

MEMÓRIAS
DA
ACADEMIA DAS CIÊNCIAS
DE
LISBOA

CLASSE DE CIÊNCIAS

TOMO XLVI



ACADEMIA DAS CIÊNCIAS
DE LISBOA

LISBOA • 2019

MEMÓRIAS
DA
ACADEMIA DAS CIÊNCIAS
DE
LISBOA

No pórtico do Tomo XLVI das *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa – Classe de Ciências*, presta-se homenagem à memória do Académico João Pais que, com a sua dedicação e o seu saber, prestou a esta Academia os mais altos serviços.

O presente volume reúne as comunicações apresentadas nas sessões académicas da Classe de Ciências entre os anos de 2014 e 2016.

Título: Memórias da Academia das Ciências de Lisboa
Classe de Ciências
Tomo XLVI

Edição: Academia das Ciências de Lisboa

Impressão: Gráfica 99

Data de impressão: Junho de 2019

ISBN: 978-972-623-381-7

Depósito legal: 447397/18

MEMÓRIAS
DA
ACADEMIA DAS CIÊNCIAS
DE
LISBOA

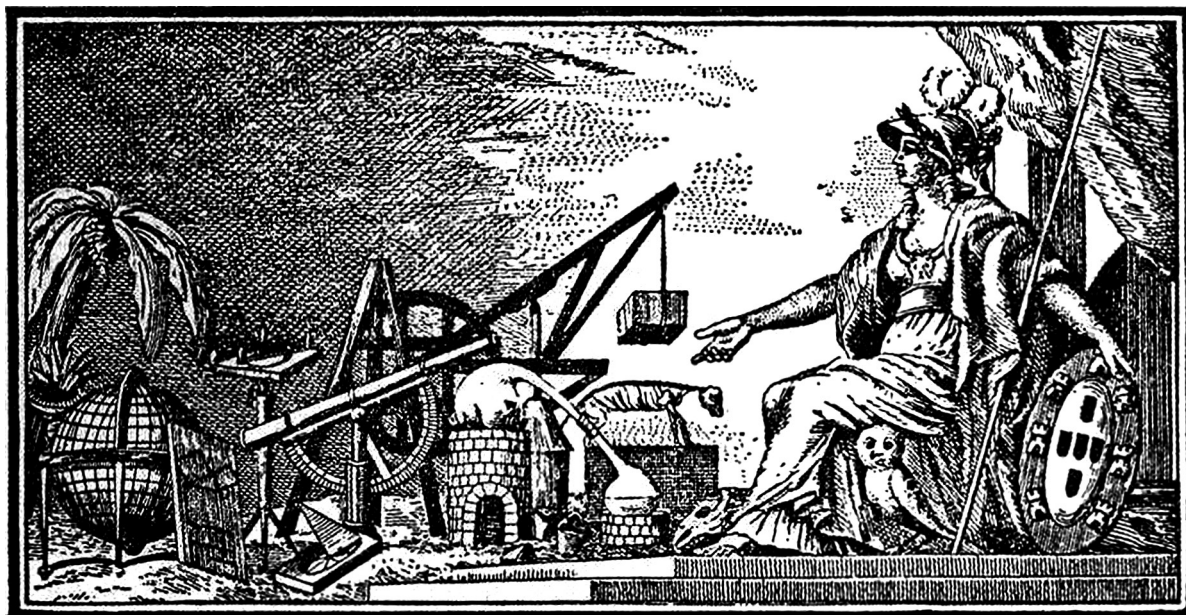
CLASSE DE CIÊNCIAS

TOMO XLVI



ACADEMIA DAS CIÊNCIAS
DE LISBOA

LISBOA • 2019



Anatomia artística no Renascimento Português IV

Escultura I

Nicolau Chanterene

J. A. ESPERANÇA PINA

A escultura representativa do Renascimento Português iniciou-se com a chegada ao nosso País de três escultores franceses: Nicolau Chanterene, cuja actividade entre nós se pode localizar entre 1517 e 1540, embora surjam documentos datados de 1551; João de Ruão, com uma longa estadia no país de cerca de cinquenta anos, entre 1528 e 1580; e Filipe Odarte, cuja estadia em Portugal é curta, entre 1529 e 1536.

Estes escultores, todos inovadores, revelam-se bem diferentes entre si. Nicolau Chanterene é um intelectual, ligado a grandes mecenas e letrados de Lisboa e de Évora. João de Ruão, muito adaptado ao meio, um sedentário, retratou nas Virgens esculpidas, as jovens da pequena burguesia coimbrã. Filipe Odarte, um nómada, numa deambulação permanente.

Antes e simultaneamente, o movimento de importação de esculturas e retábulos em terracota, em madeira ou em pedra, tanto da Itália como da Flandres preparou a sensibilidade para a assimilação da escultura renascentista trazida pelos escultores franceses.

1. NICOLAU CHANTERENE

Nicolau Chanterene foi um escultor e arquitecto de origem francesa, do século XVI, nasceu na Lorena, tendo introduzido o novo estilo do Renascimento Português e desenvolveu grande parte da sua obra em Portugal, entre 1517 e 1551.

Nicolau Chanterene esculpiu em Lisboa (1517-1518), em Coimbra (1518-1527), em Saragoça e Óbidos (1527-1528), em Sintra (1529-1534) e em Évora (1535-1540).

Os *portais* mais importantes que realizou foram o Pórtico axial, no Mosteiro dos Jerónimos, em Lisboa e a Fachada, na Igreja de Santa Cruz, em Coimbra. Ainda na Igreja de Santa Cruz, em Coimbra, esculpiu o *púlpito*. Os *túmulos* mais relevantes que esculpiu foram os túmulos de D. Afonso Henriques e de D. Sancho I, na Igreja de Santa Cruz, em Coimbra; o túmulo de D. João de Noronha, “o Moço”, na Igreja de Santa Maria de Óbidos, o túmulo de D. Álvaro da Costa, no Museu de Évora, e o túmulo de D. Afonso de Portugal, no Museu de Évora. Os *retábulos* mais importantes que esculpiu foram: os Retábulos do Claustro do Silêncio, na Igreja de Santa Cruz, em Coimbra; o Retábulo da Lamentação de Cristo, no Museu Nacional de Machado de Castro, em Coimbra; o Retábulo da Capela de São Pedro, na Sé Velha, em Coimbra; o Retábulo da Capela de Nossa Senhora da Pena, no Palácio da Pena, em Sintra; e o Retábulo da Igreja de São Marcos, no Palácio de São Marcos, nas proximidades de Coimbra.

1.1. Pórtico axial (ocidental) do Mosteiro dos Jerónimos em Lisboa (1517-18)

O Pórtico axial (ocidental) do Mosteiro dos Jerónimos é a verdadeira entrada da Igreja.

Da autoria de Nicolau Chanterene, à esquerda, o rei D. Manuel I com São Jerónimo e à direita, a segunda mulher do rei, D. Maria de Aragão (1517), com São João Baptista. Mais abaixo, em quatro pequenos nichos, os quatro evangelistas, e nos botaréis já no espaldar, os Apóstolos. A meia altura estão D. Fernando, o Infante Santo e São Vicente.

Superiormente ao arco, no centro, encontra-se um nicho com o Presépio de Belém, e inferiormente dois anjos ostentando as armas de Portugal.

Acima do arco, à esquerda, encontra-se um nicho com a Anunciação.

Superiormente ao arco, à direita, encontra-se um nicho com a Adoração dos Magos.

D. Manuel I apresentado por São Jerónimo constitui um todo indivisível. O Rei com grande compleição física, vestido com panejamentos muito elaborados, os músculos da mímica muito bem representados, a dimensão dos olhos, a altura e a largura do nariz e a extensão da fenda bucal apresentam uma anatomia de superfície perfeita. A mão esquerda apresenta as veias superficiais bem marcadas, o recorte das unhas, as articulações dos cotovelos flectidas. São Jerónimo posiciona-se na protecção do rei, com o rosto relaxado, com barba desenvolvida, boca entreaberta, olhos em alvo e a pedra da sua flagelação segura na mão direita. Atrás do Santo encontra-se o leão muito tranquilo, transmitindo apenas uma imposição iconográfica.

Dona Maria de Aragão apresentada por São João Baptista com o Santo vestido com pele de camelo e o tradicional cordeiro na mão esquerda, cinzelado no mesmo bloco de pedra. A Rainha genuflectida apresenta vestimentas volumétricas e muito elaboradas, a fâcias com naturalismo, mas pouco expressiva.

1.2. Fachada da Igreja de Santa Cruz de Coimbra (1523-25)

O responsável pela organização arquitectónica da Fachada da Igreja de Santa Cruz foi Diogo de Castilho, com a colaboração de seu irmão, João de Castilho. O número de estátuas esculpidas por

Nicolau Chanterene foi provavelmente de dezassete, tendo realizado a estatuária actualmente ocupada por originais muito destruídos, por réplicas ou por nichos vazios.

O portal da Igreja está entre dois pilares poligonais onde se encontram nichos vazios em cada uma das faces, dispostos em dois registos. No primeiro registo do pilar, mais perto do chão estavam os nichos de três apóstolos de cada lado. No segundo registo do pilar estavam os nichos de dois apóstolos de cada lado. Superiormente estão São Pedro e um apóstolo não identificado.

De cada lado do janelão estão as réplicas dos quatro Doutores da Igreja, dois de cada lado, e de dois apóstolos, sendo São Pedro o único identificado, não tendo sido feitas réplicas para os nichos vazios.

As esculturas originais existentes, mas muito corroídas pela erosão do tempo, foram guardadas há mais de 40 anos, na Capela do Claustro do Silêncio, à espera de serem restauradas, onde o apóstolo São Pedro é o mais bem conservado. Os apóstolos são representados não como figuras estáticas, mas com as pernas dispostas de modo a sugerir a qualquer momento o início de um movimento.

Na Fachada da Igreja de Santa Cruz, as réplicas dos quatro Doutores da Igreja, com São Gregório Magno e Santo Agostinho, à esquerda; e São Jerónimo e Santo Ambrósio, à direita, e ao lado deste, São Pedro. Estas réplicas apresentam uma boa anatomia de superfície, traduzida no volume do corpo e na saliência dos músculos da mímica. As mãos estão bem modeladas, com um recorte dos dedos e das unhas, e as veias superficiais evidenciadas. Todas as esculturas estão bem organizadas, sofrendo uma inclinação para melhor poderem ser vistas para quem olha para elas.

À esquerda, estão São Gregório Magno e Santo Agostinho e um apóstolo não identificado.

São Gregório Magno foi monge beneditino e o 64.º Papa, com o nome de Gregório I. Foi o responsável pela divulgação do canto gregoriano, tendo sido autor de numerosas obras que marcaram o pensamento medieval. São Gregório Magno olha pensativo, tem um livro aberto na mão esquerda e um rolo de escritos na mão direita, com mitra e vestes papais.

Santo Agostinho foi Bispo em Hipona e uma figura preponderante para o desenvolvimento do Cristianismo no Ocidente. Foi autor de textos autobiográficos (*Confissões*), filosóficos (*Diálogos*), apologeticos (*Cidade de Deus*), dogmáticos, exegéticos, entre outros. Santo Agostinho com mitra e báculo tem um livro na mão esquerda e olha com meditação.

À direita, estão São Jerónimo e Santo Ambrósio e ao lado deste, o apóstolo São Pedro.

São Jerónimo foi o tradutor da Bíblia do grego antigo e do hebraico para o latim, conhecido por *Vulgata*, sendo a versão oficial da Igreja aprovada pelo Concílio de Trento. O Santo apresenta-se pensativo em profunda meditação, tendo na mão esquerda o Antigo Testamento que traduziu e a seus pés o leão fiel que sempre o acompanha.

Santo Ambrósio foi Governador de Milão e converteu-se ao Cristianismo tornando-se Bispo de Milão. Uma lenda relata que as abelhas depuseram nos seus lábios, quando criança no berço, o mel da ciência sagrada. Recebeu o título de *língua de mel*, por causa da sua habilidade como pregador. O Santo apresenta-se em reflexão com gravidade, com a réplica de uma igreja na mão direita.

São Pedro olha pensativo, com barba longa e grisalha, com fécies rude e envelhecida.

1.3. Púlpito da Igreja de Santa Cruz de Coimbra (1521)

O Púlpito da Igreja de Santa Cruz de Coimbra é a mais notável obra de escultura deste género do Renascimento Português. Apresenta esculturas, baixos-relevos, motivos ornamentais atingindo um

nível de execução nunca ultrapassado, levadas ao máximo virtuosismo, como no rigor com que representa a figura humana. O suporte do púlpito apresenta uma hidra-alada, talvez símbolo dos sete pecados capitais sendo decorada com sereias, máscaras, leões e cabeças de anjos.

As maiores figuras esculpidas estão sentadas, dentro de nichos e representam os Doutores da Igreja, em ligeira torção, com fâcies bem elaboradas traduzindo uma personalidade própria. Identificam-se indo da esquerda para a direita, Santo Ambrósio, São Jerónimo, São Gregório e Santo Agostinho. Entre os nichos, encontram-se Sibilas e Apóstolos. Superiormente estão as Sibilas: Agripa, Ciméria, Helespôntica, Délfica e Europeia; e inferiormente os Profetas Isaías e Jeremias, e três figuras bíblicas, Abraão, Josué e o Rei David. Entre os apóstolos e as sibilas encontram-se cabeças de anjos.

Os Doutores da Igreja identificam-se como Santo Agostinho de Hipona, São Jerónimo de Estridão, São Gregório Magno e Santo Ambrósio de Milão. Os três primeiros reflectem sobre a leitura que fazem, enquanto Santo Ambrósio de Milão parece preparar-se para mais uma pregação.

Santo Agostinho de Hipona, com mitra, procede a uma leitura do livro que sustenta na mão esquerda e olha com mímica exprimindo reflexão com contemplação.

São Jerónimo de Estridão tem na mão esquerda o Antigo Testamento e aos pés o leão, com mímica sugerindo reflexão com meditação.

São Gregório Magno, com mitra e paramentos papais, tem um livro aberto na mão esquerda, com mímica exprimindo reflexão com ponderação.

Santo Ambrósio de Milão é representado com a maquete de uma igreja nas mãos, sem livro, com mímica sugerindo reflexão com espanto.

1.4. Túmulos de D. Afonso Henriques e de D. Sancho I na Igreja de Santa Cruz de Coimbra (1520-23)

Na Capela-Mor do lado esquerdo, está o túmulo de D. Afonso Henriques e do lado direito, o túmulo de D. Sancho I. Os túmulos constituem uma das mais belas realizações da escultura portuguesa, com extraordinária nobreza plástica, pela harmonia das proporções.

Quando D. Manuel I com grande parte da corte, em peregrinação a Santiago de Compostela, passou pelo Mosteiro de Santa Cruz de Coimbra, em 1502, foi confrontado com a pobreza dos túmulos dos dois primeiros reis de Portugal. Desde logo revelou a intenção de proceder à sua substituição. D. Manuel I encarregou João de Castilho, como empreiteiro, coadjuvado por seu irmão Diogo de Castilho e como escultor, nomeou Nicolau Chanterene recentemente chegado a Portugal.

Nicolau Chanterene parece ter apenas feito as esculturas de D. Afonso Henriques e de D. Sancho I, cabendo a restante decoração a um artista local, a que se convencionou chamar o Mestre dos Túmulos dos Reis, sendo esta a opinião de Vítor Serrão (2002), e a inclusão tardia de algumas estátuas, como São Gregório no túmulo de D. Sancho I.

Em 25 de Outubro de 1515, com D. Manuel I presente, mandou abrir os sarcófagos de madeira de cedro de D. Afonso Henriques e de D. Sancho I. A transladação dos reis para os sumptuosos túmulos foi efectuada com toda a pompa e João Homem referiu: “O corpo do devoto rei D. Afonso Henriques achou-se inteiro, incorrupto, a carne seca, a cor pálida e macilenta, mas de aspecto severo que parecia estar vivo. Tinha vestido uma garnacha comprida de pano de lã branca, e uma sobrepeliz de pano de linho. Isto tão inteiro e são como se naquela hora lhas vestissem”.

Ambos os túmulos estão decorados com muitas estátuas e elementos gótico-renascentistas, além dos símbolos do rei D. Manuel I, a esfera armilar e a cruz da Ordem de Cristo. Apresentam dois pilares com seis esculturas em cada um, unidos por um arco, dando espaço para as arcas tumulares e numerosas estátuas.

Na porção superior encontra-se o escudo nacional suportado por dois anjos, ladeados por São Cristóvão e Santa Helena, no túmulo de D. Afonso Henriques, e por São João Baptista e talvez o Imperador Heráclito, no túmulo de D. Sancho I.

O *túmulo de D. Afonso Henriques* apresenta na parte central Nossa Senhora da Assunção, ladeada por dois anjos, e inferiormente dois evangelistas, um de cada lado. Num plano superior estão dois profetas. Nos pilares estão esculpidos os doze apóstolos. Inferiormente está a arca tumular, onde dois anjos apoiam um letreiro e sobre cada túmulo um pano de fundo.

D. *Afonso Henriques* foi esculpido segundo uma perfeita anatomia de superfície. O Rei está com armadura, com as mãos postas e com os guantes e o elmo bem próximos, como se quisesse erguer-se instantaneamente para retomar o combate em que se envolvia. A naturalidade da escultura parece transformar a morte num passageiro estado de descanso, ou numa meditação profunda.

A fâcies apresenta a barba comprida, o nariz tipo recto, em que o dorso faz com a glabella um ângulo quase recto, as margens supra-orbital e infra-orbital bem marcadas, e a fenda bucal horizontalizada. Os cotovelos estão flectidos, as mãos em prece com finos e longos dedos. A mímica sugere tranquilidade e serenidade.

O *túmulo de D. Sancho I* apresenta na parte central a Virgem com o Menino ladeada por Santa Catarina e Santa Maria Madalena. Inferiormente estão dois evangelistas, um de cada lado e superiormente dois profetas. Na porção medial do pilar estão esculpidas as quatro virtudes cardeais; na porção central do pilar os quatro Doutores da Igreja; na porção lateral do pilar, as três virtudes teologais e um Bispo inidentificável. Inferiormente está a arca tumular, onde dois anjos-tenentes apoiam um letreiro e sobre cada túmulo um pano de fundo.

D. *Sancho I* está com armadura, com as mãos postas e com os guantes e o elmo bem próximos, como se quisesse também erguer-se instantaneamente para retomar o combate em que se envolvia. A naturalidade da escultura parece transformar a morte num passageiro estado de descanso, ou numa meditação profunda.

A fâcies apresenta o cabelo e a barba comprida, o nariz tipo recto, em que o dorso faz com a glabella um ângulo obtuso, as aberturas das narinas tipo europeu, elípticas com grande eixo de obliquidade pósterio-anterior e látero-medial, as margens supra-orbital e infra-orbital e a fenda palpebral bem marcadas, a fenda bucal concava inferiormente. Os cotovelos estão flectidos, as mãos em prece com finos e longos dedos, e o dorso da mão com as veias superficiais salientes. Apresenta uma mímica sugerindo tranquilidade com ponderação.

1.5. Túmulo de D. João de Noronha, “O Moço” na Igreja de Santa Maria de Óbidos (1527-28)

O túmulo de D. João de Noronha, “O Moço”, alcaide-mor de Óbidos, esculpido em calcário, sob o patrocínio da viúva D. Isabel de Sousa, cujos ossos também aí se encontram inumados. É considerado um dos exemplares mais magníficos da escultura portuguesa. Encontra-se no altar do lado do Evangelho numa das paredes laterais da Igreja. O túmulo foi edificado como um grande portal, ricamente decorado, ao centro do qual se rasga o arco de volta perfeita que alberga a arca tumular.

A parte superior é rematada por um baixo-relevo da Virgem rodeada por anjos.

A arca tumular apresenta uma inscrição referente a D. João de Noronha e sua mulher, que alude à encomenda e à data da execução da obra, ladeada por dois anjos que seguram os brasões dos Noronha e dos Sousa.

Sobre a arca tumular, foi disposto um grupo de esculturas, representando uma *Pietà*, com as figuras de Cristo, da Virgem, de São João e de Santa Maria Madalena.

A Virgem exprime a sua dor com o filho morto no regaço, segurando-lhe a mão esquerda. Maria tem os supercílios repuxados ínfero-lateralmente, a fenda palpebral com concavidade inferior, a boca entreaberta e o sulco mentual acentuado. A mímica revela sofrimento com dor intensa.

São João segura a coroa de espinhos. A mímica parece exprimir atenção com grande perturbação.

Maria Madalena, aos pés de Cristo, segura um recipiente com unguento para utilizar no corpo de Cristo. A mímica sugere sofrimento contido com alguma resignação.

1.6. Túmulo de D. Álvaro da Costa do Museu de Évora (1535)

O túmulo de D. Álvaro da Costa e de sua mulher é diferente da tradição dos túmulos até agora existentes em Portugal. O camareiro-mor, D. Álvaro da Costa, foi grande patrono do Convento de freiras dominicanas de Nossa Senhora do Paraíso, tendo subvencionado uma grande campanha de obras com a reedificação do refeitório na área conventual e, na igreja, do coro e da capela-mor, que escolheu para jazigo perpétuo da família. Desde 1535, o túmulo situava-se no lado da Epístola da capela-mor, mas depois da demolição do convento passou a fazer parte do Museu de Évora.

Em forma de edícula, com frontão triangular e as armas dos Costas ao centro, com duas pilastras caneladas laterais, em cujo centro se abre um arco de volta perfeito, com numerosas cabeças de anjos.

Aos cantos, nos óculos circulares figuram-se os medalhões de D. Álvaro da Costa e de sua mulher.

1.7. Túmulo de D. Afonso de Portugal, Bispo de Évora no Museu de Évora (1536)

O túmulo de D. Afonso de Portugal encontra-se no Museu de Évora e tem origem na Igreja do Convento da Graça. D. Afonso, filho dos Marqueses de Valença e Bispo de Évora, encontra-se num cenotáfio dividido em três corpos de altura.

O *registo superior* é constituído por um frontão triangular curvo, um friso e uma meia cúpula em forma de vieira, que representa entre uma coroa de louros, uma figura masculina, que pode representar o retrato de D. Afonso.

O *registo médio* tem um nicho, onde provavelmente estaria a pedra de armas do bispo, coberta parcialmente por um incompleto manto de luto, e a ausência de duas mísulas com enrolamento de acantos. Lateralmente, dois nichos de cada lado deviam ter sido destinados a esculturas de reduzidas dimensões.

O *registo inferior* tem relevos representando animais metamorfozados em plantas, garras de águias, cabeça de dragões, que lateralizam uma esfinge.

1.8. Retábulos do Claustro do Silêncio da Igreja de Santa Cruz (1526-28)

1.8.1. Retábulo do Ecce Homo

O Retábulo do Ecce Homo está esculpido em duas partes separadas, com uma criança deitada sobre os degraus. Cristo é apresentado à multidão envolvido numa túnica e a coroa de espinhos, com uma expressão de grande sofrimento.

Pilatos apresenta Cristo e lava as mãos. Destacando-se da multidão, no primeiro degrau da escadaria, um interlocutor privilegiado parece dialogar com Pilatos. A multidão apupa Cristo com manifestações de ódio, manifesta um clima emocional intenso, olhando para cima e os braços agitando-se com fúria. No primeiro plano encontra-se uma personagem, ricamente vestida e com uma bolsa atada à cintura. Atrás estão quatro lanceiros romanos com alabardas.

1.8.2. Retábulo “A Caminho do Calvário”

O Retábulo “A Caminho do Calvário” reproduz Cristo carregando a cruz rodeado por numerosas personagens com expressões dramáticas. Um algoz precipita-se sobre Cristo com o braço erguido para o açoitar. A Virgem e São João seguem Cristo. Numa grande agitação, algumas figuras gesticulam e gritam. Cavaleiros acompanham Cristo, bem como soldados munidos de lanças e alabardas.

A fâcias de Cristo traduz intenso sofrimento e cansaço pelo esforço da marcha carregando a cruz.

Observa-se o drama da Virgem e de São João, seguindo o cortejo, revelando sofrimento doloroso. A mulher genuflectida com um pano prepara-se para limpar o rosto de Cristo, obtendo assim a Verónica.

