmente parece que sólo pudo ser utilizado en instrumentos de gran tamaño, como el que fue mandado construir por el astrónomo Tycho Brahe, pero no en los de tamaño reducido, de unos 20 cm de radio, que se utilizaban en la navegación, dado el tipo de grabación que se utilizaba en la época. El procedimiento de Núñez fue mejorado por Clavio, y llegó a la configuración actual con Fierre Vernier, quien lo describe en un trabajo de 1634, pero no comenzó a emplearse hasta finales del siglo XVII, generalizándose a partir de mediados del siglo XVIII.

En alguno de los Catálogos relacionados con distintas exposiciones, organizadas a raíz de commemorar algún acontecimiento histórico, también se recoge la figura y la obra de Núñez; valgan los ejemplos siguientes.

En el Catálogo de la Exposición *El Testamento de Adán*, publicado en 1994 por la Sociedad V Centenario del Tratado de Tordesillas, se hace la referencia siguiente al *Tratado da Esfera* de Núñez:

Pedro Nunes (1502-78) fue uno de los más notables científicos portugueses del siglo XVI. [...] fue amigo del infante D. Luis y D. Joao de Castro. Este último, cuando hizo su primer viaje a la India, en 1538, llevó con él el Tratado de Pedro Nunes, obra fundamental para las observaciones que hizo y registró en un notable diario de viaje.

En el Catálogo *El legado de las matemáticas. De Euclides a Newton: los genios a través de sus libros*, Sevilla, Consejería de Cultura (Junta de Andalucía), 2000, vinculado a la exposición de su mismo nombre, se recoge una amplia reseña a Núñez y un comentario a la importancia de sus aportaciones matemáticas que pueden servir como cierre de este trabajo:

Nos hemos de ocupar del mejor matemático que diera la península Ibérica en los siglos XVI y XVII, el portugués Pedro Nunes (1502-1578). Nunes estudió medicina y matemáticas en Salamanca. [...] Su "Libro de algebra en arithmetica y geometria", escrito en portugués en la década de los años 30, sólo apareció publicado en 1567, y en castellano. Se trata de un excelente tratado de álgebra que influyó en la obra de Simón Stevin, como este mismo reconoce. En él vemos a Nunes tratar el álgebra como una disciplina autónoma y desarrollar una teoría de las ecuaciones y de las operaciones polinómicas, algo que sólo Cardano empezó a hacer en su "Ars Magna" de 1543. Encontramos en Nunes una preocupación por el rigor y la claridad en los conceptos que introduce, y por la justificación de las reglas y técnicas que utiliza, que le identifican como un matemático de gran nivel. Su obra contiene, además de innovaciones notacionales, el planteamiento del problema del máximo común divisor de polinomios – necesario para la simplificación de fracciones algebraicas –, y comentarios sugerentes sobre la aritmetización de las magnitudes geométricas y las raíces cuadradas de números negativos.

Implantação de um Sistema Integrado de Gestão Análise do Processo e Identificação dos Principais Problemas

Trabalho realizado por:
• *Jorge Carlos Lopes Ribeiro*

Escola Naval
Departamento de Administração Naval

Introdução

Devido à crescente globalização da informação, a introdução de novas tecnologias administrativas é hoje em dia tema de fundamental importância. O mundo empresarial e das organizações apresenta uma nova e forte tendência: a utilização dos chamados Sistemas Integrados de Gestão (SIG), internacionalmente denominados Enterprise Resource Planning (ERP).

O desenvolvimento da tecnologia da informação trouxe oportunidades para as organizações se reestruturarem, além de tornar possível a crescente integração de sistemas para atender aos diversos processos e suportar o fluxo de informação associado. Neste cenário, os instrumentos de gestão capazes de recolher informações provenientes das mais diversas áreas da organização, como financeira, produção, armazenagem, vendas, recursos humanos, etc., e tratá-las como única, não redundante, consistente e segura, tornaram-se possíveis. Sendo assim, assiste-se hoje à grande difusão dos Sistemas Integrados de Gestão, que têm como objectivo integrar toda a gestão da organização, com a obtenção de informações em tempo real, facilitando assim o processo de tomada de decisão.

Estatísticas e pesquisas recentes mostram um grande crescimento do número de implantações destes sistemas, podendo ser actualmente encontrados em praticamente todas as grandes empresas e organizações mundiais, e inclusive em empresas de menor porte.

Mas a implantação de um SIG é um projecto caro e demorado e apresenta diversos tipos de problemas. O trabalho que pretendo apresentar tem como objectivo fazer uma análise do processo e quais os possíveis problemas na implantação de um SIG, por forma a poder contribuir de alguma forma para alertar possíveis empresas ou organizações interessadas nestes sistemas, já que o conhecimento prévio dos possíveis problemas pode ser de fundamental importância para serem tomadas acções preventivas ou mesmo para serem adoptados procedimentos mais adequados. No primeiro capítulo irei efectuar uma análise ao processo de implantação de um SIG. Já no segundo capítulo irei apresentar os problemas mais comuns na implantação de um SIG, problemas esses que foram identificados através da análise de vários *case studies* de processos de implementação de SIG.

1. Análise do processo

1.1. Apresentação

Este capítulo tem como objectivo analisar os aspectos relevantes num processo de implantação de um SIG, relatando as suas fases e aspectos a serem considerados.

1.2. SIG: definição

Podem ser hoje encontradas inúmeras definições para os Sistemas Integrados de Gestão. Todas elas, no entanto, convergem para os mesmos pontos: integração de processos e rapidez na obtenção de informações.

Os Sistemas Integrados de Gestão, internacionalmente denominados Enterprise Resource Planning (ERP), são sistemas teoricamente capazes de integrar toda a gestão de uma empresa, agilizando o processo de tomada de decisão e permitindo que o desempenho seja monitorizado em tempo real. Desta definição, observam-se dois pontos: integração e rapidez para informações.

Na integração e automatização das diversas funções e processos dentro de uma organização, o SIG utiliza uma base de dados única. O cenário no qual o SIG opera pode ser assim descrito como *uma base de dados da empresa, que opera numa plataforma comum, interagindo com um conjunto de aplicações, e consolidando todas as operações do negócio num único sistema computacional.*

Outras definições podem ainda ser colocadas. O Sistema Integrado de Gestão é uma arquitectura de *software* que facilita o fluxo de informação entre todas as funções dentro de uma companhia, tais como logística, finanças e recursos humanos. Esta definição destaca a facilidade obtida pelo fluxo de informações dentro de uma empresa, que se reflecte na rapidez com a qual as mesmas chegam às pessoas que as utilizam.

Esta facilidade de fazer a informação fluir não acontece apenas dentro da organização. O SIG pode suportar também empresas que operam em vários locais do mundo, facilitando assim a optimização de suas operações. Isto implica no facto de que a informação gerada por determinada unidade de uma empresa pode ser trabalhada por outra, independentemente de suas localizações.

Objecto actual de grande atenção, os Sistemas Integrados de Gestão são responsáveis pela integração dos diversos processos dentro de uma empresa, que operam com esta apenas com

uma unidade ou em vários locais, trazendo com a integração a rapidez na geração de informações. Seja qual for a definição dada ao SIG ou ERP, deve sempre ter-se em mente que o Sistema Integrado de Gestão é apenas uma ferramenta que proporciona inúmeros benefícios, mas que não soluciona problemas de procedimentos da empresa. Isto implica que, se o sistema for alimentado com dados errados, não há como exigir que ele gere informações adequadas e consistentes.

1.3. Necessidade de interfaces *versus* integração

Anteriormente à onda dos Sistemas Integrados de Gestão, o cenário encontrado nas empresas mostrava a falta de integração entre os processos empresariais. Tal cenário é encontrado actualmente em diversas empresas e organizações que ainda não se renderam à utilização dos SIG. A não integração dos processos é claramente percebida pela presença de inúmeros sistemas, cada qual responsável por suportar actividades específicas. Por exemplo, na área de clientes existir um sistema que utilize a sua própria base de dados para *stocks*, e na área de armazenagem existir outro sistema próprio também ele com uma base de dados de *stocks*.

Neste cenário, é desejável que os sistemas utilizados para o suporte das operações da empresa se comuniquem, de forma a possibilitar o intercâmbio e transferência de dados entre eles, diminuindo desta forma a necessidade da presença dos mesmos dados em vários sistemas diferentes.

Para atingir este objectivo, é imprescindível que sejam construídos interfaces, tornando possível a comunicação entre os vários sistemas. Tais interfaces são geralmente complexos visto que os sistemas encontram-se muitas vezes em plataformas diferentes, apresentam arquitecturas e linguagens de programação distintas, e utilizam diferentes bases de dados. Além das diferenças existentes, podem também existir tecnologias ultrapassadas incompatíveis com outros sistemas.

Existem ainda outros aspectos a serem considerados neste quadro. Um deles é a morosidade na geração de informações para a tomada de decisão, pois em função da informação desejada é necessário consultar diferentes bases de dados, tornando-se necessária a existência de pessoas capacitadas para realizar tal operação. Outra causa desta morosidade é o facto de a maior parte das informações não estar disponível em tempo real, mas apenas periodicamente (por exemplo no encerramento do mês).

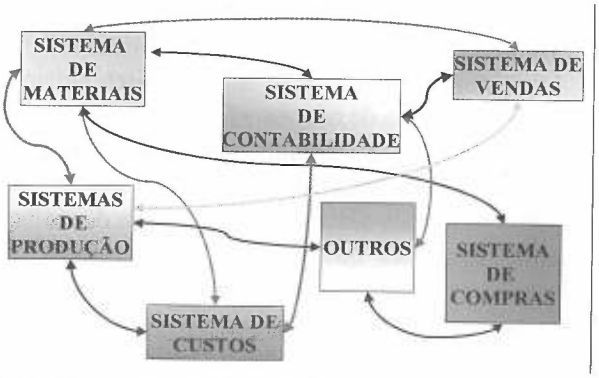


Fig. 1.1 – Comunicação através de interfaces.

A fig. 1.1. ilustra a comunicação entre sistemas através de interfaces. Cada linha representa um interface necessário para a comunicação entre os diversos sistemas, e cada interface pode muitas vezes exigir interferências manuais, restringindo assim o número de pessoas capacitadas para a execução do processo como um todo.

Percebe-se, então, a necessidade de um sistema que coloque os processos de uma empresa em sincronia, isto é, um sistema que os integre. Esta integração pode ser obtida com a implantação de um SIG, fazendo com que todos os processos empresariais fiquem no mesmo sistema e eliminando interfaces necessárias para a manutenção do negócio.

Por se trabalhar com um sistema único, trabalha-se numa plataforma, com linguagem de programação única e com um único banco de dados que contém e integra todos os dados que a empresa manipula e mantém, interagindo com todas as aplicações no sistema. Num cenário de integração, não existem redundâncias. Os usuários passam a olhar para uma única fonte de dados, independentemente das tarefas que realizam. O dado é colocado no sistema uma vez e, desde que seja autorizado, qualquer usuário de qualquer área pode consultá-lo.

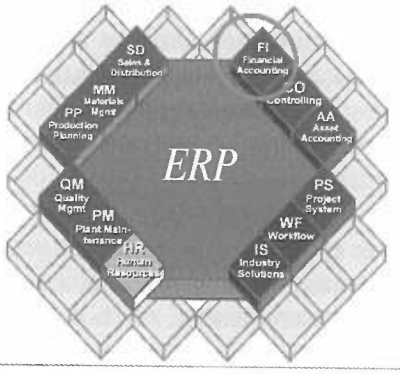


Fig. 1.2 – Exemplo de integração numa plataforma ERP.

A fig. 1.2 mostra um exemplo de integração das diversas áreas de uma empresa, neste caso cada área representa um módulo, e cada módulo assenta sobre a mesma plataforma, isto é, utiliza a mesma base de dados e está em total comunicação com os restantes módulos.

Os Sistemas Integrados de Gestão são capazes de integrar toda a gestão da empresa, agilizando o processo de tomada de decisão. As decisões podem ser tomadas olhando-se através da companhia. Antes era preciso olhar para unidades operacionais separadas e então coordenar as informações manualmente ou reconciliar dados através de inúmeras interfaces entre os diversos sistemas.

1.4. Objectivos e benefícios de um SIG

O objectivo de um Sistema Integrado de Gestão é a perfeita integração entre os sectores da organização, com uma base de dados única e não redundante, e a informação certa na hora certa. Pode-se ainda acrescentar como metas a serem atingidas com a implantação de um SIG: a inte-

gração de informações e a eliminação de interfaces complexos e caros.

Todos estes objectivos tornam-se, na verdade, benefícios obtidos pela empresa após a implantação do sistema, acrescentando ainda os seguintes:

- acesso mais fácil a informações de confiança;
- eliminação de dados e operações redundantes;
- maior agilidade na geração de informações para tomada de decisão;
- preparação para a entrada no ano 2000 (isto era um item de grande importância antes da entrada no ano 2000);
- preparação para a utilização do euro.

Os três primeiros itens são decorrentes da utilização de uma base de dados única, o que leva à integridade dos dados. Da mesma forma, a grande vantagem, a curto prazo, da implementação do SIG advém da sua própria concepção integrada, pois, considerando que toda a informação fica centralizada num único banco de dados, após ser disponibilizada por um dos departamentos da empresa, fica disponível em tempo real para os demais. E os efeitos desta integração são ainda mais evidentes quanto maior for a empresa e mais complexos forem os seus processos e o fluxo de informações. Sendo assim, o fluxo de informações para o processo de decisão torna-se rápido e preciso, e, numa visão operacional, a integração garante também a maior eficiência e eficácia para o trabalho do dia-a-dia.

Um outro benefício é a redução de custos associada com a eliminação de erros e perda de tempo, que geralmente ocorrem quando pessoas confiam em informações inconsistentes e desactualizadas. Resumidamente, a meta do SIG será o fornecimento da informação certa à pessoa certa, na hora certa.

Existe também um número de benefícios que são financeiramente mensuráveis, por exemplo, redução de *stocks*, redução de actividades que não agregam valor, redução de horas extras ou até mesmo de funcionários. Tem-se também como benefícios a rapidez e acuracidade na geração e disponibilização de informações, e a maior fiabilidade na tomada de decisões através do conhecimento das informações correctas e em tempo, reduzindo assim riscos nas decisões.

A eliminação de operações manuais é também um benefício pois possibilita o direccionamento dos empregados para outras actividades mais nobres. As operações manuais são na maioria dos casos necessárias devido ao facto de diversos sistemas não integrados coexistirem, o que leva à necessidade de se realizar uma constante conferência e ajustes de informações presentes em sistemas diferentes. Com a eliminação destas actividades é possível reduzir custos com a redução do quadro de funcionários.

Cada empresa ou organização deve levantar e avaliar quais serão os benefícios trazidos pelo uso do SIG, o que é fortemente relacionado à situação actual de seus processos e sistemas, assim como ao seu negócio.

1.5. Implantação de um SIG

O projecto de implantação de um SIG é, na maior parte dos casos, de longa duração, podendo variar de seis meses a dois ou mais anos, em função do tamanho e complexidade dos processos da organização.

As expectativas sobre o seu impacto nas empresas são enormes e os investimentos envolvidos gigantescos. É possível concluir, então, que a decisão de se implantar um SIG deve ser cuidadosamente analisada, não devendo ser tomada numa atmosfera de urgência nem levada por tendências do ambiente empresarial.

Uma vez decidida a implantação do SIG, o projecto deve ser conduzido adequadamente, sendo esta condução de fundamental importância para o sucesso do sistema após a entrada em produção do mesmo.

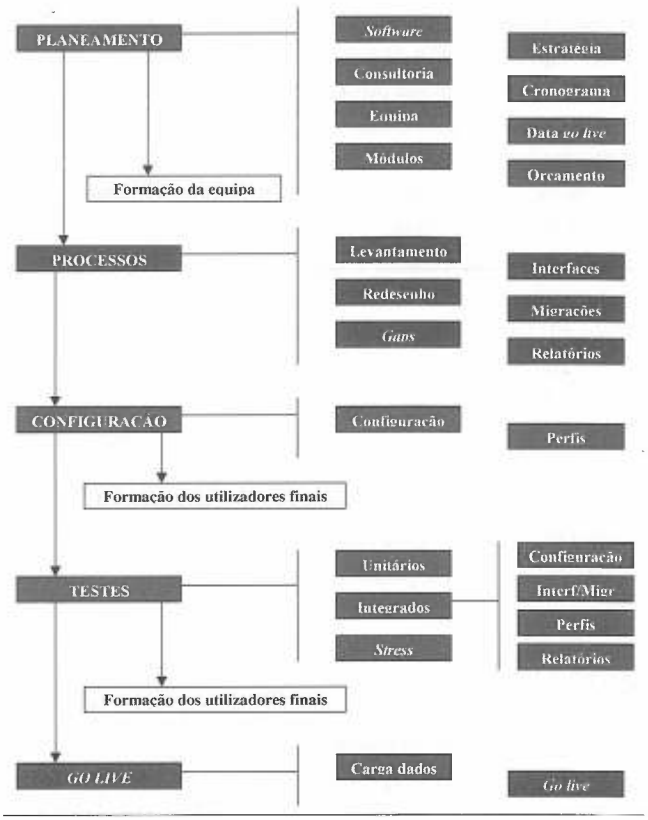


Fig. 1.3 – Fases da implantação do SIG.

1.5.1. Fases de uma implantação

O processo de implantação de um SIG tem início com a decisão da empresa de adoptar a ferramenta, sendo muito difícil especificar o seu término, pois, após a entrada em produção do sistema, existe toda uma estratégia de suporte necessária para o dia-a-dia da empresa, além de melhorias e mesmo alterações que vão sendo requisitadas pelos usuários finais. A implantação, entretanto, deve ser conduzida por uma metodologia que divide o projecto em várias fases, sendo especificadas actividades e resultados esperados em cada uma delas.

Existem no mercado diversas metodologias de implantação, cada uma delas pertencente a determinada empresa de consultoria ou mesmo elaborada e sugerida pelo fornecedor do *software*.

1.5.1.1. Planeamento do projecto

A fase inicial de um projecto de implantação é o seu planeamento. Nela são definidos itens de fundamental importância para o sucesso do projecto. São eles:

A)* Software *a ser implantado

Existem no mercado inúmeros fornecedores de Sistemas Integrados de Gestão, e a escolha do *software* ideal para a empresa pode ser o ponto diferencial para o sucesso.

Seleccionar o *software* errado pode resultar num comprometimento não desejado com uma arquitectura e ferramentas que não se adequam às metas estratégicas da companhia. Uma escolha errada pode fazer com que a organização tenha que conviver desnecessariamente com restrições incómodas e caras de seu sistema de informação, chegando mesmo a atrapalhar o desempenho operacional. Mesmo assim, infelizmente, muitas empresas usam um procedimento de escolha rápida, ao invés de tentar analisar as razões de escolher ou não um pacote específico. O processo de escolha focalizado num único fornecedor geralmente resulta numa procura sem dados e sem critérios de avaliação.

Outro item que deve ser considerado refere-se ao facto de que nenhum produto é solução universal e que as empresas são muito diferentes entre si, portanto as suas estratégias, objectivos, suportes financeiros e culturas também variam. Sendo assim, não existe um fornecedor de um sistema perfeito, adequado para todos os clientes; um fornecedor que atenda às necessidade de todos os tipos de empresas.

Não existe uma solução que se preste a resolver todos os problemas, porque os problemas reais são demasiado variados e as soluções reais ainda muito simplistas. Defende-se que avaliar Sistemas Integrados de Gestão é mais uma questão de encontrar o menos inapropriado para a empresa.

Eis alguns itens que devem ser considerados no processo de selecção de um SIG:

- funcionalidades oferecidas pelo *software*: é o foco principal de muitas escolhas;
- arquitectura técnica;
- custo do *software*;
- serviço e suporte: como é o relacionamento com o fornecedor após a aquisição e implantação do sistema;
- visão do fornecedor: o que ele está a planear, que melhorias serão introduzidas? Vão de encontro às metas da organização?

Através destes critérios, uma organização pode seleccionar qual o pacote que se adequa melhor a ela.

Por outro lado, existem obstáculos para uma selecção bem sucedida; eis alguns deles:

- o tempo necessário para o processo de escolha é muito grande, sendo a maior parte dele gasta para a identificação do critério de avaliação e para a recolha de dados;
- o custo dos empregados envolvidos na selecção, despesas com viagens, obtenção e validação de dados e entrevista com fornecedores;
- a falta de um processo estruturado, isto é, não existe uma metodologia estruturada para a seleção de um *software*, sendo um processo particular de cada empresa.

Enfim, a escolha do produto adequado, apesar de ser um processo relativamente caro e demorado, deve ser considerada pela organização como factor primordial para a obtenção de resultados positivos na implantação de um Sistema Integrado de Gestão. A empresa deve escolher o SIG que apresentar maior aderência às suas características e não ser levada pelas máquinas promocionais e *marketing* dos fornecedores.

B) Consultoria que irá apoiar a implantação

Para a escolha dos parceiros, olhar os custos mais baixos é o primeiro passo para uma grande frustração. É fundamental investigar a experiência real da consultoria em projectos semelhantes, sendo que a proposta deve conter os nomes dos especialistas envolvidos, com o detalhe de suas experiências.

C) Equipa da organização que irá conduzir a implantação

A implantação de um SIG deve envolver equipas multidisciplinares compostas por especialistas em tecnologia da informação, analistas de negócios e consultores com capacitação em redesenho de processos.

Os analistas de negócios são os usuários chave de cada área funcional, profundos conhecedores do processo. A equipa de tecnologia da informação pode ser dividida em duas: interfaces, formada pelos membros do suporte de informática à área funcional e responsável pela construção de interfaces quando houver a manutenção de alguns sistemas até então utilizados pela organização para o suporte das suas operações, tanto aqueles desenvolvidos internamente como os pacotes comprados; e uma segunda, responsável pela manutenção do sistema SIG, compra e manutenção dos equipamentos necessários à sua operação, administração do desempenho da máquina utilizada e também dos acessos e autorizações a transacções do sistema pelos usuários finais.

O grupo de profissionais internos deve ser constituído por pessoas de amplo conhecimento dos processos, garantindo assim a disponibilidade da inteligência da empresa ao projecto.

Além da equipa, o papel dos "gerentes do processo" é de fundamental importância, visto que a execução de todas as

tarefas deve ser minuciosamente controlada. Este controlo é necessário porque são inúmeras as tarefas que ocorrem simultaneamente, de forma específica a cada equipa e de forma integrada entre elas. Qualquer atraso pode provocar um efeito cascata, colocando em risco os prazos do projecto.

Geralmente, os processos de implantação dos SIG acontecem com prazos demasiadamente apertados, e exigem muito esforço e dedicação dos envolvidos. Por isso, estes profissionais devem ter dedicação integral ao projecto, o que significa o afastamento da área operacional, já que o andamento do projecto dentro dos prazos estabelecidos depende significativamente da disponibilidade dos envolvidos.

D) Escolha dos processos a inserir e módulos a implantar

Os Sistemas Integrados de Gestão são divididos em módulos tanto comercialmente como didacticamente. Esta fase refere-se à definição dos processos empresariais que serão inseridos no SIG e consequentemente dos módulos do sistema que serão implantados.

Neste item é de fundamental importância que a organização conheça as funcionalidades oferecidas pelo *software*, e as compare com as suas necessidades estratégicas, verificando assim a possibilidade ou não de se implantarem todos os módulos do *software*.

Percebe-se que as organizações apresentam, em geral, a tendência de inserir todos os seus processos no sistema. Entretanto, deve avaliar-se a necessidade real e a possibilidade de se conduzir a implantação de tal forma. Isto porque o SIG exige que a organização, ou melhor, que os seus processos se adaptem ao pacote, e não o contrário, e nem sempre os *softwares* do mercado oferecem funcionalidades particulares para cada tipo de organização. Por outro lado, determinados tipos de organizações podem apresentar em alguns processos necessidades imprescindíveis para a continuidade de suas actividades, necessidades estas que, se não forem atendidas pelo *software*, impedem que tal processo seja inserido no SIG. Não impedem, entretanto, que os processos considerados comuns possam adaptar-se perfeitamente ao sistema.

E) Estratégia de implantação

Existem duas estratégias possíveis para a implantação de um SIG. A primeira delas é a estratégia *big-bang*, que abrange de uma única vez todos os módulos previamente escolhidos, isto é, todos os processos definidos passam a ser executados no *software* escolhido no mesmo momento. A segunda é a estratégia faseada, que divide o projecto em etapas. Em cada etapa implantam-se alguns módulos do grupo total escolhido. A opção entre as duas estratégias deve ser feita levando-se em consideração os riscos existentes.

Numa implantação *big-bang* não há necessidade de se desenvolverem interfaces entre os processos contemplados no projecto e não há remodelamentos do sistema. Os remodelamentos podem ser necessários em virtude da entrada gradual dos módulos, ou seja, devido ao facto de, em cada fase, se modelar o sistema de acordo com os módulos a serem implantados visando em conjunto as necessidades da organização. Desta forma, pode ser preciso um modelamento específico devido à falta de funcionalidades presentes em módulos não considerados na definição inicial, mas que em fases posteriores são implantados, levando então à necessidade de se remodelar o sistema. Por outro lado, numa implantação *big-bang* existe o risco de que as operações da empresa sofram uma paralisação, causada pela entrada em produção dos módulos do SIG de uma única vez. A entrada em funcionamento do sistema, neste caso, significa que todos os processos inseridos no SIG passarão a ser nele executados do dia para a noite. Certamente, serão necessários ajustes, o que poderá originar uma paralisação das operações enquanto estes não forem realizados, principalmente quando não se trabalha com o sistema antigo em paralelo. Daqui pode concluir-se que é bastante aconselhável que na fase de implementação a empresa continue a operar com o sistema utilizado antes da implantação em paralelo com o novo sistema.

Já numa implantação faseada, deve desenvolver-se interfaces. No entanto, o risco é menor, já que os módulos são colocados em produção gradativamente, até que todos estejam implantados. Desta forma, caso sejam necessários ajustes quando da entrada em produção do sistema, a provável paralisação acontece em escala significativamente menor. É importante considerar o facto de que, na implantação faseada, as interfaces desenvolvidas na primeira fase serão inutilizadas à medida que outros módulos forem implantados, além da provável necessidade de remodelamentos citados anteriormente.

F) Cronograma de implantação

Define o tempo que será dedicado a cada fase/actividade do projecto.

G) Data da entrada em produção do sistema

O dia em que o sistema irá começar a ser utilizado pela empresa.

H) Orçamento do projecto

Com a definição de todos os itens acima, a empresa deve fazer o orçamento de projecto, especificando o montante a ser investido.

Na fase de planeamento, as escolhas do *software* e da consultoria, assim como o orçamento, são realizados apenas pela empresa. Já os demais itens podem ser planeados em conjunto (empresa e consultoria).

1.5.1.2. Levantamento e redesenho dos processos

Logo após o planeamento do projecto e a definição dos membros da empresa que irão actuar no mesmo, deve

ocorrer a formação da equipa no *software* escolhido. Esta formação é, na maioria dos casos, uma visão global de como o sistema funciona.

Quando se inicia a execução dos trabalhos, o primeiro passo é o levantamento dos processos correntes da organização, seguido do seu redesenho, considerando-se para tal as melhorias a serem introduzidas e as funcionalidades do sistema. Este ponto é muito importante, evitando-se que simplesmente se automatizem más práticas, aproveitando a empresa esta fase para uma mudança organizacional no que toca a processos, com o objectivo de os tornar mais eficientes. Deverão ser desenhados fluxogramas dos novos processos, e cada actividade deve ser detalhadamente descrita. Durante o redesenho do processo, deve ser avaliada a existência de particularidades nos processos não atendidas pelo SIG, chamadas pelos fornecedores de *gap*. Uma vez identificados os *gaps*, deve estudar-se a melhor opção: procurar alternativas no sistema para alcançar o resultado esperado, ou mesmo realizar alterações (na medida do possível) no sistema para que ele atenda às necessidades do processo.

Outro item a ser verificado durante o redesenho do processo é a necessidade de manutenção ou não de sistemas já existentes. Caso sejam mantidos alguns destes sistemas, a presença da equipa de informática é muito importante, pois o desenho de cada interface deve ser iniciado neste momento.

Também deve ser iniciado pela equipa de informática o tratamento do assunto migrações, que se refere à transferência de informações dos sistemas antigos para o SIG.

1.5.1.3. Configuração do sistema

Configuração, ou parametrização é definida como uma preparação do ambiente para implementar os processos da empresa, isto é, dentre todas as opções oferecidas pelo sistema, deve-se, no momento da configuração, escolher e definir campos, parâmetros, modos de executar funcionalidades, e assim por diante, por forma a colocar no sistema as regras da organização. Isto ocorre pois os SIG são produzidos para atender a diversos tipos de organizações; sendo assim, possuem inúmeros parâmetros que devem ser selecionados de acordo com cada uma.

Paralelamente à configuração, devem ser definidos os perfis de acesso ao sistema, que darão ou não autorização a cada usuário para acesso a transações do sistema, numa perspectiva de cada usuário ter apenas acesso às transacções e informações que necessitam para o desempenho da sua respectiva função.

1.5.1.4. Testes

Após a configuração do sistema, inicia-se a fase de testes. Inicialmente ocorrem os testes individuais de cada transacção do sistema que será utilizada após a entrada em produção. Estes testes devem ser realizados, preferencialmente, pelos utilizadores finais do sistema, acompanhados pelos membros da equipa de implantação. Esta etapa proporciona aos utilizadores finais um contacto mais estreito com o sistema, o que fornece à equipa do projecto detalhes operacionais importantes e muitas vezes correcções nos procedimentos que irão ser utilizados após a entrada em produção.

Em seguida, são realizados os testes integrados. Estes testes são de fundamental importância, pois passam através de vários módulos do sistema, testando um processo completo, do início ao fim. O teste integrado tem o objectivo de verificar se:

- a configuração do sistema funciona de acordo com o esperado, através das várias áreas funcionais;
- as interfaces, migrações e desenvolvimentos estão a funcionar correctamente;
- os perfis de acesso ao sistema estão correctamente criados.

As equipas para o teste integrado devem ser compostas por pessoas de todas as áreas envolvidas nos processos. É justamente neste momento que muitos problemas e falhas na configuração do sistema são detectados, podendo até mesmo paralisar o teste. Isto ocorre, pois campos existentes num módulo podem ter influência directa nas funcionalidades de outro módulo, o que pode levar a resultados diferentes dos esperados. A presença do utilizador final é também muito importante nesta etapa, fazendo com que ele esteja cada vez mais comprometido com a implantação do sistema.

Em seguida, ocorre o teste de *stress*, quando é verificado o desempenho do sistema para um volume real de transacções da organização.

1.5.1.5. Formação dos utilizadores finais

A formação dos utilizadores finais é de importância fundamental e deve ocorrer entre a fase de configuração e os testes. É uma tarefa demorada, principalmente em função do número de utilizadores a serem formados, devendo, portanto, ser considerada desde o início do projecto. O planeamento do número de pessoas a serem formadas, local, material, definição dos instrutores (que pode ser a própria equipa de implantação da empresa) e cronograma, são factores a serem tratados com bastante antecedência.

1.5.1.6. *Go live*

A última etapa é a entrada em produção do sistema, comummente chamada de *go live*. Como última actividade antes do *go live*, tem-se a carga de dados que é iniciada dias antes, de acordo com o volume de dados a serem migrados. Contempla a migração de dados de bases de dados já existentes.

2. Principais problemas na implantação e adaptação ao sistema

2.1. Apresentação

Apesar do facto de cada projecto de implantação de um SIG apresentar as suas próprias características, as implantações apresentam, em geral, o mesmo tipo de problemas. Nesta fase pretende-se fazer uma análise dos problemas mais comuns na implantação e adaptação ao sistema, problemas esses identificados em vários *case studies* efectuados sobre o processo de implantação em várias organizações, e cuja análise foi publicada em diversos *sites* da especialidade na Internet. Ainda dentro dos principais problemas, pretende-se também dar uma particular importância aos custos que envolve um processo desta natureza.

2.2. Análise dos principais problemas

2.2.1. Adaptação ao sistema

O principal problema da implantação de um SIG está no facto de ser exigido que a organização se adapte ao sistema, ou seja, os SIG levam as organizações a modificar os seus processos para se adequarem aos descritos nos seus módulos. Uma questão a ser considerada nesta adequação imposta pelos SIG refere-se a organizações que possuem bons processos de funcionamento. Tais organizações não serão tão beneficiadas com adaptações aos modelos do sistema, visto que por vezes se vêem obrigadas a alterar certos procedimentos que seriam os mais indicados, devido a essa adaptação. Já aquelas que possuem processos ultrapassados, com mau funcionamento, terão um grande benefício com tal adaptação, se para tal aproveitarem e modificarem os seus processos introduzindo possíveis melhorias. Nestes casos, o possível problema reside na eventualidade de a empresa não conseguir fazer face à resistência à mudança e, em vez de melhorar os procedimentos, tente apenas informatizar os já existentes.

Verifica-se que a maior parte das organizações enfrentaram problemas referentes à necessidade de adequar os seus processos ao *software* escolhido, mas principalmente referentes ao facto do SIG não satisfazer requisitos básicos de seus processos. Este facto demonstra claramente que o SIG possui processos padronizados, sendo muito difícil atender a necessidades particulares, o que por vezes se revela um grande problema nomeadamente em empresas ou organizações com processos de funcionamento bastante específicos, como por exemplo o caso da Marinha de Guerra Portuguesa.

2.2.2. Dependência exclusiva do fornecedor

Existe outra questão a considerar: após a implantação do SIG, a organização fica comprometida com um único fornecedor, isto é, passa a ser dependente dele para qualquer melhoria que deva ser feita no sistema. Melhorias, entretanto, não são geralmente sincronizadas com as necessidades que vão surgindo no tempo, sendo necessário esperar pelas actualizações lançadas pelo fornecedor no mercado. Tais actualizações, no entanto, podem ou não contemplar as modificações desejadas pelo cliente, isto é, o cliente não tem, na generalidade, a modificação que deseja na hora que precisa.

2.2.3. Manutenção de sistemas anteriormente utilizados

Em relação a sistemas já anteriormente utilizados, é bastante comum as organizações manterem um ou mais sistemas, não conseguindo substituí-los totalmente pelo SIG. Isto mostra, mais uma vez, que o SIG não é solução universal para todas as organizações, que apresentam as suas particularidades nem sempre atendidas pelo SIG. No que diz respeito aos interfaces necessários devido à manutenção destes sistemas, o principal problema enfrentado por grande parte das organizações foi o não cumprimento dos prazos para o desenvolvimento dos mesmos, afectando seriamente a qualidade dos testes integrados. Isto deve-se aos prazos demasiadamente curtos para a realização desta actividade e também à escassez de recursos.

2.2.4. Critério de escolha do SIG a implantar

Outro problema geralmente identificado, prende-se com a forma de escolha do SIG a ser implantado. A maioria das organizações não adopta uma metodologia estruturada para a escolha do SIG a ser implantado, havendo tendências para a escolha do líder de mercado, ou para a proposta de mais baixo preço. Pesquisas recentes têm mostrado que muitas organizações estão insatisfeitas com os resultados financeiros obtidos nas implantações de sistemas de gestão. Esta insatisfação vem muitas vezes do facto de que as empresas não sabem medir os resultados, ou, ainda, fazem um estudo apenas para servir como documento. Deverá então haver a elaboração de uma forma sistemática para se calcular o retorno sobre o investimento na implantação de um SIG, de forma a facilitar o acompanhamento posterior.

2.2.5. Duração do projecto de implantação

Em relação à duração do projecto de implantação, verifica-se que geralmente é bastante difícil cumprir o prazo previsto, devido a todos os factores que condicionam a implementação, e que tenho estado a referir.

2.2.6. Orçamento do projecto

Quanto ao orçamento do projecto, verifica-se frequentemente que não há um rigoroso cumprimento do valor previsto, devido a necessidades de alterações inopinadas detectadas apenas na fase de funcionamento.