1.8.3. Retábulo da Lamentação de Cristo

O Retábulo da Lamentação de Cristo mostra a cena dramática traduzida na figura de Cristo e de outras personagens que caracterizam o ambiente. A Virgem de mãos em prece, é ladeada por Maria Madalena e por duas mulheres, olhando para Cristo e chorando convulsivamente.

São João apoia carinhosamente o corpo de Cristo sobre um dos joelhos, mantendo o outro assente no chão, e segurando o ombro com a mão direita. Maria Madalena é a imagem da consternação. José de Arimateia segura o martelo com que retirou os cravos das mãos e dos pés e Nicodemos gesticula dramaticamente. Aos pés de Cristo, uma figura com vestes sumptuosas ajoelha-se, com os braços abertos, mão direita erguida e a mão esquerda com um recipiente com unguentos, que servirão para o amortalhar.

1.9. Retábulo da Capela de São Pedro da Sé Velha de Coimbra (1526-28)

A Capela de São Pedro da Sé Velha de Coimbra está revestida por azulejos hispano-árabes, com um retábulo em pedra de Ançã, onde está sepultado sob uma lápide com admirável cercadura, o Bispo Conde D. Jorge de Almeida.

Na porção superior há dois pequenos varandins de cada lado de um entablamento, com personagens, estando um medalhão superiormente ao entablamento. No registo superior estão três nichos com altos-relevos, representando no centro, o encontro de Cristo com São Pedro, à esquerda, e à direita, São Paulo. No registo inferior estão três nichos com altos-relevos, representando no centro, a crucificação de São Pedro, à esquerda, São Pedro penitente e à direita, a queda de Simão Magno.

Na porção superior ao registo superior, há um entablamento que termina por dois pequenos varandins de cada lado, com personagens conversando animadamente. A servir de remate, um medalhão com o Pai Eterno abençoando.

No *registo superior*, o nicho central representa o encontro de Cristo com São Pedro, no nicho da esquerda está São Pedro e no nicho da direita está São Paulo.

O encontro de Cristo com São Pedro representa Cristo carregando a Cruz dirigindo-se a Roma, onde quer ser de novo crucificado, o que foi entendido pelo apóstolo para se dirigir para a cidade eterna e aí também se entregar ao mesmo tipo de sacrifício. Cristo caminha pausadamente curvado pelo peso da cruz. São Pedro ajoelhado em expressiva postura alquebrada olha para o Mestre, ouvindo a sua palavra com a devoção espelhada no rosto.

São Pedro, com muita devoção, tem os panejamentos de longas pregas, com profunda devoção segura com a mão o livro aberto pela lombada, fixando nele toda a sua profunda meditação.

São Paulo, com grande dignidade, tem os panejamentos com pregas bem marcadas, segura com a mão esquerda o livro, talvez contendo os textos da *Epístola aos Romanos* e a espada com que foi decapitado, com olhar muito expressivo.

No *registro inferior*, o nicho central representa a crucificação de São Pedro, o nicho da esquerda São Pedro penitente e o nicho da direita a queda de Simão Mago.

A crucificação de São Pedro representa a concretização do encontro com Cristo, de que resulta a decisão do apóstolo. Este pediu aos algozes, que fosse suspenso de cabeça para baixo e os pés para cima, por não ser digno de ser sacrificado como o Mestre. Agripa assiste no seu trono à execução, enquanto alguns soldados ajudam a erguer a cruz. Rodeia a cerimónia numerosa multidão protestando contra a decisão de Nero.

São Pedro penitente de joelhos e curvado situa-se ante a uma paisagem.

A queda de Simão Mago representa a cena demonstrativa da não divindade do mago. Após a tentativa falhada em ressuscitar uma jovem, resolveu então lançar-se do alto de uma torre tentando voar, com o auxílio de diabos, acabando por cair morto no chão. Algumas personagens assistem com Nero debruçando-se num varandim, e inferiormente ao Imperador, um indivíduo com braços abertos, olha o demónio em forma de macaco, que se escapa do corpo morto de Simão.

1.10. Retábulo da Capela de Nossa Senhora da Pena, no Palácio da Pena em Sintra (1529-32)

O Retábulo da capela hieronimita de Nossa Senhora da Pena, no Palácio da Pena em Sintra, foi encomendado por D. João III, em acção de graças pelo bom sucesso de sua mulher, a rainha D. Catarina. É uma obra com pormenorização muito rica, lembrando por vezes obras de ourivesaria, com cenas esculpidas que deslumbram pela beleza, graça e emotividade destes agrupamentos e pela finura da modelação e dos pormenores. Neste retábulo foram utilizados três tipos de materiais de diferente natureza e cor: o alabastro da pedreira de Gelsa para os altos-relevos, a pedra negra extraída da Serra de Sintra e a madeira.

No *registro inferior* encontram-se três relevos, separados por pilastras. O nicho central representa Cristo suspenso por anjos e por baixo o sacrário e dois anjos. O nicho da esquerda representa a Apresentação no Templo. O nicho da direita representa a Fuga para o Egipto.

O *sacrário rotativo* situado entre dois anjos permitia um movimento de rotação, tendo sete placas de alabastro muito finas, com cenas representando a Paixão de Cristo, esculpidas em baixo-relevo.

O *Cristo suspenso por anjos* mostra Jesus num abandono completo, entregue a três anjos que o impedem de cair. O abandono contrasta com a vivacidade dos anjos que o acompanham, cada um com uma função, com expressões diferentes e atitudes diferenciadas. Cristo tem uma fúcie inexpressiva, o cabelo desalinhado caindo em madeixas. O corpo muito magro, o membro inferior direito flectido e o membro inferior esquerdo estendido, ambos com uma perfeita anatomia de superfície, com as saliências ósseas e musculares bem identificadas.

A *Apresentação no Templo* é constituída pelo grupo principal com a descrição típica do acto, com Nossa Senhora e São José entregando o Menino ao Sacerdote, para ser cumprida a profecia. Um cavaleiro trajando a rigor e esporas segura na mão esquerda um cesto contendo duas pombas. No primeiro plano, uma criança brinca com um cão, completamente alheia à solenidade da cena.

A *Fuga para o Egipto* está organizada anteriormente a uma palmeira, onde se encontra um anjo. Atrás uma montanha e umas casas, e à esquerda duas personagens, talvez a perseguirem os fugitivos a mando de Herodes. No primeiro plano, São José e Nossa Senhora com o Menino, montados num cavalo, cuja marcha é traduzida pelo levantamento de uma das patas.

No registo médio estão três nichos com altos-relevos. O nicho central representa a Senhora e o Menino. O nicho da esquerda representa a Anunciação. O nicho da direita representa a Adoração dos Magos.

Nossa Senhora e o Menino parece ser o mais importante alto-relevo do retábulo. A perfeição do rosto com a suavidade da expressão da Virgem, o cabelo penteado de um modo pouco habitual e com a túnica que veste com mangas largas. O Menino está irrequietamente sentado no colo de sua Mãe.

A *Anunciação* representa o Anjo transmitindo a boa-nova, com a Virgem sentada e a seus pés um cesto de costura assente sobre uma caixa. O baldaquino está aberto de modo a permitir observar o leito e ver os efeitos do preguiado.

A *Adoração dos Magos* apresenta diversos cavaleiros, estando o mais anteriormente situado, refreando a montada e um escudeiro sustentando o cabresto de um dos cavalos e obrigando-o a inflectir para a esquerda. Inferiormente ao cavaleiro está um soldado, retirando de uma arca uma rica peça de ourivesaria, para entregar a Belchior, vestido como um guerreiro, com joelho em terra, prestando vassalagem ao Menino. Outro Rei Mago de pé com a cabeça descoberta, espera a sua vez para homenagear Jesus.

No registo superior apenas um nicho central representa a *Natividade*, com dois anjos afastando as cortinas, revelando aos fiéis o nascimento de Jesus.

1.11. Retábulo da Igreja de São Marcos (1522)

O Retábulo da Igreja de São Marcos é de pedra de Ançã, revestida por uma garrida policromia, com os dadores Aires Gomes da Silva e Guiomar de Castro, e apresenta-se dividido em dois registos horizontais. Na porção superior do retábulo está o Deus Pai, abençoando com a mão direita, enquanto a mão esquerda segura um globo que sustenta uma cruz, símbolo da igreja universal. Dois anjos seguram e afastam a capa, transmitindo uma noção de movimento. No registo superior, a cena central representa a Lamentação sobre Cristo, ladeada pelos doadores. No registo inferior está o sacrário ladeado por quatro cenas da vida de São Jerónimo, sendo os nichos separados por pilastras onde se encontram quatro Santos.

O registo superior, numa abóbada de berço, representa ao centro a Lamentação sobre Cristo, à esquerda o doador Aires Gomes da Silva e à direita a doadora Guiomar de Castro.

A *Lamentação sobre Cristo* apresenta Jesus morto deitado e amparado por um discípulo, rodeado pelas Santas Mulheres e pela Virgem, numa atitude de profundo sofrimento. São João olha para Cristo e apoia a Virgem quase a desfalecer, segurando a mão inerte do Filho, e uma mulher eleva as mãos, enquanto outra sustenta o sudário. À esquerda encontra-se um grupo de cavaleiros armados. A meio sobre o Calvário ergue-se apenas a cruz já vazia, enquanto o Bom e o Mau Ladrão permanecem crucificados.

O doador Aires Gomes da Silva, ajoelhado de mãos em prece, numa atitude de recolhimento, é apresentado por São Jerónimo. O doador é um fidalgo de meia-idade, com barba, acentuada calvície, trajando

o hábito de monge, branco e escapulário negro. São Jerónimo, apresentador de Aires Gomes da Silva, está desnudado, com o dorso bem modelado. O Santo com longas barbas não tem sinais de violência, não está de joelhos, não apresenta o crucifixo, não tem a pedra do sacrifício, como costuma ser representado, mas apresenta-se com o tradicional leão, cuja cabeça está ao nível da sua. Atrás de si está um pajem munido com uma espada, como a indicar o estatuto de membro da alta nobreza. O doador e o apresentador exprimem submissão e sujeição.

A *doadora Guiomar de Castro*, igualmente ajoelhada com as mãos postas, numa atitude de humildade é apresentada por São Marcos. Olha para a cena da Lamentação e apresenta-se vestida simplesmente, ostentando um colar simples com cruz e um anel. A doadora revela uma personalidade bem marcada, tendo um livro aberto à sua frente. São Marcos apresenta a doadora com expressividade transmitida pelos gestos que executa. A barba, os cabelos e a direcção do olhar, e a mão esquerda com um manto e o livro parece querer esboçar um movimento. A doadora exprime atenção com êxtase e o apresentador exprime atenção com atenção pendente.

No *registo inferior* encontra-se, ao centro, o sacrário ladeado por dois nichos de cada lado, com quatro pilastras contendo esculturas, representando São Gregório, São Sebastião, São João Baptista e Santo Agostinho (?). Os quatro espaços apresentam episódios da vida de São Jerónimo, representando da esquerda para a direita: São Jerónimo e o leão, São Jerónimo e os mercadores, São Jerónimo em penitência e a morte de São Jerónimo.

São Jerónimo e o leão mostra o santo sentado com muita expressividade, com o leão recostado sobre a sua coxa esquerda.

São Jerónimo e os mercadores mostra a expressividade das personagens, especialmente as duas que descarregam a alimária, uma de costas e outra por cima da carga. Um mercador entrega ao Santo um rolo sob a visão de um monge, enquanto numa casa, uma cena quotidiana representa uma personagem à janela, com a cabeça repousando no braço apoiado numa colcha lançada no parapeito da janela.

São Jerónimo em penitência mostra o Santo auto-flagelando-se com uma pedra, após prolongado jejum, e como sempre na companhia do leão.

São Jerónimo no leito de morte mostra no primeiro plano dois monges colocando na mortalha o corpo rígido, enquanto outros monges preparam as exéquias, e um deles segura um sírio.

O sacrário e os quatro nichos contendo episódios da vida de São Jerónimo estão separados por quatro pilastras, com pequenas esculturas apoiadas em mísulas e cobertas por baldaquinos, representando São Gregório, São Sebastião, São João Baptista e provavelmente Santo Agostinho.

São Gregório com as mãos em prece com leve torção do tronco e da cabeça e a *facialis* de feições correctas.

São Sebastião com o dorso bem proporcionado e correctamente modelado apresenta assinalável expressividade.

São João Baptista com uma ligeira torção da cabeça e a horizontalidade dos ombros está coberto com a pele de camelo, com o livro na mão esquerda.

Santo Agostinho (?) situado frontalmente apresenta uma acentuada expressão facial.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 20 DE MARÇO DE 2014)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, Carlos Alberto Ferreira de e Barroca, Mário Jorge – *História da Arte em Portugal: O Gótico*. Editorial Presença, Lisboa, 2002.
- Beaumont, Maria Alice – *As 50 melhores obras de arte em museus portugueses*. Chaves Ferreira, Publicações, S.A., Lisboa, 1991.
- Borges, Nelson Correia – *João de Ruão, escultor da renascença coimbrã*. Instituto de História de Arte, Coimbra, 1980.
- Carvalho, João Vilhena de e Correia, Maria João Pinto – *Arte Portuguesa: da pré-história ao século XX*, volume 7, Fubu Editores, 2009.
- Casimiro, Luís Alberto – *Pintura e Escultura do Renascimento no Norte de Portugal*. Revista da Faculdade de Letras, Ciências e Técnicas do Património, I série, vol. V-VI, pg. 87-114, Porto 2006-2007.
- Cruz, José de Matos – *Igreja de Góis. “O Varzeense Dagoberto, Markl – História da Arte em Portugal (volume 6): O Renascimento*. Publicações Alfa, 1986.
- Dias, Pedro – *História da Arte em Portugal (volume 4): O Gótico*. Publicações Alfa, 1986.
- Dias, Pedro – *História da Arte em Portugal (volume 5): O Manuelino*. Publicações Alfa, 1986.
- Dias, Pedro – *História da Arte em Portugal (volume 4): O Gótico*. Publicações Alfa, 1986.
- Duchet-Suchaux, Geston e Pastoureau, Michel – *La Bible et les saints*, Editions, Flammarion, Paris, 2008.
- Esperança Pina, J. A. – *Anatomia Humana da Locomoção: Anatomia de Superfície e Artística*, 4.ª edição. Lidel, 2010.
- Flor, Pedro – *A arte do retrato em Portugal nos séculos XV e XVI*, Assírio & Alvim, Lisboa, 2010.
- Flor, Pedro – *O túmulo de D. João de Noronha e de D. Isabel de Sousa na Igreja de Santa Maria de Óbidos*, Edior Colibri, Lisboa 2002.
- França, José Augusto – *O Retrato na Arte Portuguesa*, Livros Horizonte, 1981.
- França, José Augusto, Morales, J. L. e Rincón, Wifredo – *Summa Artis, Arte Português*, volume XXX, Espasa Calpe, Madrid, 1986.
- Góis, Correia – *Convento de Nossa Senhora dos Anjos (1494-1834)*, Montemor-O-Velho, 2007.
- Haupt, Albrecht – *A arquitectura da renascença em Portugal*. J. Rodrigues & C.ª, 1880.
- Leite, Sílvia – *A arte do manuelino como percurso simbólico*, Caleidoscópio – Edição e Artes Gráficas, SA, Casal de Cambra, 2005.
- Markl, Dagoberto – *História da Arte em Portugal (volume 6): O Renascimento*. Publicações Alfa, 1986.
- Moreira, Rafael – *A arquitectura do Renascimento no sul de Portugal. A encomenda régia entre o Moderno e o Romano*. Dissertação de Doutoramento, em História de Arte, apresentada à F.C.S.H. da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 1991.
- Moreira, Rafael – *Jerónimos, Monumentos de Portugal*, Verbo, 1995.
- Pamplona, Fernando de – *Dicionário de Pintores e Escultores*, 5 volumes. Livraria Civilização Editora, exemplar 2816, Minho, 1987.
- Pereira, Paulo – *Arte Portuguesa, História Essencial*. Temas e Debates, Círculo de Leitores, Lisboa, 2011.
- Pinto, Ana Lúcia, Meireles, Fernanda e Cambota, Manuela Cernadas – *Arte Portuguesa*. Porto Editora, Porto, 2006.
- Primitivos Portugueses, 1450-1550, O século de Nuno Gonçalves* – Museu Nacional de Arte Antiga & Athena, 2010.
- Renault, Christophe – *Reconnaître les Saints et les personnages de la Bible*. Éditions Jean-Paul Gisserot, Paris, 2002.
- Rodrigues, Dalila – *O episódio de Nuno Gonçalves ou da «Oficina de Lisboa»*. *A pintura quatrocentista. História da Arte Portuguesa*, volume 3: O “Modo” Gótico (séculos XIII-XV), Círculo de Leitores, 2007
- Rodrigues, Dalila – *Pintura: o ciclo renascentista. História da Arte Portuguesa*, volume 5: Renascimentos (século XVI), Círculo de Leitores, 2005.
- Santos, Reynaldo dos – *Oito Séculos de Arte Portuguesa. História e Espírito*, 3 volumes. Editora Excelsior, Lisboa, 1966.
- Serrão, Joel e Marques, H. de Oliveira – *Nova História de Portugal: Portugal do Renascimento à crise dinástica, Os valores artísticos*, vol. 5, cap. XI, Editorial Presença, 1990.
- Serrão, Vítor – *História da Arte em Portugal: O Renascimento e o Maneirismo*. Editorial Presença, Lisboa, 2001.
- Serrão, Vítor – *História da Arte em Portugal: O Gótico. Pintura e Vitral*. Editorial Presença, Lisboa, 2002.
- Vieira, José Bento – *Santa Cruz de Coimbra: Arte e História*, Edição Igreja de Santa Cruz, 2.ª edição, Coimbra, 2001.
- Museu Sem Fronteiras – Manuelino, A Descoberta da Arte do tempo de D. Manuel I*, Civilização Portugal, Electa (Grupo Editorial Random House Mondadori, S.L.), 2002.
- Tesouros Artísticos de Portugal – Selecções do Reader’s Digest*, 1976.

Anatomia artística no Renascimento Português V

Escultura II

João de Ruão e Filipe Odarte

J. A. ESPERANÇA PINA

2. JOÃO DE RUÃO

João de Ruão foi escultor e arquitecto normando do século XVI, nascido em Ruão, donde retirou o apelido. Foi autor ou provavelmente colaborador dos túmulos dos Cardeais de Amboise na Catedral de Ruão, trabalho feito entre 1517 e 1520, a partir de cuja data veio para Portugal, onde permaneceu mais de cinquenta anos. Os *portais* mais importantes que realizou foram: o Portal na Igreja Matriz de Atalaia, em Vila Nova da Barquinha; o Portal da Igreja de Santa Cruz, em Coimbra (Virgem, David e Isaías); e a Porta Especiosa, na Sé Velha, em Coimbra. Os *túmulos* mais relevantes que esculpiu foram: “A Deposição de Cristo no Túmulo”, no Museu Nacional Machado de Castro, em Coimbra; o túmulo de D. Diogo de Azambuja, na Igreja do Convento de Santa Maria dos Anjos, em Montemor-o-Velho; e o túmulo de D. João da Silva, na Capela de São Marcos. Os *retábulos* mais importantes que esculpiu foram: o Retábulo de São Silvestre, no Museu Nacional Machado de Castro, em Coimbra; o Retábulo da Descida da Cruz, na Igreja de Nossa Senhora dos Anjos, em Montemor-o-Velho; o Retábulo de Nossa Senhora da Misericórdia, na Igreja da Misericórdia, em Cantanhede; o Retábulo da Capela do Sacramento, na Sé Velha, em Coimbra; o Retábulo de Cristo Deposto da Cruz, na Igreja da Misericórdia, em Buarcos; o Retábulo da Igreja Matriz, em Tentúgal; o Retábulo “Cenas da Vida da Virgem”, no Museu Nacional Machado de Castro (1547); e o Retábulo, na Sé da Guarda.

2.1. Portal da Igreja Matriz de Atalaia em Vila Nova da Barquinha (1528-1529)

A Igreja Matriz de Atalaia em Vila Nova da Barquinha dedicada a Nossa Senhora da Assunção foi mandada construir, entre 1514 e 1529, por D. Pedro de Meneses, Conde de Cantanhede, que serviu às ordens de D. Afonso V, D. João II, D. Manuel I e D. João III. Na nave lateral do lado do Evangelho, encontra-se o túmulo de D. José Manuel da Câmara, o segundo Cardeal-Patriarca de Lisboa, eleito em 1754.

O portal da Igreja Matriz de Atalaia foi a primeira obra escultórica de João de Ruão em Portugal. O portal apresenta duas pilastras, sob pedestais e entablamento direito com frisos de hastes de folhagem e o brasão de D. Pedro de Meneses. Na base das pilastras estão esculpidos um homem e uma mulher. Os nichos situados lateralmente às pilastras albergam São Pedro e São Paulo, com sensação de movimento através da posição do dorso e dos membros inferiores.

São Pedro, com a chave na mão esquerda e o livro aberto, olha para o texto e medita o seu conteúdo.

São Paulo, também com o livro aberto, aponta o texto, mas parecendo transmitir o conteúdo aos ouvintes que possivelmente o escutam.

Os medalhões das cantoneiras, bem conservados, encerram dois bustos, um de jovem, outro de homem guerreiro. O jovem tem o olho direito olhando superiormente, com a íris situada superiormente, sendo a porção restante ocupada pela esclera, enquanto as referências musculares dos músculos da mímica e da orelha estão bem evidenciados. A mímica revela dureza agressiva. O homem guerreiro com as pálpebras afastadas olha fixamente para um objectivo bem definido. A mímica sugere reflexão com meditação expectante.

2.2. A Virgem entre David e Isaías no portal da Igreja de Santa Cruz, em Coimbra (1528-1529)

Em 1507, após a visita de D. Manuel I, a Igreja sofreu grandes remodelações com a construção de uma nova fachada, o abobadamento do corpo e a capela-mor.

No portal, as réplicas das esculturas, esculpidas por João de Ruão, ocupam lugar proeminente, superiormente às armas portuguesas e inferiormente ao janelão.

A Virgem encontra-se ladeada à sua direita por Isaías, e à sua esquerda por David.

A Virgem apresenta uma *facialis* com suavidade na expressão, o cabelo penteado de maneira pouco habitual e trajando um manto cobrindo um vestido de mangas largas.

Isaías é o autor do livro do Antigo Testamento com o mesmo nome, sendo o profeta que mais fala da vinda do Messias, descrevendo-o ao mesmo tempo como um servo que morreria pelos pecados da humanidade e como um soberano que governará com justiça. Apresenta-se com um turbante cilíndrico, a barba cónica e a mão direita no peito, com mímica de atenção com grande concentração, parecendo anunciar a palavra profética.

David foi o segundo rei de Israel, sendo um rei popular e a figura do Antigo Testamento que mais vezes é citado na Bíblia. O Novo Testamento considera o Messias como descendente legal do Rei David, por ser filho adoptivo de José, da tribo de David, e como descendente sanguíneo por ser filho de Maria, que, assim como José, fora recensear-se em Belém, terra do seu ancestral. Apresenta-se com turbante cónico, a barba cónica, com mímica de ponderação, provavelmente imaginando um salmo.

2.3. Porta Especiosa da Sé Velha de Coimbra (1528-1529)

A *Porta Especiosa* tem um pórtico de três andares, tipo retábulo, construída em pedra de Ançã, na década de 1530 por João de Ruão, e é uma das principais obras do primeiro renascimento em Portugal, tendo sido objecto de diversas intervenções para conservação dos materiais pétreos. A Porta está dividida em três corpos: o corpo inferior, entre pilastras que enquadra a entrada, o corpo médio, com uma varanda ladeada por torreões, e o corpo superior com nichos contendo imagens.

O *corpo inferior* forma um pórtico entre pilastras, contendo lateralmente São João Baptista e o profeta Isaías e, no tímpano, um medalhão com o busto da Virgem com o Menino. Nos pés direitos havia as figuras das quatro Virtudes Cardeais. Nas partes laterais e em nichos, duas grandes esculturas de São João Baptista e do profeta Isaías.

João Baptista veste uma túnica simples, com os cabelos sobre os ombros e a barba longa. O profeta com olhar incisivo medita, com o Livro da Antiga Lei e sobre este o *Agnus Dei*, atributo do profeta.

Isaías com um turbante, a barba cónica com a mão direita no peito, e um livro fechado na mão esquerda. O profeta tem mímica de atenção com grande concentração.

O tímpano tem um medalhão com o busto da Virgem e o Menino. Nos pés direitos do pórtico havia altos-relevos com as quatro Virtudes Cardeais.

O corpo médio é formado por uma varanda de colunas, em três vãos.

O corpo superior é composto por um remate de três nichos, com o encontro de São Joaquim e Santa Ana, tendo desaparecido a figura daquele, e justaposto outro corpo, com dois arcos onde se encontram os bustos de dois evangelistas escrevendo.

2.4. A Deposição de Cristo no Túmulo do Museu Nacional Machado de Castro (1547)

A Deposição de Cristo no túmulo para a Igreja de Santa Cruz de Coimbra pertence ao Museu Nacional Machado de Castro. Representa uma cena com impressionante serenidade, onde não há gritos ou desfalecimentos, em que toda a dor é íntima. Apresenta sete personagens em tamanho natural e no espaldar estão esculpidos dois anjos segurando um lençol. Cristo morto, sobre o sudário que José de Arimateia, à esquerda, e Nicodemos, à direita, seguram sobre o túmulo aberto. Cristo tem os cabelos longos e ondulados, as barbas longas e os lábios semicerrados. As santas mulheres, com movimentos comedidos apenas com uma ligeira torção dos corpos.

Nicodemos está coberto com um turbante, veste um manto cobrindo a túnica, no pescoço tem um cordão em cadeia e a barba ondulada e bifurcada. Próximo encontra-se Maria Madalena com o cotovelo direito flectido. Em ambos, os olhares incidem nos pés de Cristo recordando a sua crucificação, com mímicas sugerindo sofrimento.

José de Arimateia está coberto com um boné, com a barba ondulada e bifurcada, vestindo um manto sobre a túnica, e um cordão de contas ao pescoço. São João Evangelista, de cabelo curto, ampara a Virgem, com a cabeça coberta com uma touca, e uma túnica com mangas compridas. À direita, uma santa mulher com a cabeça coberta por uma toca é amparada por outra Mulher. As cinco figuras olham para Cristo e as suas mímicas reflectem uma meditação tranquila.

2.5. Túmulo de D. Diogo de Azambuja da Igreja do Convento de Santa Maria dos Anjos, em Montemor-o-Velho (1518)

O túmulo de D. Diogo de Azambuja da Igreja do Convento de Santa Maria dos Anjos, em Montemor-o-Velho, parece ter sido atribuído a Diogo Pires-o-Moço, no momento da morte do fidalgo. Foi Diogo de Azambuja que construiu a capela-mor que reservou para seu panteão, em 1511. O túmulo é constituído por uma edícula debruada por um arcossólio em forma de corda onde se encontra a arca tumular.

A arca tumular é encimada pela escultura de D. Diogo de Azambuja com a sua armadura e saio de malha.

As mãos em oração, a cabeça ligeiramente inclinada repousando em duas almofadas, os cabelos longos e ondulantes cobertos com um gorro de abas levantadas.

Aos pés encontra-se um jovem, talvez um pajem suplicando.

Mais tarde, na década de 30, João de Ruão parece ter esculpido a lápide com a história de Diogo de Azambuja, fundador de São Jorge da Mina. A lápide invoca os feitos deste nobre, realizados na feitoria da Mina, representa uma cena de trabalho, em baixo-relevo, com as figuras de quatro indígenas ocupados na manipulação de lingotes de ouro e respectiva paisagem, entre folhagens de cardos, estando a cena ladeada pelas armas de D. Diogo de Azambuja.

2.6. Túmulo de D. João da Silva na Capela de São Marcos (1559)

O Túmulo de D. João da Silva (regedor e filho de D. Aires da Silva) ocupa o lado direito da Capela de São Marcos, onde se abre uma porta para a sacristia, mandada edificar por D. João da Silva, como se infere da legenda em remate. O túmulo apresenta duas pilastras suportando o entablamento e superiormente, o brasão dos Silvas. O arco assenta na arca tumular por duas colunas coríntias e nas suas porções mediais apresenta figuras serpenteadas.

Sobre a arca tumular estende-se o cavaleiro, com armadura, elmo e armas.

A fâcies apresenta o cabelo e a barba curta, as aberturas das narinas elípticas, as margens supra-orbital e infra-orbital bem marcadas. Os cotovelos estão flectidos e as mãos em prece. A mímica parece exprimir um sono tranquilo.

Superiormente à arca tumular numa armação de pilastras encontra-se a Virgem, ladeada por São Pedro e São Paulo.

Nas pilastras estão representados dois profetas.

2.7. Retábulo de São Silvestre do Museu Nacional Machado de Castro (1544)

O Retábulo de São Silvestre pertence ao Museu Nacional Machado de Castro, é pequeno e está enquadrado por duas colunas, banco e entablamento. A Virgem sentada no trono tem o Menino ao colo. Estão ladeados por dois anjos alados, por quatro anjos músicos e superiormente por dois anjos segurando a coroa de Maria.

A Virgem muito jovem, com grande beleza, com a cabeça inclinada, olha para o Menino já mais crescido, sentado ao seu colo. Maria segura na mão direita uma malga com a refeição, enquanto Jesus com a mão direita retirou já alimento.

2.8. Retábulo da Descida da Cruz, da Capela de Nossa Senhora da Piedade, na Igreja de Nossa Senhora dos Anjos, em Montemor-o-Velho (1542)

O Retábulo da Descida da Cruz da Capela de Nossa Senhora da Piedade, na Igreja de Nossa Senhora dos Anjos, em Montemor-o-Velho, serviu de monumento funerário à família dos Pinas e Melos, podendo para alguns especialistas ter sido atribuído a João de Ruão. A abóbada a cobrir uma área harmoniosa é de nervuras cruzadas e abobadilhas rematadas aos cantos por elegantes mísulas decoradas. O centro apresenta o brasão da família padroeira.

O retábulo representa a descida de Cristo da Cruz, composto um grupo escultórico de quatro figuras, em que as personagens revelam uma enorme carga dramática nas suas expressões faciais.

A Virgem olha para Cristo aceitando designada a vontade divina, enquanto Cristo com a coroa de espinhos, está deitado sobre a Mãe parecendo dormir tranquilamente.

Maria Madalena denuncia mágoa e sofrimento.

São João segura a cabeça do Mestre com veneração e dependência.

2.9. Retábulo de Nossa Senhora da Misericórdia da Capela de Nossa Senhora da Misericórdia de Varziela, em Cantanhede (1531)

O Retábulo de Nossa Senhora da Misericórdia da Capela de Nossa Senhora da Misericórdia de Varziela em Cantanhede, na Quinta da Várzea, foi mandada edificar por D. Jorge de Meneses,

Conde de Cantanhede, para aí ser sepultado. Construção modesta, mas onde se destaca na capela-mor em pedra de Ançã, o famoso retábulo de Nossa Senhora da Misericórdia, no friso do qual se inclui o Brasão dos Meneses. A minúcia e preciosidade do retábulo levaram António Augusto Gonçalves a considerá-lo uma “peça magistral e grandiosa de uma perfeição inexcedível e de uma integridade completa”, referindo ainda que as esculturas da predela “são de uma espiritualidade tocante”.

O painel central é ladeado por colunelas e pilastras decoradas, assenta sobre uma predela com cinco edículas, onde foi esculpida a Senhora da Misericórdia ou do Manto, rodeada por Santa Bárbara, Santa Catarina, Santa Úrsula e Santa Apolónia, que apresentam vestígios de policromia. Superiormente à predela a Senhora da Misericórdia está representada em pé, estática e um pouco rígida, com o manto seguro por dois anjos, abrigando e protegendo altos dignitários da igreja e membros da alta nobreza.

A Senhora da Misericórdia tem as mãos em prece, os cabelos pendentes nos ombros e a *facialis* revelando grande beleza.

A Senhora da Misericórdia está representada em pé, estática e um pouco rígida, com o manto seguro por dois anjos, protegendo altos dignitários da igreja, com mímicas expressando contemplação.

A Senhora da Misericórdia está representada em pé, estática e um pouco rígida, com o manto seguro por dois anjos, protegendo altos dignitários da nobreza, com mímicas revelando submissão.

A predela é constituída por cinco edículas, onde foi esculpida a Senhora da Misericórdia ou do Manto, rodeada pelas Santas Bárbara, Catarina, Úrsula e Apolónia.

2.10. Retábulo da Capela do Sacramento da Sé Velha de Coimbra (1566)

O Retábulo do Sacramento da Sé Velha de Coimbra encontra-se na Capela do Sacramento, a mais importante Capela da Sé Velha. É semicircular e a cúpula tem três séries de oito caixotões, que servem de cobertura ao retábulo pétreo. Este está dividido em dois registos, com as estátuas do registo superior separadas por colunas coríntias e as estátuas do registo inferior separadas por pilastras.

No *registo superior*, Cristo ocupa o lugar central, rodeado por dez Apóstolos, cinco de cada lado, com fâcias muito austeras, parecendo tomarem deliberações para os seus apóstolados.

Cristo com fâcias expressivo abençoa com a mão direita e segura um crucifixo na mão esquerda.

Os cinco apóstolos do lado esquerdo olham para Cristo com livros abertos na mão. As fâcias têm traços marcados e as mímicas revelam submissão e dependência.

Os cinco apóstolos do lado direito olham para Cristo segurando diversos instrumentos e objectos, à excepção do quarto a partir da direita, que tem um livro fechado na mão esquerda e olha pensativo para um objecto que segura na mão direita. As fâcias têm igualmente traços marcados e as mímicas também revelam submissão e dependência.

No *registo inferior*, ao centro o sacrário ladeado por dois anjos-músicos, dois de cada lado. À esquerda, a Virgem com o Menino, e outro Apóstolo (São Lucas?), e à direita, os quatro Evangelistas.

A Virgem com o Menino estão numa atitude calma e serena e outro Apóstolo parece olhar o Sacrário com mímica revelando contemplação.

Os quatro Evangelistas, Marcos, Mateus, João e Lucas, com animais a seus pés e segurando diversos objectos, apresentam atitudes tranquilas e enérgicas pelo movimento das cabeças.

2.11. Retábulo com Cristo deposto na cruz da Igreja da Misericórdia ou de São Pedro de Buarcos (1540)

O Retábulo com Cristo deposto na cruz, da Igreja de Redondos, foi depois deslocado para a capela lateral da Igreja da Misericórdia ou de São Pedro de Buarcos, onde teve de sofrer adaptações. Apresenta um arco entre pilastras, repousando em colunas-balaustres e dois lambrins de azulejos hispano-árabes.

O Retábulo representa a Lamentação sobre Cristo, mas com menos dramatismo, sendo constituído por quatro figuras. Cristo, sem coroa de espinhos, encontra-se deitado numa posição artificial, como se fosse exposto à veneração dos fiéis.

A Virgem com as mãos em prece olha para Cristo com ternura e com a saudade de o ter perdido para sempre.

Maria Madalena com as mãos ao alto denuncia mágoa e sofrimento.

São João Baptista apoia o dorso e a cabeça de Jesus e com a mão esquerda ampara a Virgem.

2.12. Retábulo da Igreja Matriz de Tentúgal (1545)

O Retábulo da Igreja Matriz de Tentúgal, policromado, em pedra de Ançã situa-se na capela-mor, de planta rectangular. Esta igreja que foi reconstruída em 1420 a expensas do Infante D. Pedro, duque de Coimbra, apresenta um Retábulo com dois registos.

O *registo superior* é da autoria de Tomé Velho e representa três temas bíblicos, estando as diversas cenas separadas por anjos-músicos.

No centro, a Coroação da Virgem como Rainha do Universo. À esquerda, a Anunciação do Arcanjo Gabriel à Virgem. À direita, a Visitação da Virgem a sua prima Isabel, na presença de São João Baptista e de Zacarias.

O *registo inferior* é da autoria de João Ruão, centrado pela Virgem assente sobre o sacrário, sendo este ladeado por São Pedro e por São Paulo. A Virgem está rodeada por quatro anjos músicos e em nichos estão três santas mártires de cada lado.

A *Virgem do Pilar com o Menino* é uma formosa estátua com a coroa de rainha e o manto puxado para o quadril direito, sendo localmente designada por Senhora do Mourão. Reza a lenda que neste local houve uma grande batalha entre os cristãos e os mouros, e adiante destes vinha um corpulento mouro, levando os cristãos a gritar “a Senhora que nos livre do mourão”. Aos pés da Virgem estão os bustos de São João e de São Pedro.

A Virgem está ladeada por anjos-músicos e em nichos, três santas mártires de cada lado, que indo da esquerda para a direita são: Santa Apolónia, Santa Bárbara, Santa Ana, Santa Catarina de Alexandria, Santa Luzia e Santa Ágata.

1. *Santa Apolónia* é a padroeira dos médicos dentistas.
2. *Santa Bárbara* é a protectora das trovoadas.
3. *Santa Ana* é a protectora dos avós.
4. *Santa Catarina de Alexandria* apresenta a seus pés o busto de um mouro, símbolo da heresia e a roda das navalhas com que foi martirizada.
5. *Santa Luzia* é a protectora dos olhos sendo martirizada por enucleação de ambos os olhos.
6. *Santa Ágata* é padroeira dos seios, por lhas terem excisado com uma espada.

2.13. Retábulo “Cenas da Vida da Virgem” do Museu Nacional Machado de Castro (1547)

O Retábulo da Vida Virgem realizado para a Igreja Misericórdia de Coimbra pertence ao Museu Nacional Machado de Castro, sendo constituído por um tríptico de dois registos. Os registos apresentam seis cenas da Vida da Virgem: a Adoração dos Magos, a Virgem da Misericórdia, e a Fuga para o Egipto, superiormente, e a Adoração dos Pastores, a Visitação e a Apresentação do Menino no Templo, inferiormente.

O *registo superior* apresenta da esquerda para a direita: a Adoração dos Magos, a Virgem da Misericórdia e a Fuga para o Egipto. A *Adoração dos Magos* representa Belchior, Baltazar e Gaspar entregando ao Menino o ouro, o incenso e a mirra, estando os reis com mímicas revelando veneração.

A *Virgem da Misericórdia* está em pé e estática, que com o seu manto sustentado por dois anjos, protege altos dignitários da igreja e da nobreza, em adoração, com mímicas expressando contemplação.

A *Fuga para o Egipto* está representada diante de uma palmeira, onde se encontra um anjo, e no primeiro plano, São José de pé e Nossa Senhora com o Menino ao colo montados num burro. Os pais de Jesus olham-no com mímicas revelando muito carinho.

O *registo inferior* apresenta da esquerda para a direita: a Adoração dos Pastores, a Visitação e a Apresentação do Menino no Templo.

A *Adoração dos Pastores* mostra o presépio, com a vaca e o burro assomando do estábulo, enquanto os pastores esperam a sua vez para entregar as ofertas, apresentando mímicas de ansiedade.

A *Visitação* mostra no meio de uma povoação o encontro da Virgem com sua prima Santa Isabel, com a presença de diversas personagens. As duas mulheres saúdam-se, Santa Isabel em genuflexão olhando a Virgem, com mímica revelando contemplação.

A *Apresentação do Menino no Templo* mostra Simeão recebendo o Menino, sobre uma mesa rectangular, depois de o receber de Maria em genuflexão, enquanto São José e as restantes personagens olham a cena da apresentação, com mímicas revelando êxtase.

2.14. Retábulo da Sé da Guarda (1553)

O retábulo da capela-mor da Sé da Guarda foi mandado esculpir em pedra de Ançã, pelo bispo D. Cristóvão de Castro, assombrando-nos pela majestade das proporções e pela delicadeza da execução. Pela sua vastidão é uma obra saída de João Ruão com a colaboração de escultores da sua oficina, sendo o Retábulo constituído por cerca de cem figuras, dispostas em quatro registos horizontais. Todas as cenas estão em perspectiva, e cujo conjunto tem equilíbrio e monumentalidade.

No *primeiro registo*, o inferior, estão representados lateralizando o sacrário os Apóstolos, distribuídos em dois grupos de quatro e os quatro restantes isolados.

Os *apóstolos* agrupados em dois grupos de dois apóstolos apresentam-se em dois pares virados um para o outro, conversando com ponderação sobre um assunto de alguma gravidade. Os quatro apóstolos restantes olham para os dispostos aos pares, à excepção de um dos que se encontra próximo do sacrário, que reflecte com meditação.

No *segundo registo*, com os nichos separados por pilastras, estão representadas as cenas da Anunciação, à esquerda, e da Natividade, à direita, ambas ladeadas por dois profetas.

A *Anunciação* apresenta a Virgem ao lado de uma jarra com lírios, parecendo surpreendida perante o aparecimento do Arcanjo Gabriel, que segura um bastão na mão esquerda.

A *Natividade* representa a Virgem segurando o Menino com a mão esquerda, São José e mais atrás quatro anjos.

Os *profetas*, Isaías, Ezequiel, Daniel e Jeremias estão dois de cada lado da cena, em corpo inteiro, e a mímica revela profunda meditação.

No *terceiro registo*, com os nichos separados por colunas coríntias, estão representadas cenas da Adoração dos Magos, à esquerda, e a Apresentação de Jesus no Templo, à direita, ambas ladeadas por duas personagens do Antigo Testamento. Ao centro, envolvendo a Virgem da Assunção prestes a ser coroada por dois anjos, estão quatro anjos tocando instrumentos musicais.

A *Adoração dos Magos* mostra o Menino ao colo da Virgem, na presença de São José, Belchior está de joelhos, enquanto Gaspar e Baltazar, de pé, esperam a sua vez para prestarem homenagem.

A *Apresentação de Jesus no Templo*, com a Virgem segurando o Menino, e Simeão espera para o receber, enquanto outras personagens observam o ritual.

As *personagens do Antigo Testamento*, duas de cada lado, igualmente de corpo inteiro, em que a mímica revela profunda meditação.

No *quarto registo*, os nichos estão separados por balaústres, com cenas da Paixão, representando o Calvário, o Caminho do Calvário, e a Descida da Cruz.

O *Calvário* apresenta Cristo, com o Bom Ladrão e o Mau Ladrão ainda na cruz. A Virgem desfalecida é apoiada por São João e por uma Mulher. Maria Madalena abraça a cruz. À direita de Cristo, está um grupo de indivíduos que o crucificaram, contendo instrumentos do sacrifício.

O *Caminho do Calvário* mostra Simão de Cirene ajudando Jesus a suportar o peso da cruz, sendo rodeado por judeus muito exuberantes e por soldados romanos com capacetes, elmos e alabastros.

A *Descida da Cruz* apresenta a Virgem numa atitude de profundo sofrimento sendo apoiada por três mulheres. São João apoia a cabeça de Cristo no seu peito.

3. FILIPE ODARTE

Filipe Odarte foi um escultor francês do século XVI, nascido em Toulouse, tendo permanecido depois em Toledo e trabalhado em Portugal, provavelmente entre 1529 e 1536. No Mosteiro de Santa Cruz, em Coimbra, esculpiu em barro a Última Ceia, com treze figuras em tamanho natural, neste momento em estado deplorável. São de realçar as esculturas de D. Luís da Silveira, no seu túmulo na Igreja Matriz de Góis e de D. Duarte de Lemos, no seu túmulo do Panteão dos Lemos, na capela-mor da Igreja Matriz de Trofa (Águeda).

3.1. Túmulo de D. Luís da Silveira na Igreja Matriz de Góis (1521-1531)

O túmulo de D. Luís da Silveira foi erigido ao fidalgo, conde de Sortelha e embaixador de D. João III na corte de Carlos V. Encontra-se num aparatoso mausoléu formado por uma arca tumular, com a estátua do fidalgo, armado e em oração, enquadrada por um baixo-relevo evocativo da Assunção da Virgem. É uma escultura perfeita feita em pedra de Ançã, com os mais diversos adornos, em que os emblemas cristãos se misturam com os mitológicos e apresenta na porção superior a pedra de armas do fidalgo.

A estátua apresenta D. Luís da Silveira com armadura, a cabeça descoberta, as mãos em prece, o elmo e os guarda-braços deixados por terra. O guerreiro olha para um missal aberto, pousado sobre um genuflexório.

A cabeça enérgica, com olhos fixos, a barba e os bigodes fartos, e a cabeleira caída a tapar as orelhas. A mímica sugere reflexão com intensa meditação.

O fundo do nicho onde está o fidalgo apresenta um baixo-relevo com a Assunção da Virgem rodeada de anjos. A arca tumular onde se ajoelha D. Luís da Silveira, ostenta entre ramagens e grotescos dois escudos esquartelados, em que às cadernas dos Goês e dos Lemos se juntaram as faixas dos Silveiras.

Sobre o entablamento ergue-se uma janela lavrada. Lateralmente situam-se duas figuras femininas nuas, certamente sereias cujos membros inferiores se transformaram em volutas rematadas em grifos alados e ainda dois nichos com estatuetas desnudadas. Inferiormente, em dois nichos estão os bustos de um homem e de uma mulher com características retratistas da escultura romana clássica.

3.2. Túmulo de D. Duarte de Lemos do Panteão dos Lemos, na capela-mor da Igreja Matriz de Trofa (Águeda) (1538)

O túmulo de D. Duarte do Panteão dos Lemos encontra-se na capela-mor da Igreja Matriz de Trofa (Águeda). Este túmulo, um dos quatro do Panteão, situa-se do lado da Epístola, pertence ao fidalgo grande batalhador na Índia e no Brasil, e a sua mulher, D. Joana de Melo. A arca tumular de D. Duarte de Lemos é formada por dois arcos divididos por pilastras. No tímpano do fundo está esculpido o Brasão dos Lemos envolvido numa coroa vegetalista, formada por folhas e frutos entrelaçados.

A arca tumular tem o fidalgo em oração, envergando a sua armadura de cavaleiro. Apresenta o elmo aos pés, e um livro aberto sobre um genuflexório decorado com frisos de folhagens.

O tronco é bem desenvolvido. Os cotovelos estão flectidos e as mãos em prece. A cabeça é proporcionada, a barba pontiaguda, os bigodes fartos e a cabeleira deixa visível a orelha esquerda com referências cutâneas bem referenciadas. As arcadas superciliares são proeminentes, as pálpebras unidas com a fenda palpebral horizontalizada, o nariz recto e longo, a boca tem lábios carnudos. A mímica reflecte atenção com grande concentração.

3.3. Última Ceia (1530-1534)

O grupo escultórico da Última Ceia, com treze figuras em barro cozido, em muito mau estado e mutilados, do Museu Nacional Machado de Castro foi esculpido para o refeitório do Convento de Santa Cruz de Coimbra. Trata-se de um conjunto escultórico, impressionante pelo seu naturalismo. Os apóstolos estão representados como homens agitados, mas admiráveis como realização plástica.

A Última Ceia não agradou, aos frades de Santa Cruz, por ser demasiada profana, parecendo os Apóstolos mendigos, brigões, mercadores ou camponeses, com quem o artista privava fora do mosteiro. Os Apóstolos não levavam à devoção contemplativa mas antes à ideia do pecado, pelo que foram atirados para as arrecadações, onde se partiram, e alguns estavam enterrados. Foram descobertos em 1890, por Augusto Gonçalves e salvos da destruição, estando conservados numa sala do Museu Nacional Machado de Castro.

A mímica do apóstolo reflecte desconfiança.

A mímica do apóstolo reflecte desdém.

A mímica do apóstolo reflecte sofrimento.