2.2.7. Testes integrados

Outro problema muito comum verifica-se aquando da realização dos testes integrados. Na grande maioria dos casos, estes são conduzidos sem a utilização de todos os interfaces necessários. Outro problema normalmente enfrentado refere-se à pouca participação dos utilizadores finais nesta fase, configurando um problema maior a falta de comprometimento e a resistência dos mesmos.

2.2.8. Formação dos utilizadores finais

Em relação à formação dos utilizadores finais, verificam-se variados problemas específicos de cada organização, que passam pela disponibilidade da equipa, ou pela escassez de recursos ou equipamentos. Mas presente na maior parte está a falta de comprometimento e a resistência das pessoas às mudanças impostas pela implantação, devido, por exemplo, à falta de divulgação do projecto.

No caso de organizações com cultura organizacional muito forte, que se caracteriza por uma grande resistência à mudança, verifica-se que os procedimentos antigos estão profundamente enraizados nos funcionários, e mais especificamente em grande parte dos futuros utilizadores finais, o que pode causar graves problemas quer na fase de formação, quer na posterior adaptação ao sistema.

2.2.9. Análise dos custos envolvidos na implantação de um SIG

A implantação de um SIG depara-se comummente com diversas questões complexas, e uma delas é o custo do projecto. Estão envolvidos custos com a compra do *software,* que por si só já é bastante elevado, e consumo de homem/hora tanto de consultoria como dos profissionais internos, que no caso de uma implantação de longa duração é bastante relevante. Existe ainda a compra dos equipamentos necessários para a instalação do *software.*

Além destes custos, amplamente conhecidos, existem outros itens que são geralmente negligenciados. O primeiro deles é a formação dos utilizadores finais. Normalmente, a formação é o primeiro item cortado quando o orçamento tem que ser espremido, o que é um grande erro. Os gastos neste item são altos porque os funcionários têm que aprender um novo conjunto de processos e não apenas um novo interface de *software*. O segundo item facilmente esquecido refere-se a integração e testes. A manutenção de sistemas já existentes requer a construção e testes de interfaces, portanto deve esperar-se qualquer coisa como o dobro do custo planeado. Outro custo facilmente negligenciado prende-se com transferência de informações. É caro transferir informações de sistemas antigos para o SIG, e na maioria dos casos as empresas não consideram a hipótese de que a maioria de seus dados antigos não terão muita importância para o novo sistema, subestimando assim o custo desta transferência. Outro item prende-se com a saída da consultoria no final do projecto, que muitas vezes não é devidamente planeada, gerando custos adicionais. Isto ocorre devido ao facto de não haver uma preparação adequada da equipa interna para a sobrevivência longe da equipa de consultores, gerando a necessidade de se manter a consultoria por tempo adicional e por taxas muito altas. Outro custo, este de difícil contabilização, tem a ver com a possível perca dos melhores executivos. O sucesso de uma implantação deste tipo depende de brilhantes profissionais dos sistemas de informação e da área de negócio da empresa em que é implementado. O *software* é muito complexo, e as alterações no negócio profundas de mais para poderem ser confiadas a qualquer pessoa. O problema é que quando o projecto terminar esses funcionários são muitas vezes aliciados para outras empresas. As consultoras que perderam os seus melhores analistas vão seduzir os das empresas que acabaram de implementar projectos de SIG, com salários e condições imbatíveis. Nestes casos, o melhor que os gestores têm a fazer é negociar com os seus departamentos de recursos humanos para que sejam criadas regalias e salários específicos para os "veteranos" de SIG existentes na empresa. Deixá-los sair implica voltar a contratá-los mais tarde – ou a alguém com as mesmas características – como consultores de SIG, pagando-lhes o dobro.

Conclusão

A implantação de um Sistema Integrado de Gestão é um projecto caro e demorado, que varia em função da complexidade dos processos e operações da empresa/organização, e do seu porte. Devido a isto, a implantação de um SIG apresenta vários problemas, sejam eles comportamentais ou sistémicos. O conhecimento prévio das dificuldades mais comuns numa implantação pode ser de fundamental importância para aqueles que ainda vão passar por tal desafio. Conhecer os possíveis problemas pode possibilitar acções preventivas e mesmo a adopção de procedimentos de trabalho mais adequados.

Para tal, foram descritas no capítulo 1 as várias fases do projecto de implantação de um SIG, que apresentou também os objectivos e abordou aspectos importantes de cada uma delas. Neste capítulo concluiu-se que a implantação de um Sistema Integrado de Gestão é um projecto de grande porte, devendo ser cuidadosamente analisado. O seu sucesso é directamente relacionado à condução da implantação, inclusive do planeamento.

No capítulo 2 foi feita uma análise dos problemas mais comuns na implantação e adaptação ao sistema, problemas esses identificados em vários *case studies* efectuados sobre o processo de implantação em várias organizações. Dentro da identificação dos principais problemas foi feita uma análise aos custos implícitos neste processo.

Entre os problemas está o comprometimento para com o fornecedor no que toca à manutenção do sistema, não atendimento de requisitos pelo *software,* interfaces necessários para manter antigos sistemas em funcionamento, processo de escolha do SIG, prazos reduzidos, não cumprimento do orçamento previsto, falta de comprometimento e mesmo a resistência às mudanças e a formação dos utilizadores finais.

No que toca aos custos, verifica-se que existem custos que são geralmente conhecidos, mas que para além destes existem custos "ocultos" numa primeira análise, provenientes de várias situações, nomeadamente inopinadas. Ora são estes custos que muitas vezes as organizações negligenciam, o que levanta inúmeros problemas de implantação do sistema.

Bibliografia

• *Apontamentos de Comportamento Organizacional*, Publicações da Escola Naval, 1997.

• BELLOQUIM, Átila, ERP: a Nova Solução Definitiva para todos os Problemas. (*on line,* http://developersmagazine.com.br, Abr 1998, recolhido em 20/Nov/2001).

• ERP, (*on line*, http://www.CANALEBIZ.com; recolhido em15/Out/2002).

• FARLEY, Gregory A., Defining Enterprise Resource Planning (*on line,* http://www.apics.org,1998, recolhido em 11/Nov/2001).

• LAUDON, Kenneth C.; Laudon, Jane P., *Management Information Systems – Managing the Digital Firm*, New Jersey (USA), Prentice – Hall, 2002.

• ROBINSON, Anne, Enterprise Resourcing Planning, (*on line*, http://mansci2.uwaterloo.ca, Dec 1997; recolhido em 20/Nov/2001).

• SAP AG (*on line*, http://www.sap.com; recolhido em 24/Nov/2001).

Sistema de Informação para a Vigilância Marítima e Gestão da ZEE

Trabalho realizado por:

- *Pedro Gonçalves Figueiredo Santana**
- *Joaquim Manuel da Rocha Afonso***
- *João Piedade****

*** Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação**
**** Faculdade de Ciências e Tecnologia**
***** Instituto Superior Técnico**

Resumo

Portugal tem responsabilidades significativas em quase metade do Atlântico Norte, tanto por competências de busca e salvamento como por possuir a maior zona económica exclusiva (ZEE) da União Europeia. Tais responsabilidades poderão sair acrescidas como resultado do acordo de execução da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (Parte XI – Alargamento da plataforma continental) actualmente em curso.

Em sede de direito internacional marítimo o nosso país possui um significativo número de deveres e direitos, nomeadamente a necessidade de controlar e preservar os recursos naturais, proteger o meio ambiente marinho e garantir o uso do mar, entre outros. Contudo, ainda que as missões consideradas essenciais sejam cumpridas, a vigilância marítima é pouco adequada e a gestão dos recursos da ZEE é praticamente inexistente.

O projecto infoZEE, desenvolvido no Instituto do Mar (IMAR), consiste num sistema amigável de apoio à decisão através da troca de informações e de dados entre as diversas entidades com responsabilidades sobre as áreas marítimas (oceânicas e costeiras). Foram catalogadas trinta e oito entidades dependentes de nove ministérios, entre as quais foi possível identificar um grupo de intervenientes principais, com sistemas de vigilância e de recolha de dados. Com a optimização e a integração dos meios e informações disponíveis para cada área específica será possível agilizar a gestão integrada das referidas zonas marítimas.

A primeira fase do projecto consistiu na análise do sistema de informações para a vigilância e controlo da ZEE, no desenvolvimento de um sistema de informação geográfica (SIG), destinado a suportar a troca de informações e os modelos matemáticos, e no desenvolvimento de um modelo de sensibilidade costeira.

A segunda fase, actualmente a decorrer, inclui a optimização da vigilância remota combinada entre meios aéreos e satélites, o desenvolvimento de modelos para utilização da informação disponível, em tempo real, na resposta de emergência e apoio à decisão e a implementação, teste e desenvolvimento de um protótipo operacional do sistema.

Até agora, por se tratar do sector onde é mais evidente a necessidade de acção, a pesquisa do projecto tem sido orientada para as questões relacionadas com a poluição marinha. Na realidade, o conceito subjacente é muito mais vasto e poderá ser aplicado a várias outras matérias, tais como a gestão dos recursos marinhos, a protecção ambiental, a implementação da lei no mar, a defesa nacional, a busca e salvamento e o controlo do tráfego marítimo.

Algumas das entidades identificadas são actualmente parceiros do projecto, existindo um razoável consenso sobre a necessidade de encarar a gestão dos interesses nacionais nas áreas marítimas de jurisdição de uma forma integrada, partilhada e com recurso aos mecanismos tecnológicos que a evolução científica actualmente proporciona. Nesse sentido e com o objectivo de contribuir para a necessária clarificação da política que se pretende definir para os oceanos, em Março deste ano a equipa do projecto organizou um seminário na Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento subordinado ao tema da política dos oceanos para o futuro. É do maior interesse nacional que seja relançado e debatido o tema dos recursos marinhos e da correspondente gestão integrada para que possamos continuar, de forma consciente e sustentada, a identificar, vigiar, controlar e defender os nossos espaços marítimos, prosseguindo o esforço de todos na senda do desenvolvimento do nosso país e do bem-estar dos seus habitantes.

Palavras-chave: ZEE, SIG, modelação, vigilância marítima, poluição por hidrocarbonetos.

I PARTE, 2000-2002

Desenho e origem do sistema infoZEE

Em projectos anteriores (Joanaz de Melo & Santana, 1999) foi estudada a situação nacional, identificada a importância dos oceanos e da gestão da Zona Económica Exclusiva (ZEE).

Em Portugal, os maiores problemas, tanto para uma gestão da ZEE como para a vigilância marítima, são a falta de empenho político nos oceanos (não existe uma política dos oceanos), a dispersão de competências, responsabilidades, meios e informação por entre uma miríade de entidades e a falta de coordenação e dificuldade de partilha de informação entre elas. Cada entidade recolhe alguma informação para executar os seus deveres específicos, mas a coordenação entre elas é escassa e a troca de informação é difícil, por falta de facilidades tecnológicas e de procedimentos coerentes.

Foi com base no reconhecimento da situação e na identificação dessa lacuna que se decidiu criar e desenvolver uma

infra-estrutura tecnológica, um Sistema de Informação (SI) que servisse a gestão da ZEE. O nome (ambicioso) do projecto é InfoZEE: Sistema de Informação para a Vigilância Marítima e Gestão da ZEE (Joanaz de Melo & Santana, 2000).

As restrições orçamentais obrigaram a reduzir o âmbito dos trabalhos na fase 2000-2002. A pesquisa foi limitada ao combate e vigilância da poluição marítima baseando-se na definição dos seguintes conceitos:

- A poluição é entendida como proveniente de derrames de hidrocarbonetos e produtos perigosos decorrentes de situações como acidentes marítimos, despejos deliberados e operações de imersão de resíduos produzidos em terra.
- Por vigilância entende-se a função operacional de observação e fiscalização que permite dar cumprimento ao objectivo da autoridade marítima de proteger o ambiente marinho e costeiro contra a poluição, com ênfase para a dissuasão e prevenção.
- O combate visa minimizar as consequências de incidentes identificados e consiste normalmente na aplicação de planos de contingência predefinidos.

Metodologia

O conhecimento acumulado em projectos de investigação anteriores forneceu bases empíricas sobre o SI ligado a estas actividades. A metodologia escolhida para sistematizar, validar e verificar este conhecimento foi o método de Planeamento de Sistemas de Informação de Luís Amaral e João Varajão da Universidade do Minho (Amaral & Varajão, 2000).

Foi necessário adaptar o método escolhido às condições do caso concreto e às limitações em causa, não podendo ser aplicado directa e imediatamente:

- Um dos principais constrangimentos era a falta de uma organização, claramente definida, à qual se pudesse aplicar a metodologia. Não existe nenhuma organização única com responsabilidades na vigilância e combate da poluição marítima. O problema foi contornado recorrendo ao conceito de "organização informal" (derivado do conceito de instituições informais usado por E. Urban Jr., 1997) para descrever o conjunto de todas as entidades unidas informalmente por partilharem responsabilidade e/ou meios na área de vigilância e combate da poluição.
- A segunda grande limitação prendeu-se com a própria natureza das metodologias de planeamento de sistemas de informação, que são claramente orientadas para empresas comerciais.
- O terceiro problema era o facto de a equipa não poder ser constituída de acordo com a metodologia.

O método Planeamento de Sistemas de Informação possuía treze etapas, mas no decurso real dos trabalhos dividiu-se em sete fases:

- A fase de *preparação*, onde se reuniu e trabalhou a informação de base;
- A fase de identificação dos *processos*;
- A fase de identificação das *entidades*;
- A fase de identificação das *classes de dados*;
- A fase de construção de *matrizes*, onde se cruzaram os processos com as entidades, os processos com as classes de dados e as entidades com as classes de dados;
- A fase das *entrevistas*, onde se procurou validar ou corrigir a interpretação do SI e obter mais dados sobre a entidade;
- E, finalmente, a fase de *conclusão*, onde se incluem todas as sugestões e modificações detectadas na fase anterior, apresentadas através de resultados.

Resultados

Os resultados obtidos são uma interpretação possível da realidade e tiveram por base a aquisição de conhecimentos e experiência no domínio analisado, tendo sido validados pelas entidades entrevistadas. Dada a natureza dinâmica da organização, são válidos para Março de 2002.

Os resultados em termos de *entidades* são uma listagem de trinta e oito entidades de nove ministérios e uma descrição sumária com a razão da inclusão e a função de cada uma em termos de combate e vigilância da poluição marítima. Esta lista não especifica todas as autoridades locais (governos regionais, autarquias, delegações regionais, parques naturais) nem entidades privadas, que apenas foram identificadas a título genérico.

Esta listagem reporta-se a um determinado período no tempo (Março de 2002), não podendo pois ser considerada definitiva. As organizações possuem uma dinâmica própria e algumas das entidades identificadas foram recentemente apontadas pelo governo para serem reformuladas ou extintas. A Inspecção Geral das Pescas, a Direcção Geral das Pescas, o Instituto Marítimo Portuário e os Institutos Portuários serão afectados por esta medida.

O número de entidades identificadas confirma a dispersão de meios e competências, corroborando trabalhos anteriores (Joanaz & Santana, 1999).

Os *processos* identificados descrevem as actividades de combate e vigilância da poluição marítima. Os processos são listados e descritos, com a definição dos conceitos associados ao nome. Isto serve como uma base de trabalho (independentemente de os processos serem ou não executados no momento presente). Os processos identificados foram divididos nas componentes:

- estratégica (planeamento a longo prazo, de periodicidade reduzida e com responsabilidades políticas);
- operacional (planeamento a curto prazo, para responder a situações concretas, numa lógica de missão);
- táctica (execução de tarefas, vigiar e limpar poluição).

As *classes de dados* listadas e descritas englobam toda a informação necessária para executar as actividades

de combate e vigilância da poluição marítima. A descrição das classes de dados é pormenorizada à explicação da sua utilidade e à sugestão do formato dos dados e é um passo para a criação das tabelas de bases de dados do sistema informático que apoie o SI.

Analisando a *matriz processos/dados* verifica-se que a maioria das classes de dados utilizadas nos processos são criadas pelos próprios processos. Apenas uma parte dos dados não é criada desta forma. São dados que a organização, enquanto sistema autónomo viável, adquire ao ambiente envolvente. Este tipo de dados consiste principalmente em informação de base para apoio à decisão e em informação processada (arquivo histórico).

Da análise da *matriz organização/dados* pode-se verificar que a informação útil para uma entidade é produzida por outra entidade. Cada estrutura organizacional depende de outras entidades para obter informação mas entre elas é produzida a maioria da informação necessária. Esta interdependência de informação entre as entidades fundamenta observações feitas em trabalhos anteriores (Joanaz & Santana, 1999). Apenas uma pequena parte da informação é obtida no ambiente envolvente à organização e consiste principalmente em informação base para apoio à decisão e informação processada. Esta matriz é uma base de trabalho para o desenho da arquitectura de um SI.

A análise da *matriz processos/organização* permite constatar que apesar do grande número de entidades envolvidas é possível identificar agrupamentos de entidades ("núcleos duros") com responsabilidades nas actividades de combate e vigilância da poluição marítima:

- Com responsabilidades ou fortemente envolvidos na vigilância da poluição marítima: Comando Naval, Comando Operacional da Força Aérea, Estado-Maior da Força Aérea, Estado-Maior da Armada e Brigada Fiscal da Guarda Nacional Republicana.
- Com responsabilidades ou fortemente envolvidos no combate à poluição marítima: Direcção-Geral de Autoridade Marítima, Serviço de Combate à Poluição Marítima por Hidrocarbonetos, Departamentos Marítimos e Capitanias.
- Um terceiro grupo de entidades com responsabilidades mistas (vigilância e combate) e/ou com ligação às duas actividades: CILPAN – Centro Internacional de Luta Contra a Poluição do Atlântico Nordeste, Instituto Marítimo-Portuário, Institutos Portuários e Administrações Portuárias.
- As restantes entidades estão envolvidas nas partes estratégicas da vigilância e combate, nomeadamente ao fornecerem informação base para apoio à decisão, ou então na parte táctica do combate à poluição (o Plano Mar Limpo envolve muitas entidades). De realçar o papel essencial da ciência e das instituições de investigação científica ao fornecerem a informação base necessária para apoio à decisão.

Conclusões

A metodologia de planeamento de sistemas de informação utilizada como referência pode ser aplicada ao caso de estudo, com limitações, tendo fornecido um enquadramento analítico para a abordagem do problema.

Ficou claramente demonstrado que há muitas potencialidades por explorar, nomeadamente no âmbito da cooperação interinstitucional, que se podem traduzir em rentabilização de meios e melhoria da capacidade operacional.

Do diálogo com as várias entidades entrevistadas sobressaiu o interesse, o empenho e as ideias que têm nesta área. Mais do que meios materiais, às entidades faltam os meios financeiros e o apoio político da governação.

Os resultados obtidos corroboraram o conhecimento empírico de projectos anteriores, forneceram novos dados e novas perspectivas para análise da problemática associada às actividades de combate e vigilância da poluição marítima, constituindo assim uma base para trabalhos futuros.

Embora não se tenha avançado para um plano de SI, a análise efectuada é a base para esse plano e para o desenho da arquitectura do sistema. Em termos de caso estudo, foi desenvolvida por um dos investigadores do projecto uma arquitectura de sistema de informação geográfica (SIG) específica para um servidor protótipo e que pode ser observada em http://infozee.dcea.fct.unl.pt

Foram também definidos os critérios de valoração da linha de costa (duas áreas específicas) pelo pólo de investigação do IMAR no Laboratório Marítimo da Guia.

O projecto InfoZEE tem objectivos ambiciosos e um cariz de iminente aplicação prática. Na fase 2000-2002 foram cumpridos os objectivos estabelecidos e foi possível criar as bases para o prosseguimento de pesquisa e desenvolvimento mais alargados.

Os processos estratégicos (planeamento a longo prazo) devem ser iniciados logo que possível para que as prioridades e as respectivas linhas de financiamento possam ser definidas. Esta acção deve ser tornada possível através de uma orientação política claramente fundamentada e intimamente ligada à definição estratégica de uma política para os oceanos.

II PARTE

Pesquisas em curso e desenvolvimentos futuros

Balanço do projecto infoZEE

Após o fim da primeira fase do projecto infoZEE, da realização de dois seminários sobre a definição de uma política para os oceanos e das respectivas conclusões, impõe-se a realização de um balanço sobre a forma como devem ser prosseguidos os estudos em curso e quais os necessários desenvolvimentos futuros.

A importância da ZEE portuguesa é crucial, tanto por motivos económicos (pesca, navegação, geologia,

arqueologia e valor turístico) como por razões ambientais, geoestratégicas, de defesa e de segurança interna.

Para além da ZEE, Portugal é também responsável por duas grandes regiões de busca e salvamento, Search and Rescue Regions (SRR), Lisboa e Santa Maria, ao abrigo da Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar (conhecida pela sigla SOLAS, 1974) e da Convenção de Busca e Salvamento Marítimo (1979).

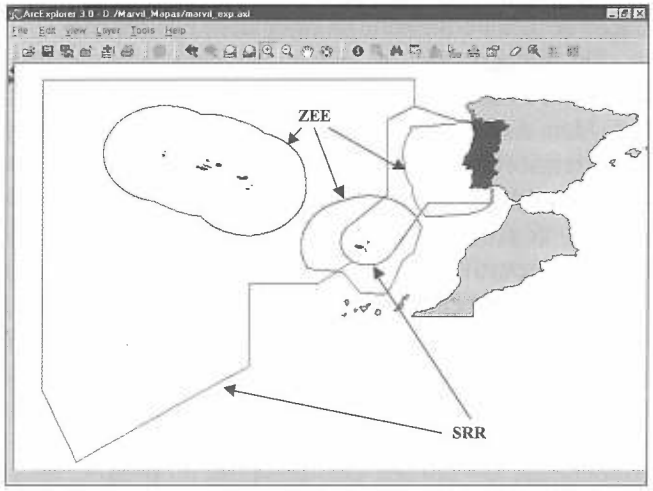


Fig. 1 – Zona Económica Exclusiva (ZEE) e Regiões de Busca e Salvamento (SRR).

O tráfego marítimo que diariamente cruza os esquemas de separação de tráfego definidos ao longo da nossa costa é suficientemente elevado para consubstanciar permanentemente um elevado risco de ocorrência de acidentes de poluição marítima. Em Portugal, desde 1974, houve mais de noventa acidentes de poluição marítima: vinte tiveram impacto directo na costa, originando uma significativa contaminação e quatro provocaram grandes derrames de hidrocarbonetos.

Para além disso, parte da poluição atmosférica responsável pelas chuvas ácidas, detectada no nosso país, (9% SO_2 e 14% NO_x) tem origem nos gases de escape dos navios que passam junto da nossa costa (J. E. Jonson, L. Tarrasón e J. Bartnicki, 2000). A pesca, a aquacultura, a agricultura e principalmente o turismo podem ser dramaticamente afectados por este tipo de incidentes, mesmo considerando a pequena escala das chamadas "descargas operacionais" – que constituem a maior parte da poluição marítima por hidrocarbonetos e que são bastante comuns nas zonas costeiras portuguesas.

O objectivo principal do projecto é promover uma melhor vigilância e gestão da ZEE (podendo os mecanismos a desenvolver ser adaptados à busca e salvamento). Os objectivos específicos incluem: 1) integrar informação e promover o seu intercâmbio entre as entidades responsáveis, incluindo o público em geral; 2) gerar informação básica em algumas áreas específicas, por exemplo a sensibilidade das zonas costeiras; 3) providenciar mecanismos que possam auxiliar os organismos responsáveis a cumprir as suas tarefas, tanto ao nível operacional como em termos estratégicos; 4) desenvolver, testar e implementar um sistema de informação protótipo, ao nível operacional; 5) continuar a promover a sensibilização dos cidadãos para a necessidade de uma Política Nacional dos Oceanos.

Até agora, por se tratar do sector onde é mais evidente a necessidade de acção, a pesquisa do projecto tem sido orientada para as questões relacionadas com a poluição marinha. Na realidade, o conceito subjacente é muito mais vasto e poderá ser aplicado a várias outras matérias, tais como a gestão dos recursos marinhos, a protecção ambiental, a implementação da lei no mar, a defesa nacional, a busca e salvamento e o controlo do tráfego marítimo.

Estão a ser implementados a nível mundial vários sistemas de monitorização e vigilância, coordenados entre si: à escala global, a Integrated Global Observing Strategy (IGOS) consiste na integração, sob a égide das Nações Unidas e de outras organizações internacionais, dos sistemas espaciais, atmosféricos, oceânicos e terrestres de recolha de dados e de informação [4]; ao nível dos oceanos o Global Ocean Observing System (GOOS) inclui vários sistemas subsidiários (às escalas oceânica, regional, nacional, costeira e local), definidos com arquitecturas semelhantes, por forma a permitir uma estruturação e tratamento dos dados e informações referentes às zonas marítimas de forma verdadeiramente eficaz.

A pesquisa realizada no âmbito do projecto infoZEE permite considerar com realismo que a implementação de um ou vários destes subsistemas do GOOS, para as nossas áreas de jurisdição marítima, não só é desejável como é possível. Estão a ser efectuadas consultas, parcerias e acordos, tanto a nível nacional como internacional, por forma a desenvolver um protótipo operacional que possa desde já envolver os futuros utilizadores do sistema. Tenciona-se adoptar as nomenclatura, tipologia e arquitectura definidas para os GOOS costeiros em finais de Setembro na Cidade do Cabo [5], e que deverão vir a constituir uma norma orientadora ao nível internacional para harmonização dos vários SI, existentes e a desenvolver.

Por se considerar que todo este processo de desenvolvimento futuro continuará a ser dinâmico e adaptativo, envolvendo um considerável nível de inovação tecnológica, parece-nos deveras importante que seja associado ao infoZEE um projecto de formação contínua dos futuros utilizadores, em modalidade a definir, mas sempre de uma forma actual e racional.

As tarefas concluídas incluem: a análise do SI destinado à vigilância e controlo da poluição marinha; a implementação de um servidor de Internet com um SIG para suportar a troca de informação e os modelos; e o desenvolvimento de um modelo de sensibilidade costeira.

A pesquisa actualmente em curso inclui o uso combinado de imagens aéreas e de satélite para identificar derrames de hidrocarbonetos e os seus responsáveis e o uso de informação em tempo real, baseada na Internet, para operar modelos de deriva destinados a fornecer respostas de emergência, trabalhos que são seguidamente descritos com mais algum pormenor.

Optimização da vigilância marítima

A vigilância da ZEE portuguesa tem vindo a ser realizada recorrendo a meios de patrulha aéreos, de superfície e de subsuperfície. Hoje em dia, a vigilância, seguimento e identificação da poluição marítima e de alguns navios é possível com recurso a imagens de satélite (N. Kourti, I. Shepherd, & J. Verborgh, 2000), as quais podem permitir uma melhor cobertura global da ZEE e a optimização, através de uma melhor relação custo-eficácia, dos meios tradicionais de vigilância.



Fig. 2 – Imagem de satélite SAR, cortesia da ESA. Em 2 de Outubro de 1994 o petroleiro Cercal *bateu numa rocha, durante a aproximação ao porto de Leixões, libertando cerca de mil toneladas de* crude.

As imagens de radar Synthetic Aperture Radar (SAR) possuem grandes vantagens em relação às dos restantes meios de detecção remota porque permitem detectar e monitorizar derrames de hidrocarbonetos e navios em quaisquer condições de tempo, de dia ou de noite.

A vigilância da ZEE pode ser optimizada se definirmos uma grelha de mapeação para toda a área e clarificarmos quais os meios de detecção necessários e/ou suficientes para cada quadrícula (aéreos ou de satélite). Para conseguirmos realizar esse estudo, precisamos de ter em consideração vários factores:

- Informação satélite disponível;
- Calibração radiométrica SAR;
- Parâmetros de qualidade dos dados "raw";
- Resolução satélite necessária;
- Tamanho mínimo dos navios detectados;
- Relação entre a dimensão de um derrame e o seu impacte efectivo na zona costeira;
- Análise de derrames recentes para cruzamento de informação;
- Estudo da ambiguidade resultante dos resultados falsos-positivos e falsos-negativos;
- Coordenação entre vigilância satélite e aérea;
- Definição do plano de acção em caso de derrame.

Muito provavelmente, os dados provenientes de satélite referentes à ZEE portuguesa não estão processados. Tornar-se-á necessário calcular a quantidade e tipo de informação necessária para cobrir toda a área, a frequência das observações e a resolução necessárias para cada elemento da grelha (a partir das condições atmosféricas médias, distância em relação a zonas sensíveis e intensidade de tráfego marítimo).

Existem alguns trabalhos sobre esta matéria que podem fornecer pistas, desenvolvidos tanto com o satélite canadiano RADARSAT-1 como com os satélites SAR das agências espaciais europeia e japonesa, contudo, quase todos se referem a zonas costeiras, as quais são mais sensíveis que as áreas de mar alto e requerem uma vigilância mais apurada. A nossa convicção de que cada vez será mais fácil definir um modelo nos termos enunciados é ainda maior se considerarmos as futuras capacidades do satélite RADARSAT-2 [6].

Modelos de derrame de hidrocarbonetos no mar

Nas últimas duas décadas, foi efectuado um esforço por forma a desenvolver modelos matemáticos para a previsão da trajectória e destino de hidrocarbonetos derramados em ambiente marinho. Existem diferentes tipos de modelos de derrame de hidrocarbonetos e os vários autores classificam-nos de formas distintas. Mackay *et al.* (1980) classificam os modelos em *modelos de comportamento*, os quais têm em conta os processos físico-químicos que ocorrem durante um derrame, como a evaporação, a diluição, a emulsificação, etc., os *modelos de trajectória* que procuram prever a posição futura da mancha de hidrocarbonetos, com os objectivos de combater a poluição e quantificar riscos potenciais e os *modelos de concentração na coluna de água* que procuram quantificar a distribuição de hidrocarbonetos na coluna de água. Fingas e Sydor (1980) classificam os modelos consoante a zona em que os derrames ocorrem, os modelos "*micro*", que se aplicam a pequenas áreas como portos ou rios, e os "*macro*", que são aplicáveis a áreas maiores como costas, baías, etc.. Outra classificação é dada por Stolzembach *et al.* (1977) que distinguem o tratamento dado na avaliação da trajectória da mancha, dependendo se o movimento do derrame é causado pela expansão própria do hidrocarboneto através das forças de gravidade e tensão superficial (*modelos de expansão*), ou causado pelas tensões no topo e no fundo da mancha devido às correntes e aos ventos (*modelos de dispersão*).

Hoje, os modelos de derrame de hidrocarbonetos estão largamente difundidos. Pode ser encontrado um grande número de modelos, desde os simples modelos de trajectória, passando pelos modelos de partículas, até aos modelos tridimensionais que consideram a trajectória e destino dos hidrocarbonetos derramados, incluindo ainda a simu-

lação de acções de combate a esse mesmo derrame (Reed *et al.*, 1999). A eficácia das medidas de resposta aplicadas a um derrame pode ser melhorada pelo acesso a modelos de previsão, da trajectória e destino, rápidos e de considerável precisão. Por forma a atingir uma resposta eficaz é importante conhecer a posição e o estado dos hidrocarbonetos derramados, a camada superficial pode ser demasiadamente fina para haver uma expansão ou demasiadamente viscosa para dispersar (Sebastião & Soares, 1995).

Processos que ocorrem durante um derrame

São diversos os processos que têm lugar quando ocorre um derrame de hidrocarbonetos no mar. Estes podem ser divididos em duas grandes categorias: os processos de transporte e os processos físico-químicos que dão lugar à transferência de massa entre os diferentes meios (hidrocarbonetos-atmosfera e hidrocarbonetos-mar).

Na figura abaixo (fig. 3), destacam-se os principais processos que afectam a mancha de hidrocarbonetos após o derrame, numa escala temporal (fig. 4), adaptada do trabalho de Shen e Yapa (1988), podemos verificar a relevância dos fenómenos em função do tempo decorrido após o derrame.

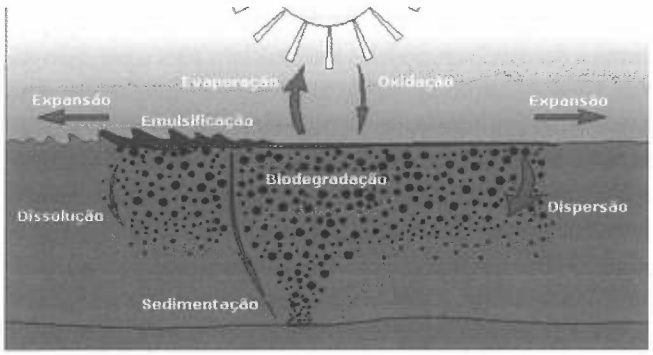


Fig. 3 – Principais processos que ocorrem durante um derrame. Adaptado da página Web ITOPF.

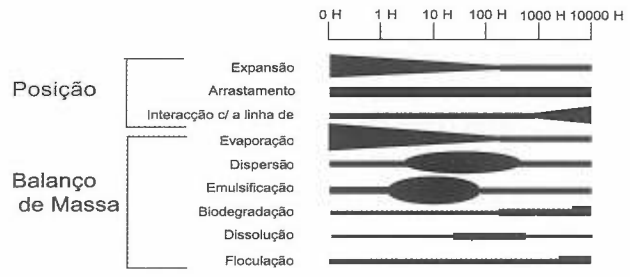


Fig. 4 – Escala temporal dos processos de um derrame. Adaptado de Shen e Yapa (1988).

A trajectória da mancha poluente é governada fundamentalmente pelas equações do movimento, enquanto que a sua concentração depende de processos físico-químicos como a evaporação, a dissolução, a dispersão, a biodegradação, etc. Sabemos que os hidrocarbonetos são compostos por uma grande quantidade de componentes com diferentes propriedades físico-químicas, sendo este um dos factores que mais dificultam a sua modelação, algumas fases dissolvem-se na água, outras no ar, podemos ainda encontrar diferentes pontos de ebulição e diferentes solubilidades, além de outros fenómenos.

Os processos que governam a trajectória da mancha são denominados Processos de Transporte enquanto que os processos físico-químicos que modificam as propriedades dos hidrocarbonetos, provocando transferência de massa para a atmosfera e para o mar, são chamados Processos de Destino (*"Fate"*), isto é, processos que governam o destino final do hidrocarboneto derramado.

Uma vez que a maioria dos modelos de transporte actuais são baseados no balanço de massa global, para avaliar a trajectória da mancha de hidrocarboneto devem ser levados em conta alguns fenómenos que influenciam fortemente este balanço, como a evaporação, mesmo que o objectivo seja apenas o cálculo da trajectória.

Segundo a ASCHE (Task Committee on Modelling Oil Spills, 1996), em hidrocarbonetos de baixa densidade a evaporação pode atingir até 75% da massa total derramada, e, evidentemente, este processo terá uma forte influência no balanço de massa global.

Dos processos que governam a trajectória da mancha de hidrocarbonetos, os mais importantes são a deriva, causada pelo vento e pelas correntes marítimas (*drifting*) e a expansão causada por forças de gravidade e de tensão superficial (*spreading*), como se a mancha se espalhasse em águas totalmente calmas.

Modelos de transporte

Como em todos os problemas de mecânica de fluidos, podem ser feitas duas abordagens ao problema da modelação matemática: lagrangeana e euleriana.

Os modelos lagrangeanos são geralmente baseados na hipótese de que a mancha pode ser dividida em pequenas parcelas independentes.

A trajectória destas parcelas é calculada a partir de uma velocidade total de arrastamento que é função da velocidade do vento e das correntes. Os modelos eulerianos actuais são baseados numa equação de advecção-difusão, utilizando como velocidade de advecção uma velocidade de arrastamento que é função da velocidade da água e do vento. Nestes modelos, os termos advectivos representam o arrastamento exercido pelos ventos e pelas correntes marítimas, enquanto os termos difusivos representam a expansão do hidrocarboneto devido à gravidade e dispersão turbulenta.