A mímica do apóstolo reflecte surpresa.
A mímica do apóstolo reflecte gravidade.
A mímica do apóstolo reflecte receio.
A mímica do apóstolo reflecte submissão.
A mímica do apóstolo reflecte arrogância.
A mímica do apóstolo reflecte cinismo.
A mímica do apóstolo reflecte contemplação.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 3 DE JULHO DE 2014)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, Carlos Alberto Ferreira de e Barroca, Mário Jorge – *História da Arte em Portugal: O Gótico*. Editorial Presença, Lisboa, 2002.
- Beaumont, Maria Alice – *As 50 melhores obras de arte em museus portugueses*. Chaves Ferreira, Publicações, S.A., Lisboa, 1991.
- Borges, Nelson Correia – *João de Ruão, escultor da renascença coimbrã*. Instituto de História de Arte, Coimbra, 1980.
- Carvalho, João Vilhena de e Correia, Maria João Pinto – *Arte Portuguesa: da pré-história ao século XX*, volume 7, Fubu Editores, 2009.
- Casimiro, Luís Alberto – *Pintura e Escultura do Renascimento no Norte de Portugal*. Revista da Faculdade de Letras, Ciências e Técnicas do Património, I série, vol. V-VI, pg. 87-114, Porto 2006-2007.
- Cruz, José de Matos – *Igreja de Góis. “O Varzeense. Dagoberto, Markl – História da Arte em Portugal (volume 6): O Renascimento*. Publicações Alfa, 1986.
- Dias, Pedro – *História da Arte em Portugal (volume 4): O Gótico*. Publicações Alfa, 1986.
- Dias, Pedro – *História da Arte em Portugal (volume 5): O Manuelino*. Publicações Alfa, 1986.
- Dias, Pedro – *História da Arte em Portugal (volume 4): O Gótico*. Publicações Alfa, 1986.
- Duchet-Suchaux, Geston e Pastoureau, Michel – *La Bible et les saints*, Editions, Flammarion, Paris, 2008.
- Esperança Pina, J. A. – *Anatomia Humana da Locomoção: Anatomia de Superfície e Artística*, 4.^a edição. Lidel, 2010.
- Flor, Pedro – *A arte do retrato em Portugal nos séculos XV e XVI*, Assírio & Alvim, Lisboa, 2010.
- Flor, Pedro – *O túmulo de D. João de Noronha e de D. Isabel de Sousa na Igreja de Santa Maria de Óbidos*, Edior Colibri, Lisboa 2002.
- França, José Augusto – *O Retrato na Arte Portuguesa*, Livros Horizonte, 1981.
- França, José Augusto, Morales, J. L. e Rincón, Wifredo – *Summa Artis, Arte Português*, volume XXX, Espasa Calpe, Madrid, 1986.
- Góis, Correia – *Convento de Nossa Senhora dos Anjos (1494-1834)*, Montemor-O-Velho, 2007.
- Haupt, Albrecht – *A arquitectura da renascença em Portugal*. J. Rodrigues & C.^a, 1880.
- Leite, Sílvia – *A arte do manuelino como percurso simbólico*, Caleidoscópio – Edição e Artes Gráficas, SA, Casal de Cambra, 2005.
- Markl, Dagoberto – *História da Arte em Portugal (volume 6): O Renascimento*. Publicações Alfa, 1986.
- Moreira, Rafael – *A arquitectura do Renascimento no sul de Portugal. A encomenda régia entre o Moderno e o Romano*. Dissertação de Doutoramento, em História de Arte, apresentada à F.C.S.H. da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 1991.
- Moreira, Rafael – *Jerónimos, Monumentos de Portugal*, Verbo, 1995.
- Pamplona, Fernando de – *Dicionário de Pintores e Escultores*, 5 volumes. Livraria Civilização Editora, exemplar 2816, Minho, 1987.
- Pereira, Paulo – *Arte Portuguesa, História Essencial*. Temas e Debates, Circulo de Leitores, Lisboa, 2011.
- Pinto, Ana Lúcia, Meireles, Fernanda e Cambota, Manuela Cernadas – *Arte Portuguesa*. Porto Editora, Porto, 2006.
- Primitivos Portugueses, 1450-1550, O século de Nuno Gonçalves* – Museu Nacional de Arte Antiga & Athena, 2010.
- Renault, Christophe – *Reconnaître les Saints et les personnages de la Bible*. Éditions Jean-Paul Gisserot, Paris, 2002.
- Rodrigues, Dalila – *O episódio de Nuno Gonçalves ou da «Oficina de Lisboa»*. A pintura quatrocentista. *História da Arte Portuguesa*, volume 3: O “Modo” Gótico (séculos XIII-XV), Circulo de Leitores, 2007.

- Rodrigues, Dalila – *Pintura: o ciclo renascentista. História da Arte Portuguesa*, volume 5: Renascimentos (século XVI), Círculo de Leitores, 2005.
- Santos, Reynaldo dos – *Oito Séculos de Arte Portuguesa. História e Espírito*, 3 volumes. Editora Excelsior, Lisboa, 1966.
- Serrão, Joel e Marques, H. de Oliveira – *Nova História de Portugal: Portugal do Renascimento à crise dinástica, Os valores artísticos*, vol. 5, cap. XI, Editorial Presença, 1990.
- Serrão, Vítor – *História da Arte em Portugal: O Renascimento e o Maneirismo*. Editorial Presença, Lisboa, 2001.
- Serrão, Vítor – *História da Arte em Portugal: O Gótico. Pintura e Vitral*. Editorial Presença, Lisboa, 2002.
- Vieira, José Bento – *Santa Cruz de Coimbra: Arte e História*, Edição Igreja de Santa Cruz, 2.^a edição, Coimbra, 2001.
- Museu Sem Fronteiras – Manuelino, A Descoberta da Arte do tempo de D. Manuel I*, Civilização Portugal, Electa (Grupo Editorial Random House Mondadori, S.L.), 2002.
- Tesouros Artísticos de Portugal – Selecções do Reader's Digest*, 1976.

Anatomia artística na Pérsia Antiga I

Proto-história Persa, Reino Meda e Império Aqueménida

J. A. ESPERANÇA PINA

1. ASPECTOS GERAIS DA PÉRSIA ANTIGA

Pérsia e Irão são duas designações para o mesmo território geográfico. Este território actualmente ocupado pelo Irão é habitado desde os tempos *pré-históricos*. A *Proto-História da Pérsia* inicia-se no *Reino Elamita* (2700-539 a.C.), seguiu-se o *Reino Meda* (728-550 a.C.) e o *Império Aqueménida* (648-330 a.C.). Alexandre Magno anexou o Império Aqueménida e, após a sua morte, um dos seus generais fundou o *Império Selêucida* (648-330 a.C.). Segue-se a formação do *Império Arsácida ou Parta* (250 a.C.-226) e depois o *Império Sassânida* (226-650), que caiu em poder dos Árabes, marcando o início da Era Islâmica.

1.1. Geografia da Pérsia Antiga

A Pérsia Antiga teve como núcleo central o actual Irão, situando-se no Oriente Médio da Ásia. Tem fronteiras ao oeste com o Iraque, ao noroeste com a Turquia, ao norte com a Arménia, o Azerbaijão e o Turquemenistão e com o Mar (Lago) Cáspio, a leste com Afeganistão, a sudeste com Paquistão e a sul com o Golfo Pérsico e o Mar de Omã.

A maior parte do território do Irão corresponde a um planalto cercado por cadeias montanhosas, a *Cordilheira Alborz*, estendendo-se de noroeste para nordeste do Irão, e a *Cordilheira de Zagros*, estendendo-se de sudoeste para sudeste do Irão, com vários picos superiores a 4000 metros acima do mar. Os desertos do Irão são o *Deserto de Dasht-e-Kavir*, que está localizado no centro do país em direcção a leste, e o *Deserto de Kavir-e-Lut*. Os três grandes rios do Irão são o *Karun*, o *Atrak* e o *Safid*. O Karun é o principal rio parcialmente navegável, nasce na Cordilheira de Zagros, e corre para sul até a localidade de Khorramshahr, onde se une ao *rio Shatt Al-Arab (Arvandrud)*. O maior lago iraniano é o *Lago Urmia*, situado no noroeste do país, o oeste do Mar Cáspio.

1.2. História da Pérsia Antiga

Ao longo dos séculos, várias vagas humanas provenientes do norte ocuparam os territórios iranianos, pouco povoados. Os mais antigos habitantes da meseta iraniana são desconhecidos, excepto os provenientes do antigo Elão. Uma vaga de Indo-Europeus de pastores acompanhados pelos seus gados e bens, que estabelecem-se na parte ocidental do Irão, os Medos, a norte e os Persas ou Parsas, a sul. A leste, também se instalaram os Partos. Estes foram dominados pelos medos até a ascensão ao trono persa, em 558 a.C., de Ciro, o Grande, um aqueménida.

2. REINO ELAMITA (2700-539 A.C.)

Os elamitas ocupavam o Elão, território compreendendo uma planície, separada da Mesopotâmia por pantanais. Nesta planície estava situada a cidade de Susa, antiga capital dos aqueménidas. A dinastia de Awan desenvolveu o Elão. A influência suméria sobre o Elão era grande, sobretudo em Susa, centro comercial que abastecia a Mesopotâmia de matérias preciosas oriundas do Irão, Ásia Central e Índia, tendo este facto originado conflitos com as cidades sumérias. Sargão I da Acádia, ao expandir a Mesopotâmia, originou a conquista do Elão com anexação de Susa. No reinado de *Narâm-Sin*, neto de Sargão I, afirmava-se a tendência para a independência do Elão, o que provocou o assassinato do rei, tentando evitar a recuperação de Susa. À dinastia de Awan sucedeu-se a dinastia de Chimaski.

2.1. Anatomia Artística na Proto-História da Pérsia

A Proto-História da Pérsia pode distribuir-se pelos períodos elamitas, arcaico, médio e neo-elamita (2100-600 a.C.) e pelos períodos da Idade do Ferro I, II e III externa ao Elão (1400-600 a.C.).

2.1.1. Estatuetas e ídolos

O *busto masculino* (2500-2300 a.C.), em argila, procedente de Kirman (sudeste do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. A estatuetta tem fâcies ovalada, os olhos mal esculpidos, o nariz recto, os lábios ligeiramente entreabertos, o filtro e a fosseta mediana desenvolvidos. A mímica sugere desdém.

A *cabeça feminina* (900-800 a.C.), em marfim, procedente do Azerbaijão (noroeste do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. A cabeça apresenta coroa, o cabelo com madeixas em ziguezague cobre a testa e a orelha esquerda, enquanto à direita o cabelo se dispõe numa longa trança. Os olhos salientes apresentam-se sem pupila, por ausência do material com que foi incrustado, o mesmo sucedendo com os supercílios. Os lábios apresentam referências cutâneas normalizadas. A mímica sugere contemplação e admiração.

O *busto masculino* (2500-2300 a.C.), em argila pintada, procedente de Kirman (sudeste do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. A estatuetta tem as fendas palpebrais horizontalizadas, o nariz afilado e anguloso, a fenda bucal pequena, o pescoço pequeno e os ombros largos. Os cotovelos estão flectidos e as mãos não estão modeladas.

A *estatuetta feminina* (1200-1000 a.C.), em bronze, procedente de Gilan (noroeste do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. É uma figura feminina, com cabeça pequena e chapéu cónico, as orelhas em forma de asa estão perfuradas com dois furos. Os membros superiores são delgados com os ombros horizontalizados, em comparação com as coxas muito desenvolvidas, e as pernas muito curtas. Os seios são bem proporcionados.

A *estatuetta feminina* (1200-1000 a.C.), em terracota, procedente de Gilan (norte do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. A cabeça é oval, os olhos mal definidos, o nariz recto, as orelhas circulares, perfuradas com pequenos brinços, a boca aberta deixa ver os dentes maxilares. Os membros superiores delgados e pouco modelados com as mãos tocando a face sugerem que a figura esteja a gritar. Os membros inferiores são curtos e cilíndricos e os pés grandes com seis dedos. O tórax parece ter um vaso cilíndrico entre os pequenos seios. A vulva é muito desenvolvida.

A *estatueta masculina* (1250-1000 a.C.), em terracota, procedente de Gilan (norte do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. É uma figura masculina nua, com um cinto largo e punhal. A cabeça é oval, os olhos indefinidos, o nariz triangular, as orelhas circulares, com uma perfuração. Os membros superiores delgados e pouco modelados têm as mãos unidas. Os membros inferiores curtos e cilíndricos e os pés grandes com seis dedos. O pénis é muito desenvolvido.

A *estatueta* (800-700 a.C.), em bronze, procedente do Luristão (ocidente do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Representa um deus da guerra com uma espada e uma aljava para transporte de flechas. A fâcies tem a testa pequena, as sobrancelhas horizontalizadas de grandes dimensões, os olhos proeminentes, a boca proporcionada e uma pêra coniforme.

2.1.2. Placas

A *placa com figuras em relevo* (1600-1500 a.C.), em terracota, procedente do Curistão (sudoeste do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Representa um leito com rebordo lavrado em relevo, onde estão deitados um homem e uma mulher. Ambos têm a mão direita na cintura escapular do companheiro, enquanto ele envolve a cabeça da companheira com o membro superior esquerdo e a mulher segura o seio direito com a mão esquerda.

A *placa com relevo figurativo* (900-800 a.C.), em marfim, procedente do Curistão (ocidente do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. A cena principal representa o encontro de dois reis. O rei situado à direita usa toucado e tem a espada presa ao cinto, e atrás encontra-se um guarda armado com arco e aljava. O rei situado à esquerda não tem a cabeça coberta nem está armado, situando-se atrás do monarca uma personagem sacrificando um touro.

A *placa com relevo figurativo* (800 a.C.), em marfim, procedente do Curistão (ocidente do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Representa a caça ao touro selvagem a partir de um carro puxado a cavalos. Dois touros, em fuga, voltam a cabeça para os cavalos, enquanto no carro com rodas de oito raios, o arqueiro dispara flechas contra os touros.

A *placa decorativa* (800-700 a.C.), em bronze, procedente do Luristão (ocidente do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. A placa apresenta numerosas perfurações no bordo estando dividida em dois registos horizontais. O *registo superior* representa uma personagem sentada numa banquetta, com a mão direita apoiada numa clava e a mão esquerda segurando um objecto. Tem o cabelo ondulado para trás, tapando a fronte e deixando à mostra um grande olho, à maneira egípcia e uma barba recortada tapando a face e o queixo. Diante da personagem entronizada está um servo com uma oferenda nas mãos, enquanto as três restantes figuras seguram animais mortos pelas patas traseiras, provavelmente provenientes de uma caçada. O *registo inferior* apresenta duas reses de costas uma para a outra, as caudas erguidas e as patas por baixo do corpo.

2.1.3. Recipientes

O *recipiente* (2000 a.C.), em terracota, procedente do Cuzistão (sudoeste do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. O recipiente tem uma abertura larga, decorada com incrustações circulares de pedra branca de diferentes tamanhos. As duas pequenas figuras de divindades, com vestes de folhos, têm uma correia à volta do pescoço e dos ombros.

Vaso com touros em relevo (1250-1150 a.C.), em electro (liga de prata e ouro), procedente de Gilan (norte do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. O *friso superior* representa três touros caminhando para a direita e o *friso inferior* os touros caminhando para a esquerda. Os touros têm as patas compridas, as cabeças apresentam-se inclinadas, os chifres quase verticalizados e a existência de tufos no dorso, no abdómen e nos joelhos.

O *recipiente antropomórfico* (1000-800 a.C.), em cerâmica, procedente de Gilan (norte do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. A parte superior da cabeça da figura feminina corresponde à boca do recipiente. A cabeça é pequena com fâcies larga, apoia-se num pescoço longo e grosso, onde foram gravados sete anéis. Os membros superiores, pequenos e delgados, têm as mãos em abdução.

O *recipiente antropomórfico* (800-700 a.C.), em cerâmica pintada, procedente do Luristão (ocidente do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Apresenta a forma de uma figura masculina atarracada com pinturas geométricas. A cabeça pequena com um gorro assenta sobre o corpo não modelado, os olhos e as orelhas estão engastados com pequenas esferas. Os membros superiores muito pequenos estão em extensão e seguram um grande recipiente com bico, parecendo que os enormes pés dão estabilidade à figura do recipiente.

A *sítula* (1000-900 a.C.), em bronze, procedente do Luristão (ocidente do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Apresenta a forma de um balde reproduzindo um arqueiro com o joelho direito genuflectido fazendo pontaria a uma águia.

2.1.4. Objectos diversos

O *machado cerimonial* (1200-1000 a.C.), em bronze, procedente do Luristão (ocidente do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Apresenta cinco pontas com a última em forma de ave de rapina. Sobre a folha do machado encontra-se um ser em que a metade superior é uma figura barbuda e a metade inferior, o corpo de um peixe. A cabeça humana tem um gorro comprido com a ponta dividida, as sobranceiras e as íris incrustadas, o nariz muito desenvolvido e os lábios com as referências cutâneas bem marcadas. Os membros superiores, com os cotovelos flectidos, rodeiam o corpo de um peixe e o apertam contra o peito. A grande cabeça do peixe mostra a boca e um olho redondo, duas barbatanas dorsais, uma ventral e uma grande barbatana caudal.

O *machado cerimonial* (1000-900 a.C.), em bronze, procedente do Luristão (ocidente do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Apresenta na folha um arqueiro em corrida disparando uma seta. Tem um cinto, donde se destaca uma grande borla. A aljava aparece por baixo do braço esquerdo em extensão, enquanto as setas aparecem por cima do membro superior direito em flexão.

O *machado cerimonial* (1100-900 a.C.), em bronze, procedente do Curdistão (ocidente do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Apresenta três figuras em fila, um leão, uma personagem sentada e um pássaro. O leão tem uma grande cabeça, a juba parece uma pequena gola e a cauda em U, sem tufo no pêlo. O homem nu está sentado num cadeirão, colocado num pedestal em forma de disco, com um grande nariz e enormes orelhas e o cabelo penteado para trás.

2.1.5. Objectos decorativos

O *colar* (2500-2000 a.C.), em cornalina, lápis-lazúli e ágata, procedente de Seistão (sudeste do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Apresenta contas com formas e materiais diferentes. As contas cilíndricas são de lápis-lazúli e ágata e as contas em losango são de cornalina.

O *colar* (2500-2000 a.C.), em vidro e cornalina, procedente de Seistão (sudeste do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Apresenta contas em forma de disco, e uma conta cilíndrica branca e alaranjada.

O *colar* (2500-2000 a.C.), em ágata, ouro e lápis-lazúli, procedente de Seistão (sudeste do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Apresenta contas em forma de cilindro de ágata, contas de diferentes tamanhos revestidas a ouro e uma conta de lápis-lazúli.

3. REINO MEDA (728-550 A.C.)

Os *Medos* foram uma das tribos de origem ariana, que migraram da Ásia Central para o planalto Iraniano, posteriormente conhecida como Média, e, no final do século VII a.C., fundaram um reino centrado na cidade de Ecbátana. A sua língua pertencia ao tronco indo-europeu.

3.1. Geografia do Reino Meda

Embora as suas fronteiras flutuassem, o Reino Meda ficava a oeste e a sul do mar Cáspio, separado da costa daquele mar pela cordilheira do Elburz. A noroeste, estendia-se além do lago Úrmia até ao vale do rio Araques, ao passo que a oeste os montes Zagros serviam de barreira com a Assíria e o rio Tigre, a leste ficava uma grande região desértica, e a sul o país de Elão.

3.2. História do Reino Meda

Até ao terço médio do século VII a.C. os Medos permaneceram separados, apesar de haver tentativas de uma unificação política, sendo Zakruti a exercer a coordenação, que representava as diversas tribos medas isoladas em aldeias fortificadas.

Kastariti (652-625 a.C.) unificou as tribos medas constituindo o Reino Meda, tendo uma organização descentralizada, com características diferentes de outros países da Antiguidade Pré-Clássica.

Ciaxes (624-585 a.C.) reorganizou o exército segundo o modelo assírio. Aliou-se com Nabupolossar da Babilónia, sendo a coligação reforçada com o casamento de uma princesa meda com Nabucodonosor, filho do rei. A destruição de Ninive terminou com o Império Assírio. A fronteira entre a Babilónia e o Reino Meda passou a situar-se no rio Hális.

Astíages (584-550 a.C.), filho de Ciaxes, marcou desde o início do reinado o fim da expansão meda. Iniciou um conjunto de reformas para maior centralização do reino, o que conduziu à oposição da nobreza, bem como o fim da influência dos magos e dos sacerdotes-tribais, cuja influência sobre a população era significativa.

O reinado de Astíages dos Partas foi sublevado pelo seu neto, *Ciro*, rei das tribos persas, com a colaboração de parte da nobreza meda e dos magos. Estes quem levaram a diversas batalhas entre persas e medas, com êxitos de ambos os lados. Na batalha decisiva, os nobres e parte dos militares

medas passaram para o lado de Ciro, pois este não era visto como um usurpador, mas como um pretendente ao trono, por pertencer a estirpe real por ser neto de Astíages.

3.3. Anatomia Artística no Reino Meda

Não é possível considerar com segurança a existência da Arte Meda, porque até agora nenhuma escavação encontrou vestígios arqueológicos.

3.3.1. Túmulos rupestres

Os túmulos rupestres foram encontrados no noroeste do Irão, o actual Curdistão e Azerbaijão, sendo mais significativos, os túmulos de Kizkapan e de Sakavand.

O *túmulo rupestre de Kizkapan* encontra-se no actual Curdistão. Apresenta um pórtico talhado profundamente na rocha com duas semi-colunas com volutas e capitéis. Na parede exterior, por cima da porta, encontra-se um relevo representando duas personagens femininas de cada lado de um altar com uma chama personificando o fogo sagrado. As duas personagens têm vestes medas análogas às apresentadas nos frisos de Persépolis, com túnicas longas e calças estreitas, provavelmente de couro. Ambas têm um arco na mão esquerda, assente no pé um pouco adiantado.

Os *túmulos rupestres de Sakavand*, encontram-se a sul de Bisutun, na estrada que atravessa o Luristão, são provavelmente ossários devido à configuração. Um dos túmulos apresenta superiormente um baixo-relevo, em que a principal personagem com os cotovelos flectidos, parece acolher três pequenas personagens.

4. IMPÉRIO AQUEMÉNIDA (648-330 A.C.)

4.1. Geografia do Império Aqueménida

O Império Aqueménida compreendia o Irão, a Mesopotâmia, a Síria, o Egipto, a Ásia Menor com as suas cidades e as Ilhas Gregas e uma parte da Índia.

4.2. História do Império Aqueménida

Ciro II, o Grande (558-530 a.C.) unificou todos os iranianos num único estado. Anexou a Lídia, expandiu o Império Persa até ao Rio Indo, e conquistou Babilónia. Ao contrário dos Assírios, as cidades conquistadas não foram destruídas, sendo mantidos os cultos e os deuses locais, e os vencidos tratados com benevolência.

Cambises II (529-522 a. C.), filho de Ciro, anexou o Egipto depois de ter derrotado o faraó Psametek III.

Dáριο I (521-486 a.C.), após dois anos de desordens na Pérsia, e insurreições na Babilónia e no Egipto, conseguiu dominar a situação e assegurar o governo de todos os territórios sobre o seu domínio. Ampliou as fronteiras persas, reorganizou todo o império e esmagou a revolta das cidades gregas da Jónia. As lutas contra a Grécia, sobretudo Atenas enfraqueceram o Império após a vitória ateniense de Maratona, em 490 a.C.

Xerxes I (486-465 a.C.), filho de Dáριο I, esmagou as revoltas no Egipto, Babilónia e Judeia e preparou-se para invadir a Grécia. Foi derrotado na batalha naval de Salamina, em 480 a.C., na batalha terrestre

de Plateia contra Esparta, em 479 a.C., e na batalha naval de Mícale, em 479 a.C., tendo estas batalhas terminado com a invasão pérsica da Grécia Antiga.

Artaxerxes I (464-424 a.C.), segundo filho de Xerxes, reprimiu uma nova insurreição no Egito com o apoio de Atenas. Embora a revolta fosse contida em 446 a.C., ela representou o primeiro ataque importante contra o Império Persa e o começo de sua decadência. Para assegurar a estabilidade no Império realizou uma reforma administrativa reduzindo o número de satrapias de vinte para doze.

Xerxes II (424-423 a.C.) foi assassinado.

Dário II (422-404 a.C.) conseguiu impor-se depois de eliminar os irmãos, tendo o seu reinado sido caracterizado pela decadência do poder central em relação a uma autonomia crescente das satrapias, acabando por perder a satrapia do Egito no final do reinado, que se manteve independente durante quase sessenta anos.

Artaxerxes II (403-359 a.C.) assiste à desorganização do Império com a independência do Chipre, Fenícia e Síria, perdendo todos os territórios a leste do Rio Eufrates.

Artaxerxes III (358-338 a.C.) manda assassinar os príncipes da família real, neutraliza as revoltas internas, apodera-se dos portos fenícios que se tinham aliado ao Egito e destrói Sídon, e com o auxílio de mercenários gregos reconquista o Egito. O Império ficou novamente unificado.

Arses (337-336 a.C.) governou durante um curto espaço de tempo, sendo colocado e retirado por Bagoas, o homem forte do harém real.

Dário III (335-330 a.C.) teve um curto e último reinado dos aqueménidas, pois viu-se obrigado a enfrentar o exército de Alexandre Magno. Dário foi derrotado entre 334 e 331 a.C. numa série de batalhas. A degradação da situação interna conduziu à independência de algumas satrapias, conjuntamente com o génio militar do macedónio, foi recebido, nalgumas localidades, como um libertador, declarando-se legítimo herdeiro de ocupar o trono persa.

4.3. Anatomia Artística no Império Aqueménida

4.3.1. Arquitectura

A *arquitectura* encontra-se representada nos palácios de Persépolis, Pasárgadas e Susa, nos túmulos de Ciro II, Dário I e outros monarcas aqueménidas e nos templos de fogo. Utilizaram-se como materiais de construção a pedra, o tijolo e a madeira. Os palácios eram os edifícios mais importantes, uma vez que na religião, os deuses não necessitavam de templos nem de imagens representativas.

A *coluna* é o elemento principal da arquitectura aqueménida, apresentando diversas formas, como esta campaniforme canelada, existente no propileus de Xerxes I ou porta de todos os países, no Palácio de Persépolis.

As colunas terminam por *capitéis* formados por duplos prótomos, com dois touros, provenientes do Palácio de Persépolis, encontram-se no Museu Nacional do Irão em Teerão.

O *capitel* representa um touro sem chifres, proveniente da sala do trono ou das cem colunas do Palácio de Persépolis, encontra-se na Galeria Nelson, na cidade de Kansas.

O *capitel* representa um leão, proveniente do Palácio de Persépolis, encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão.

O *capitel* representa uma cabeça humana, proveniente do Palácio de Persépolis, encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. A cabeça tem as orelhas com brincos. Os supercílios são pronunciados, as pálpebras abertas deixam ver a íris, a pupila e a porção lateral da conjuntiva do bulbo ocular. O nariz é recto e a abertura das narinas é típico da raça amarela. Os lábios são carnosos, as comissuras tapadas pelo bigode e a fenda da boca dispõem-se horizontalmente. A barba tem as características gerais dos persas.

Palácio de Persépolis

O *Palácio de Persépolis*, símbolo do poder de Dário I, constitui o mais grandioso conjunto monumental conhecido da Pérsia Antiga, com a finalidade de dignificar as festividades do Ano Novo.

As instalações palacianas de Persépolis eram constituídas: a escadaria monumental, o propileus de Xerxes I ou porta de todos os países, a Apadana ou sala de audiências, o Tripilon, o palácio de Dário I, o palácio de Xerxes II, a sala do trono ou das cem colunas, e as salas do tesouro real, entre outras.

Antes do início das festas anuais, as delegações de todas as partes do Império confluíam para Persépolis, ficando instaladas em tendas situadas na planície que rodeava o palácio.

No primeiro dia das festividades, os altos dignitários, e os nobres medos e persas subiam a *escada monumental*, que terminava numa porta monumental que acedia ao terraço onde estavam as instalações palacianas. O *Propileus de Xerxes II* ou *Porta de todos os Países* era guardada por dois touros androcéfalos, e dava acesso ao terraço onde se encontrava a grande sala de audiências ou *Apadana*. Os dignitários e os nobres entravam na Apadana, através da *escadaria norte*, enquanto o rei penetrava na sala pela *escadaria este*. No fim da cerimónia, o rei e a comitiva deixavam a Apadana, penetrando pela porta norte no *Tripilon*, uma pequena e bela construção, com três rampas e três entradas, a norte, a sul e a este. O banquete oficial realizava-se no *Palácio de Dário I* e no *Palácio de Xerxes II*. Depois de terminado o banquete, o Rei e seus convivas dirigiam-se de novo para o Tripilon, pela porta sul e saindo da sala, pela porta oeste para se dirigirem à sala do trono, através da porta sul. Na *sala do trono ou das cem colunas*, o rei apresentava-se sentado no seu trono imperial. Antes da chegada do Rei e da sua instalação no trono, os chefes das delegações com algumas pessoas do seu séquito, encarregadas do transporte dos objectos preciosos, dirigiam-se para à Sala do Trono. Começavam a subir a escada monumental, ultrapassavam a Porta de Todos os Países, percorriam a *via processional*, passavam uma *porta monumental inacabada* e chegavam a uma vasta esplanada onde estava a Sala do Trono. As delegações entravam na sala pela porta norte, e depositavam aos pés do trono as numerosas ofertas. O *tesouro real* estava guardado na sala de cem colunas, numa sala de noventa e nove colunas e num armazém. Os *aquartelamentos militares* encontravam-se na parte este do terraço.

Algumas instalações e sobretudo as escadarias do Palácio de Persépolis apresentavam esculturas em baixos-relevos.

Palácio de Pasárgadas

O *Palácio de Pasárgadas*, residência de Ciro II, era constituído por vários edifícios, sendo o lugar símbolo do Império, onde os monarcas eram coroados. A área palaciana era constituída por um conjunto de edifícios formados pela cidadela, os palácios, a zona sagrada e o túmulo de Ciro II.

O *Palácio Residencial* tinha um pórtico monumental e uma grande sala hipostila, e ainda a sala de audiências e salas para banquetes. Nas portas encontravam-se baixos-relevos, entre os quais um representando o rei seguido de uma personagem com um guarda-sol.

O *Palácio das Audiências*, o local onde o soberano no seu trono recebia os embaixadores e se celebravam as grandes festas, encontrava-se a cerca de 200 metros a noroeste da entrada.

Palácio de Susa

O *Palácio de Susa*, com poucos vestígios, construído por Dário I, passou a ser o local onde se realizavam as cerimónias oficiais e protocolares.

O Palácio tinha um pórtico, a *Apadana* ou *grande salão de audiências* e as diversas instalações palacianas com a zona residencial, em volta de três pátios interiores.

O acesso ao Palácio era feito através do Propileus, situado a este, de forma quadrada com quatro colunas. Uma porta dava acesso às instalações palacianas, com ligação ao exterior através de uma rampa de tijolos esmaltados. Seguiam-se três pátios rodeados por armazéns, serviços administrativos e aposentos habitacionais. A *Apadana* ou *sala de audiências reais*, a norte do palácio, quadrangular com seis fileiras de seis colunas.

Templos

Segundo Heródoto, os aqueménidas honravam os seus deuses com sacrifícios sangrentos dirigidos por sacerdotes-magos, de origem meda, que tinham muitos privilégios. As suas obrigações compreendiam, entre outras, a obrigação de organizar a coroação do soberano e a guarda dos túmulos reais. Os locais de culto eram torres quadradas com uma única câmara interior onde ardia o fogo sagrado, mantido aceso pelos sacerdotes-magos, enquanto as cerimónias religiosas se realizavam no exterior, sobre altares de pedra ou de tijolo que se erguiam num recinto sagrado.

O *templo de fogo de Pasárgadas*, a cerca de 2 km do palácio de Pasárgadas, onde existia um santuário de que restam alguns vestígios do templo e alguns degraus onde ardia o fogo sagrado.

Os *altares de fogo de Naqsh-i Rostam* foram talhados na rocha e situavam-se na proximidade do templo. São altares em tronco de pirâmide quadrangular com quatro faces em arco de volta perfeita, e quatro pilares sustentando uma abóbada. Os acabamentos em lóbulos parecem servir para manter o fogo aceso.

O *templo de fogo de Naqsh-i Rostam* encontra-se em frente de túmulos escavados nas rochas. É uma torre quadrada próximo do túmulo de Dário I. Foi construída com blocos de calcário e decorados com pequenas cavidades rectangulares e o tecto tinha um friso em forma denticular. As três filas de janelas cegas, em pedra negra, transmitem ao conjunto o aspecto de uma construção de três pisos. A entrada faz-se através de uma escada em pedra e uma porta conduzia a uma única câmara, onde ardia o fogo sagrado.

4.3.2. Escultura

4.3.2.1. Estátuas

A estátua de Dário I (522-486 a.C.), em pedra, procedente do Palácio de Susa, encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. A estátua do rei de grandes dimensões, com vestuário persa, cuja

cabeça e várias partes do dorso desapareceram. A estátua assenta numa base com inscrições egípcias, referidas ao rei Dário I como faraó e duas figuras de deuses.

4.3.2.2. Túmulos e relevos rupestres

O *túmulo de Ciro II, o Grande*, em Pasárgadas está afastado do Palácio e é um mausoléu sóbrio, constituído por blocos calcários brancos, tem forma quadrangular com telhado de duas águas, assentando sobre uma base formada por seis grandes degraus. A entrada, originalmente fechada por uma laje de pedra, dá acesso a uma câmara sepulcral modesta, situada ao fundo de uma estreita passagem. Estrabão cita uma inscrição, hoje perdida, que dizia: “Ó homem, eu sou Ciro, aquele que fundou o império dos Persas e era rei da Ásia; não me invejes este monumento.”

Os *túmulos dos monarcas aqueménidas* estão situados no paredão rochoso de Naqsh-e-Rustam, a seis quilómetros a norte de Persépolis, constituindo hipogeus escavados nas rochas, onde estão inumados a maioria dos monarcas aqueménidas.

O *túmulo de Dário I* apresenta a fachada com uma cruz grega. Os braços horizontais têm quatro colunas, e capitéis com troncos de touros, no centro dos quais se encontra a porta de acesso aos hipogeus. No braço superior está esculpido o monarca em pé, armado com arco diante do fogo sagrado. Superiormente ao rei encontra-se o sol alado e a lua. Inferiormente estão dois conjuntos de trinta arqueiros, em representação dos diferentes países do Império. Cada um dos arqueiros apresenta indumentária e armamento específico, bem como penteado, barba e cobertura na cabeça.

O *túmulo de Xerxes I* apresenta igualmente uma fachada com uma cruz grega e características semelhantes ao túmulo de Dário I.

O *túmulo de Anaxerxes II ou III* tem acesso através de uma escadaria, sendo constituído por dois registos. O registo inferior é semelhante aos túmulos de Dário I e de Xerxes I. O registo superior apresenta apenas o rei orando frente a um altar, onde arde o fogo sagrado.

O baixo-relevo rupestre de Dário I (600 a.C.), vencedor em Bisutun, representa Dário I no seu trono, invocando a suprema divindade, na presença de reis prisioneiros acorrentados. A cabeça tem uma tiara real, o cabelo frondoso e encaracolado, deixa ver a orelha direita com má anatomia de superfície. Os supercílios são pronunciados, com as pálpebras abertas deixando ver a íris, a pupila e a porção lateral da conjuntiva bulbar. O nariz é recto e a abertura das narinas é típico da raça amarela. A barba que reveste a face é encaracolada, prolongando-se pela pêra com os pêlos dispostos verticalmente com aspecto conóide.

4.3.2.3. Baixos-relevos

A *escultura* encontra-se em baixos-relevos na decoração arquitectónica dos palácios, nas escadarias, portas e salas, com a finalidade de realçar a monarquia e o fausto da corte, sublinhando a força do Império.

Palácio de Persépolis

As instalações palacianas (séculos VI-V a.C.) apresentam numerosos baixos-relevos muito bem conservados.

Escadaria monumental de acesso à Porta de Todos os Países

A escadaria monumental dava acesso ao *Propileu de Xerxes I ou Porta de Todos os Países*, em frente da Apadana ou grande sala de audiências. Apresenta dois lances de escada divergentes, paralelos ao muro de sustentação.

Propileus de Xerxes I ou Porta de Todos os Países

O *Propileu de Xerxes I ou Porta de Todos os Países* tem na porta de acesso dois touros androcéfalos gigantescos, que parecem controlar o acesso às instalações do Palácio de Persépolis.

A placa em prata de Dário I (600 a.C.), proveniente de Persépolis, foi descoberta nas escavações da Apadana, encontra-se no Museu Britânico, em Londres. O texto contém uma declaração de Dário I, em três línguas: persa antigo, elamita e babilónio.

Apadana ou grande sala de audiências

A ala sul da escadaria este da Apadana está esculpida com numerosos baixos-relevos.

A ala norte da escadaria este da Apadana está esculpida com numerosos baixos-relevos.

O baixo-relevo apresenta três registos, com susianos, arménios e guardas persas.

O baixo-relevo mostra cinco guardas persas, com lanças de cabo comprido, arco e aljava com flechas.

O baixo-relevo representa quatro guardas susianos, com lanças de cabo comprido.

O baixo-relevo mostra três sírios ou lídios transportando diversos tributos.

O baixo-relevo apresenta um babilónio conduzindo uma vaca.

O baixo-relevo mostra um arménio segurando um cavalo pela trela.

O baixo-relevo representa uma delegação de babilónios transportando tributos.

O baixo-relevo apresenta um sírio ou lídio, com dois cavalos.

O baixo-relevo mostra um lídio com dois grandes anéis alongados e decorados com duas cabeças de grifos (raça de cão de caça).

O baixo-relevo representa delegações de diversos países com tributos.

O baixo-relevo apresenta delegações de diversos países.

O baixo-relevo mostra a cabeça de um bacteriano. A cabeça tem uma tiara com o cabelo liso e disposto verticalmente. A fâcies mostra apenas as regiões orbital e nasal, sendo as restantes regiões cobertas pela barba com os pelos dispostos verticalmente.

O baixo-relevo representa um corasmo conduzindo a pé um cavalo.

O baixo-relevo apresenta um meda conduzindo pela mão um corasmo.

Tripilon

O baixo-relevo na porta com Dário I representa o rei caminhando, seguido por dois servidores, um com pára-sol sobre a cabeça do rei e outro, com uma toalha dobrada no antebraço.

O baixo-relevo na porta este, com o Príncipe Xerxes atrás de Dário I sentado no trono sobre os representantes das 28 nações, com o grande deus Ahura Mazda situado superiormente.

O baixo-relevo da escadaria representa nobres medas com os seus tributos, proveniente de Persépolis, encontra-se no Instituto Oriental da Universidade de Chicago.

O baixo-relevo da escadaria norte representa numerosas figuras.

O *baixo-relevo da escadaria norte* apresenta um dignitário persa com uma flor de lótus.

O *baixo-relevo da escadaria sul* mostra diversas figuras.

O *baixo-relevo da escadaria* representa um guarda persa e um guarda meda. O guarda persa tem uma tiara cilíndrica canelada, as vestes amplas até ao tornozelo, a lança com ponta de ferro, o arco e a aljava com flechas. O guarda meda tem uma tiara ovalar, as vestes até ao joelho, a lança com ponta de ferro, o arco e uma grande aljava de couro a tiracolo com flechas.

O *baixo-relevo da escadaria* mostra a cabeça de um dignitário persa e a cabeça de um dignitário meda. As cabeças têm tiaras com as cabeleiras frondosas. As rimas palpebrais estão semi-abertas e as aberturas das narinas elípticas típicas da raça amarela. A barba que reveste a face é encaracolada prolongando-se pela pêra com os pêlos dispostos verticalmente com aspecto conóide.

Palácio de Dário I

O *Palácio de Dário I* é observado pelo lado sul.

O *baixo-relevo da escadaria* apresenta servidores, e no primeiro plano o combate entre um leão e um touro.

O *baixo-relevo da ombreira de porta* representa dois guardas em tronco nu armados com lanças.

O *baixo-relevo da ombreira de porta* mostra um servidor com uma toalha e um objecto.

Palácio de Xerxes I

O *baixo-relevo da escadaria oeste* mostra quatro vassalos com animais e outros tributos.

O *baixo-relevo da escadaria oeste* representa um vassalo com dois recipientes e outro com um cordeiro.

Sala do trono ou das 100 colunas

A *Porta sul* representa Artaxerxes I no trono, sobre três registos de portadores, representam as delegações dos diversos países, que colocavam aos pés do trono as numerosas ofertas.

A *Porta norte* apresenta o rei em audiência, em frente de dois altares de fogo, que o separam de um alto funcionário meda, enquanto os seus guardas estão inferiormente distribuídos por cinco registos.

Dário I está sentado no trono, com uma flor de lótus, na mão esquerda e um bastão, na mão direita. O trono e o tamborete onde apoia os pés estão sobre um estrado. Atrás do rei está o príncipe herdeiro, com uma flor de lótus na mão esquerda, enquanto a mão direita está apoiada no trono de seu pai. Atrás do príncipe está um servidor com uma toalha e o portador das armas reais, o machado de guerra, o arco e flechas. Adiante do rei estão dois altares de fogo, que o separam de um alto funcionário meda inclinado em sinal de respeito, com a mão direita na boca e a mão esquerda segurando um bordão.

4.3.3. Relevos em tijolos esmaltados

A proximidade com Babilónia conduziu à elaboração de relevos de tijolos esmaltados, com aspectos decorativos em exteriores e poucas vezes nos interiores, tendo como cores predominantes o verde, o amarelo, o azul e o branco.

O *friso* (V século a.C.), em tijolos esmaltados, proveniente do Palácio de Susa, encontra-se no Museu do Louvre, em Paris, representa arqueiros da guarda real.

O *friso* (V século a.C.), em tijolos esmaltados, proveniente do Palácio de Susa, encontra-se no Museu do Louvre, em Paris, mostra um leão-grifo (animal lendário com corpo de leão e asas de águia).

O *friso* (V século a.C.), em tijolos esmaltados, proveniente do Palácio de Susa, encontra-se no Museu do Louvre, em Paris, representa um touro-alado.

O *friso* (V século a.C.), em tijolos esmaltados, proveniente do Palácio de Susa, encontra-se no Museu do Louvre, em Paris, mostra um leão enfurecido.

4.3.4. Estatuetas, recipientes, objectos decorativos e diversos

As estatuetas, recipientes, objectos decorativos e objectos diversos encontram-se nos aqueménidas, pelo gosto que tiveram pela ornamentação, pelas sumptuosas cerimónias palacianas e pela riqueza da corte e de outros sectores sociais, constituíram as bases da formação de requintados metalurgistas e ourives altamente especializados. As riquezas dos objectos de adorno, jóias, baixelas, recipientes e outras peças decorativas, em ouro e prata, encontram-se no impressionante *tesouro de Oxo*, em exposição no Museu Britânico, em Londres. Foram descobertos cerca de 150 objectos e 1500 moedas aqueménidas e algumas medas. Devem ter pertencido a um templo onde se foram acumulando as oferendas ao longo de dezenas de anos, tendo o tesouro sido descoberto no local da antiga satrapia de Bacteriana, em 1877.

4.3.4.1. Estatuetas

A *cabeça* (V século a.C.) pertence a uma colecção particular. É uma cabeça de príncipe com tiara, o cabelo frondoso e encaracolado, as rimas das pálpebras abertas, os supercílios continuando-se com o dorso do nariz. A mímica sugere reflexão com meditação.

A *cabeça* (V-IV séculos a.C.), de colecção particular proveniente de Mênfis, encontra-se no Museu do Louvre em Paris. É uma cabeça masculina, com tiara, cabelo liso disposto circularmente, barba e pêra cónica. Apesar de a fâcies estar um pouco desfigurada, a mímica sugere reflexão com circunspecção.

A *cabeça* (V-IV séculos a.C.), proveniente de Mênfis, encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. É uma cabeça de um príncipe com coroa denticulada e o cabelo mostrando o penteado elaborado. Os olhos foram enucleados, mostrando uma grande rima palpebral. Apesar da ausência dos olhos, a mímica sugere reflexão com surpresa.

A *cabeça* (VI-IV séculos a.C.), em ouro, proveniente do tesouro de Oxus, encontra-se no Museu Britânico em Londres. É uma cabeça de um homem jovem com cabelo muito curto. Os supercílios convergem para a raiz do nariz, a rima palpebral muito aberta, a fenda da boca está horizontalizada, o sulco mento-labial muito desenvolvido e as orelhas com referências cutâneas marcadas. A mímica sugere dureza e arrogância.

O *busto* (VI-IV séculos a.C.) encontra-se no Museu de Arte em Cleveland. A cabeça tem um capacete esférico. A barba é completa com pequenos anéis dispostos em quatro filas horizontais. Os membros superiores estão flectidos no cotovelo e as palmas da mão encostadas ao tórax. A mímica sugere contemplação e admiração.

4.3.4.2. Recipientes

O *vaso*, em ouro, de proveniência desconhecida, representa duas cabeças femininas ligadas pelos occipitais e com uma coroa única. A fâcies apresenta a rima palpebral aberta com as pupilas e íris mal

definidas, supercílios arqueados continuando-se com o dorso do nariz e os lábios sensuais esboçando um sorriso natural.

O *ritão* (500-400 a.C.), em ouro, proveniente de Hamadã (oeste do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Tem a forma cónica com um leão alado, apresentando incisões horizontais e um friso de folhas de palmeira. A juba apresenta pequenos caracóis em forma de gancho e as asas do recipiente estão colocadas sobre as patas anteriores.

O *ritão* (século V a.C.), em ouro, encontra-se no Museu Metropolitano de Arte em Nova Iorque. Tem a forma cónica apresentando cinco zonas rectangulares com incisões separadas, intercaladas com zonas lisas, e um leão alado em posição de agressividade.

A *ânfora* (550-450 a.C.), em prata, proveniente de Hamadã (oeste do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Tem o corpo ovalado com incisões horizontais. As asas representam cabras, com as cabeças viradas lateralmente e os joelhos flectidos aderentes à abertura do vaso.

A *ânfora* (século V-IV a.C.), em prata dourada, proveniente de colecção particular, em Paris. Tem o corpo ovalado canelado, e flores de lótus alternadas com folhas de palmeira, situadas superiormente. As duas asas apresentam dois cabritos-malteses parecendo exprimir força e movimento.

A *ânfora* (550-450 a.C.), em prata, proveniente de Hamadã (oeste do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Tem o corpo ovalado, com caneladuras verticais encimadas por quatro filas de escamas dispostas horizontalmente. As asas são lisas e na base sobressaem dois pequenos bicos.

A *sítula ou recipiente* (século VII a.C.), em prata, proveniente da gruta de Kalmakareh (ocidente do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Tem a forma de corpo abaulado e colo estreito, onde está gravado uma inscrição neo-assíria. O arco termina por duas argolas que entram nas asas em forma de pequenos arcos.

A *taça* (século V a.C.), em vidro, de proveniência desconhecida, encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Tem o corpo globular horizontalizado com estrias.

A *taça* (século V a.C.), em ouro, de proveniência desconhecida, encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Tem figuras geométricas com lados arredondados, e superiormente a inscrição de Xerxes I, tem o seu nome e título em persa antigo, elamita e neobabilónico.

4.3.4.3. Objectos diversos

A *espada* (século V a.C.), proveniente de Hamadã (oeste do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. O punho está decorado com duas cabeças de leão suportadas por duas cabeças de bode.

A *fivela de cinto* (século V-IV a.C.), em ouro, proveniente de Hamadã (oeste do Irão), encontra-se numa colecção particular em Nova Iorque. A fivela representa um leão bicéfalo em posições agressivas.

A *placa* (século VI-V a.C.), em ouro, proveniente de Hamadã (oeste do Irão), encontra-se no Museu Metropolitano de Arte em Nova Iorque. A placa está decorada com dois leões alados ostentando chifres, com a juba em escamas, as orelhas longas e levantadas e os chifres constituindo discos.

O *carro* (século V-IV a.C.), em ouro, proveniente do tesouro de Oxus, encontra-se no Museu Britânico em Londres. O carro puxado por quatro cavalos transporta uma personagem e o condutor.