Modelo a desenvolver

Os requisitos considerados ideais para um modelo de previsão, de transporte e destino, apontam para um modelo que permita uma rápida resposta. Uma importante consideração na prossecução deste objectivo é a simplicidade de utilização do modelo, por forma a este ficar disponível para utilização por pessoal não especializado.

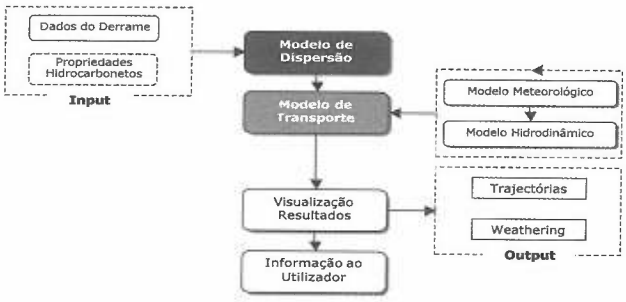


Fig. 3 – Arquitectura do modelo de transporte e destino de hidrocarbonetos.

Assim, será desenvolvido um modelo matemático que represente os fenómenos atrás descritos, o mais próximo possível da realidade, sem deixar de lado a simplicidade e tendo em conta a possibilidade de este modelo poder vir a ser utilizado como ferramenta no combate à poluição.

Os dados de entrada deverão ser reduzidos ao mínimo. Os campos de velocidade e direcção da corrente e do vento deverão ser obtidos, se possível, através de observações no local ou, na falta destes, através dos resultados de modelos meteorológicos e hidrodinâmicos comprovados.

A arquitectura modular deste modelo permite a fácil integração de outras componentes por forma a variar a sua aplicação (isto é, busca e salvamento).

Baseados na arquitectura do SI atrás descrita, que permite a troca de informação entre as diversas entidades, pensamos ser possível o desenvolvimento de um modelo interactivo, facilitando a sua utilização e a aquisição de dados que permitam ao modelo apresentar dados fiáveis para o auxílio das tomadas de decisão que possam levar à minimização dos impactos ambientais causados pelos derrames de hidrocarbonetos no mar.

Agradecimentos

Apesar das opiniões expressas serem da sua exclusiva responsabilidade, os autores agradecem às pessoas e instituições sem as quais este trabalho não teria sido possível: Fundação para a Ciência e Tecnologia, que financiou o projecto infoZEE; Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento e Dr. Charles Buchanan, que acolheram a conferência sobre "Política para os Oceanos"; Instituto do Mar; Prof. Joanaz de Melo (FCT) pela orientação; Cte. Ferreira da Silva, Prof. Marques Inácio e Dra. Marina Silva (CILPAN); Valm. Torres Sobral, Cmg. Ezequiel, Cten. Chumbinho e Cten. Ventura Soares (IH); Calm. Carlos Rudolfo (Adido Defesa, EUA); Cmg. Baganha Fernandes, Cmg. Isidro Valente e Dr. Diogo (DGM/DGAM); Cmg. Conde Baguinho (COMNAV); Cmg. Correia Andrade (MDN); Cfr. Ferreira Coelho (SACLANTCEN); Tcor. Ramiro Matos, Tcor. Germano Marta, Maj. Miguel Gonçalves e Cap. Luís Neto (FAP); Tcor. Maia de Loureiro, Maj. Filipe Tomás, Cap. Ramos Pinto e Cap. Ferraz Dias (BF-GNR); Dr. Luís Fortes, Dr. Esaguy, Eng. Aires Monteiro e Eng. José Baptista (IMP); Eng. Duarte Filipe (Tecnalis); Cte. Pimenta de Abreu (Fresti); Prof. Rebordão (INETI); Dra. Laudemira Ramos (INAG); Dra. Isabel Leitão (MDN); Prof. Keneth Tenore (CBL-UMCES); Cmg. David Martin, Cfr. Patrick Dennis, Prof. Thomas Malone, Prof. Steve Pietrowicz, Prof. Larry Atkinson, Dr. Rosalind Cohen e Dr. Muriel Cole (Ocean.US); Dr. David Kennedy e Dr. Kent Hughes (NOAA); Prof. Erick Malaret e Cmg Hank Pomeranz (ACT); Dr. Paulo Almeida (EPA); Prof. Francisco Andrade e Dr. Pedro Leitão pela coordenação e desenvolvimento do modelo de valoração da linha de costa; colegas Pedro Gonçalves, que programou o protótipo do servidor infoZEE, Gonçalo Ribeiro e Tomás Ramos; e ao GEOTA pela inspiração.

Notas

** Aluno de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa (UNL), <joaquim_afonso@hotmail.com>

*** Aluno de Mestrado, Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa, < joao.piedade@clix.pt>

* Aluno de Mestrado, Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação - UNL, < santanna@mail.pt>

[1] O IGOS consiste numa parceria entre as seguintes entidades: Committee on Earth Observation Satellites (CEOS), que coordena as várias agências espaciais nacionais (ESA, NASA, NASDA, etc.); World Climate Research Programme (WCRP), que integra os programas de pesquisa sobre alterações climáticas; International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP); International Group of Funding Agencies for Global Change Research (IGFA); a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (IOC); International Council for Science (ICSU); United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO); United Nations Environment Programme (UNEP); e World Meteorological Organization (WMO).
Os sistemas a integrar no IGOS são: Global Climate Observing System (GCOS); Global Ocean Observing System (GOOS); e Global Terrestrial Observing System (GTOS).

[2] Documento de trabalho resultante da quarta reunião do Painel de Observações Oceânicas Costeiras do Comité Oceanográfico Intergovernamental (COOP-IV, 24-27 Setembro, 2002), "The Integrated, Strategic Design Plan for the Coastal Ocean Observations Module of the Global Ocean Observing System".

[3] O satélite RADARSAT-2 terá uma antena que poderá ser orientada electronicamente para adquirir imagens de ambos os lados do satélite, o que, associado ao facto de a capacidade de resolução prevista ser muito superior à dos actuais satélites com antenas SAR, irá reduzir de forma significativa o tempo mínimo entre passagens sobre um determinado local que permita assegurar a detecção, quer de derrames, quer de navios.
A Agência Espacial Canadiana vai lançar, em Novembro, um convite dirigido aos centros de investigação de todo o mundo, com o objectivo de optimizar as aplicações operacionais existentes e desenvolver novas aplicações que permitam rentabilizar a total capacidade polarimétrica do satélite.

Bibliografia

• AMARAL, L., VARAJÃO, J., *Planeamento de sistemas de informação*, FCA-Editora de Informática, 2000.

• ASCHE (1996), "State-of-the-Art Review of Modelling Transport and Fate of Oil Spills", Task Committee on Modelling Oil Spills of the Water, Resources Engineering Division, *Journal of Hydraulic Engineering*, vol. 122, Nº 11, Nov., pp. 594–609.

• FINGAS & SYDOR, "Development of an Oil Spill model for the St. Lawrence River", *Tech. Bulletin*, Nº 116, Environment Canada, Ottawa, 25 pp., 1980.

• MACKAY, D., BUIST, I., MASCARENAS, R. & PATERSON, S., "*Oil Spill Processes and Models*", Report EE-8 of Environment Canada Research and Development Division, Ottawa, Ontario, 1980.
• JOANAZ DE MELO, J. & SANTANA, P., *A vigilância da poluição marítima em Portugal: deficiências e propostas para a sua resolução*, Actas da "6ª Conferência Nacional da Qualidade do Ambiente", vol 2, Lisboa, DCEA-FCT-UNL, 20-22 Outubro 1999.
• JOANAZ DE MELO, J. & SANTANA, P., "A new model for EEZ surveillance and management in Portugal", in C. A. Brebbia & P. Pascolo (ed.), *Management Information Systems*, p. 103-111. WIT Press, Southampton/Boston, 2000.
• JOANAZ DE MELO, J., ANDRADE, F., AFONSO, J. R., LEITÃO, P., PIEDADE, J. & SANTANA, P., "InfoZee – Information System for Management and Surveillance of the Exclusive Economic Zone", *International workshop: Good practices on coastal zone management and coastal defence, proceedings*, Porto, Portugal, FEUP/EUCC, 7-8 Jun., 2002.
• ITOPF Web page, http://www.itopf.com
• JONSON, J. E., TARRASÓN, L. & BARTNICKI, J., "Effects of international shipping on European pollution levels", EMEP/MSC-W Note 5/00, 2000.
• REED, Mark *et al.*, "Oil Spill Modelling towards the Close of 20th Century: Overview of the State of the Art", *Spill Science & Technology Bulletin*, Great Britain, 5 (1), pp. 3-16, Elsevier Science Ltd., 1999.
• KOURTI, N., SHEPHERD, I. & VERBORGH, J., "Fishing Boat Detection by using SAR Imagery", *AMRS workshop on Ship Detection*, proceedings, June 2000.
• SEBASTIÃO, P. & SOARES, G., "Modelling the Fate of Oil Spills at Sea", *Spill Science & Technology Bulletin*, vol. 2, Nº 2/3, Great Britain, 1995, pp. 121-131. Elsevier Science Ltd.
• SINTEF Web page, http://www.sintef.no/units/chem/environment/OWM.htm
• SHEN, H. T. e YAPA, P. D., "Oil Slick Transport in Rivers", *Journal of Hydraulic Engineering*, vol. 114, Nº 5, 1988, pp. 529-543.
• STOLZEMBACH, K. D., MADSEN, O. S., ADAMS, E. E., POLLACK, A. M. & COOPER, C.K., "A Review of the Basic Techniques for Predicting the behavior of surface Oil Slick", Rep. No. 122, *Dept. of Civil Engineering*, MIT, Cambridge, Massachusetts, 1977.
• URBAN JR. & EDWARD R., (1997), in VIII, *Desafios institucionais para uma melhor cooperação*, Actas da conferência "Oceanos II – os futuros desafios na política dos oceanos", FLAD – Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento, 18 Nov. 1996.

Prospecção Subaquática ao largo da Comenda

Trabalho realizado por:
- *Jorge Leonel Vaz Freire*
- *Hélio Figueiredo*

Universidade de Coimbra
Faculdade de Letras

Partindo da prospecção subaquática efectuada ao largo da estação romana da Quinta da Comenda, debateremos uma visão histórico-arqueológica sobre a questão da navegação ao longo da costa no período do Baixo Império Romano, seguindo uma metodologia própria.

No Verão de 2002, levámos a cabo uma investigação no âmbito da cadeira de Seminário da licenciatura em História, variante Arqueologia da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. O seu objectivo principal era o de contribuir para o estudo das seguintes problemáticas: a das *Villae* Marítimas, a do Povoamento Litoral no período romano e a questão da Navegação romana no Atlântico. Visto que seria inconcebível realizar um estudo que abarcasse toda a província da Lusitânia romana num tão curto espaço de tempo, resolvemos tomar como ponto de partida a *Villa* Romana da Comenda, situada junto do Outão, na serra da Arrábida.

Enquadrado pela embocadura do rio Sado e pelo flanco sudeste dos imponentes maciços calcários, fortemente enrugados, que constituem a serra da Arrábida, a praia da Comenda insere-se geomorfologicamente[1] num cenário natural de rara beleza. O seu areal localiza-se no prolongamento da praia de Albarquel e termina frente à foz da ribeira de Alcube, frente ao conhecido parque de merendas.

As vertentes sobranceiras à praia terminam frequentemente em arribas talhadas em sedimentos de idade paleogénica inseridos na formação de conglomerados, arenitos e margas da Picheleira. Esta formação, que possui vasta expressão a norte da serra de São Luís, forma uma faixa contínua de afloramentos que se prolonga a partir de Palmela, através das serras do Louro e de São Francisco, terminando a sudoeste da Vila de Azeitão. Nestes locais é constituída por arenitos arcósicos que passam para o topo a depósitos mais grosseiros, essencialmente conglomeráticos. A norte da frente da arriba sobranceira à praia de Albarquel, a estrutura tectónica aí existente, controlada por uma falha vertical de direcção N 70°E, permitiu a existência de um afloramento que insere um conjunto de corpos greso argiloso de idade neocomiana, compreendidos entre o berriasiano inferior e o valangiano.

A norte desta estrutura e ao longo das encostas atravessadas pela Estrada Nacional, que de Setúbal leva ao Portinho da Arrábida, estende-se uma extensa mancha cartografada composta por litologias de natureza quase exclusivamente conglomeráticas (Conglomerados da Comenda) de idade oxforniana (Jurássico Superior). O vale fluvial aberto junto à praia da Comenda, entalhado nos afloramentos atrás referidos (ribeira de Alcube), encontra-se preenchido por depósitos aluvionares sobretudo arenosos (marinhos, ou resultantes da erosão dos sedimentos sobrejacentes).

Estas características geomorfológicas não foram descuidadas na atribuição onomástica de determinados topónimos da envolvente da Comenda. É o caso do topónimo *Alcube*, nome certamente de origem árabe. Relaciona-se com o topónimo *Alcova*, que em árabe – *al-Kubba* – significa esconderijo. De facto, a Comenda encontra-se numa reentrância protegida, de um lado, pela praia da Rasca, e, de outro lado, pela praia de Albarquel. A sua localização privilegiada no litoral arrábico, protegia a *Villa* dos ventos dominantes, daí podermos aceitar esta definição toponímica.

Não menos importantes são os topónimos que se relacionam directamente com as actividades marítimas. Estão neste caso o nome *Albarquel* e *Rasca*. No primeiro é nítido a influência islâmica. Segundo José Pedro Machado, traduz a ideia de "barquinho". No caso de *Rasca*, é mais difícil dissecar o significado. Segundo o mesmo onomasta, poderá significar instrumentos de captura, como uma rede de arrastar, uma rede de pescar raias, ou poderá ser a referência a uma antiga embarcação de pesca. Neste segundo caso, foi identificado no século passado um conjunto de cetárias. Estas foram destruídas para a passagem da estrada de Setúbal para o Outão[2]. Pela proximidade que têm com a *Villa* da Comenda parece-nos legítimo supor que aquelas fizessem parte do complexo industrial da *Villa*[3].

A *Villa* romana da Quinta da Comenda, situada na margem direita do rio Sado e na margem esquerda da desembocadura da ribeira de Aravil, é conhecida desde os finais do século XIX, através dos trabalhos de Afonso Costa. Tratava-se de um centro de transformação de preparados piscícolas, actividade facilmente dedutível tanto pela localização costeira, como pelo complexo de cetárias aí encontradas. Estas são edifícios tanques providos de um revestimento impermeável e organizados em torno de pátios destinados tanto à circulação dos trabalhadores como provavelmente à realização de parte das actividades relacionadas com a produção. O único tanque que podemos identificar com segurança, já que a nefasta erosão da nossa costa destruiu a maior parte dos vestígios arqueológicos desta zona, seria de dimensões iguais àqueles encontrados quer nos centros produtivos do Creio ou Tróia.

Os preparados piscícolas foram, durante todo o período de ocupação romana desta zona da Península Ibérica (a antiga província da Lusitânia), uma indústria florescente e de grande peso económico. Produtos como o *Garum* e o *Liquamen* são referidos por autores clássicos como Plínio, o Antigo, e Apicius, como sendo molhos de peixe de alta qualidade de valor elevado. O seu processo de fabricação era simples, consistindo na fermentação de vísceras e restos de peixe e sal, em grandes cetárias, e a subsequente filtração do líquido resultante. Nada era desperdiçado, sendo a pasta resultante (o chamado *Muria*) utilizada na alimentação dos escravos.

Etienne e Mayet[4] confirmam a importância desta indústria na Lusitânia através da recolha dos sítios arqueológicos produtores de *Garum* encontrados até agora na costa lusitana, e o posterior cálculo da sua produção. Estes cálculos supõem que só no *vicus* de Tróia se produzissem mais de setecentos litros cúbicos deste produto (não sendo ainda conhecidas em toda a sua extensão as ruínas das cetárias). A estação da Comenda, sendo uma *Villa*, não produzia um número tão elevado de metros cúbicos de *Garum*. Supomos, através de análise em estações similares mencionadas no artigo citado[5], que deveria produzir uma média de trinta a quarenta metros cúbicos.

Estes dados opõem-se claramente a teorias, como a do investigador canadiano Jonathan Edmondson, expressadas nos seus trabalhos relativos a este tema, onde se relegam as produções piscícolas lusitanas à escala regional. Ora, a função de abastecedor dos mercados regionais de preparados piscícolas não é aqui posta em causa, mas duvidamos francamente que o *hinterland* dos centros produtores lusitanos conseguisse absorver uma produção tão grande. Supomos que, a partir do século III, esta produção seria também escoada para todo o império através de uma complexa rede de comércio, tanto naval como viário. Lisboa, a Olisipo romana[6], serviria de grande porto de escoamento para áreas tão distantes como a Britânia, o Nordeste da Gália ou o Norte de África.

Põe-se a hipótese da Comenda ter conhecido uma exploração agropecuária[7], o que lhe confere uma importância destacada em relação a outros centros, como Creiro, vocacionados unicamente para a preparação e transformação de pescado. Um aspecto que pode defender esta repartição de funções dentro da estrutura económica da *Villa* é a presença de inúmeros fragmentos de talhas em número muito superior aos aparecidos tanto na estação do Creiro como na Praça do Bocage, em Setúbal.

Da *Pars Urbana* da *Villa* conhece-se pouco. Reconhece-se um arco de hipocausto e, junto deste, um conjunto de *tesselae*, enfiadas no talude que bordeja a ribeira. São restos que poderão apontar para a existência de uma estrutura de banhos. Esta estrutura, definidora da cultura romana, convive com a *Pars Rustica* da *Villa*, mais concretamente com os vestígios das cetárias. À primeira vista parece existir uma latente contradição na coexistência dos dois espaços: o primeiro dedicado principalmente à higiene e ao lazer e o segundo dedicado ao trabalho sujo, e obviamente mal cheiroso, da salga e putrefacção de peixe. Mas se fizermos uma análise às estruturas para a produção de *Garum*, podemos identificar algumas[8] que têm hipocaustos, de forma a acelerar os processos de maceração através do calor. Conhecendo o sentido prático das construções romanas, não será de estranhar o aproveitamento da estrutura que permitia o aquecimento do *Caldarium* para a preparação do *Garum*.

Não muito longe encontra-se uma estrutura semicircular, construída com grandes blocos talhados de pedra e tijolos e revestida com *opus signinum*. A sua funcionalidade não é directamente perceptível. No entanto, pela característica de impermeabilidade e pela proximidade das possíveis termas e das cetárias, leva-nos a supor que se trata de um depósito de captação e de armazenamento de água.

Os restos de materiais cerâmicos que abundam conferem ao talude um aspecto de corte estratigráfico, com cerca de um metro de altura. Dos materiais recolhidos aqui e apresentados, a grande maioria são cerâmicas comuns. São na sua totalidade bordos com predomínio de formas fechadas. Tipologicamente variam entre a presença de potes de pequenas dimensões, de panelas e talhas. As formas abertas encontram-se representadas sobretudo por vestígios de pratos de média e de grande dimensão.

A marca *"CNAEVS ATEIVS"* de um fragmento de *sigillata* itálica oferece-nos a datação cronológica mais antiga, que parece ser da época de Augusto Tibério, segundo o estudo de Laura Trindade e de Dias Diogo [9]. Os materiais mais recentes são compostos essencialmente por materiais norte-africanos baixo-imperiais. Este possível *terminus* não deve ser considerado como indicador do fim da laboração industrial do sítio, que poderá ter sido anterior, nem como indicador de abandono da estação. A produção de *Garum* é associada exclusivamente ao período romano, com uma certa leveza, já que há referências de autores árabes sobre utilização culinária do *Garum*. Nos últimos anos, os estudos efectuados no norte de África têm revelado a reutilização de centros produtores no período islâmico.

Reconhecida a importância dos estuários do Tejo, do Sado e da costa Algarvia na produção do *Garum*, devemos ter em consideração a possibilidade da longevidade destes centros. Para a Comenda não possuímos, até ao momento, dados inequívocos para que possamos dar uma opinião segura nesta direcção. No entanto, o centro produtor do Creiro conheceu uma fase de ocupação islâmica. Uma releitura do sítio poderá trazer resultados muito diferentes daqueles que, de uma forma demasiado resignada, foram apresentados no relatório de escavação.

Quando se processam alterações, o discurso usado é o do retrocesso histórico. Daí que o período Baixo Imperial tem sido caracterizado como o canto do cisne de um imponente império. Na verdade, o que existe no seio de alguns investigadores é a confusão entre os aspectos político e

económico-social. O império termina como unidade política, é certo, mas a economia e os hábitos sociais e culturais mantiveram-se durante os séculos que se seguiram. Os hábitos de uma sociedade tão firmemente implantada como a romana não se desvanecem de imediato, mas sim naturalmente num espaço temporal longo. A prova clara disto é o facto de em Portugal, por exemplo, se falar uma língua latina, e se professar ainda a religião católica.

Prospecção subaquática ao largo da Comenda

Na prospecção subaquática [10], a escolha do método é fulcral. Com efeito, ela é ou não a base para o sucesso de toda a operação. Por isso, rege-se pela escolha de itens rigorosos, que dependem das condições físicas e naturais do local que se vai intervencionar. Como qualquer outro ramo do saber arqueológico, a prospecção subaquática é precedida de uma exaustiva recolha de informações escritas e orais. Estas permitirão estabelecer a metodologia ou as metodologias adequadas a cada situação. Antes de cada campanha de prospecção, devemos conhecer *a priori* a profundidade média do sítio, a presença de correntes, as condições de visibilidade, a natureza e a morfologia do fundo. Podemos afirmar que é condição *sine qua non* de todo o trabalho subaquático.

Tudo depende da conjugação destes dados mas não só. Temos que lhes adicionar outros factores, como a constituição do ar respirado, a capacidade da garrafa, a pressão e a nossa própria adaptação fisiológica, já que a nossa limitação varia consoante o contexto em que estamos a trabalhar. Por exemplo, o tempo que o mergulhador permanece debaixo de água aos dez metros não é o mesmo que no patamar de vinte metros. De igual modo, aos vinte metros o cálculo varia consoante a intensidade da corrente. É também necessário definir o número de escafandristas, o tempo necessário a prospecção completa da zona (atendendo se é uma situação de emergência) e as condições meteorológicas. A este conjunto de parâmetros podemos denominar segunda fase dos trabalhos preliminares.

Reunida toda esta informação, poderemos então delinear e adaptar um método próprio. Para a presente comunicação, conseguimos reunir alguns métodos utilizados pelos investigadores franceses. Em Portugal, até à presente data, não surgiu nenhum trabalho que sistematizasse as metodologias empregues. Daí que este estudo se torne inédito na forma como tenta explanar toda a metodologia seguida na prospecção. No entanto, outros métodos que não são considerados neste espaço carecem de comprovação prática, porque muitos dos trabalhos de prospecção arqueológica subaquática em território nacional não chegam sequer a ser publicados. Esta situação origina uma carência de dados que tem o seu reflexo na maioria da bibliografia estrangeira, cujos investigadores desconhecem os trabalhos que são realizados em Portugal. Dada a limitação de tempo que temos tanto na apresentação oral como na escrita, desenvolveremos neste segundo capítulo os princípios básicos da metodologia utilizada, remetendo para outro capítulo a explicitação prática. Discutiremos o método chamado radial ou circular e o método por corredores. Métodos estes que se podem aplicar separadamente ou de forma complementar, consoante as situações.

A técnica circular é utilizada quando a zona a prospectar é precisa. Deve realizar-se quando a corrente é relativamente fraca ou inexistente. Em fundos planos e regulares, a sua eficiência é grande. Necessita de poucos mergulhadores. Começa-se pela imersão de uma base, feita de material relativamente pesado para não se deslocar. Esta servirá como eixo de orientação. O binómio deverá efectuar uma rotação completa em torno do eixo, rotações que deverão ser sensivelmente de 360°. Afastar-se-á gradualmente de dentro para fora, até atingir um raio de quinze metros. Em Portugal, os únicos trabalhos que fazem menção a está técnica foram os trabalhos efectuados ao largo da Quarteira. No entanto, estes pecam por não desenvolverem a sua aplicação prática.

Podemos adaptar este método consoante as situações. Como exemplo: nas prospecções junto aos cais, aos diques ou às margens podemos utilizar uma variação da técnica, planeando a cobertura de forma semicircular. Esta é conveniente no intuito de evitar as zonas brancas (zona não prospectada).

A mesma técnica pode ser reproduzida, num contexto idêntico, alterando o ponto central dos arcos, de forma a continuar o perfil da margem, em forma de semiconferências múltiplas. Em vez de executar as rotações partindo de um ponto fixo, este é deslocado lateralmente, seguindo um raio preestabelecido. No entanto, devemos conservar a utilização do método semicircular de forma a reduzir as zonas "brancas". Este método permite uma cobertura parcial da zona.

Estas duas variantes da técnica semicircular são executadas quando a corrente é menor. Todavia, podemos utilizar outros modelos em contextos onde a corrente é de intensidade média ou alta, embora a sua eficácia seja francamente menor. A técnica de semicírculos simétricos utiliza-se em presença de uma corrente de força média. Procede-se à divisão da procura concêntrica em dois semicírculos, usando o sentido da corrente como eixo simétrico. Uma rotação de 180° permitirá explorar um lado semicircular. O mergulhador ou o binómio deverá subir contra a corrente em relação ao eixo e, antes de retomar a operação no mesmo sentido, aumenta o raio. As sucessivas passagens levantarão os sedimentos, o que dificultará a observação. Por isso, só resta ao investigador iniciar a operação no outro semicírculo. É preferível explorar um semicírculo de cada vez. No entanto, é possível trabalhar os dois ao mesmo tempo, trabalhando de forma simétrica.

A técnica em forma de cone é utilizada quando a corrente é forte. O eixo deverá ser colocado no cimo da zona a explorar. A zona terá aproximadamente uma área de 90°.

Esta técnica não apresenta uma cobertura tão ampla como as precedentes, mas permite trabalhar sobre condições mais difíceis.

Até ao momento, delineámos os princípios básicos da técnica espiral. Ela é de longe a mais utilizada. Porém, podemos também utilizar outro método com uma aproximação completamente diferente. A progressão subaquática faz-se de maneira rectilínea, isto é, em forma de corredores. Estes serão pré-instalados numa área delimitada aleatoriamente por cabos. Este método pode ser seguido de duas formas muito simples: paralelo à corrente ou perpendicular a esta.

Não há muitas considerações a tecer em relação a este método. O espaço que é (re)coberto varia consoante o número de binómios. Não sabemos se é ou não muito utilizado em contextos arqueológicos. No entanto, têm alguma utilização na procura de objectos que foram largados no mar junto de cais, das margens ou na proximidade de uma ponte. Conseguimos deduzir que é um método utilizado em áreas que não são precisas.

Daí a necessidade de uma prospecção que atinja um raio muito maior do que aquele que nos é cedido pela prospecção radial. Porém, não temos a percepção do conjunto. Ou seja, corremos o risco de passar junto de um vestígio sem identificá-lo ou seguindo em corredor basta uma pequena alteração da corrente e desviamo-nos deste.

Obviamente que estes métodos têm os seus encargos pecuniários. No trabalho que realizámos, tivemos que os adaptar aos nossos parcos fundos pessoais. Daí termos certas limitações, como é exemplo "o preciosismo" de usar uma embarcação. Os contactos que foram feitos para possibilitar a aquisição foram infrutíferos. Num tom irónico, podemos justificar o espanto que deve ter havido quando "os homens que estudam pedras" pretendem efectuar mergulhos. É de salientar, contudo, que quando efectuámos o pedido de autorização à Polícia Marítima, esta nos foi directamente cedida. O que é incompreensível é a violação das normas de segurança do mergulho amador por parte dos pescadores.

A prospecção subaquática

A praia da Comenda prolonga-se através da sua pequena plataforma submarina. Esta espraia-se por uma extensão que se situa entre os 300 m e os 500 m, onde a batimetria não ultrapassa os 20 m. Esta morfologia apresenta um declive de trinta graus, convergindo com o canal de navegação da barra de Setúbal a uma profundidade de 40-45 m.

A flora marítima caracteriza-se sobretudo pela existência de algas, que em determinadas zonas apresenta uma densa cobertura. A fauna caracteriza-se pela existência de moluscos, de conchas e de peixes de pequeno porte. Porém, por causa da força da corrente que constantemente desgasta a costa, proliferam zonas de areias, principalmente entre a Rasca e a Comenda, e na entrada desta última. A salinidade é um traçador por excelência da proporção entre a água do mar e a água doce. A parte principal do estuário do Sado comporta-se efectivamente como uma lagoa costeira.

A presença de fortes correntes é inquestionável. Com efeito, a Comenda situa-se próximo da união entre o Sado e o Atlântico. Juntando a isto a restinga de Tróia, que cria uma espécie de estrangulamento da entrada do Atlântico.

No período de maré baixa, o curso da corrente toma a direcção Setúbal *versus* Portinho da Arrábida. Caracteriza-se por uma corrente de intensidade média. Porém, devido ao movimento da maré e da pouca densidade de água, a visibilidade é praticamente nula, obtendo um ângulo sensivelmente de meio metro.

Durante o período de preia-mar, o curso da corrente segue na direcção oposta. Se a visibilidade é francamente maior, a força da corrente varia conforme os locais que estamos a prospectar e consoante o avanço da maré. Com isto queremos dizer que, quando a maré inicia o círculo ascendente num período de seis horas, as condições são claramente desfavoráveis. Sensivelmente cerca de trinta minutos antes da maré atingir o ponto máximo, a corrente tende a lentamente diminuir de intensidade, até à estagnação durante um pequeno período, para depois iniciar lentamente a movimentação contrária. Este processo leva sensivelmente uma hora e meia, o que foi considerado no momento *optimum* para iniciar o mergulho em condições favoráveis. Assim, o período de transição entre as marés é favorável para a prospecção. Contudo, não se pode idealizar um mergulho, com a total ausência de corrente, porque esta é sempre necessária para limpar os sedimentos que andam à deriva. Daí que aquele pequeno período de estagnação se tenha tornado num mal menor.

Deparamos com entraves na escolha dos sítios a prospectar. Em primeiro lugar, o espaço, que varia entre os 10 m e 20 m, não apresentava o mínimo de segurança de mergulho. Proliferam ao largo das praias de Albarquel, da Comenda e da Rasca os barcos de recreio. Como os mergulhos pretendidos se enquadram na categoria de mergulho amador, fomos obrigados pela legislação marítima a cingir-nos ao espaço onde a batimetria variava entre os 5-10 m. O mergulho aos 40-45 m situar-se-ia à entrada da barra de Setúbal, numa zona de passagem dos navios mercantes, o que inviabilizou desde logo o mergulho.

Na zona prospectada, utilizámos em primeiro lugar o método de corredor. A escolha deste deve-se às correntes médias (por vezes fortes) que se faziam sentir e a imprecisão da área a cobrir. Corredores paralelos à corrente iam gradualmente sendo efectuados, de dois em dois metros. A delimitação deste foi estabelecida entre o azimute 210° e o 150°, ou seja, sensivelmente entre o palácio da Comenda e Rasca, e entre os patamares de profundidade estabelecidos aos três e aos doze metros. Quando fosse identificada alguma estrutura, procederíamos ao reconhecimento da área envolvente de forma radial.

Resultados

A campanha de prospecção decorreu entre o dia 11 e 26 de Agosto. Foram efectuadas cinco imersões [11]. A partir da costa, há uma profundidade que varia entre os três e os dez metros de profundidade. O equipamento utilizado foi o básico de mergulho e uma máquina fotográfica subaquática, cedida pelo centro de mergulho do Portinho da Arrábida.

Os resultados que estão a ser apresentados não podem constituir elementos definitivos da potencialidade das águas da Comenda. Os achados da Comenda até ao momento caracterizam-se por restos de materiais cerâmicos e orgânicos.

Os materiais cerâmicos não abundam, nem estão distribuídos de forma homogénea. Identificámos cerâmicas próximo da desembocadura da ribeira de Aravil para jusante do rio Sado, a uma profundidade que variava entre os três e os seis metros. Na sua totalidade é composta por fragmentos que, na grande maioria dos casos, não possuíam elementos que permitissem classificá-los, pois não apresentam bordos, nem fundos ou elementos decorativos. Não acreditamos que estes achados estejam *in situ*, mas sim que tenham sido arrastados pelas marés.

Entre a ribeira de Aravil e a praia da Rasca, identificámos um conjunto de madeiras que poderá indiciar a presença de uma embarcação. Pelos materiais exumados, seguindo uma prospecção circular, foram encontradas dezenas de bordos de cerâmica, que julgamos serem vestígios de ânfora. A sua forma é muito similar com Keay V. Se assim for, estamos perante uma ânfora de origem africana, mais concretamente proveniente da Tunísia, segundo os estudos publicados por Dias Diogo em relação aos trabalhos efectuados em Tróia nos finais da década de 70. Este investigador estabelece a sua cronologia entre 180 e 320, qualificando-a como típica da transição do alto para o baixo império romano. Porém, o achado deste navio deixa-nos reservas pelo estado físico em avançado grau de degradação e por não ter sido possível efectuar as necessárias análises químicas à madeira, que permitissem a sua a datação.

Descortinar se existiu ou não um pequeno porto junto à Comenda, é praticamente impossível de dizer, por diversos motivos. Em primeiro lugar, temos que definir o que entendemos por porto, na época romana, no litoral atlântico. Efectivamente, a tecnologia dos portos atlânticos é muito diferente daquela que foi utilizada no Mediterrâneo. As dificuldades com que se defrontam no Atlântico, entre as quais a amplitude das marés, pouco significativa no Mediterrâneo, deve considerar-se entre as principais, que obrigaram a procurar soluções muito diferentes. A maioria dos investigadores situa a maior parte dos portos atlânticos do período romano em ambientes naturais, com particular destaque para as enseadas abrigadas dos ventos, lagunas litorais e estuários. Por conseguinte, os portos naturais dispensavam os grandes trabalhos executados na área mediterrânica para obter planos de água protegidos, quer escavando as bacias portuárias, quer construindo potentes molhes. Assim, e parafraseando o Doutor Vasco Mantas [12]: "*Os portos de estuário, [...] apenas receberam um equipamento sumário, constituído no essencial por cais acostáveis, quase sempre construídos em madeira, bem como pontões de estacaria, a exemplo do que se conhece do porto de Londinium*". Mesmo admitindo a possibilidade da existência de um porto natural na Comenda, justificado pela morfologia *sui generis* da Arrábida, temos, de igual modo, que aceitar a possibilidade de que os navios se limitassem a varar na praia ou ancorar ao largo, desde que protegidos dos ventos dominantes.

Um outro problema que se nos afigura é a própria alteração da costa. De facto, não conseguimos ainda esclarecer qual terá sido a transformação. Duas realidades são possíveis, a progressão da costa, como a maior parte do litoral atlântico português, ou de regressão, como em algumas zonas do litoral algarvio. Na área em estudo encontramos duas realidades sedimentares diferentes. Próximo da Rasca predominam sedimentos soltos de grandes proporções. Pelo contrário, na praia da Comenda o fundo é constituído por areias e pequenos sedimentos. No primeiro caso, julgamos que se deve a um claro fenómeno de abrasão, enquanto que frente à Comenda estamos convictos que o recuo da costa deve-se aos movimentos eustáticos. Parte deste espaço estaria, na época romana, acima do actual nível das águas. Apesar dos dois exemplos serem diferentes na sua amplitude, estamos convictos de estarmos perante um fenómeno de recuo da costa. Os sedimentos soltos da Rasca prolongavam a costa de forma a constituir uma barreira natural contra os ventos dominantes, que em determinados períodos se fazem sentir com alguma intensidade. Até ao momento, não foi identificada nenhuma estrutura submersa que pudesse ser ligada directamente às estruturas da Comenda, o que corrobora a hipótese dos navios vararem na praia.