4.3.4.4. Objectos decorativos

A *bracelete com figuras de leão* (800-700 a.C.), em ouro, procedente de Curdistão (ocidente do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. As extremidades do bracelete apresentam a cabeça com leões em expressões ferozes e olhos salientes.

A *bracelete* (séculos V-IV a.C.), em ouro, proveniente do tesouro de Oxus, encontra-se no Museu Britânico em Londres e apresenta-se decorado com dois leões alados com chifres.

A *bracelete* (séculos V-IV a.C.), em ouro, proveniente do tesouro de Oxus, encontra-se no Museu Britânico em Londres e apresenta-se decorado com dois touros.

O *ornamento de cabelo* (séculos V-IV a.C.), em ouro, proveniente de Akhagorio (Cáucaso) encontra-se no Museu de Tbilisi. O ornamento apresenta dois cavalos suportando uma banda vertical terminando por uma rosácea.

O *brinco* (séculos IV-V a.C.), em ouro, encontra-se no Museu do Louvre em Paris. Está decorado com um Bes (divindade representada por um anão robusto e monstruoso), entre duas cabras-montesas, precedidas por duas aves.

O *peitoral* (século IV a.C.), em ouro, proveniente de Hamadã-Ecbátana, encontra-se no Instituto Oriental de Chicago. O peitoral é um leão alado com curtos chifres, envolvido por um círculo de fio de ouro espiralado, cuja asa arqueada, transforma o animal num ser imaginário. O leão alado volta a cabeça, as patas estão alongadas e o corpo encontra-se tenso, parecendo pronto para iniciar a luta.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 2 DE OUTUBRO DE 2014)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arqueologia, *O maior Império do Mundo Antigo*, volume III (1988). Barcelona: Planeta De Agostini A.A.
- Alvar, Jaime (1989), *Historia del Mundo Antiguo, Oriente, Los Persas*. Madrid: Ediciones Akal, S.A.
- Briant, Pierre (2004), *Darius, Les Perses et l'Empire*. Paris: Découvertes Gallimard, Histoire.
- Briant, Pierre (1996), *Histoire de l'Empire Perse de Cyrus à Alexandre*. Paris: Librairie Arthème Fayard.
- Chirshman, Roman (1963), *Perse: Proto-iraniens, Medes et Achéménides*. Paris: Editions Galimard, L'Univers dès Formes.
- Chirshman, Roman (1962), *Iran: Parthes et Sassanides*. Paris: Editions Galimard, L'Univers dès Formes.
- Curatola, Giovanni et Scarcia, Gianroberto (2004), *Iran 2500 Ans d'Art Perse*. France: Hazan.
- Curtis, Vesta Sarkhosh (1996), *Mitos Persas*. Madrid: Ediciones Akal, S.A.
- Dandamaev, M. A. Y Lukonin, V. G. (1980), *Cultura y Economia del Irán Antiguo*. Barcelona: Editorial AUSA.
- Degeorge, Gérard (2001), *Palmyre, métropole caravanière*. Paris: Imprimerie Nationale, Editions.
- Frankfort, Henri (1988), *The Art and Architecture of the Ancient Orient*. Middlesex: Penguin Books Lda.
- Giordani, Mário Curtis (1969), *História da Antiguidade Orienta. O Irã*. Petrópolis. RJ, Brasil: Editora VOZES Limitada.
- Guardasoni, Anna Maria (1980), *Os Grandes Impérios, Os Persas*. Lisboa: Circulo dos Leitores.
- Herrero, Santiago Monteiro (2007), *História da Humanidade, O Egipto e as Antigas Civilizações, Persas, Partos e Sassânidas*. Lisboa: Circulo dos Leitores.
- Huyse, Philip (2005), *La Perse Antique*. Paris: Société d'édition Ler Belles Lettres.
- Noblecourt, Christiane Desroches (1972), *História da Arte, Arte do Irão Antigo vol. I (n.º 8)*. Mem Martins: Publicações Europa-América.
- Obras-primas do Museu Nacional do Irão (2005), *7000 anos de Arte Persa*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Olaguer-Feliu, Fernando de (1994), *Historia del Arte del Próximo Oriente*. Barcelona: Editorial Planeta, S.A.
- Palou, Christiane et Palou, Jean (1962), *La Perse antiqúe*. France: Que sais-je? Presse Universitaires de France.
- Pijoán, José (1981), *Summa Artis, Historia General del Arte, vol. II Arte del Asia Occidental, Pérsia, Partia, Sasania*. Madrid, Espasa-Calpe, S.A.
- Porada, Edith (1963), *Iran Ancien*. Paris: Editions Albin Michel.

From Plain Synthetic Chemistry to an approach of natural terpenes valorization

ANTÓNIO MANUEL D'ALBUQUERQUE ROCHA GONSALVES

Abstract: Rosin industry has a long tradition in Portugal and even a significant expression. Surprisingly, as a whole, it never reached an advanced level taking into consideration the dimension of the business. Basic research in chemical synthesis and catalysis can help reaching the desired target. Discussion of some studies centered on the primary stage of this objective will be presented.

DA SÍNTESE QUÍMICA BÁSICA A UMA PERSPECTIVA DE VALORIZAÇÃO DE TERPENOS

Sumário: A indústria de resinosos tem uma tradição relevante entre nós e até uma dimensão significativa. Genericamente nunca ultrapassou um estágio primário injustificável face à relevância atingida. Investigação básica em síntese química e catálise pode servir objectivos de modernização com utilidade para um salto qualitativo nessa indústria. Discussão de alguns estudos incidindo sobre a fase primária deste objectivo.

Chemical synthesis is the building of structures in the underworld of atoms and molecules, unities we only know through experimental data on their physical-chemical behavior and scientific rationalization of such observations. It is so justified that a potential architect came to become a synthetic chemistry researcher. Instead of handling with everyday objects building is made using materials of the microphysics world. Being so we need knowledge and understanding different from that of our daily experience.

To select and design a research topic it has always been our concern being focused in an area of up-to-dated basic research though it should be selected with the perspective of being able to have direct or indirect impact in solving problems of economic development and well-being.

Oxygen, the most abundant element in percentage by mass either in earth crust (mineral world) or in living matter, is involved in the most relevant chemical processes of the vital functions. Oxygen is a key element in chemical processes giving easy access to energy. Its involvement goes from the mild oxidations occurring in the cells to feed their work to the spectacular phenomenon of an open fire. In both cases the interaction of oxygen with other molecular structures liberates energy as a consequence of conversion of the original compounds in new structures. These, particularly those originating from mild reactions, may have important functions or uses. Products originating from fire are relatively uninteresting, directly useless even unsuitable or harmful. In actual fact the products from mild oxidations are interesting being important constituents of living structures or playing roles in vital and metabolic processes. Oxidation products obtained through classical laboratory reactions are widely used.

It must be emphasized that the oxygen molecule in its natural form is a kind of “jailed beast”. Having the capacity to severally degrade molecular structures oxygen exists in its free state as a “dormant” form. It is this “mask” which allows that having oxygen the capacity to destroy everything in a free fire allows living creatures and oxidizable materials to survive in an oxygenated atmosphere while being an essential partner in the physical-chemical mechanisms of the cellular energetics.

The high temperatures required to start a fire and keep it ongoing generate the required highly reactive species developing a powerful oxidation process. However, the mild mechanism occurring inside the cells allows the controlled liberation of energy and the selective generation of products of different oxidation levels. Oxidations via classical chemical oxidations are in between those two.

In the case involving cytochrome P450, enzyme involved in many oxidation processes occurring in cells including elimination of toxic substances and activation of pharmaceutical drugs, the mechanism of oxygen incorporation includes two reductive steps before arrival to the peroxide stage required to oxidize the substrate as shown schematically in Fig. 1.

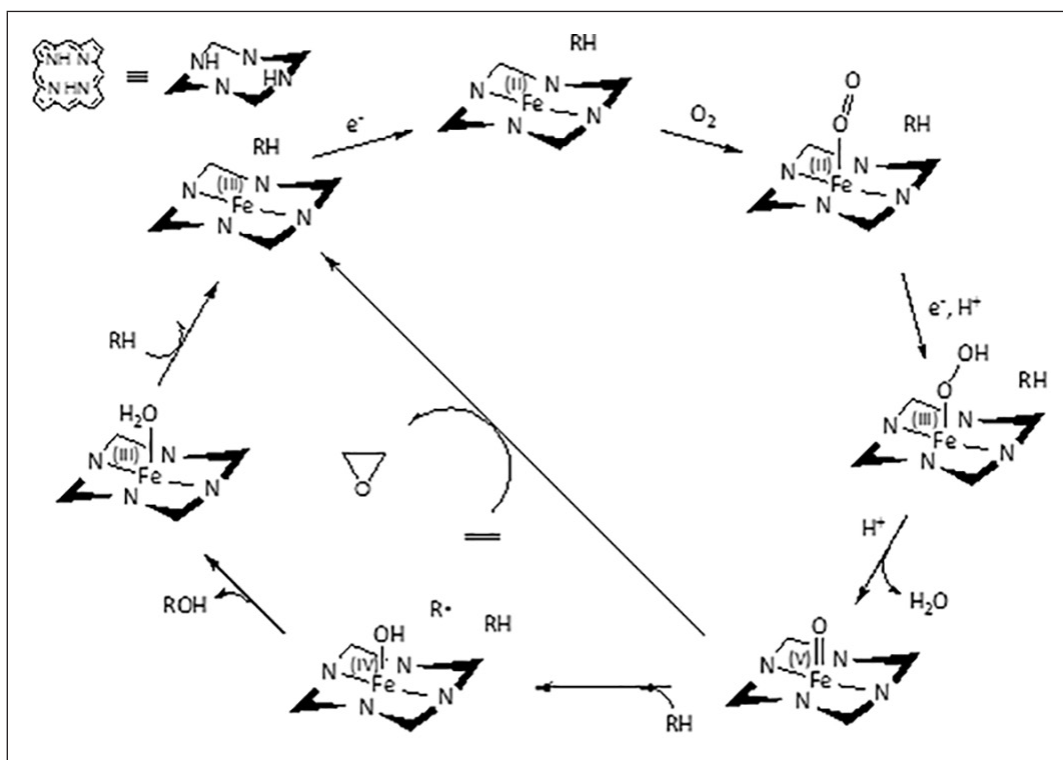


FIGURE 1
Simplified scheme of cytochrome P450 catalytic molecular oxygen oxidations

Emulate enzymatic oxidations in cells is certainly a chemist's aim attempting to obtain interesting and valuable compounds with economic interest through a more controlled and environmentally efficient way.

There is more than one way to perform oxidation reactions replicating the “in vivo” approach: the most straightforward is the biotechnological one in which proper cells are used performing their

natural role to generate our desired compounds, this methodology only works well in some specific cases; since the efficiency of the chemical reactions occurring in the cells depends from the enzymatic catalysis, another approach involves isolation of the required enzyme the specific catalyst to be used in the reaction, a method which in the case of an enzyme reasonably stable leads to excellent results; a third approach involves the development and synthesis of a model of the enzyme using the physical-chemical knowledge of its structure, of the enzymatic activity and the knowledge of chemical synthesis to build a model adequate and efficient.

Our studies in the area of synthesis of porphyrins of simple but varied structures allowed:

1. the establishment of experimental conditions generalizing the applicability of the Rothmund reaction (Figure 2) making it work with a wide range of aldehydes and so generating different tetrapyrrolic macrocycles, not only porphyrins but others at different oxidation levels (Figure 3);

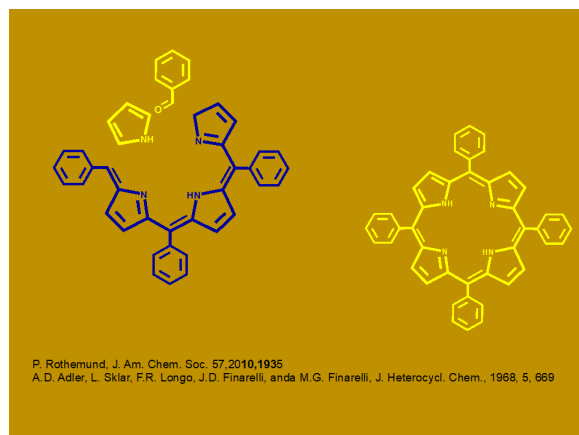


FIGURE 2
The original Rothmund reaction conditions were only satisfactory in the case where benzaldehyde was used.

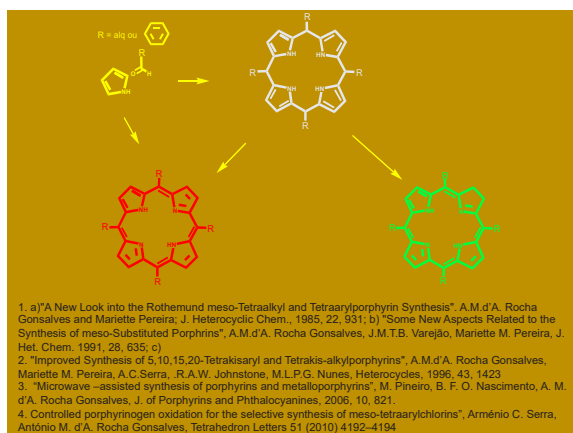


FIGURE 3
Experimental conditions established allowed to considerably extend the performance of the Rothmund approach to tetrapyrrolic macrocycles.

2. access to new or optimized experimental conditions to introduce different functional peripheral groups namely per-halogenation and particularly direct chlorosulfonylation, an unknown approach previously to our studies (Figure 4);
3. have an easy way to get tetrapyrrolic macrocycles having simple structures but modeled to be explored: for the preparation of Langmuir-Blodgett films with potential interest to be used in molecular electronics, as biomimetic catalysts, sensitizers for the diverse

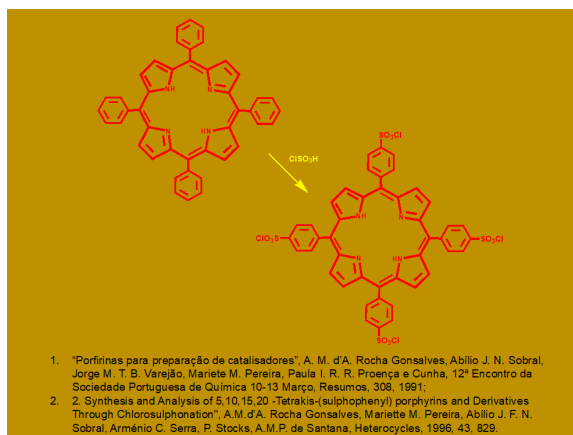


FIGURE 4
Direct synthesis of chlorosulfonylated tetraphenyl porphyrins.

photodynamic therapy applications or as diagnostic agents (1. a] “The small stones of Coimbra in the huge tetrapyrrolic chemistry building”, António M.d’A. Rocha Gonsalves, Arménio C. Serra and Marta Piñeiro, *Journal of Porphyrins Phthalocyanines* 2009, 13: 429–445; b] “Chemical Synthesis in the Development of Therapeutics: Approach through analogies of natural structures and processes”, António Manuel d’Albuquerque Rocha Gonsalves, Communication 1st of March 2012, *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa, Classe de Ciências*, Tomo XLV, 323, 2018).

We saw (Figure 1) that in the oxidative cycle of cellular oxidations the characteristic blocking of the oxygen stationary state requires two reductive steps allowing its conversion to the peroxide state species having the capacity to promote the substrate oxidations. Fully replicate the enzymatic mechanism is difficult in an artificial simplified model. To start with, the coexistence of a reductive system is not compatible in the environment of the oxidative system particularly in an arrangement desired to be simple and operating continuously. An alternative is the use of an oxygen donor in which an oxygen atom is at a convenient oxidation state. The first and important approach was that introduced by Groves (2. J.T. Groves, T.E. Nemo and R. S. Myers, *J. Am. Chem Soc.* **101**, 1032, 1979). Groves used as enzyme

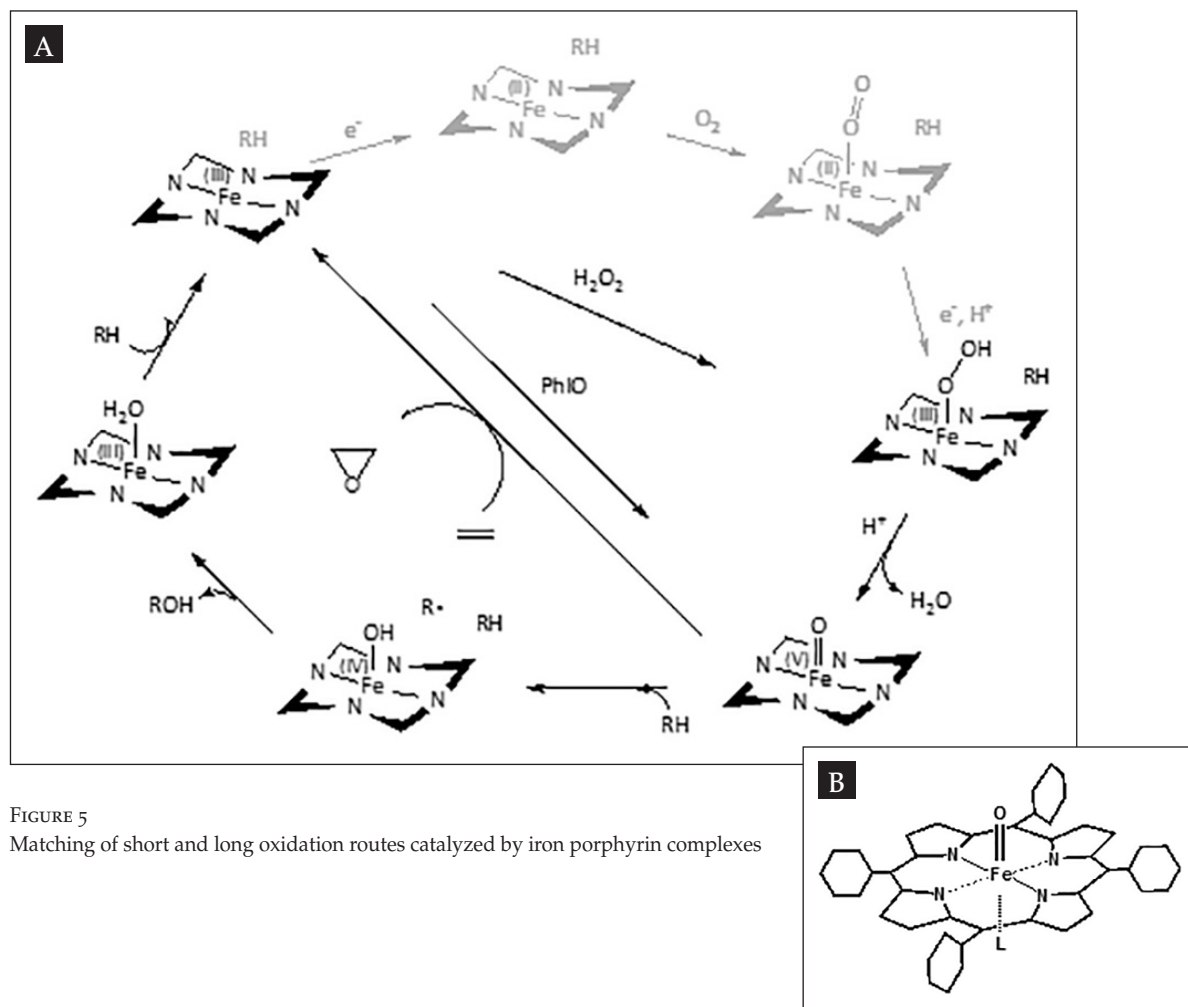


FIGURE 5

Matching of short and long oxidation routes catalyzed by iron porphyrin complexes

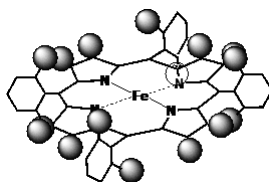
model the complex of iron tetraphenyl-porphyrin, FeTPP, and iodosylbenzene, PhIO, as oxygen source to generate directly the complex of iron(V) equivalent to that occurring in the cycle of enzymatic having the capacity to transfer oxygen to the substrate.

In Figure 5 we see a scheme of the simplified oxidation mechanisms using oxygen donors different of molecular oxygen overlapped on the enzymatic oxidation mechanism involving the oxygen molecule.

Groves found that the presence of an axial ligand opposite to the oxygen atom is required to assist the transfer of the oxygen to the substrate. On his first approach Groves used pyridine to perform this role. However, Groves approach having the great merit of being original and demonstrate de feasibility of developing a simple model of the oxidation enzyme was certainly a very preliminary approach. The oxygen donor is high-priced and not particularly convenient, the complex of TPP is not very stable, pyridine as ligand has the disadvantage of being oxidized under the reaction conditions and so consumed competing with the substrate during the process.

The difficulty in using molecular oxygen to perform biomimetic oxidations can be overcome using as oxidant a more convenient compound where oxygen is in a form similar to one of those existing in the enzyme catalyzed cycle. Hydrogen peroxide meets such characteristics being a natural candidate and raised our interest. Hydrogen peroxide can be labeled a "green reagent", being a low cost and also presently produced using a biological process particularly clean and efficient.

A second generation of catalysts following FeTPP firstly used by Groves used tetrapyrrolic macrocycles halogenated both in the phenyl-*meso* and in the β -positions (I). Such catalysts proved to be particularly more efficient and stable on reaction conditions (3. a) A. Robert, B. Meunier, *Tetrahedron Lett.* 1990, 1991; b) E. Samuel, R. Shuttleworth and T. Stevens., *J. Chem. Soc.*, 145, 1967; c) H.J. Callot, *Bull. Chem Soc. France*, 1492, 1974; d) T.G. Taylor and S. Isuchiya, *Inorg. Chem.*, 26, 1338, 1987).

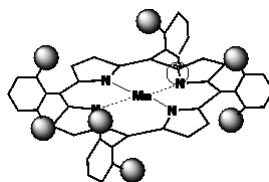


(I)

Our work addressed to the preparation of tetrapyrrolic macrocycles and various derivatives include significant improvements to the synthesis in a preparative scale of meso-phenyl porphyrins having halogen atoms in the *ortho*-positions of those phenyl groups, (4. a) A.M.d'A. Rocha Gonsalves, M.M. Pereira, *J. Heterocyclic Chemistry*, 22, 931, 1985; b) (A.M.d'A. Rocha Gonsalves, J.M.T.B.Varejão, M.M. Pereira, *J. Heterocyclic Chemistry*, 28, 635, 1991; c) A.M.d'A. Rocha Gonsalves, M.M. Pereira, A.C. Serra, R.A.W., Johnstone, M.L.P.G. Nunes, *Heterocycles*, 43, 1423, 1996), and the improvement in the halogenation conditions for β -halogenation of the tetrapyrrolic macrocycle. (5. a) A.M.d'A. Rocha Gonsalves, R.A.W., Johnstone, M.M. Shaw, and Abílio J.F. Sobral, *Tetrahedron Lett.*, 1335, 1991; b) "A.M.d'A. Rocha Gonsalves, Mariette M. Pereira, Abílio J. F. N. Sobral, Arménio C. Serra, P. Stocks, A.M.P. de Santana, *Heterocycles*, 1996, 43, 829) .

The easy availability of the required macrocycles brought by preceding work allowed us to begin studies in the area of catalysis addressed to the problem of stability of the axial ligand and to the

reaction conditions of the catalytic oxidations. At the time it was important to overcome the difficulty brought by the use of pyridine or imidazole as axial ligands which being oxidized competes with the substrate loosing required ligand role. We paid attention on the problem of stability of the axial ligand for the catalyst MnTDCPP (II) in oxidations by hydrogen peroxide.



(II)

For these oxidations with hydrogen peroxide it was previously identified the need for the presence of a base, a requirement satisfied by the presence of the selected ligands (6. P. Battioni, J.P. Renaud, J.F. Bartoli, M. Reina-Artiles M. Fort, and D. Mansui, *J. Am. Chem. Soc.*, 110, 8462, 1988). Our approach replacing the original ligand and base for new ones correspond to reaction performed in homogeneous phase, dichloromethane/methanol, base and ligand ensured by the pair sodium acetate/di-isopropylamine-N-oxide.

Our studies addressed to the synthesis of derivatives of simpler tetrapyrrolic macrocycles allowed to perform the first direct chlorosulfonylation of tetra-chlorophenyl-porphyrins. This reaction proved to be an example of a high yield very simple process which opened the way to the preparation of a large number of new compounds and new solutions to a vast number of problems which in this way found convenient answer:

1. phenyl-*meso* groups of TPP and substituted derivatives are chlorosulfonylated very efficiently on treatment with chlorosulfonic giving a crystalline product and so very pure and easily isolated;
2. the regioselectivity of chlorosulfonylation in the case of having *meso*-phenyls with different degrees of deactivating substituents enables an easy purification of mixtures having structures of different symmetry relatively to the pattern of substituents of those phenyls;
3. use of more drastic conditions also allows the chlorosulfonylation of the β -positions of the macrocycle;
4. the reactivity of the chlorosulfonyl group allows the easy preparation of other derivatives and linkage of the macrocycle to polymeric structures.

Making use of the chlorosulfonylation of the macrocycle in β , we obtained a particularly interesting result for oxidations with hydrogen peroxide which apparently occurs at the interface of a biphasic system liquid-liquid (7. a) "Sulphonamide Porphyrins in the Biometric Oxidation by H_2O_2 . An Efficient Two Phase System", A.M.d'A. Rocha Gonsalves, M. M. Pereira, A.C. Serra, *Annales de Chimie*, Intern. Edit. 1996, 92, 375; b) "Metalloporphyrin Catalytic Oxidations of Hydrocarbons by H_2O_2 ", António M. d'A. Rocha Gonsalves and Arménio C. Serra, *J. Porphyrins Phtalocyanines*, 2000, 4, 599-604), as schematically shown in Figure 6.

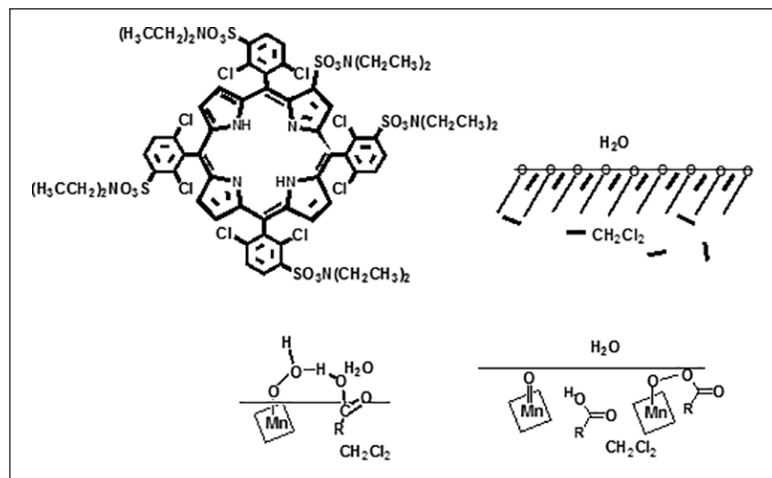


FIGURE 6
Schematic hydrogen peroxide oxidation in a biphasic system catalyzed by a manganese complex of a specific sulfonlated porphyrin.

Though significant progresses were obtained by us and other authors for catalytic oxidations by hydrogen peroxide, the possibility of performing oxidations with molecular oxygen is certainly still highly desirable. Activate molecular oxygen from its stationary state is possible in a different way from that of the enzymatic oxidation cycle via a photochemical mechanism. The molecule of oxygen in its natural form is photochemically activated to a different state which is able to react with the substrate providing a process extremely clean and efficient. Transition to the activated form of oxygen requires the presence of a sensitizer. This is a molecule having the capacity to absorb energy of the electromagnetic radiation to be converted in an activated state which is able to transmit such energy to the natural oxygen molecule which is converted to an electronic reactive state. In this activated state oxygen is able to interfere with substrates directly forming or evolving to the reaction product. The sensitizer works

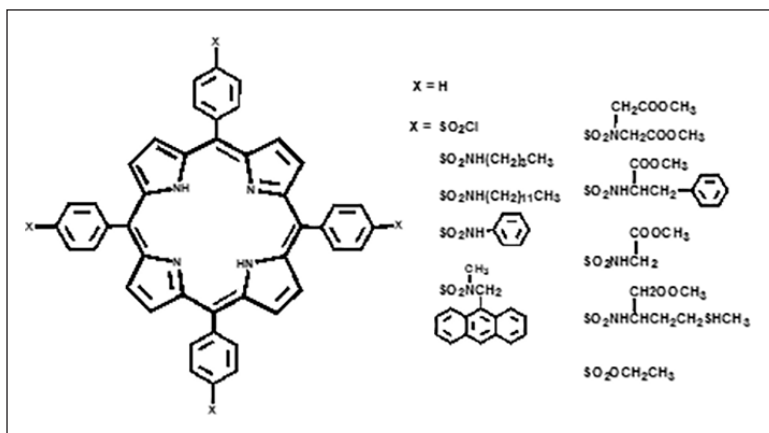


FIGURE 7
Examples of the first type of sulfonylated derivatives of porphyrins used in our first studies of applications in PDT.

therefore as a photochemical catalyst of the oxidation reaction. The mechanism of the photochemical activation is the same occurring in the photodynamic therapy technique discussed in our previous communication to this Academy (1. a).

Interestingly in our first studies of photodynamic therapy we used *meso*-phenyl-porphyrin derivatives with phenyl side chains having the sulfonyl group directly attached but replaced this type of porphyrins by other structures which proved more efficient for that particular purpose , Figure 7.

As also shown in that previous communication, for that purpose tetrapyrrolic macrocycle is usually used in the free form and not as metal complex. The specific structure of each macrocycle turns it more or less adequate or efficient to be used in each application particularly in the case of reactions performed inside leaving tissues. So, optimization and selection of a sensitizer is liable of modulation benefiting from expertise in the area of organic synthesis to implement appropriate solutions. In general terms the sensitizer has to obey the following characteristics:

1. be able to absorb electromagnetic radiation to jump from the single state to an excited state from where it can decay to a triplet state having an excess of energy of 115 kJ/mole, Figure 8;
2. lifetime of the triplet state must be as long as possible to optimize chance of oxygen triplet to be converted to singlet oxygen;
3. sensitizer must be stable to reaction conditions being also convenient the possibility of having the catalyst in a heterogeneous medium allowing its recovery and recycling at the end of reaction.

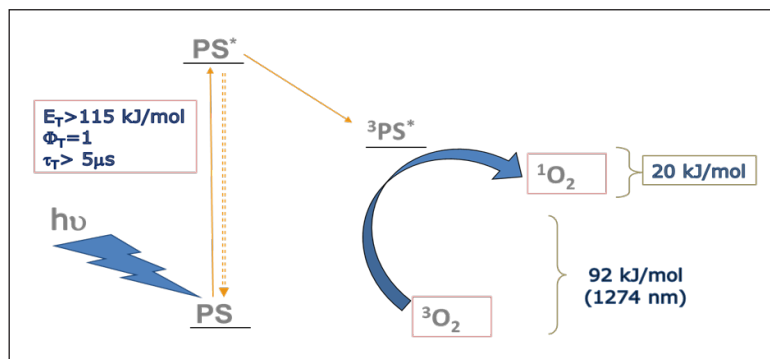
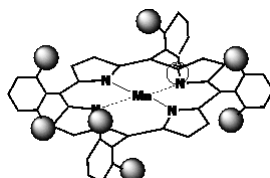


FIGURE 8
Transition of energy levels in sensitized conversion of oxygen triplet to singlet.

Looking at the stability of the macrocycles to reaction conditions, some of the characteristics of the structures we designed and synthesized to be used as biomimetic oxidation hydrogen peroxide catalysts also proved convenient for photodynamic therapy and for preparative photochemical oxidations though the role of the existing functionalities may be different in each case. This is particularly significant for the case of poly-halogenated macrocycles with different halogens. The chloro-sulfonylation of the TPP derivatives proved to be a reaction of broad value but different as an answer to each case.

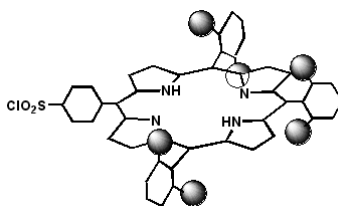
In a preliminary collaborative study photochemical conditions were established to be used in homogeneous medium photochemical oxidations with molecular oxygen (8. "Novel porphyrins and a chlorin as efficient Singlet Oxygen Photosensitizers for Photooxidation of Naphtol or Phenols to Quinones", D. Murtinho, M. Pineiro, M. M. Pereira, A. M. d'A. Rocha Gonsalves, L. G. Arnaut, M. Graça Miguel, H. Burros, *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2*, 2000, 2441-2447).

The importance of many oxidation products of cheap readily available starting materials justified studies of development of heterogeneous catalysts allowing for the use of these oxidation processes cheap and clean. Classical chemical oxidation processes use expensive and polluting reagents making it highly desirable alternative approaches. In a first approach we decided to exploit our method of synthesis of chloro-sulfonylated derivatives of porphyrins using as catalyst a structure based on that of TDCPP but with one of the phenyls not having chlorine substituents, MTDCPPP, (III).



(III)

Using reaction conditions developed for totally symmetric porphyrins using a mixture of the corresponding di-chlorophenyl/phenyl-benzaldehyde in the proportions of 3:1 we cannot obtain pure MTDCPPP but a mixture where it is however the main component. The very high efficiency of our chlorosulfonylation method and regioselectivity favoring the phenyl group relatively to the phenyl having attached deactivating groups allows for a very easy and efficient purification of the required *meso*-(chlorosulfonylphenyl-tridichlorophenyl)-porphyrin, CSPTDPP (IV).



(IV)

This new mono(chlorosulfonylated)porphyrin, CSTPDPP, proved useful for the preparation of catalysts supported on a polymeric matrix. In our case we used a Merrifield resin to which α , ω -diamines were previously attached to obtain amino alkylated polymers for easy attachment of the catalyst exploiting the reactivity of the chlorosulfonyl group. These supported catalysts proved able to generate singlet oxygen oxidizing substrates being the efficiency determined by the distance of the catalyst to the backbone of the polymer dependent of the chain length of the diamine used as spacer. Our catalysts

allow for additions of singlet oxygen of the type 4+2 to unsaturated systems such as in formation of ascaridole and conversion of naftols into naftoquinones, Figure 9 (9. "Covalently Immobilized Porphyrins as Photooxidation Catalysts", Sonia M. Ribeiro, A. C. Serra, A. M. d'A. Rocha Gonsalves, *Tetrahedron*, 63, 7885-7891, 2007).

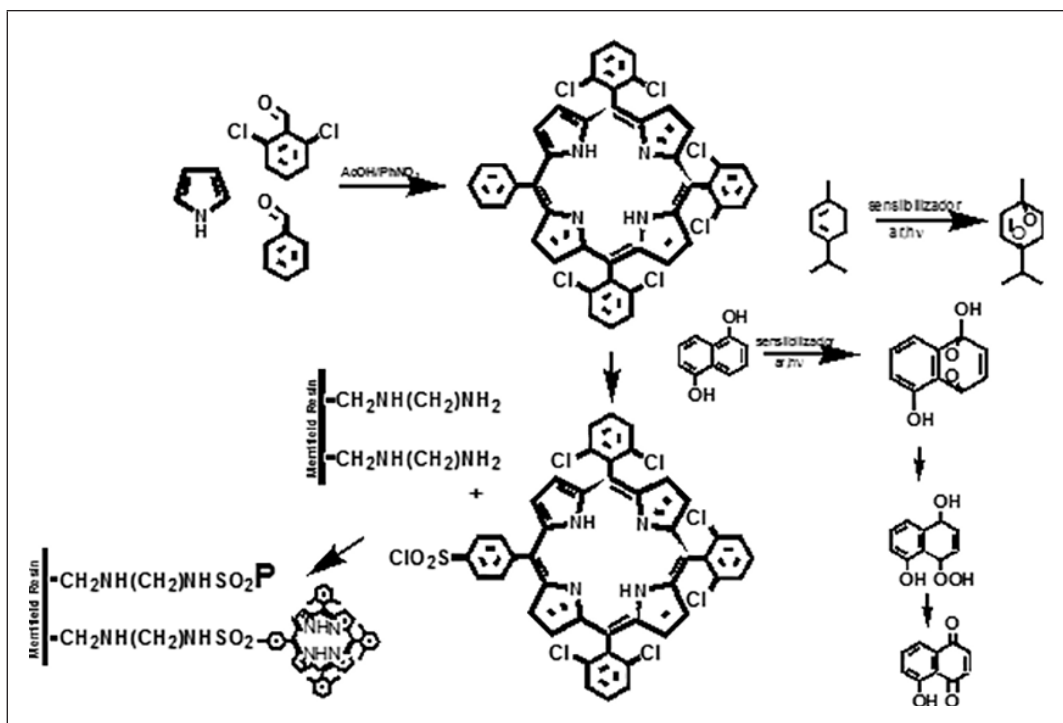


FIGURE 9
Porphyrin catalysis of photooxidations with molecular oxygen.

The preceding observations showed the potential of our approach to smooth efficient and clean oxidations over two groups of compounds of great practical and commercial interest. In drugs, aromas, food additives industries, and many others both terpenoids and quinones are particularly important chemicals. We intend to establish some connection between our basic research, the potential to exploit terpenes of our forest extractive products, industrial established capacities, market interest in this type of materials, and the need of bringing added value to them. In childhood we lived near what was then one of the first industrial facilities addressed to processing of national pine tree and this sounded then inquisitive to me. As a leader of a university research group I was asked consultancy to diversified industrial problems by industries using or exploiting terpenes. This gave us the opportunity to get some knowledge about this industrial and economic area. Broadly, the old Portuguese pine resin industry did not overcome a primary level and has to be considered as blocked. Partnership with international companies helped in some cases to a little progress but led also to cases of technical and business control truly appalling. During a large period, evolution of markets, selection of raw materials, and national forest exploitation led to almost full collapse of the old existing business with the survival of some structures under diverse frameworks,

though generally away of significant advances. At the moment there are some recovery attempts to exploit national raw materials, but we feel that many mentality handicaps persist. We still find many which we would classify as “old guard resin entrepreneurs”. Looking for references of old university concerns addressed to industrial activity, namely in Vicente de Seabra book “Elementos de Chimica”, (10. “Elementos de Chimica”, Vicente Coelho de Seabra, Real Oficina da Universidade, M.DCCLXXXVIII), we see that over 200 years ago while interest was given to the novel developments of science attention was paid to the needs of the industry and economic developments of the time. However, the knowledge about resins and its derivatives revealed in that book is not relevant. Not much more than to mention resins containing drying or aromatic volatile oils and that these are able to get thick or hardened when in contact with a bit of oxygen citing namely the resin of common pine tree. The poor level of scientific knowledge at the time did not help a better development of this field in a sustainable durable way. But if we look at the job placements of those our now many graduates particularly PhD's, we find a distribution unique comparatively to what we find in advanced countries. In our case the vast majority is sheltered in public institutions whose productivity for development is we certainly know as not much fruitful. Unfortunately, we do not know any other similar situation elsewhere in advanced societies.

Without pretending to present a complete solution to the above referred problems we are going to focus in our scientific study which we believe to fall in the interests of productive activity of the chemical industry of terpenes. Some years from now a big project was devised when an entrepreneur from the pharmaceutical industry planned to build a plant addressed to exploit pine resin all the way from the tree to the production of aromas. The feasibility of such project required chemical technology optimization and expertise of fine chemistry, optimization of methods to reduce operating costs, environmental, and quality control. The work here presented is inserted in those objectives.

Being necessary restructuring the industry from the technological and scientific point of view in order to assure its feasibility and strengthening addressed to high value market products, one line of interest may be centered on the capacity to make terpenoids of high-value. Since these are often oxidation products of low value terpenes of natural origin, namely from pine resin, our preliminary results were certainly promising and deserved to be further exploited. After proving that the structures of simple porphyrins made available from our work could be easily attached to a polymeric matrix generating heterogenous catalysts able to promote photooxidation of a terpene by molecular oxygen, we extended our studies in order to obtain highly active and selective catalysts liable to good recovery and stability favoring recycling maintaining efficiency.

Silica gel was an attractive support for several reasons: material of low cost and stable, transparent to visible light, permeable to oxygen and to substrates since it is susceptible of modeling of dimension both of particle and porosity. The use of silica-gel to support catalysts was reported (11. A. Corma, H. Garcia, *Adv. Synth. Catal.* 348 (2006) 1391) including for the case of immobilizing photo-sensitizers. (12. a] H. Schmaderer, P. Hilgers, R. Lechner, B. König, *Adv. Synth. Catal.* 351 (2009) 163; b] T. Carofiglio, P. Donnola, M. Maggini, M. Rosseto, E. Rossi, *Adv. Synth. Catal.* 350 (2008) 2815; c] K. Ishii, Y. Kikukawa, M. Shiine, N. Kobayashi, T. Tsuru, Y. Sakai, A. Sakoda, *Eur. J. Inorg. Chem.* (2008) 2975; d] H. Shimakoshi, T. Baba, Y. Iseki, A. Endo, C. Adachi, M. Watanabe, Y. Hisaeda, *Tetrahedron Lett.* 49 (2008) 6198;

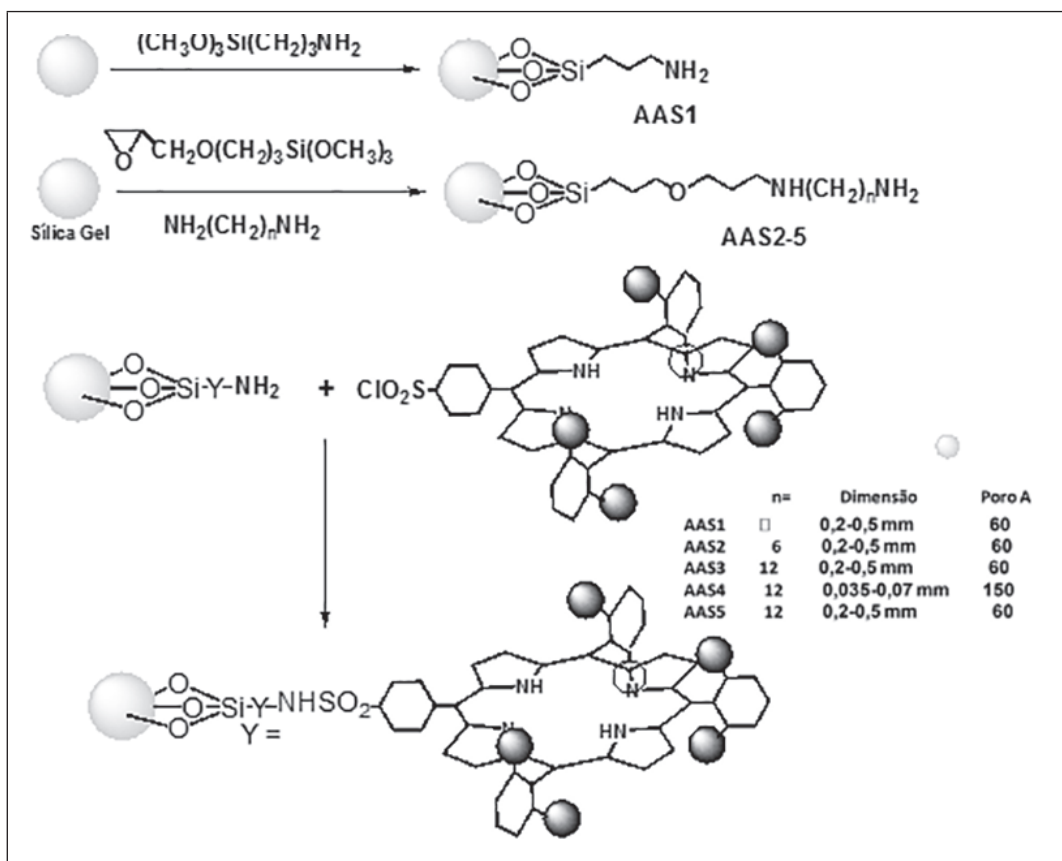


FIGURE 10
Scheme of attaching of the photocatalyst to a silica support

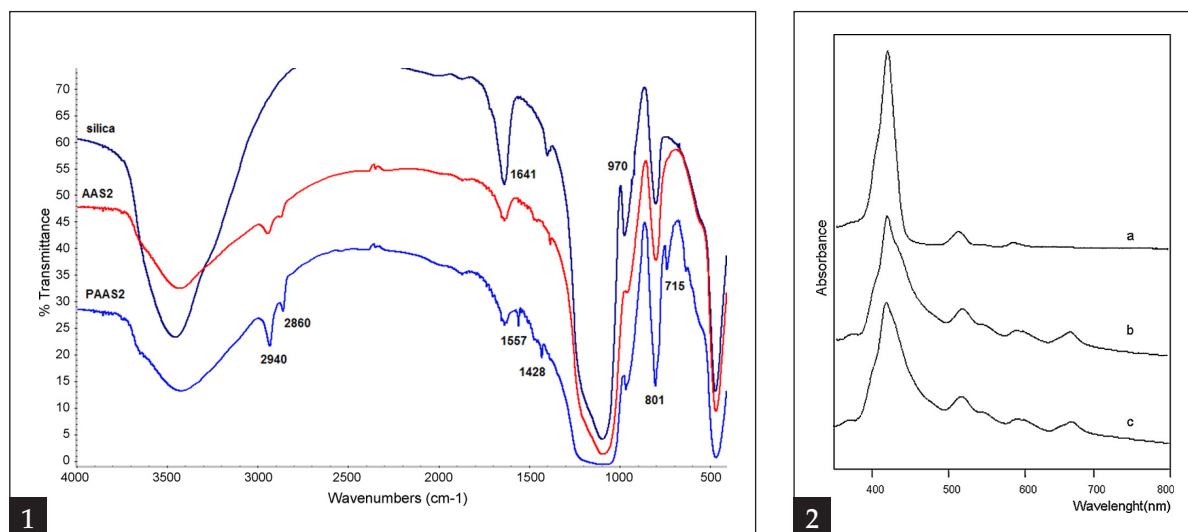


FIGURE 11
1) IR spectra of silica before and after attachment of the spacer, AAS2; 2) Visible spectra of the free catalyst, P (a), and after attachment to the support, PAAS (b, c).

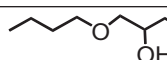
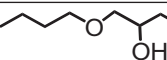
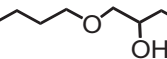
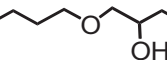
e] C. Cantau, S. Larribau, T. Pigot, M. Simon, M.T. Maurette, S. Lacombe, *Catal. Today* 122 (2007) 27; f] K. Feng, R.-Y. Zhang, L.-Z. Wu, B. Tu, M.-L. Peng, L.-P. Zhang, D. Zhao, C.-H. Tung, *J. Am. Chem. Soc.* 128 (2006) 14685; g] N. Kitamura, K. Yamada, K. Ueno, S. Iwata, *J. Photochem. Photobiol. A: Chem.* 184 (2006) 170; h] T. Hino, T. Anzai, N. Kuramoto, *Tetrahedron Lett.* 47 (2006) 1429). However, there was evidence of difficulties originating of suppression of singlet oxygen on silica surface. (13. a] C. Cantau, T. Pigot, N. Manoj, E. Oliveros, S. Lacombe, *ChemPhysChem*, 8 (2007) 2344; b] S. Jockush, J. Sivaguru, N.J. Turro, V. Ramamurthy, *Photochem. Photobiol. Sci.*, 4 (2005) 403; c] K.-K. Iu, J.K. Thomas, *J. Photochem. Photobiol. A: Chem.* 71 (1993) 55).