Conclusão

O pequeno trabalho que aqui apresentámos tem dois objectivos. O primeiro, como já o dissemos no início, é o de lançar uma luz sobre uma época pouco conhecida e pouco amada da historiografia europeia em geral, e portuguesa em particular: o período baixo-imperial. Apesar do desenvolvimento incrível que têm tido nos últimos vinte e cinco anos os estudos relativos a esta época, a ideia antiga de decadência e destruição imperial romana sob as hostes bárbaras persiste, e não desaparecerá tão cedo. A realidade aparenta ter sido bem diferente da propaganda da história política do século XIX. Apesar do afundamento da estrutura política do império, as suas estruturas sociais e económicas permaneceram vivas e até florescentes, em algumas províncias, nomeadamente as atlânticas, como é o caso da província da Lusitânia.

O segundo objectivo é o de demonstrar uma possibilidade de aplicação prática de prospecção arqueológica na muito rica e pouco explorada costa portuguesa, e a importância da sua subsequente publicação. Estamos num ponto de viragem importante na nossa história, na qual necessitamos cada vez mais de compreender o nosso passado para construir uma identidade coerente para o futuro. Os estudos arqueológicos podem contribuir para isso de forma importante, desde que sejam metódicos, cuidadosos e principalmente publicados.

A estação da Comenda, e todo o contexto que a envolve são exemplos importantes da relação do nosso território costeiro com o mar, e dos subsequentes benefícios que esta mesma relação pode trazer. Tristemente, são também exemplos do quanto a falta de cuidados para com o ambiente nos pode privar de muito.

Bibliografia

• ALARCÃO, Jorge, *Para uma Conciliação das Arqueologias,* Porto, Edições Afrontamento, 1996.

• ALARCÃO, Jorge, *A Escrita do Tempo e a sua Verdade,* Coimbra, Quarteto Editora, 2000.

• ALVES, Fernando *(1988-1989)* – "Os cepos de âncoras em chumbo descobertos em águas portuguesas. Contribuição para uma reflexão sobre a navegação ao longo da costa Atlântica da Península Ibérica na Antiguidade", *O Arqueólogo Português*, série IV, 6-7, pp. 109-185.

• BUGALHÃO, Jacinta *(1999)* – "A indústria romana de transformação e conserva de peixe em Olisipo, Núcleo Arqueológico da Rua dos Correeiros", *Trabalhos de Arqueologia,* 15, pp. 37-50/169-176.

• CABEÇADAS, Henrique, SOARES, Joaquina, GUERRA, Joaquim *(1985)* – *Embarcações Tradicionais do Sado,* Museu de Arqueologia e Etnografia do Distrito de Setúbal.

• CARDOSO, Guilherme, CABRAL, João Pedro, D'ENCARNAÇÃO, José, RODRIGUES, Severino *(1996)* – "Alguns Tipos de Ânforas Romanas Identificados no Concelho de Cascais", *Ocupação Romana dos Estuários do Tejo e do Sado. Actas das Primeiras Jornadas sobre Romanização dos Estuários do Tejo e do Sado*, Publicações Dom Quixote, Câmara Municipal do Seixal, pp. 195-197.

• CARPENTIER, Jean, LEBRUN, François (direcção de), (2000) – *História do Mediterrâneo,* Referência/Editorial Estampa. Lisboa.

• CHOFFAT, P. *(1908)* – Essai sur la tectonique de la chaîne de l'Arrábida, *M. C. Geol. Portugal,* pp. 89.

• DIAS, Diogo, TRINDADE, Laura, (2000), "Vestígios de uma unidade de transformação do pescado descobertos na Rua dos Fanqueiros", *Revista Portuguesa de Arqueologia*, volume 3, nº 1.

• ETIENNE, R., RIETH, Eric, sous la dir., (1998) – "Cartographie critique des établissements de salaisons de poisson dans la péninsule ibérique", *Méditerranée antique: pêche, navigation, commerce*, pp. 33-57.

• FABIÃO, Carlos, *(1996)* – "O Comércio dos Produtos da Lusitânia Transportados em ânforas no Baixo Império", *Ocupação Romana dos Estuários do Tejo e do Sado. Actas das Primeiras Jornadas sobre Romanização dos Estuários do Tejo e do Sado*, Publicações Dom Quixote, Câmara Municipal do Seixal, pp. 329-342.

• FABIÃO, Carlos, *(1996)* – "Sobre a Tipologia das ânforas da Lusitânia", *Ocupação Romana dos Estuários do Tejo e do Sado. Actas das Primeiras Jornadas sobre a Romanização dos Estuários do Tejo e do Sado,* Publicações Dom Quixote, Câmara Municipal do Seixal, pp. 370-390.

• FERREIRA, José Ribeiro *(1992)* – *Avieno: Orla Marítima.* Introdução, Versão do Latim e notas, 2.ª edição. Centro de Estudos Clássicos e Humanistas da Universidade de Coimbra, Instituto Nacional de Investigação Científica, Coimbra. JONES, Horace Leonard - *The Geography of Strabo, with an English Translation.* In Eight Volumes. London, Harvard University Press.

• MAIA, Manuel *(1975)* – "Cepos de Chumbo de âncoras Romanas encontradas ao largo de Sesimbra", *Setúbal Arqueológica,* I, pp. 177-182.

• MANTAS, Vasco Gil Soares (1990) – "As Cidades Marítimas da Lusitânia", *Les Villes de la Lusitanie Romaine. Hiérarchie et Térritoire (table-ronde de Talence,* 1988), Paris, CNRS, pp. 149-205.

• MANTAS, Vasco Gil Soares, (1999) – "As villae marítimas e os problemas do povoamento do litoral português na época romana", *Économie et territoire,* Madrid.

• MANTAS, Vasco Gil Soares (1996) – "Comércio Marítimo e Sociedade nos Portos Romanos do Tejo e do Sado", *Ocupação Romana dos Estuários do Tejo e do Sado. Actas das Primeiras Jornadas sobre Romanização dos Estuários do Tejo e do Sado.* Câmara Municipal do Seixal, pp. 343-369.

• MANTAS, Vasco Gil Soares (1997) – "Lisboa Ribeirinha", II, Colóquio Temático. Actas das Sessões, Lisboa, Departamento de Património Cultural/ Divisão de Arquivos, pp. 15-41.

• MANTAS, Vasco Gil Soares (1995) – *Tecnologia Naval Romana,* Academia da Marinha, Lisboa.

• MANUPPELLA, G. (coordenador) (1999) – *Notícia Explicativa da Folha 38-b Setúbal*, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.

• PEREIRA, A. R. (1988) "Aspectos do relevo de Portugal. Litorais Ocidental e Meridional da Península de Setúbal", *Finisterra,* 46, Lisboa, pp. 335-349.

• PEACOCK, D. P. S. (1991) *Amphorae and the Roman Economy: an introduction guide*, London, Longman, 1st. pbK. Ed. XV, 239 pp.

• RIBEIRO, Orlando (1935) "Excursão a Arrábida", *Finisterra,* 6, Lisboa, pp. 257-273.

• RIBEIRO, Orlando (1977) – *Introduções Geográficas à História de Portugal,* Colecção Estudos Portugueses, Lisboa, pp. 55-117.

• ROUGÉ, Jean (1975) – *La Marine dans L'Antiquité*, Collection Sup. Presses Universitaires de Franç̧e.

• RUIZ, Pedro Manuel (1993) – *Arqueologia Naval e Tecnologia de Datação Submarina*, Academia da Marinha, Lisboa.

• SEPÚLVEDA, Eurico de (1996) – "Terra sigillata tardo-itálica (Padana) proveniente de Tróia de Setúbal", *Al-Madan*, IIª série, nº 5, Centro de Arqueologia de Almada, pp. 13-17.

• SIMPLÍCIO, Maria Cândia, BARROS, Pedro Faustino da Costa, GARCIA, Ana Catarina Abrantes (1999) – "Prospecções Arqueológicas no Rio Guadiana, Porto de Mértola", *Al-Madan,* IIª série, nº 8, Centro de Arqueologia de Almada.

• TRINDADE, Laura, DIOGO, A. M. Dias (1996) – "Materiais provenientes do Sítio Romano da Comenda (Setúbal)", *Al-Madan*, IIª série, nº 5, Centro de Arqueologia de Almada, pp. 7-12.

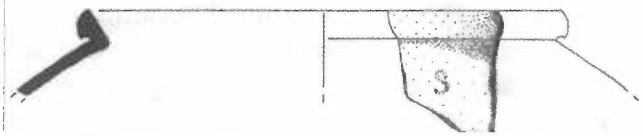
• TEIXEIRA, C. e GONÇALVES, F. (1980) – *Introdução à Geologia de Portugal,* Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa.

• ZBYSZEWSKI, G. *et al.* (1966) – *Notícia Explicativa da Folha 38-b de Setúbal,* Serv. Geol. de Portugal, Lisboa.

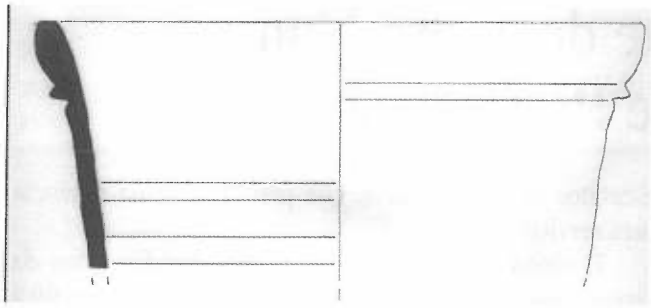
Anexos

QUADRO DAS DIMENSÕES

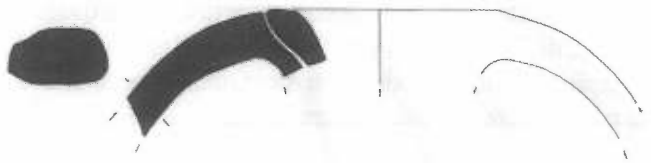
Nº	BORDO			COLO		ASA	
	DIÂM.	ALT.	ESP.	DIÂM.	ESP.	LARG.	ESP.
1	14,6 cm	1 cm	8 mm	-	4 mm	-	-
2	20 cm	2,6 cm	1,3 cm	-	6 mm	-	-
3	6 cm	3 cm	1,9 cm	-	-	3,8 cm	2,1
4	24 cm	2,1 cm	2,2 cm	-	-	-	-



Estampa 1 (Nº de inventário: 2002/3): Fragmento de pote. Bordo simples com inflexão externa com ressalto, ligação colo/bordo "evasé". Forma fechada. Pasta alaranjada, de textura homogénea/média, com grãos médios. Fabrico a torno alto, com superfície interna alisada, e engobe na parte externa. Cozedura oxidante. Apresenta decoração no bordo, a letra S. Este tipo de cerâmica comum tem como possíveis paralelos a cerâmica comum do naufrágio do Port-Vendres II.



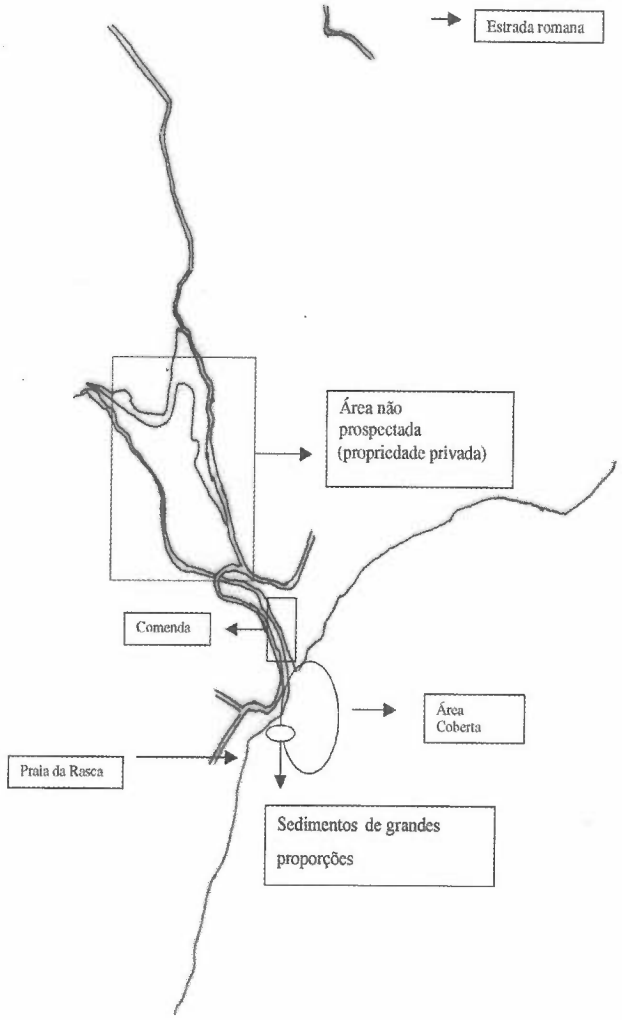
Estampa 2 (Nº de inventário: 2002/I A): Fragmento de ânfora Keay. Bordo com espessamento exterior. Forma fechada. Pasta amarelo alaranjada, de textura homogénea/média, com grãos finos/médios. Fabrico a torno alto, com superfície alisada internamente e engobe na parte externa. Cozedura oxidante. Paralelos com a cerâmica proveniente das escavações da década de 70 em Tróia.



Estampa 3 (Nº de inventário 2002/13): Fragmento de ânfora. Bordo com espessamento interior e exterior, asa vertical de secção oval. Forma fechada. Pasta de cor castanho/vermelho, de textura homogénea/média, com grãos médios/grossos e argila triturada. Fabrico a torno alto, com engobe na superfície interna e externa. Cozedura oxidante.



Estampa 4 (Nº de inventário: 2002/2): Fragmento de talha. Bordo simples, introvertido e espessado. Forma fechada. Pasta acastanhada, de textura homogénea/média, com grãos médios e argila triturada. Fabrico a torno alto, com superfície interna e externa alisada. Cozedura oxidante redutora.



Desenho da localização da Quinta da Comenda (escala 1:25 000).

A Actividade Docente de Pedro Nunes na Universidade Portuguesa

Trabalho realizado por:

- *Bruno Mora*
- *João Carvalho*
- *Tiago Gonçalves*

Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna

Agradecimentos

Agradecemos, antes de mais, o convite endereçado pela Escola Naval ao ISCPSI para participar nas Jornadas do Mar 2002.

Agradecemos igualmente ao Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna pela disponibilidade demonstrada.

Por fim, um especial agradecimento endereçado ao Prof. Doutor Artur Anselmo, pelo apoio e orientação que nos proporcionou, incluindo a disponibilização de material precioso de investigação.

Introdução

Ao aceitarmos o desafio de realizar um trabalho desta índole sobre Pedro Nunes, sabíamos estar perante uma tarefa árdua, com muita investigação, na medida em que não existem muitos dados concretos, e muito menos certezas, relativamente ao seu percurso académico.

Falar de tão ilustre figura como o Doutor Pedro Nunes é sem dúvida gratificante. O vasto legado que deixou para as gerações vindouras torna a sua vida e a sua obra um aliciante objecto de estudo.

Para além da actividade de cosmógrafo do Reino, Pedro Nunes acumula ainda a docência na Universidade de Lisboa.

Licenciado e doutor em Medicina, chega a ser professor dos infantes D. Luís e D. Henrique.

Renuncia à actividade de lente na Universidade de Lisboa, pelo que não assegura a docência das cadeiras quando esta universidade é transferida para Coimbra.

A transferência da Universidade para Coimbra processou-se, de início, à margem da actividade docente de Pedro Nunes, o qual, por motivos de ordem particular, desejaria, talvez, que o Estudo Geral continuasse em Lisboa. Mas, a 16 de Outubro de 1544, vemo-lo passar a ler a cadeira de Matemática na Universidade de Coimbra, sendo para esse lugar nomeado por decisão régia.

É nomeado cosmógrafo-mor, o primeiro da recém-criada categoria. Esta sua nova função obriga-o a passar a vida entre Lisboa e Coimbra, estando para isso abrigado pelos Estatutos da Universidade, que permitem a sua ausência para serviço do Reino.

É eleito para proceder à reforma dos Estatutos da Universidade, sendo jubilado pela docência de Matemática em 1562. Aposenta-se no mesmo ano.

Em 1572 é chamado por D. Sebastião, pensa-se que com o intuito de alteração do sistema das medidas do reino.

Pedro Nunes morre a 11 de Agosto de 1578, deixando um legado científico imenso, com a publicação de vários tratados impressos e manuscritos.

Com este trabalho pretendemos articular a actividade docente de Pedro Nunes (em Lisboa e em Coimbra) com a situação da Universidade Portuguesa, numa época marcada por evidentes intuitos reformadores.

Evolução da Universidade Portuguesa

Até ao ano de 1290, não existia em Portugal nenhuma universidade. No entanto, isso não era motivo de vergonha, pois, se já havia universidades em França, Itália, Inglaterra, Leão e Castela, outros Estados da Europa, não menos cultos e importantes, só mais tarde as viram surgir no seu território: é o caso de Praga, Polónia e Viena.

Antes da criação dos Estudos Gerais em Lisboa, para os estudantes portugueses obterem graus académicos, tinham de procurá-los fora do seu país. Não raro, devido à fadiga das longas viagens e aos perigos a que estavam sujeitos, muitos viam-se obrigados a desistir dos seus cursos. Era por isso uma necessidade premente instituir em Portugal os Estudos Gerais, se não queríamos ser ultrapassados pelo resto da Europa.

Isto só veio a acontecer em 1290, quando D. Dinis, por carta régia de 1 de Março, assinada em Leiria, e confirmada *ex privilegio* pela bula *De Statu Regni Portugalliae*, emanada de Orvieto, a 9 de Agosto seguinte, pelo papa Nicolau IV, foi criada a Universidade Portuguesa, que começou a funcionar em Lisboa.

Até 1537, os Estudos Gerais não permaneceram sempre no mesmo local, sofrendo várias deslocações entre Lisboa e Coimbra.

A 26 de Fevereiro de 1308, a Universidade desloca-se para Coimbra, por autorização do papa Clemente V, mediante o expresso nas bulas *Profectibus publicis* e *Porrecta nuper*, dirigidas a el-rei D. Dinis. Aí fica até 1377, data em que retorna a Lisboa para mais um período de 160 anos, até que, em 1537, é transferida definitivamente para Coimbra, num total aproximado de 194 anos em Lisboa e 53 em Coimbra.

Desde a sua criação até 1562, ano da aposentação de Pedro Nunes enquanto docente, os Estudos Gerais foram regulamentados por cinco Estatutos.

A *Charta Magna Privilegiorum*, o primeiro desses Estatutos, é exarada a 15 de Fevereiro de 1309, pensa-se que inspirada na *Magna Charta* concedida à Universidade de Salamanca por Afonso, o Sábio. Este texto mais não é que uma provisão régia que atribui ao Estudo Geral uma série de privilégios, agora que o mesmo encetava uma nova fase da sua existência, ao estabelecer-se em Coimbra.

A 16 de Julho de 1431 foram jurados os chamados Segundos Estatutos, na Sé de Lisboa. Nestes Segundos Estatutos vem, pela primeira vez, regulado o traje académico: os mestres, licenciados e bacharéis deviam usar veste comprida, pelo menos talar; os estudantes podiam usar veste mais curta, pelo meio da perna.

Os Estatutos de D. Manuel, promulgados em 1503, os terceiros que a Universidade recebia, eram, no entanto, rigorosamente, os primeiros, já que estávamos numa fase particular da História, com a invenção da tipografia e a irradiação do Humanismo. Estavam em vigor aquando do início da actividade docente de Pedro Nunes na Universidade de Lisboa, em 1529.

Os Estudos Gerais regeram-se ainda por mais dois Estatutos: uns em 1544, dos quais nada se sabe para além de que foram inspirados nos anteriores, já que os seus registos desapareceram; e os segundos em 1559, que vigorariam ainda em 1562, data da aposentação de Pedro Nunes.

Pedro Nunes discente

Pedro Nunes nasceu em Alcácer do Sal em 1502, data que o próprio confirma nas suas *Opera quae complecturtur* (1566). Não tendo sido ainda possível saber quem foram seus pais, está, no entanto, provado que era um cristão-novo, pois o seu pai deveria ser um judeu converso.

Até à sua ida para Salamanca em 1521, com o intuito de frequentar a universidade aí existente, considerada a primeira da Península, quase nada se sabe relativamente ao seu percurso enquanto estudante, sabendo-se apenas que terá frequentado algumas das disciplinas necessárias ao bacharelato em Artes.

Pedro Nunes casou em Salamanca com D. Guiomar de Areas, em 1523, filha de Pedro Fernandes de Areas, cristão-velho. Desse casamento nasceram seis filhos, de seus nomes:

1. D. Isabel da Cunha
2. D. Briolanja
3. D. Guiomar Coimbra
4. D. Francisca
5. Pedro Areas
6. Apolónio Nunes

Nem Pedro Nunes nem os seus filhos foram perseguidos por serem de origem judaica, não sucedendo o mesmo com seus netos Matias Pereira e Pedro Nunes Pereira, filhos de D. Isabel da Cunha, os quais sofreram os horrores da Inquisição.

Apesar de ter vivido num período em que Portugal se encontrava engrandecido pelos Descobrimentos e pela epopeia oriental, Pedro Nunes não se sentiu tentado a enveredar pela carreira marítima, tendo antes preferido a via académica em Salamanca.

Relativamente à sua estada nessa universidade, não se conhecem quaisquer documentos comprovativos do seu percurso discente no claustro salmantino, admitindo-se que ali fosse apenas aluno livre. Rodolfo Guimarães sugere que Nunes poderia ter substituído alguns docentes na falta destes, não tendo no entanto lido ali qualquer lição.

Como Manuel Sousa Ventura refere na sua obra *Vida e Obra de Pedro Nunes*, este foi ainda ouvinte na Universidade de Alcalá de Henares (ou Completense), conforme o próprio escreve no seu *De arte atque ratione navigandi*. O período em que isto sucedeu não é conhecido.

Pedro Nunes iniciou o seu percurso universitário em 1520, em Lisboa, com a frequência do bacharelato em Artes. Em 1521 ingressa na Universidade de Salamanca, no mesmo curso, terminando-o em 1523 e completando assim os três anos necessários à obtenção do grau. No mesmo ano, terá iniciado o bacharelato em Medicina e a licenciatura em Artes, com a duração de cinco e três anos, respectivamente. O seu regresso a Lisboa terá ocorrido à volta de 1526, sendo possível que tenha frequentado ainda em Salamanca a disciplina de Metafísica necessária à obtenção do grau de mestre em Artes, frequência essa só possível se o mesmo já fosse licenciado em Artes, o que apenas poderia ter acontecido em 1526.

A obtenção do grau de bacharel em Medicina terá acontecido na Universidade de Lisboa em 1528, ano em que iniciou a licenciatura na mesma área. É a partir da obtenção deste grau que Pedro Nunes começa a antepor ao seu nome o título de "Doutor".

Serve de fundamento a esta cronologia o facto de, a 16 de Novembro do ano seguinte, este ter sido nomeado cosmógrafo do Reino, tendo-se já evidenciado em estudos astronómicos, os quais aprendeu na Astronomia, que os médicos tinham de conhecer para a aplicar à clínica astrológica.

De acordo com os Estatutos de D. Manuel, para a obtenção do grau de bacharel em Medicina, o estudante tinha de ouvir mais cinco anos e ser obrigatoriamente bacharel em Artes. O bacharel em qualquer ciência tinha ainda que pagar uma *dobra d'ouro de bamda* para a arca do Estudo e outra ao escrivão e bedel, um barrete com um par de luvas ao padrinho que lhe haveria de dar o grau, luvas ao reitor e aos lentes que fossem ao acto.

O reitor e o resto do corpo docente e discente, bem como o bedel, iriam à pousada do graduando buscá-lo para o trazerem à escola onde este leria uma lição. No fim desta teria de a defender, após o que daria luvas a todos os presentes e faria juramento perante o escrivão e o bedel.

A 16 de Fevereiro de 1532, é concedido a Pedro Nunes o grau de licenciado em Medicina pela Univer-

sidade de Lisboa, completando assim os quatro anos necessários à sua obtenção. Sustenta-se deste modo a hipótese de a ter iniciado em 1528.

A licenciatura em Medicina está também consagrada nos Estatutos de 1503. Conforme os mesmos, aquele que quiser ser licenciado na dita ciência terá que fazer quatro *cursos* anuais lendo publicamente a maior parte de cada um deles, findos os quais fará as suas repetições solenes, respondendo aos que quiserem arguir, sendo presidente nas ditas arguições o mais antigo doutor ou mestre da Universidade naquela ciência.

Depois de ser feita a última repetição e assinado o dia do exame, irá o bacharel logo pela manhã com os seus amigos, o padrinho e o escrivão ouvir a missa do *Spirito Sancto*. Acabada a missa, o cancelário e o padrinho sentar-se-ão e o cancelário verá no livro se estão postos alguns sinais. Tomando o padrinho o livro, abri-lo-á em três partes e duma delas escolherá o bacharel a lição, assentando o escrivão o título da lição que aquele há-de ler. Este escrito será enviado aos mestres e doutores que arguirão, indo o bacharel para sua casa estudar durante esse dia e o seguinte até ao fim da tarde.

Nesses dois dias, enviará o graduando a cada mestre e doutor uma *canada* de vinho branco e outra de tinto, bons, e uma galinha ao reitor, ao escrivão e ao bedel, tendo direito ao dobro o cancelário e o padrinho.

No dia seguinte à tarde, os mestres e doutores da Faculdade e toda a Universidade irão a casa do bacharel buscá-lo, partindo depois todos para a Sé, indo à frente moços com as tochas necessárias, de maneira a que entrem um pouco antes do sol-posto. O bacharel lerá as suas lições, que não poderão passar de duas horas para que possam ser arguidas, findas as quais este sairá da casa do exame. Será trazida consoada para o cancelário e os outros, a qual durará pouco tempo, chamando em seguida o graduando, o qual se sentará ao lado do padrinho, começando a arguir o mais novo doutor ou mestre e assim sucessivamente.

Acabada a arguição, o bacharel irá para casa com seus amigos, ficando os doutores e mestres a discutir o merecimento do bacharel. Finda a discussão, o escrivão dará a cada doutor ou mestre dois papéis com as letras A e R, sendo passado um barrete onde cada um lançará a letra que quiser, destruindo a outra. No final, o cancelário verificará os papéis para saber se o bacharel foi aprovado ou reprovado, enviando depois as letras ao graduando.

Para fazer o exame para a licenciatura, o bacharel terá de pagar *três dobras d'ouro de bamda* para a arca do estudo, e ao escrivão e bedel *uma loba de pano fino de seis covados*, ou dois mil reais para ela.

Os Estatutos manuelinos prevêem que se possa fazer a licenciatura por suficiência. Isto acontece nos casos em que o bacharel não tiver os *cursos* necessários para o referido grau. Neste caso, o bacharel irá ao Conselho e pedirá licença para se fazer licenciado por suficiência, após o que o Conselho ponderará primeiro se será razoável conceder-lhe a licença, tendo em conta a sua idade e tempo de estudo. Em caso de um parecer favorável, os lentes da Faculdade assinarão três lições de um dia para o outro, as quais poderão ser arguidas por quem o quiser fazer, não tendo o licenciando padrinho nestes actos, se não o doutor ou mestre mais antigo da Universidade e da Faculdade. Acabado este acto, antes de o Conselho lhe dar licença para as repetir, reunirão os seus membros, tomando o parecer de todos os doutores e mestres da Faculdade. Se decidirem que é suficiente, dar-lhe-ão licença para repetir a lição e ser admitido em exame privado; caso contrário, ser-lhe-á negada a licença com *algũa rezam onesta*.

Os Estatutos regulamentam também que em qualquer exame terão de estar presentes pelo menos quatro doutores ou mestres da Faculdade e, quando não houver esse número na dita Faculdade, entrarão em seu lugar licenciados.

Quem quiser atingir o grau de doutor, de acordo com os mesmos Estatutos, terá de, nessa manhã, receber os doutores e mestres e todos aqueles que quiserem honrar a casa deste. Este irá com o seu cabelo penteado e sem barrete na cabeça à Sé, para ouvir a missa do *Spirito Sancto*, finda a qual os mestres e doutores se sentam ordenadamente. O cancelário senta-se a meio, tendo o reitor à sua direita. O que há-de receber o grau ficará sentado numa cadeira em baixo, estando com ele dois bacharéis ou licenciados, lendo uma breve lição, arguindo contra ele primeiro o reitor e depois alguns mestres ou doutores da sua Faculdade.

Acabada a arguição, o graduando dará luvas a todos os bacharéis, fidalgos e oficiais do estudo e barretes e luvas aos licenciados, doutores e ao cancelário e padrinho. Depois disto, um homem honrado louvará o graduando em latim, e dirá alguns defeitos, graciosos, para que não se sintam muito. Findo o ritual, será o doutorando levado diante do padrinho, ficando em pé no terceiro degrau abaixo deste, onde pedirá o grau. O padrinho louvará as letras do graduando, dando-lhe o grau com suas insígnias, ou seja, barrete com sua borla, anel e beijo na face, estando de joelhos diante dele. No final irão comer e com eles todos os doutores e mestres e toda a Universidade.

A 23 de Fevereiro de 1532, sete dias depois da licenciatura, é concedido a Pedro Nunes o grau de doutor na Capela do Hospital Real.

Pedro Nunes docente (1529-1544)

A actividade docente de Pedro Nunes iniciou-se em 1529 quando, a 4 de Dezembro, ganhou a oposição para lente de Filosofia Moral da Universidade de Lisboa, na qual triunfou sobre os oponentes Garcia de Orta, João Leão e Frei Lourenço.

Nesta data estavam em vigor os Estatutos manuelinos, pelo que a provisão para uma cátedra era feita da seguinte maneira: o reitor faria pôr à porta das escolas uma carta escrita pelo escrivão e assinada por ele como tal cadeira se

encontrava vaga, à qual se viriam opor todos os que quisessem no prazo de vinte dias. Quando algum se viesse opor, faria juramento que não daria nem prometeria por si ou por outrem dinheiro, ouro ou prata, ou outra coisa a nenhum dos outros oponentes para que desistisse e a nenhum dos votantes para que lhe desse o seu voto. Se fizesse o contrário, pagaria vinte cruzados de ouro para a arca do Estudo. Para isso daria fiança e seria lançado na oposição.

Passados os vinte dias, o Reitor assinaria três lições para cada um dos oponentes ler no dia seguinte, e os outros oponentes arguiriam se quisessem no fim de cada lição. Lidas as lições, o reitor, os conselheiros e o escrivão iriam para casa do Conselho, onde o escrivão colocaria os nomes dos oponentes em papelinhos. Na votação propriamente dita, o reitor teria duas *vozes* e os restantes docentes e discentes teriam uma só *voz*. Cada votante faria juramento de que responderia com verdade às perguntas que lhe fossem feitas, sendo depois questionado se o oponente era seu parente, amigo ou inimigo e qual o que lhe parecia mais letrado e que lia melhor. Posto isto, o escrivão daria ao votante os papelinhos com os nomes dos oponentes, e este escolheria o papel com o nome do que preferia, destruindo os outros papéis. O papel escolhido era colocado num chapéu, e o bedel escreveria os nomes dos votantes, para que no final se confirmasse se os votos coincidiam com o número de votantes, contando-se os votos, dando o reitor a cadeira ao oponente com mais votos.

No caso de haver um empate, ganharia o oponente que tivesse o maior grau académico ou que fosse mais antigo nesse grau, e, se fossem em tudo iguais, seria escolhido o de melhores famílias.

Não poderia ser admitido a oposição qualquer escolar que não fosse pelo menos bacharel, o qual se podia opor a licenciado ou doutor. Opondo-se a licenciado e ganhando, faria a repetição da lição e entraria em exame e receberia o grau de licenciado dentro de um ano, sob pena de privação da cadeira. Concorrendo com doutor ou mestre, seria feito doutor ou mestre num ano, sob a mesma pena.

Se um licenciado ganhasse a cadeira em oposição a um doutor ou mestre, seria feito doutor ou mestre no mesmo prazo de um ano. Se o docente não tivesse os cursos necessários para estes graus, poderia ser feita a suficiência do modo referido anteriormente.

A organização e funcionamento das cadeiras vinham também previstos nos Estatutos. Pedro Nunes tinha que ler a cadeira de Filosofia Moral durante uma hora e meia no período da manhã, já que era uma cadeira de *prima*, finda a qual permaneceria disponível para responder às dúvidas e perguntas dos alunos. As aulas começavam um dia depois de São Lucas, ou seja, a 19 de Outubro, e continuavam até 15 de Agosto. Não havia aulas à quinta-feira, excepto nas semanas em que houvesse uma festa constante da lista que o bedel possuía. Neste caso, o mesmo publicitava essa festa no dia anterior de manhã.

Segundo os mesmos Estatutos, Pedro Nunes passaria a receber, anualmente, vinte mil reais pela docência daquela cadeira.

A 15 de Janeiro de 1530, passaria a acumular a regência da cadeira de Lógica, por encargo do Conselho da Universidade, em substituição de João Ribeiro. Esta cadeira era igualmente de *prima*, aumentando-lhe ainda o rendimento em dez mil reais.

Acontecia, porém, que a afluência dos estudantes à cadeira de Filosofia Moral não correspondia ao prestígio do professor, pelo que, a 6 de Abril de 1531, o Conselho da Universidade acordou que o Doutor Pedro Nunes lesse uma só lição de Metafísica, enquanto não houvesse ouvintes para a dita cadeira. Este facto não produziu alteração nos seus rendimentos, já que a cadeira de Metafísica rendia-lhe igualmente vinte mil reais, conforme estipulado nos Estatutos.

Podemos, deste modo, verificar que Pedro Nunes regeu a docência das cadeiras principais do bacharelato em Artes, o que lhe conferiu grande prestígio no seio da Universidade.

Em 1531, foi convidado pelo rei D. João III para professor dos seus irmãos D. Luís e D. Henrique. A estas lições assistiam também alguns jovens aristocratas, entre os quais D. João de Castro.

A vida de Pedro Nunes passou, a partir desta data, a dividir-se entre a actividade de cosmógrafo do Reino e a de docente – da Universidade e dos infantes. Terá sido, talvez, este o motivo pelo qual o Doutor renunciou, em 1532, à docência na Universidade de Lisboa, visto que lhe trazia grandes incómodos, e as cadeiras que regia não eram as mais indicadas para a profissão que desempenhava ao serviço do reino.

Em 1535 e 1537, interveio na qualidade de antigo lente da Universidade nos exames privados de Medicina dos candidatos Luís Nunes e Manuel de Noronha.

Pedro Nunes docente (1544-1562)

A partir de 1544, Pedro Nunes inicia uma nova fase da sua vida. Devido à renúncia à sua cátedra na Universidade de Lisboa, Nunes não possuía o direito de transferência aquando do estabelecimento definitivo desta universidade, em Coimbra, em Abril de 1537.

Devido a este facto, a actividade docente de Pedro Nunes na Universidade Portuguesa só veio a ser retomada a 16 de Outubro do referido ano quando, por provisão régia, foi encarregado de ler a cadeira de Matemática em Coimbra.

Com esta nomeação, Pedro Nunes estabelece a sua residência oficial em Coimbra, acumulando a docência com a actividade de cosmógrafo do Reino, a qual se desenrolava em Lisboa. Este facto trouxe como consequência um repartir do seu tempo entre Lisboa e Coimbra, cujas viagens eram extremamente morosas e extenuantes, para além de o impedirem de desempenhar a função de docente com a re-

gularidade imposta. Apesar de não existirem registos dos Estatutos em vigor, sabemos que estes se tinham inspirado nos Estatutos manuelinos, pelo que, a título exemplificativo, daremos conta das regras estabelecidas nestes últimos relativamente às ausências dos docentes.

De acordo com os Estatutos de 1503, os lentes não se podiam ausentar sem licença do reitor e conselheiros, os quais não lhes dariam licença sem justa causa, sendo que só poderia ser dada até quatro meses, passados os quais seriam obrigados a vir dar a cadeira. Se passados os quatro meses ainda durasse a causa da ausência, o reitor e conselheiros poderiam dar mais tempo por seu livre arbítrio; se a causa cessasse antes dos quatro meses, o docente tinha que vir logo dar a cadeira, sob pena de ser privado dela. Durante a ausência, o reitor e conselheiros escolheriam um substituto *ad vota audientium*, o qual teria direito a um terço do salário do docente, ficando os outros dois terços para a arca do Estudo.

Se algum lente se ausentar sem licença do reitor, passados quinze dias a sua cadeira é anunciada como vaga. Se o lente não puder ler a cadeira por motivo de doença, poderá colocar um substituto *ad vota audientium*, o qual será primeiro apresentado ao Conselho, tendo o lente neste caso que compensar o substituto com uma parte do salário, ficando o resto para si. Caso não encontre substituto, o Conselho providenciará um, ficando este com um terço do salário e o lente com os restantes dois terços.

Em virtude de as ausências de Pedro Nunes serem devidas ao cargo que ocupava de cosmógrafo, sendo por isso ao serviço do Reino, este estava abrangido por regras especiais. Conforme o disposto nos referidos Estatutos, se um docente se ausentasse ao serviço do Reino, teria direito a dois terços do salário e o substituto teria direito ao restante terço. Esta ausência podia ser pelo período de um ano. Se a causa cessasse antes do prazo concedido e o lente não fosse ler a cadeira, seriam tomadas providências como se de uma ausência normal se tratasse. Se a causa durasse mais de um ano, o Reino providenciaria pela escrita de uma carta à Universidade, informando-a do facto.

Exemplo disto é o assento de 14 de Novembro de 1553, exarado nas Actas do Conselho da Universidade de Coimbra, relativamente à ida a Lisboa do Doutor Pedro Nunes, convocado por D. João III.

Tendo já para sua protecção estas regras especiais, Pedro Nunes munia-se ainda de provisões régias que ordenavam o abono e contagem do tempo de ausência, esquivando-se, deste modo, aos descontos no salário e no tempo para efeitos de aposentação.

Isto demonstra o prestígio, consideração e confiança que o rei depositava no ilustre Doutor, já que, em 22 de Dezembro de 1547, é nomeado cosmógrafo-mor do Reino.

Para além disso, e apesar das suas constantes ausências, deveria ser bastante considerado no seio da Universidade, já que, em 1555, foi eleito para proceder à reforma dos Estatutos da Universidade.

Estes Estatutos viriam a entrar em vigor em 1559, com algumas alterações no plano curricular e de organização da Universidade. Uma das principais alterações introduzidas pelos novos Estatutos relativamente aos manuelinos prende-se com o artigo referente à jubilação dos lentes.

Os Estatutos de 1503 previam que poderia jubilar o doutor ou mestre que lesse por vinte anos contínuos, tendo direito aos privilégios que lhe fossem por direito concedidos e que poderia ter um substituto para ler a cadeira, auferindo este metade do salário da mesma.

Com a entrada em vigor dos novos Estatutos, o artigo referente à jubilação dos lentes previa que o lente que fosse doutor ou mestre poderia jubilar se lesse por vinte anos contínuos, jubilando na cadeira que lesse por mais tempo, podendo ter um substituto e recebendo dois terços do salário da cadeira, recebendo o substituto um terço.

Tendo em conta que Pedro Nunes iniciou a sua docência na Universidade de Coimbra em 1544 e se aposentou em 1562, só tinha 18 anos de ensino não contínuos, pelo que não poderia ser jubilado a 4 de Fevereiro do mesmo ano.

A sua jubilação só encontra explicação no enorme prestígio que possuía junto da Universidade e do rei, que provavelmente terá autorizado a mesma prematuramente, apesar de Pedro Nunes não possuir o tempo previsto.

O Doutor Pedro Nunes aposenta-se da sua actividade docente no mesmo ano, vindo a morrer em Coimbra a 11 de Agosto de 1578.

Conclusão

Com este trabalho, pudemos verificar o corropio que foi a vida do Doutor Pedro Nunes.

Licenciado em Artes, doutorado em Medicina, cosmógrafo-mor do Reino e docente universitário, é indiscutível a sua dedicação ao desenvolvimento intelectual do país.

Se muitas dúvidas existiam quando iniciámos o nosso trabalho, muitas subsistem ainda, talvez para sempre. Tentámos, através duma base sustentada, demonstrar que Pedro Nunes foi para Salamanca em 1521, só regressando em 1526. Isto só foi possível fazendo um estudo paralelo entre o seu percurso académico e a estrutura curricular da Universidade Portuguesa no seu tempo.

Foi igualmente nosso objectivo proporcionar um conhecimento mais profundo da vivência académica no século XVI, quer ao nível das disciplinas existentes e sua organização, quer ao nível das tradições e rituais praticados pelo corpo académico.

O facto de, a partir de certo momento, Pedro Nunes passar a dividir a sua vida entre Lisboa e Coimbra, com os transtornos a que, por isso, estava sujeito, revela o espírito de sacrifício e empenhamento que impunha a si próprio. Para além disso, a nomeação para cosmógrafo-mor do

Reino, a docência das cadeiras em Lisboa e Coimbra, a eleição para a reforma dos Estatutos e a sua jubilação antecipada são exemplos reveladores do prestígio que detinha junto do Reino e da Universidade Portuguesa.

Bibliografia

BRANDÃO, Mário, e ALMEIDA, M. Lopes d', *A Universidade de Coimbra*, Coimbra, 1937.

LEITE, Serafim, *Estatutos da Universidade de Coimbra (1559)*, Coimbra, 1963.

RODRIGUES, Manuel Augusto, *Os Primeiros Estatutos da Universidade de Coimbra*, Arquivo da Universidade de Coimbra, 1991.

VENTURA, Manuel Sousa, *Vida e Obra de Pedro Nunes*, Instituto de Cultura e Língua Portuguesa, 1985.

COSTA, A. Fontoura da, *Pedro Nunes (1502-1578)*, Lisboa, Editorial Ática, 1938.

BRANDÃO, Mário, *Actas dos Conselhos da Universidade (1537 a 1557)* – vol. II, 2.ª parte, Coimbra, 1955.

Pensar com Rigor: A Lógica em Pedro Nunes

Trabalho realizado por:
- *António Vicente*
- *Fernando Moreira*
- *Carlos Cachudo*

Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna

Introdução

Pedro Nunes, grande figura renascentista, foi expoente máximo da sua época.

Mestre dos infantes, lente e colosso de Rodes do saber, referência de uma época marcada pelo conhecimento enciclopédico.

Adquiriu notoriedade pela sua razão, capacidade dedutiva e aplicações matemáticas ao mundo da náutica, ao qual deixou um legado de estudos e inventos notáveis, ocupando lugar de destaque aquele que o imortalizou: o nónio.

Neste nosso trabalho, pretendemos prestar um merecido tributo a tamanha inteligência, que a todos os portugueses deverá deixar orgulhosos. Não somos matemáticos nem alunos de cursos científico-naturais, logo, exploraremos partes do saber que a nosso ver influíram decisivamente na sua formação, a saber: a lógica e a sua interacção com o mundo da aritmética.

Escritor, tradutor de obras com reconhecida qualidade científica, inova pelas questões, explicações e demonstrações tão raras quanto preciosas aos seus coetâneos.

Apreciaremos também, de forma sucinta, o estado da ciência mais tarde designada por matemática, os sistemas utilizados para elaborar os cálculos aritmético/matemáticos, nomeadamente, o árabe ou guarisma, a conta castelhana e a conta românica.

Veremos quais as possíveis fontes de estudo e influência em Pedro Nunes na aritmética.

Mestre na arte da dialéctica e da eloquência usou de todos os seus recursos para colher junto de suas audiências o reconhecido mérito de que usufruiu no século em que viveu.

De que maneira, dominando esta arte de disciplina mental, terá conseguido aperfeiçoar todos os recursos que a sua condição humana lhe colocara, destacando-se dos demais sábios de sua época?

Da vida

Falar de uma das maiores figuras representativa das matemáticas em Portugal e no mundo é, sem dúvida, tarefa árdua. Pedro Nunes, nascido no ano de 1502 em Alcácer do Sal, tornou-se num expoente cultural mundial de que todos nós nos devemos orgulhar. De origem judaica, cristão-novo, desconhecem-se os nomes dos seus ascendentes.

Não confundir o cientista que aqui estudamos com outros ilustres doutores que, tendo o mesmo nome e vivendo na mesma época, se destacaram na sociedade portuguesa de então. Um Dr. Pedro Nunes seria vedor da fazenda real na Índia em 1522, tendo sido reitor da Universidade de Lisboa em 1536, enquanto outro Dr. Pedro Nunes era inquisidor de Lisboa em 1565.

Da sua vida marital, descortinou-se que casou com a castelhana D. Guiomar de Áreas, no ano de 1523 em Salamanca. Deste esponsório nasceram seis filhos.

Dos seus seis filhos nenhum se distinguiu. Porém, um episódio, conhecido como *D. Guiomar, a dama da cutilada*, envolveu uma das filhas de Pedro Nunes. Episódio este que inspirou muitos poetas.

D. Guiomar vivia com seu pai na Calçada, em Coimbra. Encontrava-se noiva de Heitor de Sá, que era seu vizinho. Este prometera-lhe casamento; no entanto, faltou à sua palavra, saindo da cidade e arranjando outra noiva.

Indignado com tal situação, Pedro Nunes queixou-se ao bispo de Coimbra, D. Manuel de Meneses, que convocou à sua presença D. Guiomar e Heitor.

A reunião deu-se na Igreja de São João de Almedina (próximo do Paço Episcopal, também denominada de São João do Bispo). D. Manuel chamou à atenção Heitor, fazendo-lhe ver que o seu comportamento era incorrecto. Heitor nega que tivesse prometido casamento a D. Guiomar. Então, acto contínuo, ela tira um canivete do seu estojo dando uma *cutilada* no rosto do seu ex-noivo.

O bispo procedeu à prisão imediata de D. Guiomar, mandando-a para o Aljube, tendo sido, posteriormente, levada para o Convento de Santa Clara, onde se dedicou à vida de celibato tornando-se freira.

O escândalo deverá ter afectado, de forma relevante, Pedro Nunes, que veio a falecer meses após este acontecimento.

Debrucemo-nos agora sobre a sua vida oficial.

Pedro Nunes viveu a sua juventude numa época em que a sociedade portuguesa atravessava um dos momentos significativos da sua história. Apesar da euforia vivida em redor da epopeia marítima, não se sentiu interessado para ingressar nos quadros da Armada.

No que concerne ao seu percurso académico pouco se sabe até rumar para a mais famosa universidade ibérica de então, Salamanca, por volta de 1521 ou 1522, sem que haja documentos que comprovem a frequência de Pedro Nunes naquela universidade. Admite-se a hipótese ter sido seu aluno livre.

Em ano que se desconhece, regressa a Portugal.

Já com o título de bacharel em Medicina, pela Universidade de Lisboa, é nomeado cosmógrafo do Reino em 16 de Novembro de 1529. Tal facto confirma a autoridade que era nos estudos astronómicos.

Foi encarregado da cadeira de Filosofia Moral na Universidade de Lisboa, dias após assumir o cargo de cosmógrafo, tendo de seguida ocupado a regência da cadeira de Lógica e, nos dois anos seguintes, a de Metafísica. Licenciou-se, em simultâneo, em Medicina na mesma universidade, no ano de 1532.

Alguma confusão reina no nosso espírito, pois em edição dirigida pelo Professor João Medina, catedrático da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Pedro Nunes, bacharel e doutor em Medicina, "no intervalo da obtenção destes dois graus académicos frequentou a Universidade de Salamanca e a de Alcalá de Henares"[1]. Ora a "doutrina" é que o seu percurso académico ascende de Espanha e completa-se em Portugal. Esta afirmação, a ser verdadeira, no nosso humilde ver, abre as portas para um Pedro Nunes bastante móvel numa época em que os sistemas de comunicação eram precários. Mas estas questões deixamo-las para doutos investigadores.

Pedro Nunes, além de mestre dos infantes D. Luís, D. Henrique e D. Duarte, foi professor de um dos maiores pilotos portugueses: D. João de Castro. Este foi seu aluno, deixando-nos três roteiros (*De Lisboa a Goa* [1538], *De Goa a Diu* [1538-1539] e do *Mar Roxo* [1541]), que testemunham a transmissão de conhecimentos entre ambos.

Em 16 de Outubro de 1544 foi-lhe dada ordem para "*ler a cadeira* de Matemática na Universidade de Coimbra, que em 1537 fora transferida de Lisboa para aquela cidade. Ali conservou o ilustre professor a sua cátedra até que foi jubilado em 4 de Fevereiro de 1562; mas muitas vezes teve de ir a Lisboa, chamado por D. João III, com longas permanências de alguns anos.

Em Coimbra continuou a ter a sua residência oficial até ao seu falecimento"[2].

O excepcional cientista sempre foi protegido por D. João III, vivendo sempre desafogadamente, sem quaisquer problemas financeiros, conseguindo também pensões para a sua esposa e descendentes.

O nónio

Sem nunca ter sido um homem do mar, foram decisivas as suas invenções para quem o percorria, tais como: compasso, anel graduado, instrumento de sombras e o mais conhecido nónio (complemento do astrolábio já que tornara possível medir fracções do grau). Deste modo, aproximou a ciência e a técnica, a observação e a teorização.

Uma pequena régua graduada, rectilínea ou curvilínea, que desliza pelas escalas para medidas de comprimento ou de ângulo, consentindo, pelo modo característico como se gradua, efectuar essas medidas, com maior aproximação do que dariam as simples escalas sem o seu auxílio. Falamos do *nónio*, instrumento que tem esta designação devido ao apelido do seu inventor, em latim *Nonius*.

Pensando sobre certo passo de Ptolomeu e tentando arranjar justificação de qual a forma utilizada pelo cosmógrafo alexandrino para obter certo resultado numérico, Pedro Nunes admite que tal teria sido conseguido, utilizando um instrumento capaz de medir, com rigor, pequenas fracções do grau, medida de ângulo. Pedro Nunes teve a pretensão de reconstituir esse provável mecanismo e, como o supôs, assim o descreve no *De Crepusculis*. Com esta descrição serviu-se ele para a invenção do que ficou a chamar-se *nónio*. No entanto, não corresponde à ideia inicial de Pedro Nunes.

"O seu processo, aplicado à leitura das fracções de grau, destinava-se a ser gravado no astrolábio, mas não há notícia de qualquer exemplar desse instrumento, assim construído, entre nós, nem mesmo que tenha sido executado. Quem o mandou fazer, segundo a descrição de Pedro Nunes, foi o afamado astrónomo dinamarquês Tycho Brahe, que ao ler o *De Crepusculis* achara valiosa a ideia do nosso cosmógrafo.

A realização do nónio de Pedro Nunes, como sucede muitas vezes com as invenções científicas na sua primeira expressão, era excessivamente complicada. Exigia o traçado de um grande número de linhas na superfície do astrolábio, seguramente desenhadas. Foi o jesuíta alemão Cristóvão Clávio, que passou por Coimbra e muito bem conheceu a obra de Pedro Nunes, quem simplificou notavelmente a primitiva ideia, tornando-a muito mais praticável. No século seguinte, o francês Vernier, pensando de novo no mesmo tema, ainda deu maior praticabilidade à invenção primitiva, que passou a ter a forma actual de régua móvel a que chamamos nónio."[3]

Outro dos instrumentos que aperfeiçoou foi o instrumento de sombra, melhorando o dispositivo de Francisco Faleiro. Reduzia-se a um prato horizontal quadrado, no centro do qual estava um estilete vertical, e a uma agulha magnética colocada em uma cavidade do prato, circular e graduada, dividida ao meio pelo diâmetro que passa pela origem da divisão.

A lógica em Pedro Nunes

Quando em 1530 Pedro Nunes foi investido no magistério da cadeira de Lógica, na Universidade de Lisboa, fê-lo já na qualidade de grande mestre ao seu tempo. Com efeito, o prestígio que granjeara já na sociedade portuguesa era de tal maneira evidente que os convites para a sua pessoa excediam em larga medida a sua disponibilidade. A exemplificar esta nossa última afirmação, repare-se que por esta altura acumulava a regência da cadeira de Filosofia Moral na mesma universidade, era cosmógrafo

do Reino e, no ano seguinte, viria ainda a acumular no mesmo estabelecimento de ensino a docência da cadeira de Metafísica.

Desta maneira, é facto consumado que o mestre regeu as disciplinas fundamentais do curso de artes – Lógica, Filosofia Moral e Metafísica. Apesar de tudo, Pedro Nunes foi um homem de gabinete, e muitos dos seus trabalhos de náutica, se bem que motivados por problemas "práticos", nasceram mais vezes da leitura de obras clássicas do que da observação de factos exteriores. Muitas das suas inovações nasceram de comentários ou anotações directas a textos de Sacrobosco e de Ptolomeu, ou de demonstrações geométricas de teoremas e explicações avançados por aqueles mestres.

Não menos sintomática é a sua concepção de "ciência", quando, fazendo-se certamente eco da sua anterior experiência de professor de lógica, refere, na esteira da concepção de ciência na lógica aristotélica, que "saber cientificamente" é saber mediante "discursos demonstrativos". Assim, na dedicatória do *Tratado da Esfera*, diz, de forma inequívoca: "sciencia nam he outra cousa senão hum conhecimento, habituado no entendimento: o qual se acquirio per demonstração: e demonstração he aquele discurso que nos faz saber", donde conclui que, nestes termos, a ciência tem o seu âmbito de aplicação limitado às coisas "certas e verdadeiras", tal como propusera Aristóteles. Deve, no entanto, sublinhar-se que a actividade "científica" de Pedro Nunes, como, aliás, a do próprio Aristóteles, esteve longe de se restringir àquela definição de ciência, a qual se enquadra no âmbito disciplinar da lógica.

O ideal de ciência ligado à demonstração apodíctica configura um conhecimento que vai do certo ao certo, de um saber fechado, dependente, em todo o caso, de conhecimentos já existentes, em que a certeza da conclusão não ultrapassa em nenhum caso a certeza das premissas, não se constituindo a demonstração em instrumento de aquisição. Esta concepção de "ciência" em Pedro Nunes é sobretudo a afirmação do ideal de rigor dos modos de raciocínio, de precisão do cálculo e de rectidão das formas de demonstrar. Situando-nos ainda neste plano de caracterização global, devemos também sublinhar a atitude pedagogista que imprimiu a todos os seus escritos, sempre preocupado com a simplicidade e acessibilidade de seus textos. Neste plano, importa relevar não só o aspecto dos vários idiomas por que optou por os redigir, português, castelhano e latim, consoante se destinassem, respectivamente, a pilotos e navegantes, ou a filósofos e matemáticos do seu tempo, como as múltiplas referências que nele revelam a importância do problema da comunicação e transmissão do saber.

Está neste caso a sua preocupação permanente em, tratando-se de demonstrações geométricas, se não contentar, na exposição dos assuntos, como demonstrar as regras e teoremas sem dar a conhecer o modo como os obtivera. Daí a sua crítica àqueles matemáticos que, para ganharem autoridade, nos ofereciam as suas invenções, deixando na sombra "os discursos que fizeram até as encontrarem". Está neste caso, também, a sensibilidade que patenteou perante o candente problema do "método" expositivo, amplamente valorizado, nas suas vertentes de "ordem" e "simplicidade", pela dialéctica renascentista.

Pedro Nunes, sem nunca ter sido um homem do mar, foi aclamado por todos quantos o cruzavam como um verdadeiro colosso de conhecimento. Estes, por sua vez, poderiam ir junto do mestre relatar seus percalços e maiores lacunas em matéria de orientação. Assim, optimizavam-se os parcos recursos e técnicas da época, em prol do desenvolvimento e melhoria da vida em alto mar. Participava também nos exames que se faziam na altura aos futuros capitães dos navios mercantis e guerreiros, para aferir das suas possibilidades enquanto comandantes.

Portugal tinha já por esta altura um vasto império que se estendia do Norte de África ao Extremo Oriente. Era efectivamente enorme e imagine-se a dificuldade em percorrê-lo. Só um conhecimento transmitido com base na demonstração prática dos objectivos a alcançar, com uma orientação precisa de todos os recursos da mente humana, poderia fazer chegar os portugueses a "bom porto". Certamente, não será alheia a esta correcta utilização e execução das operações mentais o facto de Pedro Nunes ter ministrado, como acima mencionámos, a cadeira de Lógica. Afinal, em que medida poderá este ministério ter influenciado decisivamente o pensamento da sua imponente figura?

Tentando aclarar esta interrogação, vamos definir lógica, observar o seu objecto de estudo, organização e subdivisões, para que, no fim, possamos retirar as devidas ilações.

Objecto, organização, divisões e definições da lógica

Objecto da lógica

A lógica tem por objecto o estudo das formas válidas dos pensamentos, procurando determinar as suas condições de legitimidade, o seu valor de prova e ainda proceder à sua escolha e aplicação nos diferentes ramos do conhecimento. Estes ramos de conhecimento constituem as diferentes ciências. A lógica procura assim as condições às quais devem subordinar-se as operações da inteligência, para evitar o erro e atingir a verdade nas ciências. Não tratará portanto somente da análise descritiva das funções do pensamento, como se faz na psicologia. Tratará ainda de valorizar as operações vitais, tendo em vista evitar as contradições do pensamento quer em relação a si próprio, quer em relação com os objectos pensados [4].

Neste sentido se poderá dizer que a lógica é a ciência do acordo, quer o acordo formal do pensamento, como pensamento puro, quer o acordo do pensamento com a realidade exterior.

As divisões da lógica

A lógica orienta-se assim em dois sentidos: um, tendo em vista as operações formais do entendimento, independentemente do seu conteúdo objectivo, isto é, seja qual for a matéria pensada; outro, tendo em vista o objectivo pensado e estudando a natureza especial das operações do entendimento, segundo a natureza também especial, da matéria à qual se aplicam daqui as divisões tradicionais da lógica:

a) A lógica geral ou formal: também chamada por vezes lógica da consequência, dizendo respeito ao acordo do pensamento consigo próprio, procura evitar a contradição. Estuda as condições de validez e legitimidade das operações do pensamento puro, na sua função de formar os conceitos, formular os juízos e encadear os raciocínios. Estas operações obedecem a regras formais, de valor geral, seja qual for a matéria à qual venham a aplicar-se[5].

b) A lógica especial, como lógica aplicada ou metodologia: diz respeito ao acordo do pensamento com o seu objectivo. Mostra necessidade de escolher formas especiais de pensar, segundo a natureza dos assuntos aos quais o pensamento se aplica. Tem por fim a escolha das regras lógicas, dos processos ou métodos especiais que devem ser aplicados de preferência segundo a natureza particular ou específica de cada ramo de conhecimento. Estes métodos dependem dos carácteres dos fenómenos de cada ciência e variam de ciência para ciência.

A definição de lógica

O vocábulo "Lógica" tem a sua origem no léxico grego, no qual possui uma variedade de sentidos. F. Peters, no seu *Léxico de Termos Gregos*, dá-nos as seguintes traduções possíveis: "discurso, relato, razão, definição, faculdade racional, proporção". Atribui-se a sua criação a Aristóteles, a quem é hábito designar-se por "pai da lógica". Porém, se é correcto que Aristóteles foi o primeiro e genial sistematizador da lógica, já não é correcto afirmar-se que a ele se deve aquela designação para a ciência que hoje tem esse nome. Aristóteles designava aquilo a que nós chamamos lógica pelo nome de "analítica".

Para Aristóteles, a "analítica" era fundamentalmente a ciência que tinha em vista investigar o raciocínio humano na sua capacidade de, partindo de determinados pressupostos, poder atingir outros. Essa tarefa acabou por recair inicialmente no estudo do raciocínio a partir do provável, para mais tarde se debruçar quer sobre a inferência imediata quer sobre o raciocínio a partir do verdadeiro. Neste último caso procurou Aristóteles estudar as formas necessárias de passagens de determinadas proposições para outras que delas decorrem por necessidade formal.

A combinação dos dois aspectos, o formal e o metodológico, dá unidade à lógica. Permite defini-la como sendo o estudo das leis gerais ou formais que regulam a actividade do pensamento (lógica formal) e das regras e métodos especiais que devem ser aplicados para a organização e o desenvolvimento dos diferentes ramos do saber humano que constituem as ciências (metodologia).

A lógica é a arte de bem conduzir a razão

A lógica é a arte de bem conduzir a razão no conhecimento das coisas, tanto para o indivíduo se instruir a si próprio quanto para instruir os outros. Esta arte consiste nas reflexões que os homens fizeram sobre as quatro operações do seu espírito: conceber, julgar, raciocinar e ordenar.

Chamamos *conceber* à simples visão que possuímos das coisas que se apresentam ao nosso espírito; como quando nós representamos um sol, uma terra, uma árvore, um círculo, um quadrado, o pensamento, o ser, sem deles formar nenhum julgamento expresso. À forma pela qual representamos essas coisas, chama-se ideia.

Chamamos *julgar* à acção do nosso espírito pela qual combinamos diversas ideias. Afirma-se de uma que ela é a outra, ou nega-se de uma que ela seja a outra, como quando possuindo a ideia de terra e de redondo eu afirmo da terra que ela é redonda, ou nego que seja redonda.

Chamamos *raciocinar* à acção do nosso espírito pela qual ele forma um juízo de vários outros; como quando, tendo julgado que a verdadeira virtude deve ser atribuída a Deus, e que a virtude dos pagãos não lhe deve ser atribuída, ele conclui que a virtude dos pagãos não é uma verdadeira virtude.

Chamamos aqui *ordenar* à acção do espírito pela qual, tendo sobre um mesmo assunto, como, por exemplo, o corpo humano, diversas ideias, diversos juízos e diversos raciocínios, ele os dispõe da forma mais adequada ao conhecimento dessa matéria. É o que também chamamos *método*.

Tudo isto se faz naturalmente e, por vezes, melhor o fazem aqueles que não aprenderam nenhuma regra da lógica do que aqueles que as aprenderam.

Como tal, esta arte não consiste em encontrar o meio de executar essas operações, dado que a própria natureza no-las forneceu, dotando-nos de razão.

A concepção tradicional da lógica

Os estudos lógicos aparecem, com o carácter de sistematização, na filosofia grega, com as investigações de Sócrates e de Platão sobre o valor dos conceitos e dos juízos. Para eles, a lógica foi considerada no seu aspecto de arte, a arte do discutir, de persuadir e de ensinar por meio de perguntas e respostas. Constituía então uma dialéctica, tal como aparece nos diálogos platónicos, ainda não sepa-

rada das suas aplicações ao conjunto dos outros problemas filosóficos.

Esta separação vem a fazer-se com Aristóteles, que, sobre a filosofia socrática dos conceitos e a dialéctica platónica, constrói um poderoso sistema lógico de carácter formal. Tem em conta, quase exclusivamente, as formas do raciocínio abstracto, o acordo do pensamento consigo próprio. É assim uma lógica da não contradição ou lógica da consequência, expressa sob a forma de dedução silogística.

O *Organon*, o órgão ou instrumento, nome dado ao conjunto de leis lógicas de Aristóteles, apresenta-se como um código do pensamento, com regras ou cânons de valor universal e absoluto. Para Aristóteles, a lógica está ligada à metafísica; as relações estabelecidas entre as ideias, os juízos e os raciocínios seriam também as relações ideais das coisas.

O *Organon* seria assim um instrumento de valor perene, imutável e definitivo. Todos os conhecimentos lhe estariam subordinados e só poderiam organizar-se dentro dos seus quadros formais. Prescreve aos investigadores, aos sábios, normas *a priori* que eles terão que seguir e sem as quais as suas investigações estariam destinadas ao insucesso.

A dialéctica e a eloquência

A dialéctica ou maneira exacta de discorrer, que conserva medida e ordem na inquirição da verdade, que traz luz a todas as ciências, pois, quer discutamos com outrem, quer, sozinhos, agucemos o entendimento para o conhecimento da realidade, quer nos oponhamos a importunos, a dialéctica é necessária. Sem a defesa da dialéctica, nada se pode apresentar em oração a ouvintes, ou legar aos vindouros em monumentos literários que seja digno dos maiores elogios [6].

A eloquência, que é, no discorrer, vizinha da dialéctica, derrama-se mais larga e abundantemente. Esta, recebendo das outras artes o que é necessário, aperfeiçoa de tal maneira o que recebeu que nada se pode fazer de mais admirável do que aquela construção e aparelhagem da oração. É sua atribuição tratar de tal modo os espíritos que ora os excita, ora os abate, ora se introduz subrepticiamente nos sentidos, incutindo-lhes novas opiniões, arranca precipitadamente as que lá tinham germinado e é arrastada pelo som.

Nada pode ser nem mais suave, nem mais útil, nem mais magnificente do que ela. Pois, que pode ser mais agradável do que a oração ilustrada com muitas luzes? Que de mais magnificente do que ter recursos com que se incuta terror aos inimigos, se mostre esperança de salvação aos amigos, se arrastem cidades inteiras para a nossa sentença, e, para não dizer mais, sobre aquilo em que os homens julgam que não vem do poder humano, mas é algo de divino, e, por esse motivo, tributam tanta honra àqueles que vêem ser grandes na eloquência.

Postas tais considerações sobre a dialéctica e eloquência, facilmente depreendemos da sua enorme importância na vida e obra de Pedro Nunes. Mestre em ambas, conseguiu de forma notável aproximar o teórico do prático, o impossível do possível. Era com toda a certeza uma pessoa com uma grande facilidade de expressão, apresentando logicamente seus argumentos, colhendo por parte de suas audiências tamanha admiração e respeito que se transformou na sua época numa referência. Foi a todos os títulos notável, conseguindo também ele libertar-se da morte através dos seus legados que para todo o sempre perpetuarão a sua passagem por este mundo.

A aritmética

O sistema aritmético em Pedro Nunes

Neste estudo de Pedro Nunes demos connosco a tentar enquadrar e encarnar o espírito do conhecimento da sua época. Aos olhos de um nosso contemporâneo, leigo em matérias da cultura do Renascimento, esta poderia ser considerada uma época atrasada, na qual o Sol rodava em torno da Terra, e que nos astros eram encontradas muitas respostas para o dia-a-dia, os oceanos estavam pejados de seres mitológicos e medos horrendos. Um homem soube elevar-se acima de tudo isto e ter a capacidade de ver mais além, utilizar um método lógico, e apoiar-se num sistema novo, que se viria mais tarde a transformar numa ciência, a matemática. Estudiosos afirmam que a matemática nesta altura ainda estava na sua fase de formação e que a utilização dada ao sistema aritmético em Pedro Nunes não passava de uma mera utensilagem técnica do conhecimento, um embrião em formação[7].

Esta época de atrasada nada tinha: nela foram lançadas as sementes do conhecimento, das quais hoje colhemos os frutos.

Revoluções do pensamento, aplicação e estudo de novos métodos racionais, sistemáticos e técnicos foram ensaiados.

"A formação do Mundo Moderno não foi uma estrada de Damasco; os saberes e o conhecimento científico nunca foram objecto de revelação. Melhor do que ninguém, sabem-no os cientistas, e a cultura dos saberes do tempo de Camões não o ignorava. Foram tempos de grande incomodidade cultural, de rupturas, que tornavam o Mundo incompreensível aos olhos dos coetâneos.

A leitura do Mundo era uma rosa-dos-ventos em desnorte. Ptolomeu já para nada servia, mas os referentes da razão ainda não se tinham soerguido no horizonte. No dealbar dos tempos modernos o rompimento com o espaço ptolomaico não é apenas uma ruptura do espaço geográfico: muito mais do que isso trata-se de uma descontinuidade de mentalidade, sem a qual a nova conceptualização não era possível. As novas leituras do real impregnaram as novas sensibilidades. Esta cadeia de transformações gerou uma

nova realidade tecida, pouco a pouco, por fios interactivos e inter-relacionais, cuja descrição havia pertencido, historicamente e por inteiro, a uma disciplina – a aritmética do *quadrivium* medieval. Mas já não pertencia mais: o *quadrivium* já não tinha soluções. A astrologia judiciária, que durante anos dera corpo ao estudo da aritmética, perdia a sua importância e cedia o passo – ela também – às novas linguagens da descrição do real, de estrutura essencialmente aritmética.

Mas se o real estava lá, se sempre esteve, então o que mudou foi o olhar que o olha e o lê, que interpreta, que o anima e lhe dá vida. Mas havia mudado também o instrumento do olhar. E foi isso que mudou tudo. E o tudo tem nomes: algarismo, numeração de posição, algarismos árabes, aritmética como transformação semântica de conta guarisma. Tudo farinha do mesmo saco à espera do fermento e da levedura dos novos gostos e novas sensibilidades.

A leitura do real é também motivo de inovação, e necessita de novas utensilagens descritivas e de interpretação. E a primeira a ficar disponível foi a aritmética da qual os quinhentistas diziam ser "a escada por onde todas as outras ciências sobem"[8].

A aritmética cumprirá o seu papel histórico e no momento em que a panóplia dos saberes medievais se alarga, quando novas descobertas da física e da geografia surgem, a aritmética responde com avanços e novas propostas de leitura da realidade[9].

O estado do conhecimento aritmético

Ao abraçar este trabalho não se poderá deixar de abordar o pequeno caos no conhecimento aritmético, matemático, que reinava nos séculos XV/XVI. No decorrer desses séculos vários sistemas de cálculo vigoravam, se assim se pode dizer.

Na Península Ibérica e na Europa renascentista, tínhamos a imperar o sistema românico e a conta castelhana, mas um novo sistema emergia. Este, trazido de Itália, surgido via árabe, segundo alguns, com origens indianas, inova com o algarismo, para numeração árabe, conta guarisma.

Para leigos nas artes matemáticas, o que este sistema trouxe de novo foi uma capacidade operatória absolutamente revolucionária. As denominadas capacidades de cálculo de contagem foram aceleradas, face ao sistema românico, impulsionadas pelo método que hoje amplamente utilizamos no dia a dia (o simples cálculo escrito), ensinados desde muito cedo na instrução primária. Se diariamente consideramos uma conta de somar e subtrair algo trivial e uma conta de multiplicar e de dividir algo de muito simples, isto nem sempre foi assim. Se hoje o fazemos, foi pelas pequenas conquistas de visionários do conhecimento.

Nos finais do século XV as dificuldades em fazer uma simples operação aritmética assumiam dimensões titânicas que hoje nos confunde e faz sorrir.

Georges Ifrah refere uma história que vem narrada nos livros da experiência dos mercadores e que, por si só, é bem elucidativa[10].

Um mercador de Nuremberga procurou o aritmético da cidade e disse-lhe:

"– Sinto-me velho, tenho um filho a quem gostava de passar o negócio, mas o rapaz não sabe ler nem escrever. Ler, logo aprenderá. Mas fazer contas é que é o diabo. Que pode fazer por ele?

O aritmético respondeu:

– Se quer que eu ensine o seu rapaz a fazer contas de somar e de subtrair, traga-o cá, porque em semanas ou poucos meses fica apto; se quiser que ele aprenda a multiplicar, isso vai levar mais algum tempo, mas tudo se arranja. Agora se se trata de fazer contas de dividir, então siga o meu conselho: mande-o para Itália porque lá é que o ensinam bem."

Não há ponta de exagero na história porque efectuar uma conta de dividir exigia uma perícia técnica que apenas estava ao dispor de uns quantos.

Porquê? Em primeiro lugar estão a desabar todas as heranças das formas de calcular, algumas delas milenares. A humanidade tinha-se servido do cálculo digital; depois adoptou técnicas complicadas de cálculo mecânico, como o ábaco que ainda hoje é largamente utilizado pelas culturas da Europa Oriental e pelos povos do Oriente. O que nesta época se passava de importante tinha a ver com a emergência de um sistema descritivo do real que organiza sistemática e teoricamente os actos da vida social corrente: a aritmética[11].

A aritmética serve para descrever determinados fenómenos ou interacções do real quotidiano e abre caminho para a implantação da vida quantitativa do mundo. Na viragem do século XV as necessidades sociais são cada vez mais quantidade e cada vez mais número, impulsionadas pelas rotas mercantis, pelos novos mercados e novas regras do mercado capitalista.

Os sistemas aritméticos dos séculos XV/XVI

As operações aritméticas são a adição, subtracção, multiplicação e divisão, mais as respectivas provas dos nove e provas reais.

O vocábulo aritmética deriva do grego *arithmétiké*, arte de contar e do *arithmos* que traduz a ideia de número. Daqui passou para o latim como *arithmetica* que o mesmo é dizer: arte de contar.

No seu jeito muito próprio de dizerem as coisas os aritméticos quinhentistas chamaram-lhe "a escada por onde todas as ciências sobem".

A notação escrita introduzida na Europa pelos árabes é particularmente ajustada à velocidade e certeza do cálculo e permitia uma operacionalidade que, até então, não havia sido possível atingir. Estamos perante uma utensilagem inovadora: a conta guarisma. Para trás ficara a tão difícil, quanto inútil, notação românica.

Os autores do século XVI chamam "conta castelhana" à numeração romana e "guarismo" à notação arábica.

Contas de notação arábica sabemos como se realizam, todos nós as aprendemos na escola primária, por tal dispensam apresentação. As românicas não são de todo desconhecidas, mas as castelhanas vale a pena observar, ainda que por mera curiosidade. Em baixo é apresentado um exemplar de conta castelhana. Se à primeira vista parece confusa e estranha a forma de armar uma conta, a sua aprendizagem era somente reservada a alguns, pela sua elevada complexidade.

iiij U biij^{c} lxx iiij^{o}
ij ^{tos} q bij^{c} xxbj U b^{c} x
iij^{c} lR U ij^{c} l bj
bij^{c} xx b U iij^{c} xx ij

iij^{tos} q biij^{c} lij U biiij^{c} lx ij

Exemplos da numeração e suas equivalências entre os sistemas que coexistiam:

Árabe	*Castelhano*	*Romano*
3620	iiij bj^{c} XX	MMMDCXX

As aritméticas portuguesas quinhentistas consagram-se, na sua generalidade, ao algarismo, o que não acontece com os aritméticos espanhóis. Esta situação demonstra que, no século XVI, a aritmética que se praticava em Portugal era mais moderna do que a que se fazia em Espanha [12].

Para o árabe, ao invés do pensamento grego que considerava a natureza como algo não passível de medida exacta, tudo é medida, rigor e precisão. Esta visão contaminou a cultura cristã e todo o esforço vai orientar-se no sentido da compreensão profunda do número e da sua racionalidade [13].

A coexistência destes sistemas era uma realidade, prova disto é um extracto de Gonçalves Fernandes Trancoso na *Regra Geral das Festas Mudáveis*, impressa em 1570, que utiliza de maneira indistinta os números por extenso, a conta castelhana, a numeração romana e a numeração árabe.

Assim no extracto que se segue: "É sabido, ponde-vos com o dedo mostrador da mão direita no meio de um dedo da mão esquerda na casa em que assenta o b. do calendário que é nas costas da mão, e dali começai dizendo 27 de Novembro e na raiz do dedo nas costas da mão onde assenta o c. direis XXIII.[14]"

O mesmo seria hoje em dia efectuarmos um diálogo com várias línguas ao mesmo tempo, partindo do pressuposto que os diversos sistemas de articulação de conhecimento não influenciariam o cerne do raciocínio.

Assim, o grande mérito do matemático Pedro Nunes foi o saber destrinçar os sistemas em coexistência e dirigir o que era mais versátil, poderoso, para o enriquecimento da epopeia dos descobrimentos.

O porquê do surgimento e da necessidade da aritmética

Os avanços no conhecimento têm que ser obrigatoriamente sedimentados sob conhecimentos do passado, mas o mecanismo mental que permite evoluir, inovar, romper com o passado, não é mais do que a maneira como se olha para os problemas, a maneira como estes se racionalizam, no fundo a atitude. Então o que está no cerne da evolução é a atitude mental, a postura face ao desconhecido, por exemplo enquanto Robert Grosseteste utilizou um telescópio rudimentar para examinar os grãos de areia da calçada, Galileu, uma inteligência do Renascimento, virou o seu telescópio para as estrelas.

Mas outro factor crucial para a evolução de uma sociedade, para a evolução do conhecimento, é o desvio, a necessidade, que leva á ruptura com o *status quo* instalado.

A aritmética de Pedro Nunes e a sua aplicação é uma consequência de uma ruptura com a sociedade milenar, feudal.

Os aritméticos portugueses estão confrontados com questões novas, surgidas com o desenvolvimento do capitalismo em Portugal e na Europa e com o incremento do comércio por via dos produtos do Oriente, o que já pressupõe uma mentalidade mercantil e de negócio capitalista. E como reagem tecnicamente os nossos aritméticos a este estímulo, ou a esta realidade nova?

Na Europa, as relações comerciais ganham uma complexidade crescente a partir do século XIII; o alargamento dos mercados, o aparecimento de inovações tecnológicas que revolucionaram formas tradicionais de viver, de actuar e de sentir, deram importante contributo.

Consequência dos alargamentos de mercado é o desenvolvimento urbano, e uma economia que vai abandonando o sistema de troca directa e necessita cada vez mais de um suporte de metais e de moeda.

No alvorecer do século XIV o processo histórico da formação do capitalismo vai avançado.

Novas vias comerciais (marítimas, terrestras) e novos produtos estão em circulação. As urbes desenvolveram-se, bem como as mentalidades e necessidades de produtos.

Surgem questões de relação consumidor/produtor, oferta/procura.

As trocas tornaram-se cada vez mais complexas e distantes.

O aparecimento histórico de novas funções do dinheiro e até de várias espécies de moeda, bem como das formas embrionárias de crédito, vêm agudizar o rigor dos problemas.

Há ainda que acrescentar o risco, e este ameaça a estabilidade da riqueza e das fortunas e compromete os meca-

nismos de acumulação. Nem a classe senhorial está a recato destes dinamismos e sofre reveses com a desvalorização das rendas [15].

É a burguesia quem mais sofre as agruras do risco mercantil, justamente porque é o grupo social que mais se envolve nele; sobretudo na circulação das mercadorias. Assim sendo não é de estranhar que seja no meio deste grupo que cedo se desenvolvam instrumentos de defesa que visam tornar os negócios mais seguros e acautelar o investimento, particularmente exposto à erosão provocada por um retorno superior a trinta e seis meses que se verificava no comércio de longa distância.

É pois natural que o desenvolvimento da aritmética durante a Idade Média, ainda que lento e nada lesto no desembaraçar-se de pesadas heranças antigas, só possa ser entendido como um instrumento de rigor e de precisão justamente na defesa dos interesses de um grupo que, no âmago da sociedade feudal, se encontra em mudança acelerada: o núcleo ligado ao comércio, ou de uma maneira mais genérica os grupos ligados às trocas comerciais e ao incremento da vida urbana [16].

Face a esta análise, não é de estranhar que a introdução da aritmética e a sua intensa utilização se fizesse nos meios afectos aos mercadores e à prática da náutica, uma vez que era aí que a sua utensilagem tinha maior utilidade.

A aritmética em Portugal e as influências em Pedro Nunes

Sobre a aritmética em Portugal, Marques de Almeida, professor catedrático da Universidade de Lisboa, defende no seu livro, *Estudos da História da Matemática*, que, ao contrário do que pensava o Professor Joaquim de Carvalho, o homem que, antecedendo cerca de quarenta anos Pedro Nunes, fez a ligação entre a tradição aritmética italiana e os aritméticos portugueses foi Gaspar Nicolás, de Guimarães. Esse primeiro passo, esse elo de ligação, havia sido dado em 1519 e não em 1540 ou 1550, conforme julgava Joaquim de Carvalho, e deve-se a Gaspar Nicolás e não a Pedro Nunes [17].

Segundo este professor, que orienta investigações no domínio da história do pensamento científico, quando Pedro Nunes, com todo o peso da sua autoridade, publicou na Flandres o seu *Libro de Algebra en Arithmetica y Geometria* [18], em Portugal haviam sido publicados os tratados de Gaspar Nicolás (1519, 1530, 1541 e 1559), de Ruy Mendes (1540) e de Bento Fernandes (1541 e 1555). Em Espanha tinham sido dados à estampa os tratados de Juan de Ortega, *Compulsion de la arte darismetica y Geometria*, Barcelona 1512; Sevilha 1534, 1542 e 1552; *Suma de Arithmetica y Geometria*, Roma 1515. Mossen Juan Andres, *Sumario breve de la pratica de arithmetica*, Valencia 1515, e *Tratado subtilissimo de Arismetica y Geometria*, Sevilha 1534. Presume-se que todas estas obras circularam intensamente em Portugal tendo em conta os exemplares ainda hoje existentes nas nossas bibliotecas. Além disso, sente-se a presença destes autores nos textos portugueses [19].

De uma maneira ou de outra, os aritméticos ibéricos radicam numa fonte comum que é a *Summa Arithmetica, Geometria e Proportione et Proportionalita* (Veneza, 1494) do franciscano Luca Paccioli ou Lucas de Borgho, que nasceu em 1445 e morreu em 1514. A influência do franciscano é claramente visível em quase todos os autores, ainda que poucas vezes seja explícita. Foi copiado vezes sem conta; citado só uma vez por outra. Mas este jogo de tratamento da informação fazia parte das regras do tempo, longe do respeito pelo trabalho alheio; propriedade intelectual é puro anacronismo e o que é estampado e dado ao público é, efectivamente, isso mesmo: público, quer dizer algo que pertence à primeira mão a que chega [20].

Sobre as tábuas de declinação, este defende que sobre estas também Gaspar Nicolás, Simão Fernandes, Rui Mendes e Bento Fernandes, matemáticos reconhecidos em Portugal, contribuíram para a sua criação e aperfeiçoamento. Esta posição que não nos choca, pois Pedro Nunes era um homem da ciência, cosmógrafo-mor, e como tal teria certamente à sua disposição homens sapientes, e conhecimentos acumulados, na forma de manuscritos. Não nos podemos esquecer que a evolução do conhecimento tem que estar assente em princípios do passado. Nada surge do vazio.

No estudo das questões úteis à navegação, importante eram os conhecimentos de cosmografia, onde dominavam a *Teoria dos Planetas de Purbáquio*, a par de os *Elementos de Euclides e da Tradição de Sacrobosco*. Além disso, a herança de Boécio e a astrologia judiciária predominavam.

Parece até ter sido esta última a razão mais forte que terá levado o Infante D. Henrique a interessar-se pela difusão dos estudos de aritmética, incluindo, como se sabe, o estudo do *quadrivium* na Universidade de Lisboa [21].

Para concluir, e no respeitante a Portugal, afirmamos, ainda que com alguma cautela, porque a situação actual da investigação não permite ir mais longe, que há quatro autores subjacentes ao desenvolvimento dos aritméticos portugueses quinhentistas. Em primeiro lugar, Luca Paccioli com a sua *Summa* (1494); depois Bradwardine, autor de uma *Arithmetica et Geometria*, republicada em Valência em 1503; segue-se Juan de Ortega, cujas sucessivas edições estão ainda hoje bem documentadas nas bibliotecas portuguesas. Finalmente, Mossen Juan Andres, *Sumario breve de la pratica*, Valência, 1515, influenciador directo de Ruy Mendes [22].

Para concluir as influências possíveis, que ajudaram a criar um colosso do conhecimento, segundo o Professor Marques de Almeida, durante toda a sua vida Pedro Nunes permaneceu muito bem informado sobre a produção matemática e científica do seu tempo e se por vezes não foi mais longe no abraçar e no difundir da inovação, como sucedeu com as propostas copernicanas, tal facto não se deve a desconhecimento, mas antes a outros motivos que

Silva Dias põe em destaque nos seus estudos. O caso da contenda entre Cardano e Tartaglia sobre a primazia da solução das equações cúbicas e que o matemático português revela conhecer bem é, a todos os títulos, exemplar desta notável capacidade para se manter a par das leituras e da informação científica do seu tempo[23, 24].

Conclusão

Pedro Nunes, da sua vida ficam dúvidas, mais do que quando começámos este estudo. Salamanca, Alcalá de Henares em alternância com Lisboa?

Não nos parece fiável!

Sobre o nónio fica o testemunho de Rómulo de Carvalho. Este afirma que Pedro Nunes somente teorizou este invento de difícil concepção, tendo sido posteriormente simplificado e concebido.

Da lógica temos uma disciplina de rigor, assente em quatro pilares basilares: conceber, julgar, raciocinar e ordenar.

Este estudioso entrou no campo da ciência, abandonando definitivamente as "teorias" do diz-que-disse, sem método ou lógica racional.

Introdutor de ideias e sistemas aritméticos italianos, ou Gaspar Nicolás?

Novamente as dúvidas ficam e por nós são remetidas para doutos estudiosos.

Certezas também ficam: mestre da eloquência e da lógica, soube acima de tudo reconhecer e aplicar o rigor da mesma a um sistema aritmético inovador, de origem árabe (guarisma). Soube acima de tudo elevar o seu espírito além de uma época sedenta de novos saberes, que abandonava mitos e medos profundamente enraizados na sociedade renascentista.

Foi sem margem para dúvidas um dos maiores vultos de sempre na nossa cultura, foi o "homem certo na altura certa", surge na nossa história numa época em que precisávamos desesperadamente de mentes brilhantes que ajudassem a explicar mistérios que épicas travessias oceânicas nos colocavam. Homem de grande sabedoria, contribuiu decisivamente para cimentar a nossa preponderância no mundo de então, tornando o imenso mar, cheio de perigos e trabalhos forçados, local de afirmação da força e raça lusitana.

Notas

[1] MEDINA, João, Publicação dirigida por, *História de Portugal*, Amadora, Clube Internacional do Livro, p. 180.

[2] COSTA, A. Fontoura da, *Pedro Nunes (1502-1578)*, Colecção Pelo Império, nº 47, Lisboa, 1938, p. 13.

[3] CARVALHO, Rómulo de, *Os Grandes Portugueses*, Editora Arcádia, 1964, volume 1, p. 338.

[4] ARESTA, Eugénio, *Noções de Filosofia*, Porto, Edições Marânus, 1954, p. 6.

[5] IDEM.

[6] BELEAGO, Belchior, *Oração sobre o estudo de todas as disciplinas*, Porto, Edições Marânus, 1959, pp. 42, 43 e 44.

[7] ALMEIDA, A. A. Marques de, *Estudos da História da Matemática*, Mem Martins, Inquérito, 1997, p. 18.

[8] IDEM, *ibidem*, p. 14.

[9] IDEM, *ibidem*, p. 19.

[10] IFRAH, Georges, *Les Chiffres ou l'Histoire d'une grande Invention*, Paris, Robert Lafont, 1985, p. 290.

[11] ALMEIDA, A. A. Marques de, *ibidem*, p. 59.

[12] IDEM, *ibidem*, p. 40.

[13] IDEM, *ibidem*, p. 49.

[14] TRANCOSO, Gonçalves Fernandes, *Regra Geral para aprender a tirar pela mão as festas mudáveis*, Lisboa, Francisco Correa, 1570 (BNL, Res. 295-V), fl. 21r.

[15] ALMEIDA, A. A. Marques de, *ibidem*, p. 23.

[16] CARVALHO, Joaquim Barradas de, *A la Recherche de la Spécificité de la Renaissance Portugaise*.

[17] ALMEIDA, A. A. Marques de, *ibidem*, p. 55.

[18] Em 1567 mas, segundo afirmação do autor no prefácio da obra, composto em português trinta anos antes.

[19] IDEM, *ibidem*, pp. 64, 65.

[20] IDEM, *ibidem*, p. 67.

[21] ALMEIDA, A. A. Marques de, *ibidem*, p. 84.

[22] IDEM, *ibidem*, p. 71.

[23] NUNES, Pedro, *Libro de Algebra en Arithmetica y Geometria*, edição Obras Completas da Academia das Ciências de Lisboa, pp. 404/405. Segundo testemunho de Pedro Nunes, Tartaglia dera a Cardano, e a pedido deste, a regra para a solução das equações do terceiro grau. Cardano prometera manter secreta mas, não só desrespeitou a promessa como, ainda por cima, atribuía a inovação a Scipio Ferreo Bomoniense, que, por sua vez a passara a António Veneciano, tendo este, finalmente, cedido a dita solução a Tartaglia, "el qual se aquexava tanto y habla com tanta passion, que paresce auer perdido el seso".

[24] ALMEIDA, A. A. Marques de, *ibidem*, p. 92.

Bibliografia

ALMEIDA, A. A. Marques de, *Estudos da História da Matemática*, Mem Martins, Inquérito, 1997.

ARESTA, Eugénio, *Noções de Filosofia*, Porto, Edições Marânus, 1954.

ARESTA, Eugénio, *Noções de Filosofia*, Porto, Edições Marânus, 1954.

BELEAGO, Belchior, *Oração sobre o estudo de todas as disciplinas*, Porto, Edições Marânus, 1959.

CARVALHO, Joaquim Barradas de, *A la Recherche de la Spécificité de la Renaissance Portugaise*.

CARVALHO, Rómulo de, *Os Grandes Portugueses*, Editora Arcádia, 1964, volume 1.

COSTA, A. Fontoura da, *Pedro Nunes (1502-1578)*, Colecção Pelo Império, nº 47, Lisboa, 1938.

COSTA, A. Fontoura da, *Pelo Império*, nº 47, Lisboa, Divisão de Publicações e Biblioteca da Agência Geral das Colónias, 1938.

DIAS, J. S. da Silva, *Os descobrimentos e a Problemática cultural do século XVI*, Editorial Presença, 1982.

IFRAH, Georges, *Les Chiffres ou l'Histoire d'une grande Invention*, Paris, Robert Lafont, 1985.

NUNES, Pedro, *Libro de Algebra en Arithmetica y Geometria*, edição Obras Completas da Academia das Ciências de Lisboa.

MEDINA, João, Publicação dirigida por, *História de Portugal*, Amadora, Clube Internacional do Livro.

TRANCOSO, Gonçalves Fernandes, *Regra Geral para aprender a tirar pela mão as festas mudáveis*, Lisboa, Francisco Correa, 1570 (BNL, Res. 295-V).

The East India Company Encounters Japan: Its Knowledge of Japan

Trabalho realizado por:
• *Szommer Gábor*

University of Budapest

For the examination and understanding of a concrete decision, the mapping of the pieces of information which the decision-makers used or were able to have access to is very important. Decision-making and information go hand in hand. Decisions usually are preceded by the arising of some kind of problems, quite often as the consequence of the appearing of a new knowledge, and for their most efficient handling the use of the more detailed pieces of information is inescapable. These can be, for example, earlier acquired data, which are revalued, put in a different light by the cropping up of the fresh challenge; maybe they can be formerly acquired details, which then proved irrelevant, thus were forgotten, however in the new, changed circumstances are essential, so serious efforts must be done for their evocation. If the information lacks, the question arises: what kind of knowledge must be obtained for the best results, where and how can it be acquired. The available knowledge then determines the alternatives which can be taken into consideration, can encourage the further collection of facts, moreover it can put certain opportunities into more favourable or unfavourable light – and because of this it plays a most important role in the choosing between the options.

Up to this day, however, historical researches have disregarded the methods and background of the decision-making, they have rather put the emphasis upon the (alleged) consequences. Exceptions can usually be found in military history, not in works dealing with other kind of organizations, or in papers of economy historians[1]. Propounding such questions in the context of the early modern age can put several interesting problems awaiting for research into the light. Such can be the presence and the role of biases, put in the limelight of examinations by our times' social psychology, in the life of people of bygone ages, the mode of spreading, transforming and changing of information, or the attitude of members of various social strata to different sorts of information.

Nevertheless the information, in the early years of the East India Company functioned in this way, like a secret advisor: at some time giving valuable answers to the questions; at some time unexpectedly popping up and gleaming up to that time unseen opportunities; at some time raising false hopes, but sending the staff of the Company into enterprises which brought failure, despair and in the end resulted in losses; at some time deluding everybody and sending the English into death and destruction; and at some time disappearing in the case of need and turning up after a long time.

The works dealing with the Company usually turned little attention to the circumstances of the foundation of English factories, they mostly examined their activities – if anything was examined relating to the very early years of the East India Company – or simply redrafted and summarized the journals on the first voyages. It has not posed a problem why at a certain place just at a given time the factory was founded, on what basis the directors brought their decisions the destinations of a single voyage, or why a certain Asian settlement was placed in a more favourable light than others. In most cases such questions were settled with unfounded, short statements as Boxer ("*the chief reason for the appearance of the English in Japan was doubtless the same as that for the Dutch, namely the publication of Linschoten's Itinerario or Discours of Voyages*"[2]) or Chaudhuri did ("*the contemporary English knowledge of the trading conditions in Asia was not as vague as it is often supposed to be*"[3]). However, if we examine, for instance, the communication between the centre in London (or the Netherlands) and the Asian factories, or the English Company's knowledge originating from the Dutch, then the expansion of – either the Dutch or the English – company at the Far East appears much less *ad hoc*, the commercial characteristics (such as the changes in the cargo sent to Europe) can be explained better. Information-centered questions and researches of this type can put the early modern "rational" companies in completely different light.

One can find only a few works placing more or less stress on problems connected to information. One of the "rare birds" is "Asia in the Making of Europe" by Donald Lach, in which the author takes the 16 and 17-century European printed materials about Asia one after other[4]. At the first glance the above statement concerning early modern England's acquaintance with Japan, are unfounded, since more papers examine "the English knowledge of Japan", and this can give the impression that it is not worth further investigations. Michael Huissen follows similar guidelines to that of Lach's, and takes stock of the works dealing with Japan, *published* in England in the 16-17th century[5]. Massarella, in his book on the English factory in Japan, has also collected the *printed* materials available before 1611 in England about Japan (Richard Willes: *The History of Trauayle in the West and East Indies*, published in 1577; the translation of Juan González de Mendoza's *Historie of the great and mightie kingdome of China*, which appeared in 1588; some texts in the second edition

of Richard Hakluyt's *Principall Navigations*, published in 1598-1600; the above mentioned translation of Linschoten's *Itinerario*; and in 1601 the description of Giovanni Botero's *The travellers breviat, or an historicall description of the most famous kingdomes in the world*)[6]. This could lead one to the conclusion that in Massarella's opinion these works played a crucial role in the foundation of the factory in Japan, but he doesn't develop this train of thought. My main objection to these papers is that they put an equality sign between the English publications and the information on Japan in a given period. The like banishment of the materials in foreign languages, or the non-published materials (for example, the most letters) from the examinations can give the impression that the contemporaries did not bear these data sources in mind. The quantity of these materials and their difficult tracing probably conceals the generally meant "English knowledge" before the sight of the researchers of the past much more than one would assume on the grounds of these writings. On the other hand, the use of printed materials seems much less obvious, and usually overestimated; this appears as a less general widespread practice in the early 17th century. For example, several of the above mentioned early modern books presented Japan as a silver-producing country, and makes known the enormous profit made by the Portuguese through silver-silk trade, but during the existence of the factory there weren't too much efforts for utilizing this characteristic.

In this paper I have set a more modest aim: I will sketch a chain of information, examine the connection of the links to each other, and try to trace the movement of that piece of information to that point when it convinced the East India Company's decision-makers of the benefits of a voyage to Japan, and until John Saris could sail for the Far East.

At the turn of the 16th and 17th century a serious change took place on the Asian waters[7]. The Portuguese, who were formerly a dominating power, had to face a new threat: Dutch and English vessels. At first, only a few arrived – Drake, Cavendish and Lancaster –, but at the end of the century the number of challengers sharply increased due to the fact that both nations were trying to use the southern routes instead of searching for a northeastern or northwestern passage. In 1595 the first Dutch vessels set out for the long voyage, and after the successful return of this expedition, several companies were founded to exploit the Far-Eastern trade. Following the foundation of the East India Company on the very last day of 1600, the English acted as an organized power, too. In 1602 the contesting Dutch voorcompagnies joined together, thus founding the VOC, which attacked the Iberian empire – against which the United Provinces waged war – wherever it could. The quick Dutch takeover was foreshadowed – at least on military field – by the fact that they sent much more ships to the East than their competitors[8].

In the second half of the 16th century, after the arrival of the Jesuit missionaries, Europe's factual knowledge about Japan rapidly increased. The Portuguese "secrecy policy", which seemed effective at the first half of the century, was less and less able to function effectively. The Jesuits sent home detailed descriptions of diverse parts of Asia – a lot of which was published –, and descriptions from other sources were continuously put to press. The employment of some Dutchmen by the Portuguese was at least this important, who by this means had the opportunity to get acquainted with the Far Eastern empire thoroughly, and occasionally to pass on this knowledge.

The English and Dutch information-territory (on both Asia and Japan) – mainly as a result of the spreading of Portuguese knowledge – more and more expanded, thus making more probable the sending out of an expedition to the East via the Portuguese route, that is, rounding the Cape of Good Hope. In this expansion several people played role: one of them is a Dutch sailor, gunner, Dirck Gerritszoon, who rambled over the Asian waters on board of Portuguese ships, and visited Japan among others. Some of his fellow-countrymen may have been employed by the Iberian state, and they might have even reached Japan, but his is a special case, because an opportunity arised for handing on his knowledge. Although his description of the Far Eastern waters was short and not very much detailed, it came to light in the book of the similarly Dutch Lucas Jansz Waghenaer: *Threzoor der Zeevaardt.* This was a work on maritime, navigational and shipping questions[9]. In Gerritszoon's description there can be found details on the most important countries, territories (that is which the Portuguese had contact with), on the Portuguese trade with these places – with special regard to the carried products – so their whole commercial system became public. The readers have known that, for example, cinnamon can be obtained on Ceylon, diamond in Bengal and Pegu, and cloves can be purchased in Malacca[10].

Another crucial point of this process was Gerritszoon's meeting with the secretary of the Goan Archbishop, his other fellow-countryman Jan Huyghen van Linschoten, to whom he gave accounts of his experiences, and made available some notes. Linschoten shortly after his arrival to India began to inform his acquaintances at home about his experiences (parts of one of his letters to his parents was published in Waghenaer's book), but his 3-volume work, mostly based upon Portuguese knowledge, describing the most diverse parts of the Far East, published after his returning home was much more considerable[11]. This included (not too long) sections dealing with Japan, but the most important novelty was the second volume, which contained exclusively Portuguese *roteiros* describing the various sea-routes in the Far East, the ones from Liampo or Macao to Japan among others. This volume was published in Amsterdam in 1595, which was followed by the English translation three years later. Thus the pieces of information

concerning Japan, originating from Dirck Gerritszoon or channelled by him could spread, and could help in reaching the oriental island[12].

Another kind, but at least as important information-sources were the maps. Of course, after all this kind of knowledge was based upon Portuguese knowledge too, since several Iberian ships made the long voyage between Asia and Europe. The maps were continuously developed, corrected, so at the beginning of the 17th century they were perfectly suitable for not only coastal but for oceanic shipping. On Portuguese side there was continual strive after making the access to this knowledge the most difficult. For example, the Portuguese navigators had to hand down the charts used during the Asia voyages at home, but these efforts – partly as a consequence of the unstoppable spreading of printing – were not crowned with success[13]. From the point of view of the information flow between the Netherlands and Portugal, Bartholomeo Lasso's role seems to be paramount, who – despite the official prohibition – sold 24 of his fresh maps to his Dutch colleague Petrus Plancius. Thus Plancius was enabled to build these into his own works, so making accessible this knowledge to other authors (for example, Linschoten)[14]. Plancius's role looks well in the fact that he drafted a chart on the Far East in 1592, and a year later suggested the two Dutch navigators who led the first Dutch expedition to Asia travelling to Lisbon in order to acquire knowledge there. So it was not accidental that on most Dutch vessels departing for the Far East on the turn of the century Plancius's works were used, and his opinions were asked for[15]. Some by now forgotten cartographic schools contributed to the circulating of this kind of knowledge too. Such workshops were, for example, in Edam and Enkhuizen (from where Dirck Gerritszoon and Linschoten originated), which made several nautical charts at the turn of the 16th and 17th century[16].

There developed an English intellectual elite specialized in overseas too. The prominent member was Richard Hakluyt, who collected knowledge on extra-European world for decades, suggested books for translation and gave advices, among others to the leaders of the East India Company. On the turn of the century there developed a national cartographic school in the insular kingdom, although this could not compete with the "great" Dutch masters.

Such voyages that omitted the above-detailed knowledge would have had minimal chance for successful trade. This information was present on the vessels of the 8th Voyage. Linschoten's book was given to Saris, who – when he reached such parts where it could furnish particulars – browsed it eagerly and with appreciation. There could be found an English map on board: John Daniel's work[17]. It is interesting that this chart was made (at least) one year before the earliest so far known work of the master. And at last there was the map of "*Ian Ianson Mole a Holander*" on the ship[18]. I have been unable to identify this chartmaker: I could find only a cartographer so-named who lived a half-century later. The commander of one of the vessels of the VOC-fleet commanded by Matelief was called so, but because of the frequency of this name, it seems inprobable that the map originated from him. Nevertheless, the clarifying of this last reference needs further investigation.

So, the information on Japan channelled (mainly) through the Dutch could spread, and in given circumstances could give help for reaching the remote island. However, Linschoten's book created only an opportunity, other Far Eastern regions proved more attractive in the beginning, so at first both the English and the Dutch usually tried to get on with their business in other areas. Japan's commercial importance temporarily looked insignificant beside other places, at least in the eyes of the mainly pepper-seeking companies. At any rate, the opportunity was given if something draws Japan into the limelight: the way thither was not a Portuguese secret any more.

After the successful arrival of the first Dutch expedition to Asia, the number of companies that intended to make profit out of the Eastern trade sharply increased. One of these, the Rotterdam Company, planned the dispatching of five ships to the Far East, however these sailed towards Asia not using the route that had proved good by the first Dutch voyage, but westward, via the Straits of Magellan. On the destination of the voyage one can only obtain indirect references: according to the words of van Meteren, a scholar of the age, from 1599 the ships "*voyaged to Brazil, thence through the Straits of Magellan, following this to the Coasts of Chile and Peru, and after to the Philippines, so voyaging to China or Japan*"[19].

The decision-makers tried to collect the manpower accordingly. First, there needed persons who knew relatively well the South-American waters, and on his field mainly the English knowledge had to be taken into consideration. Several employed pilots were English: Thomas Spring, who met his end on the voyage; master Estrique (or Estreg), who took his place; William Adams; and Timothy Shotten, who circumnavigated the world with Cavendish, only to mention those who fulfilled their duties on the flagship. The Dutch "Buteres", who both with Drake and Cavendish circumnavigated the Earth, similarly obtained a lot of his experience on English ships. Presumably through English seamen found their way onto the deck the charts on South-American waters, which were likely drawn during Cavendish's expedition. The map on the Asian seas originated from a Dutch master of Edam[20]. Lastly, providing the knowledge on Japan was Dirck Gerritszoon's task. The appreciation of his experiences is best shown by the fact that he was chosen as commander of one of the vessels, and – which was a quite unusual practice in the case of an ordinary seaman – a part of the profit was promised to him[21].

The accumulation of knowledge didn't yield the outcome expected by the investors. The fleet dispersed near the coast of Chile: one vessel got home, some were taken by the enemy. But during the course of the voyage information on Japan flowed to other persons: he talked to his mates about Japan too, which proved especially important in the middle of the endless Pacific Ocean, when the fleet's two vessels which were able to stay together, had to decide the destination. The English pilot, William Adams, remembered this event, when "*at last it was resolved to goe for Japan, for by report of one Dirrick Gerritson, which had been there with the Portugals, woollen cloth was in great estimation in that iland*" – or, in other words, they chose the least uncertain opportunity[22]. One of the ships, named *Liefde* – on which Adams served too – succeeded in reaching Japan in April 1600, which, as it turned out, proved the terminus of the trip. The first (recorded) Englishman had got to Japan, became somewhat important there, but the news of this slowly arrived at England, so the soon founded East India Company could not utilize this unforeseen possibility yet[23].

The first news about the Rotterdam Company's unlucky voyage reached the United Provinces as early as June 1601 through another Dutch company's ship. The *Mauritius*, commanded by Oliver van Noort, met a vessel from Japan in January 1601, whose commander was "*Emanuel Lowis a Portugall, from Port-á-Port*", who, since he was a European, could identify the wrecked ship's nationality, and who passed on the recent news to van Noort. The surviving short note about this encounter mentions that the crew was debilitated by famine and illness, that there were only 14 survivors, and gives the place of the landing, but one can read nothing about Englishmen, and there are no names in the text. Van Noort's crew met members of the Rotterdam Company's fleet in the Straits of Magellan, and could have rough knowledge of the expeditions departing from the Netherlands at the same time as they left. They (although incorrectly) thought that it was the 250-last flagship. The description of van Noort's voyage was published in 1602 in Dutch, French, Latin and German, but was not issued in England until Purchas published his Pilgrimes in 1625[24].

"*During the day Raya Zabrang with 6 prauws came to the fleet* [...] *and brought with him one Iacob Iansz Quaeckernaecq, who in 1598 sailed with the fleet of Mahieu and which ship he had left in Iapon, where he so long had lived for years and asked for a permission to leave the country; which he at last for himself and one Melchor van Santvoort had received with an authorization to come with a ship to negotiate, and with a Ioncke came to Patana, from there to Iohor and thence at last came to the fleet.* [...] *He brought with him some letters from Iapon (from some of his crewmembers; 12 of them are still alive)*" This happened on 19th August 1606[25].

The first of the survivors who left Japan (in 1605) were Capt. Kwakernaak and Melchior van Santvoort, whose destination was the Dutch factory in Patani, where they arrived on 2nd December 1605. From here Kwakernaak travelled to Johor, and on 19th August 1606 he could meet with the second VOC-fleet and with its commander, Cornelis Matelieff de Jonge, whom he made acquainted with the information he acquired in/on Japan, reported on Adams, and passed on to him the letters of the sailors stuck in Japan[26]. The fleet have fought with the Portuguese for a long time, during which Kwakernaak was killed in action. The fleet's two vessels called at Bantam, at the English and Dutch Far-Eastern "junction", where both companies had a factory, at the end of 1606, and Matelieff himself, after a detour to the coast of China, arrived in November 1607[27].

Some points are worth highlighting with regard to this incident. The afore-quoted account was penned by Jacques l'Hermite, a merchant of the fleet. Nevertheless, Matelieff had knowledge on this event both because Kwakernaak was his uncle and he was promoted to the new principal pilot. One year later, during his sailing near the coast of China, the General met some Japanese pirates whom he asked whether they knew "Iaep Quack". The answer was affirmitive, moreover, he was informed that there were 8-10 Dutchmen alive in Japan[28]. However, none of these reports mentions Adams, although very strong arguments can be advanced in favour that Kwakernaak talked about him. In the letter of a merchant of the Dutch factory in Patani to Adams a note can be read, which states that the former commander talked to Matelieff about the adventures of the English pilot. Moreover, the role of Adams in the days following their arrival was crucial: he was in touch with Ieyasu, so omitting him from the story would have been very difficult.

However, at this point the scene sinks into obscurity, we cannot see clear-cut contours, and we can only make suppositions concerning the carriers of the news, since the loss of the Company's Court Books of 1610-14 renders it rather difficult to assess the quantity of the information available immediately before the founding of the East India Company's factory in Japan. At any rate the total lack of information about the remote island country can be precluded, as the 7th voyage, commanded by the Dutch merchant Pieter Floris, carried a letter from the Governor, Thomas Smith, to William Adams. In other words, at the very beginning of 1611, the "first Englishman in Japan" was known by name, and was considered as an influential person [29]; but the English knowledge about commercial possibilities could not be very detailed, and did not originate from the Dutch merchant, at least Pieter Floris' words suggest this: "*As yett wee cannot learne what is to bee done att Japon, butt att the returne of the aforesayde pinas wee hope to have better information, for as yett wee thinkethe that the trade for Japon is butt of small importance*"[30].

The information about Adams set out from Asia after 2nd December 1605 (or rather 19th August 1606), and must have arrived in England by January 1611. After the examination of the departure and arrival dates of the English and Dutch homeward-bound ships, the following "mediators" seems likely.

1. The 3rd Voyage of the East India Company under the command of William Keeling (1607 April – 1610 May with the ships *Hector, Dragon* and *Consent*). The *Consent,* overtaking the other two vessels, arrived at Bantam on 24th November 1607, where, after three days, Matelief arrived, too. After a voyage to the Bandas, the English got home in early 1609. The *Dragon* and the *Hector* at first had tried to trade near the entrance of the Red Sea, and after this reached the Javan port in October, respectively December 1608. Keeling sailed on to the Banda Islands with the *Hector* and the other ship started its way home. Keeling got back to Java in August 1609, set out for Europe in early October, and arrived in England in May 1610.

Every ship carried such persons who potentially could have known about Adams. Bantam, on the island of Java, can be counted as a very important information-junction. Both companies maintained a factory here, and most of their ships voyaging between Asia and Europe popped up here before or after the great voyage. It is worth mentioning some merchants who were active in Bantam: on Dutch side, the above-mentioned Jacques l'Hermite was the head of the VOC-factory, while on the English part Gabriel Towerson's and John Saris's role seems important. The employees of the factories – occasionally even the commanders of the ships anchoring in the port – had relatively close contacts with each other, so the information flow between the sons of the two nations was more or less constant, and the delivered news could easily find their way to Europe. The commander of the Consent, David Middleton, got in touch with Matelieff in Bantam. Towerson, who in one of his letters sent to London detailed Matelieff's arrival in Bantam, got home on the *Dragon*. The *Hector* took home John Saris, who wrote a wordy account on the Dutch general's naval fight with the Portuguese in his diary. Jacques l'Hermite in one of his letters relates – although briefly – on the voyage of the *Consent*, and mentions the other two vessels of the 3rd Voyage too. So, one has every reason to suppose that the General (or other person carried on his ships) talked to some Englishmen in Bantam, and even Kwakernaak's or Adams's name might arise during this, or Adams's letter from Japan could be given to the English[31].

However, it appears to me unlikely that the news about Adams reached England on the *Consent* or on the *Dragon*, for in such a case the letter to Adams could have been sent with the Sixth Voyage. Keeling arrived home in May 1610, half a year before the letter for Japan was sent, and the Company's next voyage left England.

Concerning Saris, it is worth saying that he drafted a short sketch on the commercial world of the Indonesian archipelago for the leaders of the East India Company, in which there are a lot of details on Japan. It is included in Samuel Purchas's work published in 1625, and Anthony Farrington took the writing of this paper around 1608. However, this dating – at least for me – is questionable. The pages detailing Japan are corresponding, at several points word by word, with another Saris's work on the Japanese commercial opportunities that was written in 1614, *after* his visit in Japan. So, one can rightly question that the lines on the Indonesian archipelago were penned in 1608. There are several important pieces of information which Saris obtained during his stay in Asia, but he didn't mention Japan[32].

2. One VOC vessel had carried the information to the Netherlands, which was transferred to England. Considering the time limits, quite a few ships can be taken into account, but two are most probable[33]. That Matelieff's flagship, the *Oranje,* is one of these doesn't need long analysis. The Dutch General arrived at Bantam in November 1607, started his voyage home in late January and saw the coast of the Netherlands in September 1608. The other "more equal" vessel is the *Roode Leeuw met Pijlen*, one of the ships participating in the foundation of the VOC-factory in Japan. At this act the Dutch made contact with Adams too, but his role in the foundation of the factory was not central, since there were several Dutchmen from the *Liefde* who had equal influence[34]. Nevertheless, it is easily assumable that the Directors of the VOC acquired news on Adams by this way (too). The short distance between the arrival of the *Roode Leeuw* and the sending of the letter to Adams can speak in favour of this version: the English directors dispatched it on the first opportunity.

The way how the news covered the distance between the Netherlands and England still awaits for clearing up: there are no references on this in English sources, maybe in Dutch materials can be found some clues. However, one thing is noteworthy: the flow of information through the Directors of the VOC seems very improbable. First, it would have been a rather big blunder the orientation of the sight of (one of) the greatest competitors to a region over which it formerly passed. Besides, the Directors did not have to distribute serious part to Adams, since they had several fellow-countrymen there who in case of need could have intercede with the shogun. So Matelieff or one of the merchants on the *Roode Leeuw* may have given an account to his superiors, but I exclude that they forwarded their news. When the information was entered into the possession of the VOC-leaders, it ran into a blind alley, it was trapped. There was no escape from this grasp.

For achieving a clearer picture we should examine some trifles concerning Adams's correspondence. Before the arrival of the English in Japan there are 3 letters written by him: one, non-dated, addressed to his wife, the other

to his "*unknown friends and countrymen*" in Bantam (Oct. 1611), and the third to a concrete English merchant at Bantam factory. The last letter contains interesting details on several respects. Adams refers to one letter written in 1611, and sent by one "Peeter Johnsoon", probably one seaman of the Dutch vessel just staying in Japan (this is the second message mentioned above, which reached successfully Bantam, and in 1612 an answer was returned; Adams wrote his third letter encouraged by this answer), and two letters from England, sent by the 7th Voyage, one of which was penned by Thomas Smith, Governor of the East India Company. Adams, by his own account, obtained knowledge of the Company in 1611, presumably through the ominous Dutch ship, maybe through Peter Johnson, so it can be excluded that a letter addressed directly to the East India Company left Japan by means of Kwakernaak or the *Roode Leeuw*. Moreover, Adams forms his suspicions in these lines that the Dutch deliberately did not forward his former letters to his acquaintances[35].

At this point Adams's wife appears on the stage, and the letter written to her becomes important: for her and her two children the pilot was of paramount importance; they could hear about him after a decade. We have read that Kwakernaak had carried letters with him and these got into the hands of Matelieff. We don't know concretely the names of the writers of these letters, but there had remained a letter of Adams addressed to his wife, dated at c. 1605 by Farrington[36]. This date seems probable, since Adams presumably took the advantage of the first opportunity for informing his relatives about his adventures. It is imaginable that he sent letters home through the *Roode Leeuw* too. This news – besides their emotional importance – could be converted into money, and this was utilized by the resourceful woman. It can be read in the minutes of the Court of Committees of the East India Company (3rd May 1614) that she had borrowed 20 pounds from the Company, which was followed by another 10 pounds on the said meeting and another 20 pounds on 17 September[37]. There are references to the first allotment in one of Adams's letters of 1613, in which he thanked the Governor for a loan of 20 pounds given to his wife. However, Adams could be acquainted with this loan by the Governor's letter, sent by the 7th Voyage. So we may take the date of the assignment between c. 1610 and Jan. 1611 – the minuteless period (if we accept that this loan, like the other two, should have been entered into the minutes).

Dutch sources show that Mrs. Adams visited the leaders of the VOC too, and tried to use the position of her husband for the further improvement of her financial position. So far, I have found two documents on this case. The first is a letter of Pieter Both, governor-general of the VOC in Asia to the Directors of the Company, in which he lamented that the appearance of the English in Japan made that money that was given to Adams's wife for providing the help of her husband a thrown-out sum. So, at the birth of this message (1st Jan. 1614) it was known in Asia that the wife received money from the VOC, upon which we can take the *terminus ante quam* of the assignment at the turn of 1612 and 1613. The other source, a minute of the VOC, informs us on a borrow of 200 guldens paid in March 1614, in return for which the wife had to write a letter to his husband in order to convince him to improve the position of the VOC in Japan. This later document makes unambiguous that the woman contacted the VOC and not inversely[38].

If we don't assume that the woman – whose financial adversities are shown by the continuously loans – waited for years with contracting the Companies, then we may put the receiving of her husband's letter at the period between the end of 1609 and the end of 1610. Of course, the fact that the wife visited the English Company does not exclude the presence of such intermediaries who brought news on the Englishman in Japan.

To sum up: it can be stated that Adams wrote a letter to his family from Japan and this reached his wife (probably around the end of 1609 and 1610), who contacted the directors of the East India Company. There could be other addressees beside the woman, who similarly could have been informed about the pilot. So Adams's suspicion that the Dutch intercepted his letters was not fully established: they might have tried but were not fully successful. However, I can only suppose the date of the birth of the letter: it was written either in 1605 or in 1609. Concerning its getting to England, there can be two equal alternatives promoted, which seem equally sure/unsure. In the first case, the letter travelled with Kwakernaak to Matelieff's fleet; from Matelieff or Jacques l'Hermite to the employees of the English Company in Bantam and from there to England; maybe on the board of Matelieff's flagship or other vessel of his fleet to the Netherlands, and from here to England. In the second instance, the letter got home with the mediation of the *Roode Leeuw* through the United Provinces. Besides these I see no other serious alternatives. A piece of information transferred in the second half of 1610 (which cannot be read in the Company's Court Books because of their loss) may explain why the first English expedition was sent off *exactly in the spring of 1611* – a problem which has not been regarded as one worthy of examination, or has been accounted for by the failure of the selling of English textiles in other regions and the experiment with the Japanese market.

The examination of the Company's earlier voyages reinforces this theory. Between 1600 and 1611 one can well trace the increase in the quantity of information available for the directors, sometimes even the source can be given. Parallel with this ran the newer and newer destinations that the voyages had to visit. It is not possible to describe this process, but here are some illustrative examples. Michelborne in his report given to the Court of Committees spoke about places called "Lawrie" and "Nigertuttie", which can both be encountered in the com-

mission to "Alexander Sharpeigh". The 7th Voyage was commanded by Pieter Floris, who worked on the Coromandel Coast for the VOC, and who brought the news about this region (and Siam)[39].

Massarella, based on the English published material available in 1611, came to the conclusion that the remote country island was regarded as a potential market for English textiles. This is certainly true, but I believe it is not enough in itself (between 1602 and 1611 Japan is not mentioned in the East India Company Court Books), further piece of information was needed which could give a final push to such a voyage. Of course one can argue against this saying that by 1611 the difficulties of selling English textiles could be seen more clearly, and for this reason a new market had to be found exactly at that time, but then the question arises why Japan was not mentioned as a potential destination in the commission for the 6th Voyage and why it appears suddenly in the commission of the 8th Voyage. Moreover, if this place is "*an option, not the raison d'être of the voyage*" [40], then was it not so important to look for new markets? Shortly, I believe that the wish for selling English textiles does not explain why the English sent a ship to Japan exactly in 1611, or at least less than a piece of information arrived between 1610 and 1611 (about which the Court Books cannot inform us)[41].

In 1611 the streams converged. The information Gerritszoon, Plancius and others acquired through the Portuguese helped the Dutch to reach the remote island, where some crew members, free of any Portuguese control, were able to obtain precise knowledge, which was channelled home within a short time. The English found out about some details – the presence of an important Englishman can be documented among these – exactly through their greatest rivals, the Dutch, which probably urged them to contact Japan. The other line, the Portuguese knowledge of the Far Eastern sea-routes published by – among others – Linschoten, and the results of the Dutch cartography were also used by the English. Thus John Saris, the commander of the first East India Company ships sent for Japan, sailed to the Far East on the basis of the information derived from the Portuguese and mediated by the Dutch.

Notas

[1] See, for example, PERJÉS Géza: Clausewitz: The Forerunner of Mathematical Praxeology. In: VARDY Bela – VARDY Huszar Agnes: *Society in Change*. Studies *in Honor of Bela K. Kiraly*. New York, 1983.

[2] BOXER, Charles Ralph: *The Christian Century in Japan*. Los Angeles, 1951. 290 pp.

[3] CHAUDHURI, K.N.: *The English East India Company*. London, 1965. 13 pp.

[4] LACH, Donald: *Asia in the Making of Europe*. A Century of Discovery. Chicago, 1965.; LACH, Donald: *Asia in the Making of Europe. The Century of Wonder*. Chicago, 1973. The third book deals with the 17th century: LACH, D. – Van Kley: *Asia in the Making of Europe. A Century of Advance*. Chicago, 1993.

[5] HUISSEN, Michael J.: England Encounters Japan: English Knowledge of Japan in the XVII Century. In: *Terrae Incognitae* V (1973), pp. 43-59.

[6] MASSARELLA, Derek: *A World Elsewhere*. New Haven, 1990. pp. 65-72.

[7] There is a vast literature concerning this topic. For instance, for the Portuguese trade around the turn of the century see BOYAJIAN, J.C.: *Portuguese Trade in Asia under the Habsburgs, 1580-1640*. Baltimore-London, 1993; SUBRAHMANYAM, Sanjay: *The Portuguese Empire in Asia, 1500-1700*. London, 1993; the best work dealing with the early years of the English Company is CHAUDHURI, K. N.: *op. cit.* London, 1965, however, there are published a few newer books about the Company, for example: WILD, Anthony: *The East India Company. Trade and Conquest from 1600*. New Delhi, 1999; a narrative approach can be found in A Társaság elsı két évtizedének történetét narratív formában írta meg MILTON, Giles: Nathaniel's Nutmeg. London, 2000; the history of the VOC is summarized in GAASTRA, Femme: *De geschiedenis van de VOC*. Zutphen, 1992.

[8] Between 1602 and 1620 there were 193 Dutch vessels sent to Asia. The Portuguese, on the contrary, in 20 years dispatched only 122, the English between 85 and 95. For Dutch shipping see: BRUIJN, J. R. – GAASTRA , F. – SCHÖFFER, I.: *Dutch-Asiatic Shipping*, Leiden, 1979, 2nd volume. The Portuguese and English data can be found in: STEENSGAARD, N.: European Shipping to Asia, 1497-1700. In: *Scandinavian Economic History Review* XVIII (1970), pp. 1-11.

[9] WAGHENAER, Lucas Jansz.: *Threzoor der Zeevaardt*. Amsterdam, 1965, pp. 197-199.

[10] WAGHENAER, L. J.: *Threzoor der Zeevaardt*. Amsterdam, 1965, pp. 197-199. Waghenaer's life and works are briefly summarized in: KOEMAN, C.: Lucas Janszoon Waghenaer: 16th-Century Marine Cartographer. In: *Geographical Journal*. CXXXI (1965).

[11] For Linschoten's life see: BURNELL, A. C. - TIELE, P. A.: *The Voyage of John Huyghen van Linschoten to the East Indies from the old English Translation of 1598*. New York, 1885. pp. xxiii-xlii.

[12] VAN LINSCHOTEN, Jan Huygen: *Itinerario*. Amsterdam, 1595-1596; the English translation: The voyage of John Huyghen van Linschoten to the East Indies. London, 1598. Its first volume was republished: BURNELL, A.C. – TIELE, P. A.: *op. cit.*. London, 1885. The mentioned roteiros: VAN LINSCHOTEN, Jan Huygen, 1598, pp. 373-404.

[13] TEIXEIRA DA MOTA, A.: Some Notes on the Organization of Hydrographical Services in Portugal Before the Beginning of the 19. Century. In: *Imago Mundi*. XXVIII (1976), pp. 54-55.

[14] PUTMAN, Robert: *Early Sea Charts*. New York, 1983, p. 113. Linschoten's maps mentioned ibid, p. 39.

[15] The Houtman brothers' voyage to Lisbon is mentioned in KOEMAN, C.: The Chart Trade in Europe from its Origin to Modern Times. In: *Terrae Incognitae*. 1980/2, p. 59. SCHILDER, Günter: Organization and Evolution of the Dutch East India Company's Hydrographic Office in the 17. century. In: *Imago Mundi*. XXVIII (1976), p. 72. On Plancius's role see Ibid., p. 61. Plancius's some advices can be read: DE JONGE, J. K. J.: *De opkomst van het Nederlandsch Gezag in Oost-Indie*. 1st vol. 's-Gravenhage, 1862. 184-200. p.

[16] SCHILDER, Günter: Willem Janszoon Blaeu's Map of Europe (1606). In: *Imago Mundi*. XXVIII (1976), p. 12.

[17] On the English cartographic school and on Daniel's activity see: SMITH, Thomas: *Manuscript and Printed Sea Charts in 17th-Century London*. In: THROWER, Norman: *The Compleat Plattmaker*. Berkeley-Los Angeles-London, 1978, pp. 45-100.

[18] In Saris's diary one can find references on Linschoten: SARIS, John: *The First Voiage of the English to the Island of Iapan*. Tokyo, 1941. p. 8, p. 207; on Daniel: p. 9.; on Mol: pp. 208-209.

[19] WIEDER, F. C.: *De reis van Mahu en Cordes door de Straat van Magalhaes naar Zuid-Amerika en Japan*, 1598-1600. 's Gravenhage, 1923-1925. 1st vol. p. 122.

[20] For the English mariners see: WIEDER, F. C.: *op. cit.* 1st vol., p. 62.; on Shotten's earlier carreer, *ibid.* p. 52., p. 91. There is no person called "Buteres" on Wieder's list; he is mentioned in: QUINN, D. B.: *The Last Voyage of Thomas Cavendish, 1591-1592*. Chicago, 1975, p. 155. On the English maps one can find some details in: WIEDER, F. C.: *op. cit.* 1st vol., pp. 42-43. Some parts of these are printed in QUINN, D. B.: *op. cit.* 153-158. p. *Keuning*, J.: 16th-Century Cartography in the Netherlands. In: *Imago Mundi*, IX (1952), p. 62. writes on three of the maps on the *Liefde*.

[21] WIEDER, F. C.: *op. cit.* 1st vol., p. 80.

[22] FARRINGTON, Anthony: *The English Factory in Japan.* London, 1991. p. 52.

[23] One of the newest work on Adams's life is TAMES, Richard: *The Servant of the Shogun.* New York, 1987

[24] IJZERMAN, J.W.: *De Reis om de wereld door Olivier van Noort, 1598-1601.* 2 vols. 's Gravenhage, 1926 129. p. Another, much less detailed version: IJZERMAN, J. W. *op. cit.* 192. p.; The English version: PURCHAS, Samuel: *Hakluytus Posthumus, or Purchas his Pilgrimes.* Glasgow, 1906, 2nd vol., pp. 203-204.

[25] *Historische Verhael vande treffelijcke reyse, gedaen naer de Oost-Indien ende China, met elf schepen.* In: Begin ende Voortgangh vande Oost-Indische Compagnie. Amsterdam, 1646. 3rd vol., p. 170.

[26] WIEDER, F. C.: *De reis van Mahu en Cordes door de Straat van Magalhaes naar Zuid-Amerika en Japan, 1598-1600.* 's Gravenhage, 1923-1925. 3rd vol., p. 37.; FARRINGTON, Anthony: *op. cit.,* pp. 59-61.

[27] SARIS, John: *The First Voiage of the English to the Island of Iapan.* Tokyo, 1941., p. 217, p. 219.

[28] *Historische Verhael vande treffelijcke reyse, gedaen naer de Oost-Indien ende China, met elf schepen.* In: Begin ende Voortgangh vande Oost-Indische Compagnie. Amsterdam, 1646. 3rd vol., p. 91.

[29] FLORIS, Peter: *Peter Floris's Voyage to the East Indies, 1611-1615.* London, 1934. p. 36.

[30] FLORIS, Peter: *op. cit.*, p. 36.

[31] DANVERS, Frederick Charles – FOSTER, William: *Letters Received by the East India Company from its Servants in the East.* London, 1896-1902. 1st vol., p. 6.; SARIS, John: *op. cit.*, pp. 216-224.; on the Dutch reference on the 3rd English voyage see: DE JONGE, J. K. J.: *op. cit.*, 3rd vol., p. 246.

[32] Saris's two papers are printed in: FARRINGTON, Anthony: *op. cit.*, pp. 56–58, pp. 209–214; on Saris's information collecting especially see: *Danvers,* Frederick Charles – FOSTER, William: *op. cit.* 1st vol., p. 22. Unfortunately, his diary on his Bantam years is very sketchy, nevertheless is very important: SARIS, John: *op. cit.,* pp. 216–224.

[33] For the sake of completeness, here are the potential mediators:

The name of the ship	Departure from Bantam	Arrival at the Netherlands	The General's name
Amsterdam	19th June 1607	May 1608	Matelieff
Witte Leeuw	19th June 1607	4th May 1608	Matelieff
Medemblik	18th July 1607	May 1608	van der Haghen
Zwarte Leeuw	15th October 1607	8th August 1608	Matelieff
Geunieerde Provincien	15th October 1607	May 1608	Matelieff
Oranje	28th January 1608	2nd September 1608	Matelieff
Bantam	16th November 1608	7th August 1609	van Caerden
Ceylon	16th November 1608	9th August 1609	van Caerden
Ter Veere	16th November 1608	7th August 1609	van Caerden
Gouda	20th November 1608	9th August 1609	
Gelderland	May 24th 1609	18th June 1610	
Zeelandia	May 24th 1609	June 1610	Verhoeven
Patania	October 1609	July 1610	van Caerden
Banda	January 10th 1610	25th July1610	van Caerden
Roode Leeuw met Pijlen	January 10th 1610	21st July 1610	Verhoeven

The source of the data: BRUIJN, J. R. – GAASTRA, F. – SCHÖFFER, I.: *op. cit.*, 3rd vol.

[34] WIEDER, F.C.: *op. cit.*, 's Gravenhage,1923-1925. 3rd vol., p. 125.

[35] FARRINGTON, A.: *op. cit.*, p. 76.

[36] WIEDER, F. C.: *op. cit.*, 3rd vol., p. 37.; FARRINGTON, A.: *op. cit.*, p. 51.

[37] FARRINGOTN, A.: *op. cit.*, p. 154.

[38] COOLHAAS, Willem P. (ed.): *Generale missiven van governours-generaal aan raden van Heren XVII de VOC.* 's Gravenhage, 1964. p. 54.; WIEDER, F.C.: *op. cit.*, 3rd vol., p. 26.

[39] BIRDWOOD, George – FOSTER, William: *The First Letter Book of the East India Company, 1600-1619.* London, 1892., p. 247, pp. 363-388.

[40] MASSARELLA, Derek: *op. cit.*, 96. p.

[41] Besides, it should be mentioned that recent researches questioned the importance of the searching for new textilemarkets. See BRENNER, R. - LEVINE, D.: *Merchants and Revolution: Commercial Change, Political Conflict, and London's Overseas Traders, 1550-1650.* Cambridge,1993.

Aprender a Ensinar com Pedro Nunes

Trabalho realizado por:
- *Alexandra Patrícia Lopes Nunes*
- *Eva Maria Neves*

Instituto Superior Politécnico de Viseu
Escola Superior de Educação
Departamento de Matemática

Pedro Nunes foi um matemático português, natural de Alcácer do Sal, de ascendência judaica, e fez os seus estudos em artes, medicina e matemática, de 1520 a 1526, ano em que se tornou bacharel. Pensa-se que, posteriormente, terá frequentado a Universidade de Alcalá de Henares. Já em Lisboa, foi nomeado, por alvará régio de 16 de Novembro de 1529, cosmógrafo do reino, sendo então admitido, através de concurso para a Universidade de Lisboa (4 de Dezembro de 1529), para leccionar Filosofia Moral, vindo posteriormente a assegurar as cadeiras de Lógica e Matemática.

Com a transferência da Universidade para Coimbra, em 1537, Pedro Nunes mudou-se também para essa cidade, onde continuaria a leccionar, desta feita a cadeira de Matemática, que assegurou de 16 de Outubro de 1544 até 4 de Fevereiro de 1562, ano da sua jubilação. Encontramo-lo, a partir de então, mais ligado à cidade de Coimbra, embora em 1572 estivesse de novo em Lisboa, no exercício do seu cargo de cosmógrafo-mor do Reino (desde 1547), dando cursos de cosmografia e náutica aos pilotos das carreiras portuguesas.

Pedro Nunes foi, sem dúvida, um competente mestre e um dos grandes expoentes da ciência portuguesa do século XVI. Publicou numerosas obras, como o *Tratado da Esfera* (1537), um resumo do *Tratado Sacrobosco – Astronomici introductori de Sphera Epilone*, o *De Crepusculis* (Lisboa, 1542) e o *De Arte Navigandi libri duo* (1537), entre outros. Foi contudo a obra *De Crepusculis*, onde descreve a sua descoberta – o nónio – a que lhe valeu maior êxito.

Outra contribuição para a ciência foi a curva loxodrómica, através da qual demonstrou que um navio em movimento com o mesmo rumo não chegaria ao ponto de partida, pois a linha descrita não corresponde ao círculo da esfera terrestre. (In *Enciclopédia Universal Multimédia,* Texto Editora, 1997.)

O nónio é um instrumento de medida de grande precisão. É, assim, um símbolo de rigor e de melhor conhecimento da realidade que nos cerca. Também hoje as tecnologias da informação e da comunicação são um instrumento de rigor e conhecimento: não são fins em si mesmas. Eis porque se adopta esta designação, que se orienta claramente para o futuro, através da referência ao novo século cujas bases lançamos com a educação.

É uma pequena régua adicional que se adapta à escala graduada junto à qual desliza, permitindo avaliar fracções das divisões marcadas na escala; escala dessa régua. (Do latim *noniu/s*, nome latino usado por Pedro Nunes, cosmógrafo português). (In *Dicionário de Língua Portuguesa,* Porto Editora.)

O nónio serve para medir fracções de grau em dois instrumentos náuticos de altura:
- Astrolábio;
- Quadrante.

E aparece na obra *De Crepusculis,* publicada em 1542 (fig. 1).

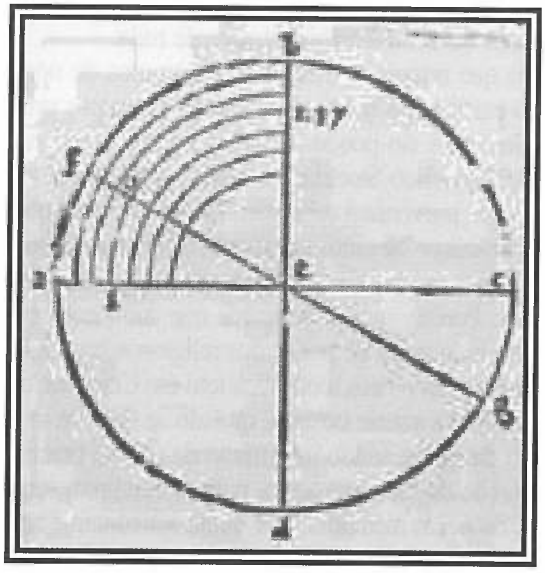


Fig. 1 – Desenho segundo a gravura apresentada por Pedro Nunes, em De Crepusculis, *que acompanha a descrição do nónio. Lisboa, 1542. Biblioteca Nacional, Lisboa.*

Na segunda parte desta obra, a proposição número três reza assim: "Construir um instrumento que seja muito apropriado às observações dos astros, e com o qual se possam determinar rigorosamente as respectivas alturas." A ideia que estimulou o nosso cosmógrafo, aliás descrita na sua obra intitulada *De arte atque ratione navigandi*, foi uma passagem do *Almagesto* (página 9 da edição de 1515), em que Ptolomeu considera que o valor do arco de meridiano entre os dois trópicos corresponde à fracção 11/83 da circunferência. Diz ainda que o limbo do instrumento utilizado para esta medição deve ser dividido em graus e cada grau em partes do grau, sem fixar o número delas.

Pedro Nunes, sabendo que na época do sábio alexandrino não existiam instrumentos que permitissem tal precisão, e inspirando-se talvez na proporção entre aqueles dois números inteiros, desenvolveu a proposição atrás referida, imaginando o que ficou conhecido pelo nome de nónio.

Num astrolábio graduado de 0° a 90°, construam-se mais 44 escalas concêntricas, mas sucessivamente divididas em 89, 88, 87, até chegar a 46 partes. Nestas condições, ao medir-se um determinado ângulo, que não corresponda a um número exacto de graus, é muito provável que o seu valor caia rigorosamente, ou muito próximo, de uma divisão das referidas escalas.

Sem dúvida que o nónio seria de enorme utilidade (desconhecia-se então a irregular distribuição das suas posições) quando integrado num astrolábio, pois foi este o instrumento escolhido por Nunes para a aplicação do seu invento. Todavia, a gravação das 45 escalas (estamos a incluir a escala principal, de 0° a 90°) era, para a época, um trabalho extremamente difícil pela circunstância de não existirem processos geométricos para efectuar a sua correcta divisão. Além disso, havia ainda a questão do espaço. De facto, se num astrolábio planisférico ou náutico de disco, com 20 ou 25 centímetros de diâmetro, a gravação já tinha as suas limitações, esta tornava-se impossível quando se tratasse de um astrolábio náutico de roda.

No que respeita a instrumentos dotados de nónio que tenham existido no nosso país, não encontramos um único exemplar, nem tão-pouco qualquer notícia a seu respeito. Todavia, Francisco Stockler, em 1818, diz-nos que todas as dúvidas que porventura subsistam acerca do nónio poder-se-iam desvanecer "se ainda existissem os instrumentos de que Pedro Nunes se servia, e que ele havia em grande parte feito construir. Porém, quis a desgraça que todo esse precioso depósito, indo parar ao poder dos religiosos beneditinos do colégio que esta ordem monástica tem em Coimbra, o abade que governava aquele colégio, quando se fizeram as grades do adro da igreja, sendo informado de que se precisava de uma porção de metal amarelo, para se fundirem umas carrancas, ou peças metálicas, que ainda actualmente adornam as sobreditas grades, entendeu que aqueles instrumentos astronómicos, de que os frades não faziam uso algum, eram trastes absolutamente inúteis, e por isso deu-os para se converterem nos indicados ornatos. Assim acabaram, vítimas de uma ignorante economia, monumentos científicos, preciosos pela sua antiguidade, e respeitáveis em consideração do homem de génio que tinha inventado uns, aperfeiçoado outros, e manejado todos com singular habilidade."

Stockler esclarece que esta "anedota" era corrente em Coimbra, quando ele se formou naquela Universidade, e que lhe foi "transmitida por pessoa muito curiosa, sisuda, e verídica".

Admitimos, como perfeitamente possível, que tal pudesse ter acontecido, porque, infelizmente, não é caso único a destruição, no nosso país, de património científico.

Todavia, não encontramos qualquer suporte documental que confirme a afirmação de Stockler. Acontece até que as grades onde estavam as referidas carrancas foram demolidas com a igreja há longos anos. Mas mesmo que tal episódio tivesse acontecido, nada nos prova que Pedro Nunes possuísse instrumentos dispondo do seu nónio. Em primeiro lugar, porque não é conhecida uma única notícia a este respeito e, em segundo lugar, porque a divisão e a gravação das escalas de um nónio era um trabalho árduo, exigindo artífices de grande perícia que, na época, não existiam em Portugal.

Para além do astrolábio náutico, que foi, na época, e sem qualquer dúvida, o instrumento de alturas de maior prestígio, que os portugueses desenvolveram e fabricaram, mas cuja tecnologia era elementar, não há memória de aqui se ter feito, por exemplo, um astrolábio planisférico, que foi ferramenta indispensável dos cosmógrafos de antanho. E destes belos instrumentos, chegaram até aos nossos dias mais de 1300, pois a lista que refere este número é de 1955 e sabemos que já foram catalogados muitos outros.

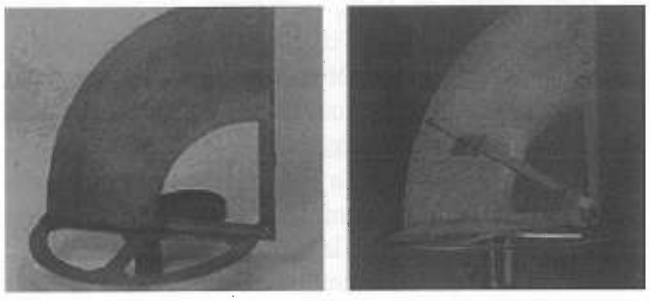


Fig. 2 – Imagem da esquerda: Quadrante fabricado por James Kynuyn, em 1595, conforme indicado no catálogo do Instituto e Museu de História da Ciência de Florença. É possivelmente o único instrumento que existe dispondo do nónio de Pedro Nunes. Imagem da direita: Reconstituição do quadrante em nónio de Pedro Nunes, existente no Istituto e Museo di Storia della Scienza de Florença.

O nónio, tal com foi concebido por Pedro Nunes, era de difícil concretização. Alguns contemporâneos do matemático português esforçaram-se por melhorar o conceito original. Um deles foi o padre jesuíta Cristóvão Clavius, de nome original Schlussel (1537-1612), nascido em Bamberg, na Baviera, e que ficou com um lugar na História da Ciência, por ter sido o principal responsável pela reforma do calendário, missão que lhe foi confiada pelo papa Gregório XIII. Um outro, de nome Jacob Curtius (J. Kurtz ou Curz), também de nacionalidade alemã, foi chanceler do imperador Rudolfo II e que, como ele, se dedicou ao estudo da astronomia e matemática.



Fig. 3 – Sextante com nónio de Vernier. João Maria Pedroso, 1800. Museu de Marinha, Lisboa.

Foi, no entanto, Pierre Vernier que acabou de encontrar uma solução prática. Pierre Vernier (1584-1638) nasceu em Ornans, perto de Besançon, no Leste da França, e recebeu de seu pai o gosto pelas matemáticas, que tam-

bém o iniciou nas ciências exactas e suas aplicações práticas, especialmente no que respeita aos instrumentos usados na cartografia. Leu as obras de Tycho Brahe e de Clavius. Foi capitão do Castelo de Besançon, que comandou até falecer, tendo sido feito cidadão honorário desta cidade, como prova de reconhecimento por ter organizado a defesa militar, quando a região se encontrava ameaçada pelas incursões das hostes do alemão Ernest de Mansfeld.



Fig. 4 – Sistema de leitura rápida usado nos sextantes, desde há pelo menos meio século, e que permite a leitura de ângulos com a aproximação ao minuto de arco.

Tendo-se dedicado à cartografia, deu conta da imperfeição dos instrumentos empregados sobre o terreno e, procurando aplicar os métodos preconizados pelo padre Clavius, para medir os ângulos por meio do compasso e de uma escala especial, foi levado à concepção do sector móvel, descoberta que apresentou na obra *La construction, l'usage et les proprietés du quadrant nouveau de mathématiques*, publicada em Bruxelas, no ano de 1631. Este nónio, também designado Vernier em alguns países, é pois um cursor graduado coincidente com a escala do instrumento, e que por ela desliza, concebido de modo a que n divisões da escala correspondem a n-1 ou n+1 divisões do cursor, tendo os primeiros a designação de nónios retrógrados e os segundos nónios directos.

Pierre Vernier acaba os seus dias na cidade onde nasceu, com 57 anos de idade, sem que a sua invenção tivesse alcançado a divulgação que merecia, tendo mesmo passado despercebida durante longo tempo. A não existência de academias e sociedades científicas que, a partir do século seguinte, desempenharam um papel preponderante na divulgação da ciência foi, talvez, a principal razão do esquecimento.

Este tipo de nónio teve grande expansão a partir da segunda metade do século XVIII, não só nos octantes e noutros instrumentos náuticos da mesma família de dupla reflexão como em muitos outros instrumentos de medida. Todavia, esta invenção de Vernier acabou por ser destronada, já neste século, quando começaram a ser fabricados os chamados sextantes de leitura rápida, nos quais as fracções do grau são lidas num tambor, graduado de 0 a 60 minutos. Com estes sextantes a altura do astro é conseguida com a maior das simplicidades no momento da colimação.

Muitas têm sido as opiniões acerca deste apaixonante assunto, e é perfeitamente natural que sejam tomadas posições diferentes. De facto, os autores portugueses escolhem o nome de nónio, enquanto os de expressão francesa preferem o de Vernier, o que nem sempre é seguido por todos, pois temos o testemunho de Delambre que, citando Bailly, afirma em 1818 que "le Vernier n'est qu'un instrument perfectionné, et que le nom de Nonius y reste avec les traces de son génie". Quanto a nós, se nos é permitido dar uma opinião, optamos pela designação de nónio, porque julgamos que a solução de Vernier não é mais do que uma fase na evolução de um processo que se iniciou com Pedro Nunes, foi aperfeiçoado por Curtius e Clavius, que esteve à beira do sucesso, acabando por ser ultrapassado, quando os sextantes, e outros instrumentos de medida, começaram a usar o já citado sistema de leitura rápida.

A Estrela Polar e a latitude

Observação

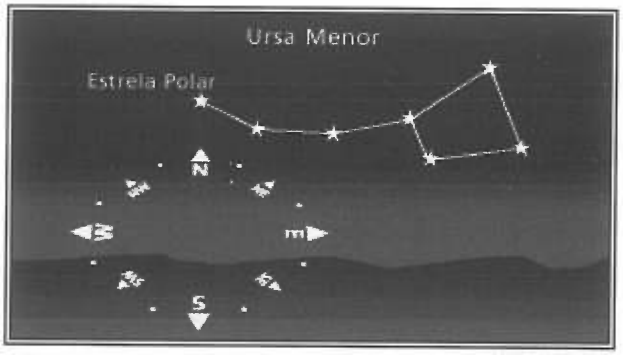
Durante a noite, no campo, longe das luzes da cidade, encontra a direcção do norte com a tua bússola.

Vira-te para norte. Estende e inclina o teu braço de maneira a ele fazer um ângulo de aproximadamente 45° com o chão. Ao olhares para o céu, por baixo da tua mão, encontrarás a constelação da Ursa Menor. A última estrela da cauda da Ursa Menor chama-se Estrela Polar, porque indica sempre a direcção do Pólo Norte da Terra.

Se vieres de um sítio iluminado, espera pelo menos dez minutos para que os teus olhos se habituem ao escuro.

Ao fim deste tempo passarás a distinguir mais estrelas no céu. Pede ajuda a alguém para te indicar a Estrela Polar e a Ursa Menor.

A partir de agora, durante a noite podes saber sempre qual a direcção do norte, mesmo sem uma bússola.



Experiência

Numa noite de céu estrelado, procura a Estrela Polar. Não te esqueças que ela se encontra na direcção do Pólo Norte. Se não a encontrares, pede a alguém que te ajude. Depois de a localizares, aponta a palhinha do teu quadrante para a Estrela Polar, espreita pela palhinha e alinha-a com a Estrela Polar.

- Lê o ângulo que o teu cordel indica na escala do quadrante.
- O ângulo que acabaste de medir diz-te qual a tua posição sobre a Terra e chama-se a latitude do lugar onde te encontras. Escreve aqui esse ângulo para não te esqueceres.

A latitude do lugar onde me encontro

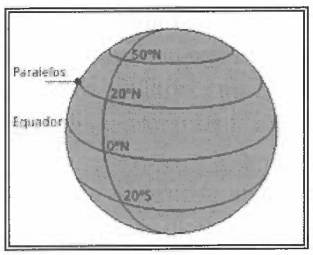
- O ângulo da latitude do lugar onde te encontras é aproximadamente igual ao ângulo que a palhinha do teu relógio de sol faz com a linha do horizonte. Mede com o teu transferidor a inclinação da palhinha do teu relógio de sol. (In *Ciência Viva, Kit Latitude Longitude,* 1999.)

A latitude e a longitude

No globo estão traçados o equador, que é a linha de latitude zero, e os paralelos. Os paralelos são circunferências paralelas à circunferência do equador.

Os pontos do globo sobre o mesmo paralelo têm a mesma latitude.

A latitude é medida a partir do equador, sendo de latitude norte os lugares que se encontram para o lado do Pólo Norte e de latitude sul os que se encontram entre o equador e o Pólo Sul.



Por exemplo, quando se observa a Estrela Polar em qualquer local ao longo do paralelo dos 20° N, o ângulo que a Estrela Polar faz com o horizonte, determinado com o quadrante, é de 20°.

O ângulo que a Estrela Polar faz com o horizonte é a latitude do lugar onde te encontras.

- Desenha sobre o teu globo terrestre o paralelo da latitude em que te encontras.

Os navegadores portugueses dos séculos XV e XVI utilizaram o quadrante para saber em que sítio da Terra se encontravam.

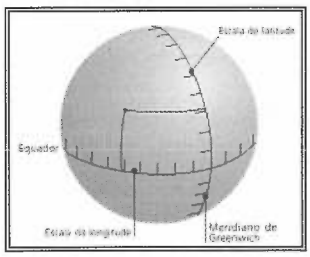
Todas as noites mediam o ângulo que a Estrela Polar fazia com o horizonte e marcavam a sua posição num globo terrestre que andava sempre com eles. Assim, conseguiram aventurar-se sem se perderem por mares e terras nunca dantes navegados pelos outros europeus.



A escala das longitudes é traçada sobre a linha do equador!

Aprendeste a determinar a latitude no teu globo terrestre. Da mesma maneira podes imaginar círculos que passam pelo Pólo Norte e pelo Pólo Sul. Estes círculos que passam pelos dois pólos são os meridianos da Terra. A longitude de um lugar é o valor em graus que se percorre desde o meridiano de Greenwich até se chegar a esse local, para este ou oeste.





Actividade

No teu globo terrestre está traçada uma escala ao longo da linha do equador e outra ao longo do meridiano de Greenwich. São escalas iguais à do teu transferidor.

No teu globo terrestre marca uma cidade de Portugal à tua escolha. Observa se a sua longitude é para este ou oeste do meridiano de Greenwich.

Para determinar a latitude e a longitude sobre um ponto da Terra, basta seguir o paralelo e o meridiano que passam pelo ponto e ler os valores nas escalas marcadas ao longo do equador e do meridiano de Greenwich. Os valores da latitude e da longitude são os graus que se percorrem desde o equador e do meridiano de Greenwich até se chegar ao ponto que se quer.

- Encontra o sítio onde vives sobre o globo terrestre. Traça o pedacinho de meridiano e paralelo, a partir do ponto marcado até ao equador e ao meridiano de Greenwich. Lendo as duas escalas encontras os valores da longitude e da latitude do sítio onde vives.

Latitude_____
Longitude_____

Se comparares a latitude agora determinada com o ângulo que a Estrela Polar faz com o horizonte, e que já determinaste, os dois números são quase iguais! (In *Ciência Viva, Kit Latitude Longitude,* 1999.)

O nocturlábio

Como durante a noite não é possível determinar as horas com o relógio de sol, os navegadores portugueses que percorreram mares, a descobrir outras terras, construíram o nocturlábio para poder saber as horas.

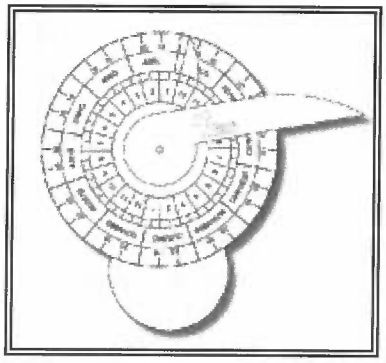
Com o nocturlábio os navegadores olhavam para a Estrela Polar e determinavam a hora. Só podiam fazer isto à noite. Durante o dia usavam o relógio de sol.

À noite, quando olhas para o céu, a Estrela Polar indica sempre a direcção do norte da Terra. As outras estrelas rodam todas em torno da Estrela Polar.

Experiência

Constrói o teu nocturlábio.

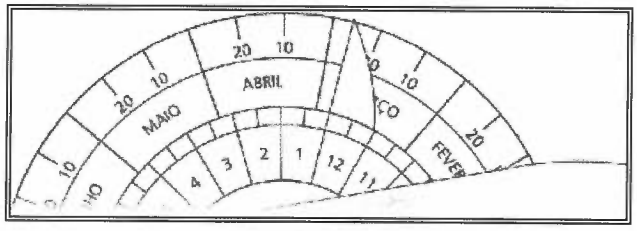
- Recorta com uma tesoura as duas rodas e o ponteiro, desenhados na cartolina.
- Fura as duas rodas e o ponteiro na bolinha negra.
- Junta as duas rodas e o ponteiro e liga-as, fazendo passar pelo orifício um bocadinho de uma palhinha.
- O teu nocturlábio deve ficar assim:



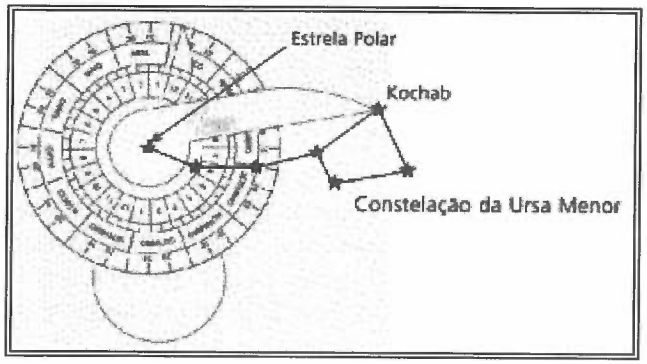
- Podes agora experimentar o teu nocturlábio.

Experiência

- Gira a roda menor de maneira que o seu ponteiro indique a data. Por exemplo, se estiveres no dia 26 de Março, o ponteiro deve ficar como na figura.



- Pega no nocturlábio e aponta na direcção da Ursa Menor de modo que vejas a Estrela Polar através do orifício. Mantém a pega sempre para baixo.
- Roda o ponteiro maior de modo que o vejas tocar na estrela Kochab. Lê as horas que o ponteiro marca na roda mais pequena do nocturlábio.



Durante a noite, a constelação da Ursa Menor e as outras estrelas do céu rodam todas em torno da Estrela Polar. (In *Ciência Viva, Kit Latitude Longitude,* 1999.)

O astrolábio e o quadrante

O astrolábio é um instrumento que serve para medir ângulos. Há muito tempo, há cerca de quinhentos anos, os navegadores portugueses que chegaram às ilhas dos Açores, Cabo Verde e ao Brasil usaram o astrolábio para não se perderem no mar. Com o astrolábio eles podiam marcar a sua posição sobre a Terra, medindo o ângulo que o Sol fazia com o horizonte.



Astrolábio que os navegadores portugueses utilizaram nos navios para medir a altura do Sol ao longo do dia.

Com um astrolábio podes determinar a altura da tua casa, da tua escola ou das árvores de um jardim. O mesmo pode ser feito com um quadrante, que é como se fosse a quarta parte de um astrolábio.

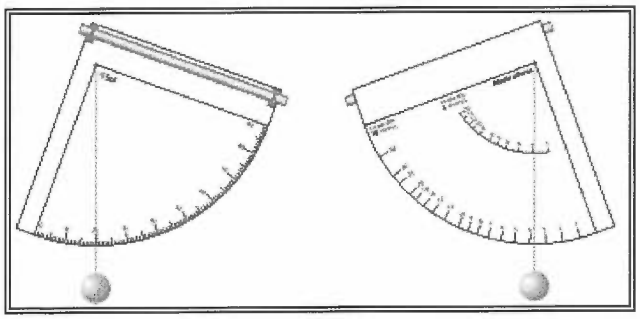


Medindo com o astrolábio o ângulo que o Sol faz com o horizonte.

Experiência

- Recorta o quadrante da cartolina e dobra as abas.
- Introduz uma palhinha de refresco nas abas do quadrante.

- Com uma agulha faz passar uma linha de coser pela bolinha que está marcada no quadrante. Ata as duas pontas da linha, de modo que o quadrante passe pela argola de linha.
- Prende um peso na linha de modo que esta fique esticada.
- O teu quadrante deverá ter o seguinte aspecto:



Tem muito cuidado ao usares o teu quadrante: nunca espreites pela palhinha para o Sol porque podes queimar-te nos olhos.

Com o teu quadrante podes agora medir o ângulo que o Sol faz com o horizonte. Pega no quadrante com uma mão e vira a palhinha para o Sol. Coloca a outra mão no outro extremo da palhinha e inclina o quadrante de modo a veres um pontinho luminoso na palma da tua mão. Lendo o número por onde passa a linha, saberás o ângulo que o Sol faz com o horizonte. De manhã cedo, este ângulo é pequeno e ao meio-dia ele é maior. Se repetires a experiência com o transferidor, verás que os ângulos medidos com o quadrante e o transferidor são iguais!

Mas o quadrante também serve para determinar a altura de uma árvore num jardim.

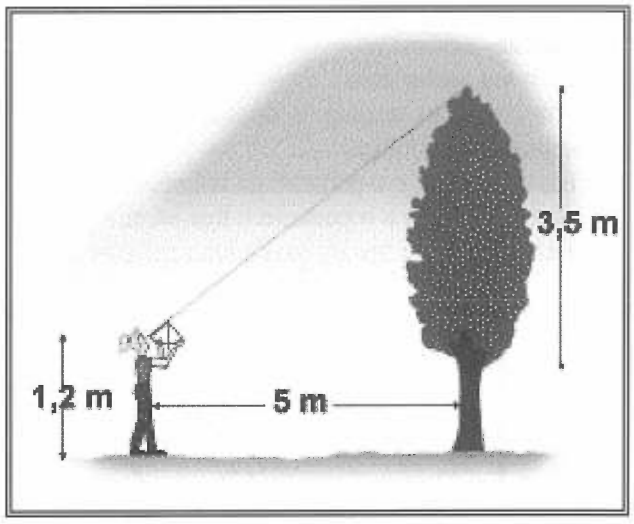
O teu quadrante tem, de um lado, uma escala em graus, igual à do transferidor, que dá uma inclinação ou um ângulo com a linha horizontal. Do outro lado, dá-te a altura de um objecto.

Para determinar a altura de uma árvore num jardim, faz assim:

- Escolhe uma árvore a que queiras medir a altura. Afasta-te da árvore cinco metros. Isto é, dá cinco passos muito grandes em linha recta numa direcção qualquer e vira-te para a árvore.
- Pega no quadrante e espreita pela palhinha para o topo da árvore. A linha indica-te um número na escala dos cinco metros de uma das faces do quadrante. Esse número é a altura da árvore, medida a partir da altura dos teus olhos.
- Para saberes qual a altura total da árvore, basta medires a distância que vai dos teus olhos ao chão e somar ao número que leste no quadrante.

Por exemplo, se leste 3,5 m no quadrante e se tens 1,20 m, a altura da árvore é de 3,5 m + 1,20 m = 4,70 m.

Do outro lado do quadrante, está marcado o ângulo com que estás a ver a árvore. Quanto mais alta é a árvore, maior é o ângulo!



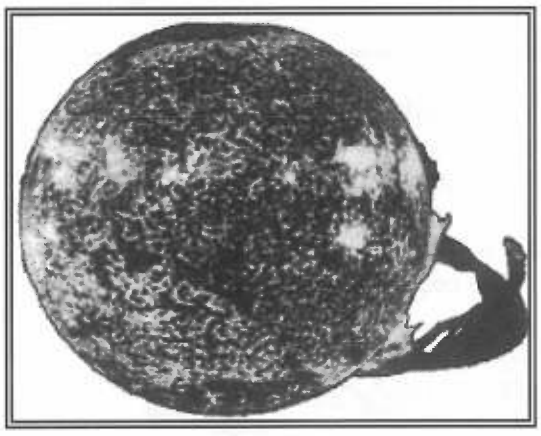
Podes repetir esta experiência com casas mais altas e a uma distância de dez metros. Mas neste caso lê a altura na escala dos dez metros do teu quadrante. (In *Ciência Viva, Kit Latitude Longitude,* 1999.)

O relógio de sol

O Sol é uma estrela, uma bola de gás muito quente que nos dá o calor e a luz necessários à vida.

Esta é a imagem do Sol, fotografada do espaço. Como vês, é uma enorme bola de fogo que lança as suas chamas pelo espaço, iluminando e aquecendo a Terra.

No Verão, o Sol sobe mais alto no céu e os dias são mais longos que as noites. De Inverno, o Sol não sobe tanto, há menos horas de luz e por isso está mais frio.



Observação

Quando o Sol está mais alto no céu, atinge-se o meio do dia. Podes saber quando é o meio do dia através das sombras. Olha para as sombras das árvores ou dos edifícios quando vais de manhã para a escola: as sombras são mais longas de manhã do que ao meio do dia.

Experiência

Sozinho ou com amigos, marca um ponto no chão, num sítio largo, onde possam fazer riscos. O ideal seria no pátio da escola. Coloca-te sobre a marca e pede a um amigo que assinale com um giz o fim da tua sombra. Volta à tua marca de meia em meia hora ou de hora a hora, marcando com o giz o fim da tua sombra. O comprimento da tua sombra e a sua direcção variam ao longo do dia.

Ao meio do dia a sombra vai ser mais curta, e ao princípio ou ao fim do dia a sombra vai ser mais longa.

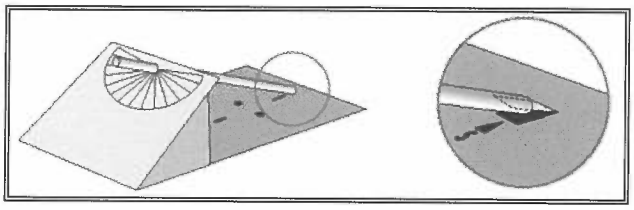
Agora podes traçar uma linha que passe pelos vários pontos que marcaste. Volta a colocar-te na marca central e vira-te para o ponto sobre a linha que está mais perto de ti. Nesse momento acabaste de te virar para o Pólo Norte da Terra. Verifica com a tua bússola.

Podes agora traçar no chão a rosa-dos-ventos com os pontos cardeais!

Experiência

O Sol está mais alto no céu quando se atinge o meio do dia. Ao nascer e ao pôr do Sol a sua sombra é mais longa. Assim, podes construir um relógio que te permite saber qual a hora do dia.

- Recorta o teu relógio de sol da cartolina e dobra-o de modo que fique como na figura.
- Recorta a marca em U e dobra-a pelo tracejado.
- Recorta a bolinha preta do mostrador de modo a caber uma palhinha de refresco.
- Cola as abas cinzentas da cartolina à parte inferior do relógio de sol e introduz uma palhinha de refresco no orifício.
- Inclina a palhinha de modo que a sua parte de baixo encaixe no bocadinho de papel que ficou levantado.



- Coloca o teu relógio de sol num sítio iluminado, ao ar livre, à janela ou na varanda.
- Com a ajuda da tua bússola, orienta o teu relógio de sol pelas direcções cardeais marcadas na cartolina.
- O teu relógio de sol já está a funcionar. A sombra da palhinha indica-te aproximadamente a hora solar sobre o mostrador da cartolina. Na Primavera e no Verão a sombra da palhinha incide sobre o mostrador exterior, no Outono e no Inverno a sombra incide no mostrador interior.
- Se colocares o relógio de sol à tua janela, saberás sempre quando é de manhã ou de tarde ou se é meio-dia. Com um pouco de prática não precisarás de olhar para o teu relógio de pulso para perceberes quanto tempo passou. Para além disto, podes ainda saber se estás na Primavera-Verão ou no Outono-Inverno.

Mas nota que no Verão o nascer do Sol é antes das seis horas solares e que o pôr do Sol é também mais tarde. No Inverno é precisamente o contrário. Isto acontece porque no Verão os dias são mais longos que as noites e no Inverno as noites são mais longas que os dias. (In *Ciência Viva, Kit Latitude Longitude,* 1999.)

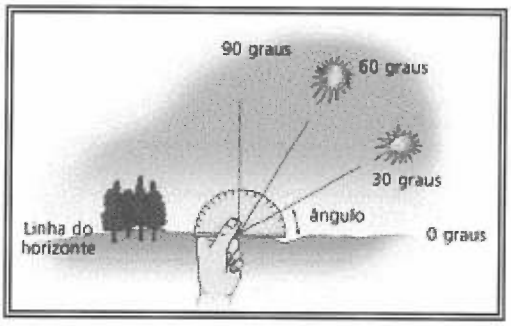
Medir ângulos e comprimentos (transferidor)

Um ângulo é a medida de uma rotação ao longo de uma circunferência. Por exemplo, ao dares uma volta completa com o teu dedo sobre a superfície de uma laranja ou de uma bola, quando voltas ao ponto de partida percorreste um ângulo de 360°. Ou seja, rodaste um ângulo de 360° sobre a bola ou a laranja.

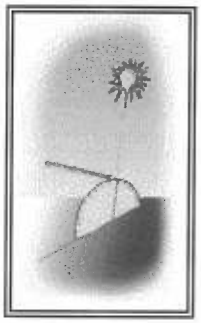
Experiência

Recorta o transferidor da cartolina. Um transferidor é uma régua especial que serve para medir os ângulos ao longo de uma circunferência.

Com o teu transferidor podes agora traçar uma meia circunferência e medir os ângulos quando percorres a circunferência a partir do lado direito. O pontinho negro que está marcado no transferidor é o centro da circunferência.



Nesta figura estão traçados os ângulos de 0°, 30°, 60° e 90°. Meia circunferência são 180° e uma circunferência completa são 360°. Quando o Sol está mais alto no céu, o ângulo que o Sol faz com a linha do horizonte é maior. Ao nascer e ao pôr do Sol, ele está deitado no horizonte e o seu ângulo é muito pequeno. A linha dos 0° é a linha do horizonte.



Pega no transferidor e num lápis. Alinha o teu transferidor com o Sol de modo que a sombra do transferidor seja o mais fina possível. Coloca o bico do lápis sobre o bordo do transferidor de modo que a sua sombra passe pelo ponto preto do transferidor. O bico do lápis indica um número, na escala do transferidor, que é o ângulo que o Sol faz com a linha do horizonte! (In *Ciência Viva, Kit Latitude Longitude,* 1999.)

Possíveis questões a colocar aos alunos

1. Vives no hemisfério norte ou no hemisfério sul da Terra?

2. Quais são as direcções cardeais?

3. Em que direcção é o norte, o sul, o nascente e o poente no sítio onde moras?

4. No teu relógio de sol, em que altura do dia a sombra da palhinha é menor?

5. Qual é a altura da casa onde vives?

6. Qual a latitude e a longitude do lugar onde moras?

7. A que horas vais para a cama, pelas horas da estrela Kochab?

8. Desenha o mapa das ruas do sítio onde moras e desenha a rosa-dos-ventos com o norte a apontar para a direcção do Pólo Norte.

9. Encontra no globo terrestre os trópicos de Câncer e Capricórnio, assim como os círculos polares árctico e antárctico. (In *Ciência Viva, Kit Latitude Longitude,* 1999.)

Bibliografia

- ALBUQUERQUE, Luís, *As Navegações e a Sua Projecção na Ciência e na Cultura*, Gradiva, 1987.
- ALBUQUERQUE, Luís, *Instrumentos de Navegação*, Lisboa, 1988.
- http://7mares.terravista.pt/petrionii/instrumt.htm
- http://pedronunes.pt
- http://pedronunes.pt7estudos5.htlm
- http://www.cienciaviva.mat.pt/kit/nonio3.asp
- http://www.cienciaviva.mct.pt/kit/nonio2.asp
- http://www.cienciaviva.pt/concurso/
- http://www.cienciaviva.pt/docs/instrumentosombrs.pdt
- http://www.cienciaviva.pt/home/
- http://www.cienciaviva.pt/kit/actividades.asp
- http://www.cienciaviva.pt/kit/exp1.asp
- http://www.cienciaviva.pt/kit/exp2.asp
- http://www.cienciaviva.pt/kit/exp3.asp
- http://www.edinfort.pt/anc/ancistr.html
- http://www.museumarinha.pt/nunes/Pedro-Nunes/pedronunes.html
- http://www.pedronunes.pt/estudos5.html
- Ministério da Ciência e da Tecnologia, *Kit Latitude Longitude, Ciência Viva*, Lisboa, 1999.
- *Enciclopédia Universal Multimédia,* Texto Editora, 1997.
- VENTURA, Manuel Sousa, *Vida e Obra de Pedro Nunes*, Biblioteca Breve, Instituto de Cultura e Língua Portuguesa, nº 99, 1985.

Índice

Nota Introdutória 6

Cerimónia de Abertura do Colóquio "Pedro Nunes – Novos Saberes na Rota do Futuro" 7

Palavras de Boas -Vindas 9

Conferência de Abertura: Pedro Nunes e a Marinha Portuguesa
Henrique Leitão *Universidade de Lisboa* 10

Conclusões do Colóquio 15

Sessão Solene de Abertura do Ano Lectivo e Cerimónia de Encerramento do Colóquio 16

Oração de Sapiência: Sobre a Matemática na Obra de Pedro Nunes
Jorge Serra Lopes *Departamento Científico de Base, Escola Naval* 20

Prémios Atribuídos pela Comissão Científica 26

Aferição de Modelos de Transporte Sólido Eólico em Ambiente Praia/Duna
Nuno Mira, Ana Serra, João Garcia
Universidade Independente, Departamento de Ciências da Terra 27

O Mar e o Poder de Escolha
Filipe Ortigão Neves
Universidade de Londres, Department of War Studies, King's College, London 36

Antárctida – Uma Estratégia para Portugal
Paulo Manuel João Afonso
Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Física/Centro de Física Nuclear 49

Água: Um Novo Paradigma
Francisco Martins, Mónica Costa, Tatiana Ferreira
Universidade do Porto, Faculdade de Ciências 59

A Globalização como Geradora de Conflitos no Mediterrâneo
Filipa Rei Barata de Oliveira Guimarães
Instituto de Ciências Sociais e Políticas de Lisboa 70

SEMAPP – Um Projecto para o Mar
Mário Rodrigues Ferreira
Universidade Autónoma de Lisboa "Luís de Camões", Departamento de História/Arqueologia Naval 74

Pedro Nunes e o Cálculo da Duração do Crepúsculo
Alexandra Cristina Salomé Lourenço, Maria de Jesus do Estanque Espinho
Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências 79

Matemática Pictórica: a Matemática pintada por Almada Negreiros
Marco Daniel Duarte
Universidade de Coimbra, Faculdade de Letras/Departamento de História de Arte 83

O Querer, o Desejar, o Conhecer, A Visão do *Outro* na Literatura de Viagens
Alexandre Manuel Teixeira Guedes da Silva Oliveira
Universidade de Coimbra, Faculdade de Letras/Departamento de História 98

Os Oceanos (página de internet)
Eduardo José Rocha Medeiros
Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras/Departamento de Geografia 102

Impacto da Carga Humana e Limites Sustentáveis na Praia de Faro
Gonçalo Dias Aleixo Viegas
Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências do Mar e Ambiente 103

Ordenamento e Ambiente dos Espaços Marítimos sob Jurisdição ou Soberania Nacional: Que Futuro?
José António Velho Gouveia
Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia do Ambiente 112

Humanidade: do Local ao Planetário
André S. Ribeiro
Universidade Independente, Faculdade de Ciências de Engenharia 129

A Aquacultura – Estado Actual e Perspectivas Futuras
Sílvia Fernandes
Universidade de Évora, Departamento de Ciências do Ambiente/Aquacultura 139

Factores de Risco de Natureza Psicossocial na Manutenção de Aeronaves
Diamantino Fortio Lopes
Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Centro de Estudos de Engenharia Mecânica 148

Pedro Nunes e a Consubstanciação do Ideal Renascentista em Portugal
Paulo Varela, Carlos Santos, Vanda Cerqueira
Instituto Superior Politécnico de Viseu, Escola Superior de Educação, Departamento de Comunicação Social 155

Infante D. Henrique, Pedro Nunes e a Questão dos Novos Saberes
Ana Celeste Antunes Lopes da Silva
Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras/Departamento de História 162

Pedro Nunes – Humanismo e Inquisição
Nuno de Pinho Falcão
Universidade do Porto, Faculdade de Letras/Departamento de História 175

Ecologia Estuarina – Resposta do *Corophium Multisetosum* a Alguns Factores Ambientais
Ana Lúcia Guerreiro Neves, Teresa Helena Esteves Paiva
Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia do Ambiente 183

Pedro Nunes – Matemática, Ciências Naturais e Engenharia
Nelson Daniel de Sousa Ferreira
Academia Militar 189

Pedro Nunes: Inventor de Instrumentos Náuticos e de Construções Gráficas
Raquel Oliveira Neves, Juliana Pereira Alves, Nuno Miguel Gomes da Mota
Instituto Superior Politécnico de Viseu, Escola Superior de Educação/Departamento de Matemática 201

A Cartografia
Ana Paula Gonçalves, Filipe Miguel Araújo, Regina Maria das Neves
Instituto Superior Politécnico de Viseu, Escola Superior de Educação/Departamento de Matemática 207

Vida, Contributo e Reconhecimento de Pedro Nunes
Ana Maria Reto, Lília Margarida Neves, Nuno Almeida Coimbra
Instituto Superior Politécnico de Viseu, Escola Superior de Educação/Departamento de Matemática 213

Caracterização do Fenómeno Corrosão em Fendas e por Picadas em Aço e Alumínio de Construção Naval
Mónica de Carvalho da Silva Rocha
Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia/Departamento de Ciências dos Materiais 216

Iconografia Noniana
Nuno Tarcísio Gaspar de Oliveira Cardoso
Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia/Departamento de Matemática 231

A Contribuição de Pedro Nunes para o Avanço da Ciência Náutica
Gonçalo Jorge Vieira Nunes Brites, Verónica Andrea Antunes Gonçalves Madeira
Universidade de Coimbra, Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação 242

Antigos Saberes e o Futuro Geracional dos Recursos Alimentares Marinhos
Carlos Edgar Costa, Nelson Costa
Instituto Superior Politécnico de Viseu, Escola Superior de Enfermagem 255

Pedro Nunes e as Linhas de Rumo
Paulo Jorge Antunes Nunes, Ricardo José Borges Lopes
Escola Naval, Departamento de Marinha 258

Armamento Portátil (Passado, Presente e Futuro)
Frederico Luís Torres Corte-Real, José de Campos Castro Monteiro, Yuri Purcell Ramos da Silva
Escola Naval, Departamento de Fuzileiros 267

Novos Saberes na Rota do Futuro
Carina Nunes Araújo
Universidade de Aveiro 274

Pescando Ideias para a Crise dos Oceanos
Joana Martins Ferreira Barosa, Ana Santos Ferreira
Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente 284

Cleaning of Gaseous Effluents by Activated Carbon
Alexandre Filipe Fernandes Caseiro, Joana Leitão Alexandre, Rui Manuel Marques Andrade
Universidade de Aveiro, Departamento de Ambiente 293

O Mar e os Poetas
Augusto Ndinnu Pinto Haikela
Escola Naval, Departamento de Marinha 304

O Ciberespaço e o Mar: Espaços de Analogia e Antítese
Fernando Manuel Rocha da Cruz
Universidade do Minho, Departamento de Sistemas e Informação 307

Fuentes e Influencias de Pedro Nunes en la Biblioteca de Santa Cruz
Isabel Abia Martín, Roberto San Miguel Polanco
Universidad de Valladolid, Escuela Universitaria Politécnica 316

Pedro Nunes (página de internet)
Miguel Angel de Pedro Cibanal, Alejandro Trebolle Liz
Universidad de Valladolid, Escuela Universitaria Politécnica 325

Pedro Nunes na Cartografia do Século XVI
Carina Isabel Correia Simões
Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras/Departamento de História 328

O Transporte de Passageiros em Portugal
Élio Martins de Bastos Figueiredo
Escola Náutica Infante D. Henrique, Departamento de Pilotagem 333

A Primeira Operação do Terço da Armada – A Reconquista da Baía
Rui Emanuel da Silva Filipe, Nuno Miguel Drago Gonçalves
Escola Naval, Departamento de Fuzileiros 334

Estudo da Corrosão de Ligas Metálicas em Ambiente Marinho e Sua Protecção
Bruno Luís Carralas Antunes
Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia/Departamento de Ciências dos Materiais 342

"A Máquina do Mundo" n'*Os Lusíadas* de Luís de Camões, canto X, estâncias 74-90
Isabel Maria Travessa Gregório
Universidade Aberta 348

Um Humanista Contemporâneo de Pedro Nunes – Mestre António de Guimarães
Carlos Manuel Baptista Valentim
Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras/Departamento de História 355

Naturalismo – Uma Via para o Saber Baseado na Observação e na Experiência
Pedro César Gaspar Gonçalves
Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências da Saúde 367

MECE (Modelo Experimental de Circulação em Estuários)
Sara Cristina Cosme Soares, Miguel José Costa de Almeida Tenreiro, Eurico Tiago Justino Queiroz
Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias/Departamento de Ciências Naturais e Biológicas 383

O Naufrágio da Nau *Conceição* (1555): Dois Relatos para uma Mesma Tragédia
Bruno Alexandre Gonçalves Neves
Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras/Departamento de História 393

"nouas ylhas / nouas terras / nouos mares / nouos povos"
Ana Cheila da Luz Pinheiro
Universidade dos Açores, Gabinete de Cooperação com África 406

Técnicas de Tratamento para Reutilização de Águas a partir de um Efluente Industrial Tratado
Paula Cristina Caseiro Norte, Mónica Raquel Diogo Coimbra
Universidade de Aveiro, Departamento de Ambiente e Ordenamento do Território 407

Interrogações sobre a Verdadeira História do Naufrágio do Galeão Grande *São João*
Kioko Kojima Koiso
Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras/Departamento de História.....421

Nónio, o Crepúsculo da Navegação
Ana Isabel Pereira, Sandrina Marques Rodrigues
Instituto Superior Politécnico de Viseu, Escola Superior de Educação/Departamento de Matemática.....434

Conceito de Navio Modular e a Sua Aplicação à Marinha de Guerra Portuguesa
João Filipe Afonso Martins
Escola Naval, Departamento de Marinha.....439

Escórias de Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos: Matéria-Prima para Vidros e Vitrocerâmicos
Carlos Frederico M. L. de Figueiredo, Maria Susana Jesus Gonçalves Alendouro
Universidade Nova de Lisboa, Departamento de Ciências dos Materiais.....451

Breve História da Contabilidade: Generalidades e Curiosidades
Emanuel Teles dos Santos
Escola Naval, Departamento de Administração Naval.....458

A Determinação da Longitude Geográfica em Pedro Nunes – Crítica ao Uso da Lua para a Determinação da Longitude Proposto por Orôncio Fineu
Teotónio José Pires Barroqueiro
Escola Naval, Departamento de Marinha.....466

Aproveitamento da Energia das Ondas
Raquel Leitão
Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico/Departamento de Engenharia do Ambiente.....473

A Expansão Ultramarina Portuguesa no Século XV
Fernando Cabral Martins de Almeida
Universidade Autónoma de Lisboa, Departamento de História.....482

Pedro Núñez en la Historiografía Científica Española
María Moncada Saracibar, Marcos Orallo Rodriguez, Blanca María Salgado Ruiz
Universidade de Valladolid, Faculdade de Ciências/Engenharia Química.....491

Implantação de um Sistema Integrado de Gestão – Análise do Processo e Identificação dos Principais Problemas
Jorge Carlos Lopes Ribeiro
Escola Naval, Departamento de Administração Naval.....502

Sistema de Informação para a Vigilância Marítima e Gestão da ZEE
Pedro Gonçalves Figueiredo Santana*, Joaquim Manuel da Rocha Afonso**, João Piedade***
** Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação, ** Faculdade de Ciências e Tecnologia, *** Instituto Superior Técnico*.....511

Prospecção Subaquática ao largo da Comenda
Jorge Leonel Vaz Freire, Hélio Figueiredo
Universidade de Coimbra, Faculdade de Letras.....519

A Actividade Docente de Pedro Nunes na Universidade Portuguesa
Bruno Mora, João Carvalho, Tiago Gonçalves
Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna.....526

Pensar com Rigor: A Lógica em Pedro Nunes
António Vicente, Fernando Moreira, Carlos Cachudo
Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna.....532

The East India Company Encounters Japan: Its Knowledge of Japan
Szommer Gábor
University of Budapest.....541

Aprender a Ensinar com Pedro Nunes
Alexandra Patrícia Lopes Nunes, Eva Maria Neves
Instituto Superior Politécnico de Viseu, Escola Superior de Educação/Departamento de Matemática.....549