Convenient conditions to insert spacers above referred allowed to exploit different spacers and types of silica-gel and we selected a lot of samples of silica with various particle and pore dimensions to which we attached different spacers starting from 3-(aminopropyl)tri-methoxysilane (14. T. Luts, W. Suprum, D. Hofmann, O. Klepel, H. Papp, *J. Mol. Catal. A: Chem.* 261 (2007) 16) and 3-(glycidyoxypropyl)-trimetoxysilane, and 1,6-hexanodiamine, or 1,12-dodecanodiamine (15. D. Zois, C. Vartzouma, Y. Deligiannakis, N. Hadjiliadis, L. Casella, E. Monzani, M. Louloudi, *J. Mol. Catal. A: Chem.* 261 (2007) 306), following by connection to these one of our chlorosulfonylated porphyrins as sensitizer, PAAS (Figure 10). (16. "Covalently immobilized porphyrins on silica modified structures as photooxidation catalysts", Sónia M. Ribeiro, Arménio C. Serra, A.M.d'A. Rocha Gonsalves, *Journal of Molecular Catalysis A, Chemical* 326, 2010, 121–127).

The presence of the organic structures linked to the silica was confirmed by evidence trough the characteristic infrared bands not existing in the original silica (Figure 11-1). The presence of the sensitizer is easily detected from the visible spectra shown by the final catalyst spectra which also shows reasonable evidence of the catalyst transparency to visible light (Figure 11-2).

The incorporation of the porphyrin to the silica modified matrix is higher than that observed in the case of the modified Merrifield resin (17. M.S. Ribeiro, A.C. Serra, A.M.d'A. Rocha Gonsalves, *J. Catal.* 256 (2008) 331). In the case of a very short spacer that incorporation is comparatively low apparently due to the proximity of the amine group to the polymer impairing the reaction to the chlorosulfonyl group. Using previous experience and convenient adaptation we prepared various catalysts (Table 1).

TABLE 1

Aminoalkylated silica	Amino group incorporation (mmol/g)	Catalyst	 $Y = \text{---Si---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---NH---SO}_2\text{---Porphirina}$	Incorporated Porphyrin (mmol/g)
AAS1	0,68	PAAS1	$\text{---(CH}_2\text{)}_3$	0,040
AAS2	0,38	PAAS2		0,142
AAS3	0,31	PAAS3		0,115
AAS4	0,29	PAAS4		0,158
AAS5	0,33	PAAS5		0,151

The above catalysts were used in photooxidations of α -terpinene as substrate in the ratio of 1:600 and 1:5000 leading to the production of ascaridole as principal product and also of some *p*-cymene (Figure 12 and Table 2).

TABLE 2

Entry	Photosensitizer	$R=n_{\text{sens}}/n_{\text{sub}}$	Time	5(%)a
1	1	1:600	1,5	93 (7)
2	1	1:5000	2,3	96 (4)
3	1b	1:5000	5	98 (2)
4	PAAS1	1:600	5	94 (6)
5	PAAS1	1:5000	8,5	90 (10)
6	PAAS2	1:5000	7,5	76 (24)
7	PAAS3	1:600	5,5	97 (3)
8	PAAS3	1:5000	7,5	86 (14)
11	PAAS4	1:5000	10,5	77 (23)
12	PAAS5	1:5000	13	76 (24)

a) Yield of isolated 5 (*p*-cymene)

b) Added silica to the homogeneous solution

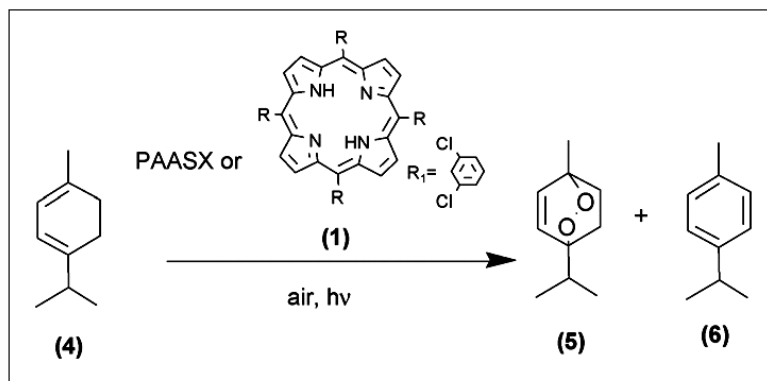


FIGURE 12
Photocatalytic oxidation of *p*-cymene.

After recovery from first reaction our catalysts proved to be recyclable as shown in Table 3.

TABLE 3
Oxidation of α -Terpinene, cat/subs 1:5000

Reuse	Photosensitizer	Time (h)	5 (%)
0	PAAS1	8,5	90 (10)
1 st		8,5	78 (22)
2 nd		12,5	50 (50)
0	PAAS2	7,5	76 (24)
1 st		9,5	67 (33)
2 nd		16	42 (58)
0	PAAS3	7,5	86 (14)
1 st		11,5	83 (17)
2 nd		11,5	85 (15)

Going to products of higher value we studied the capacity of our catalysts to oxidize citronellol, a necessary step to transform this compound into the high valuable rose oxide. In this case oxygen singlet through an *ene*-reaction attack to the substrate can lead to two products, Figure 13.

To generate rose oxide, isomer 8 must be favored.

In Table 4 we see that the various catalysts tend to generate almost equivalent quantities of 8 and 9 though the last is often favored. Eventual interaction of the citronellol hydroxy group with those on the silica surface has no favorable effect to desired prevalence of isomer 8. Only for the case of reaction performed in homogeneous medium in CCl_4 the formation of isomer 8 is relatively favored.

Under our reaction conditions we observed similar orientation relatively to the possible isomers for the photooxidation of linalool, regioselective reaction relatively to the two double bonds, Figure 14.

Our heterogeneous photooxidation catalysts on silica support allowed for high yield reactions in 4+2 and *ene*-reactions but having reaction times significantly larger then in the case of using the same catalyst as a free species.

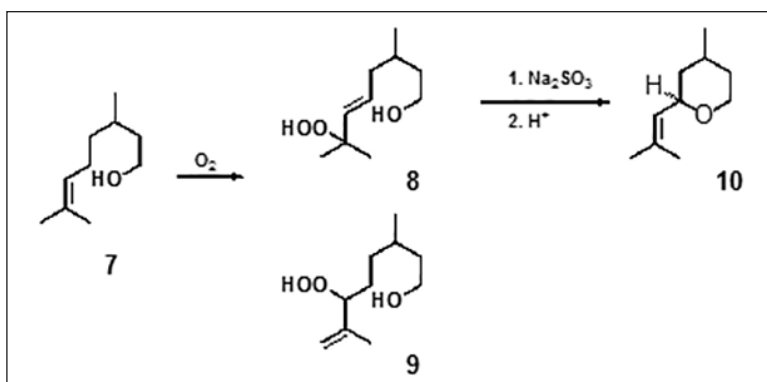


FIGURE 13
Scheme of conversion of citronellol to rose oil through photooxidation whit Porphyrin 1 or PAAS1-PAAS5.

TABLE 4

Results of photooxidation of citronellol with the various catalysts prepared

Entry	Photosensitizer	$R=n_{\text{sens}}/n_{\text{sub}}$	Time	Isolated(%)	8/9 (%)
1	1	1/600	1,5	99	49/51
2	1	1/5000	4	97	48/52
3	1a	1/5000	5	99	53/47
4	PAAS1	1/600	9	95	47/53
5	PAAS1	1/5000	45	99	34/66
6	PAAS2	1/5000	59	99	36/64
7	PAAS3	1/600	28	99	44/56
8	PAAS3	1/5000	44	99	35/65
9	PAAS3 ^a	1/5000	47	99	45/55
10	PAAS4	1/5000	47	98	40/60
11	PAAS5	1/5000	71	99	39/61

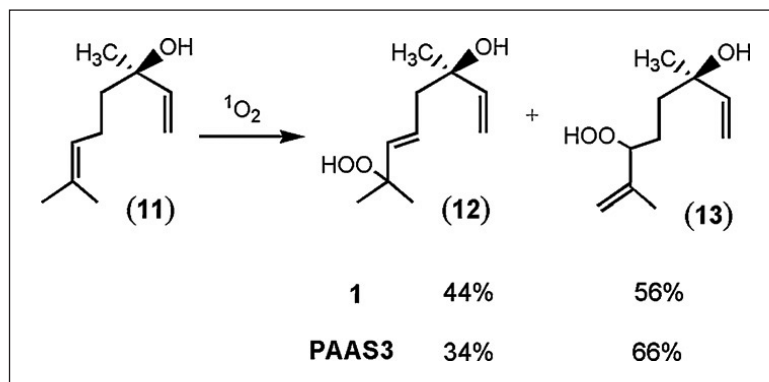
a) Solvent CCl₄

FIGURE 14

Selectivity of linalool photooxidation

Considering the above studies and aiming to find more convenient conditions, relatively to industrial improvements exploiting starting materials from pine resin, our studies followed with attempts to optimize the catalyst and reaction conditions from the energetic and environmental point of view (18. "Efficient Solar Photooxygenation with Supported Porphyrins as Catalysts", Sonia Ribeiro; Arme-nio C. Serra; and Antonio M. d' A. Rocha Gonsalves, ChemCatChem, 5, 134-137, 2013). An approach using the catalyst supported on a Merrifield resin seemed more convenient and so we tried to exploit alternative spacers to connect the catalyst to matrix. The alternatives are presented in scheme of Figure 15:

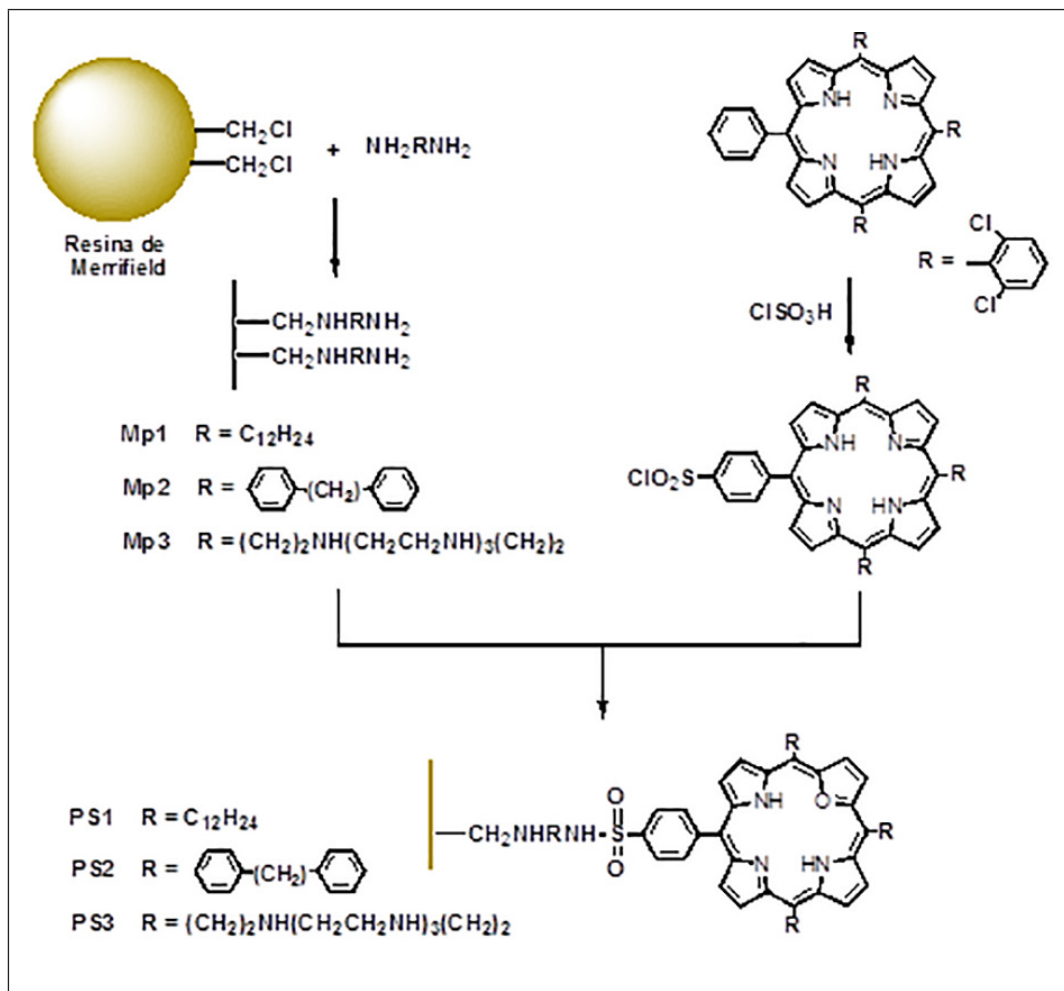


FIGURE 15

Spacers and scheme of preparation of catalysts supported on Merrifield resin.

The different spacers link the catalyst in different proportions but the higher catalyst proportion occurring with the di-aryl spacer does not correspond to the better performance as seen in Table 5.

Assembling a simple device built with laboratorial equipment we performed some trial experiments using only sunlight under a fluence measured as 45-55 W cm². In Figure 16 we see a scheme of the reactions studied. Results of such reactions performed in CHCl₃ are presented in Table 6.

TABLE 5

Nitrogen content of polymers MpX and PsX

Entry	Polymer	Nitrogen %	Polymer	Nitrogen %	Porphyrin incorporation (nmol/g)
1	Mp1	1.34	Ps1	1.54	0.0357
2	Mp2	1.18	Ps2	1.58	0.0714
3	Mp3	3.45	Ps3	3.65	0.0356

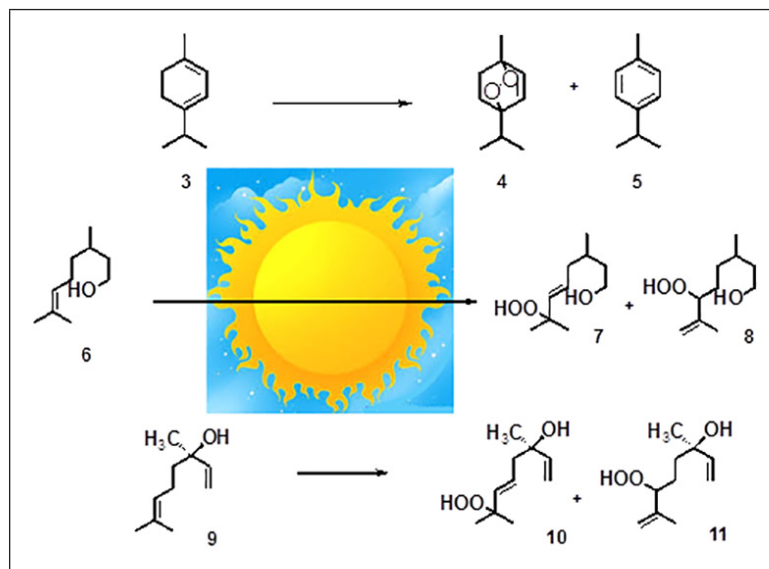


FIGURE 16
Photochemical catalytic sunlight conversions of natural terpenes.

TABLE 6
Sunlight photooxygenation with catalysts Ps1-Ps3

Entry	PsX	Substrate	$n_{\text{sens}}/n_{\text{sub}}$	Time (h)	Yield(%)	Selectivity (%)	
1	Ps1	3	1/10000	3	87	4 (84)	5 (16)
2	Ps1	3	1/30000	4	80	4 (61)	5 (39)
3	Ps1	3	1/30000	5	89	4 (71)	5 (29)
4	Ps1	3	1/60000	8	92	4 (31)	5 (69)
5	Ps1	6	1/10000	7	99	7 (47)	8 (53)
6	Ps1	9	1/10000	8	99	10 (47)	11 (53)
7	Ps2	3	1/30000	5	98	4 (70)	5 (30)
8	Ps2	6	1/10000	5	99	7 (42)	8 (58)
9	Ps2	9	1/10000	6	99	10 (42)	11 (58)
10	Ps3	3	1/10000	3	95	4 (87)	5 (13)
11	Ps3	3	1/30000	4	89	4 (87)	5 (13)
12	Ps3	6	1/10000	8	99	7 (48)	8 (52)
13	Ps3	9	1/10000	6	97	10 (52)	11 (48)
14	Free	3	1/10000	6	9	4 (9)	5 (91)

The conversions obtained are particularly high even in the case of a ratio catalyst/substrate 1:60,000 although not always with very favorable selectivities. In the case of linalool catalysis is regioselective. Only oxidation of the double bond more electron rich.

In Table 7 we can see the results obtained when catalysts PS1 and PS2 are recycled and used to convert substrate 3.

TABLE 7

Recycling of catalysts Ps1 and Ps2 on substrate 3

Entry	Ps1	Time	Yield, %	Selectivity, %	
1	Ps1	4	80	4 (61)	5 (39)
2	Ps1	5	86	4 (53)	5 (47)
3	Ps1	8	83	4 (50)	5 (50)
1	Ps2	4	89	4 (67)	5 (33)
2	Ps2	4.5	91	4 (66)	5 (34)
3	Ps2	4	91	4 (73)	5 (17)

Trying to eliminate the chlorinated solvent on grounds of environmental nature we decided to use ethanol though knowing that in such medium singlet oxygen has a shorter lifetime. But this approach proved particularly convenient. Results of photooxygenation with catalyst PS3 the catalyst which proved to be the preferred in previous experiments are shown in Table 8.

TABLE 8

Sunlight photooxygenation with catalyst Ps3 in ethanol

Entry	Substrate	n_{cat}/n_{sub}	Time (h)	Yield, %	Selectivity, %	
1	3	1/10000	1.5	94	4 (99)	5 (1)
2 _a	3	1/30000	2.5	92	4 (99)	5 (1)
3 _b	3	1/30000	3	86	4 (99)	5 (1)
4	3	1/30000	3.5	89	4 (99)	5 (1)
5	6	1/60000	6	90	4 (99)	5 (1)
6	9	1/10000	7	99	7 (49)	8 (51)

a) 1st recycling

b) 2nd recycling

It must be emphasized that the reactions are faster in ethanol than in chloroform and the rate of reaction compares with the one occurring with that observed when using a free catalyst in homogeneous phase. For the case of α -terpinene selectivity to the production of ascaridole has a spectacular increase being this even higher for the case of recycling experiments.

Oxidation of citronellol is also more efficient although without any increase of selectivity to any of the two possible products.

Our interpretation for the unexpected lower efficiency of the reactions performed in chloroform, where the lifetime of oxygen is longer than in ethanol, is based in the fact that chloroform competes with the substrate being oxidized giving a product which is decomposed liberating an acid which protonates the catalyst lowering its efficiency. This acid formed when using chloroform also assists the elimination of water favoring the formation of *p*-cymene.

Presenting this work as a study with interest for the qualitative development of the national terpenes industry we do not mean that it corresponds to a solution for all the difficulties that such development as experimented. But we have no doubt that it corresponds to a model of work and that some results and above all the concept presented can be used and adapted to the situation.

Having studied for example a reaction using sunlight irradiation does not mean that an industrial solution should necessarily adopt that source of radiation. An artificial source of radiation is probably a more adequate answer. But the experiment illustrates the potential and easy control of the method, fundamental aspects from the technological and economic points of view.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 16 DE OUTUBRO DE 2014)

Anatomia artística na Pérsia Antiga II

Império Selêucida, Império Arsácida ou Parta e Império Sassânida

J. A. ESPERANÇA PINA

ASPECTOS GERAIS

Alexandre, o Grande anexou o Império Aquemênida e após a sua morte um dos seus generais, fundou o *Império Selêucida* (330-125 a.C.). Seguiu-se a formação do *Império Arsácida ou Parta* (247 a.C.-224) e depois o *Império Sassânida* (224-651), que caiu em poder dos Árabes, marcando o início da Era Islâmica.

5. IMPÉRIO SELÊUCIDA (330-125 A.C.)

A conquista do Império Aquemênida, por Alexandre, o Grande, foi possível devido à sua capacidade militar excepcional e à superioridade do seu exército. Após a inesperada morte de Alexandre, este deixou sem herdeiros um extenso império de cultura parcialmente helénica. O império foi sofrendo numerosas rebeliões, e um dos seus generais, Seleuco, que casou com uma princesa bacteriana, tornou-se o primeiro rei selêucida.

5.1. Geografia do Império Selêucida

A extensão do Império Selêucida era constituída por uma multidão de povos: gregos, persas, medos, judeus, indianos, entre outros. A população era de cerca de 35 milhões de habitantes, ou seja 15% da população mundial, sendo o mais poderoso império do mundo.

5.2. História do Império Selêucida

Durante o século IV a.C., o Império foi esfacelado em consequência de numerosas revoltas, mas o golpe final foi dado por *Alexandre, o Grande*, que anexou o Império Persa depois de derrotar as tropas de Dário III. À morte de Alexandre, em Babilónia (323 a.C.), seguiu-se uma longa luta pelo trono, entre os seus generais.

Seleuco I (321-281 a.C.) saiu vencedor, tendo fundado na região da Babilónia o Império Selêucida. Anexou o resto do antigo Império Persa a leste, até ao rio Indo na Índia, assim como o norte da Síria e a região oriental da Anatólia. Devido ao seu casamento com uma nobre persa, conduziu a ligação dos macedónios com os persas.

Antíoco I (280-261 a.C.) falhou em prosseguir o plano expansionista de seu pai, reduzindo o Império em resultado das derrotas com a Síria.

Antíoco II (260-246 a.C.) conduziu à decadência do Império, com as perdas das satrapias de Pátra e Bacteriana (actual Afeganistão).

Seleuco II (245-226 a.C.) recebeu o trono com o Império em declínio, que se exacerbou com a derrota contra Ptolomeu III do Egito e numa guerra civil contra o seu irmão.

Antíoco III (223-187 a.C.) encorajado por Aníbal de Cartago a atacar a Macedónia, sofreu uma derrota, o mesmo sucedendo com Roma. Antíoco III foi forçado a assinar um tratado, onde deveria entregar todos os territórios europeus e os do norte da Ásia Menor.

Antíoco XIII (69-64 a.C.) devido à guerra civil acabou por ser invadido pelo exército romano, sendo o Império Selêucida transformado numa província romana.

5.3. Anatomia Artística do Império Selêucida

A conquista de Alexandre Magno marcou um tempo de paragem na evolução da arte persa, muito avançada durante cerca de sete séculos. O conquistador pretendeu criar uma civilização mista, entre a Grécia e a Pérsia, mas que rapidamente se desagregou. A arte persa no Império Selêucida revela a existência de uma mistura de três modelos artísticos: a arte helenística, a arte greco-persa e a arte persa propriamente dita. Conhece-se pouco da arte selêucida. Na arquitectura, os restos do templo de Kengavar e do templo de Khurha, e na escultura uma estátua, um busto e dois fragmentos de importantes estátuas.

5.3.1. Arquitectura

A arquitectura encontra-se representada no templo de Kengavar e no templo de Khurha, ambos em mau estilo grego, como se observa nas proporções e nas colunas.

O *templo de Kengavar* (200 a.C.) perto de Kermanshad foi concebido em estilo grego. Tem uma sala com 200 m², as paredes com grossos blocos de pedra e as colunas com capitéis dóricos.

O *templo de Khurha* (200 a.C.), perto de Qurn, foi também concebido em estilo grego. As colunas ultrapassam as proporções clássicas, entre a altura e o diâmetro com os capitéis em mau estilo jónico.

5.3.2. Escultura

A *estátua* (século II a.C.), em pedra, encontra-se na Coleção Rabenou, em Nova Iorque. O membro superior esquerdo está estendido ao longo do corpo e o membro superior direito tem o cotovelo flectido com a mão em pronação. A cabeça tem o cabelo caído e a barba e pêra curta, a fenda palpebral apresenta uma ligeira concavidade superior e a fenda da boca está horizontalizada. A mímica sugere benevolência piedosa.

O *busto feminino* (séculos II-I a.C.), em alabastro, procedente das montanhas de Bakhtiari, encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. O busto pertence a uma deusa, provavelmente Afrodite Calipígia, com características helenísticas, estando a metade ífero-esquerda com roupagem drapeada e a metade súpero-direita põe a nu a mama direita. Apresenta a incisura jugular, o manúbrio e o corpo do esterno e os fascículos anteriores do músculo deltóide. A mama direita com a aréola da mama e papila mamária, muito bem representada.

A *cabeça feminina* (século II a.C.), em bronze, procedente do Santuário de Shami (Cuzistão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. O fragmento de cabeça fundida em bronze, com características helenísticas, tem o nariz tipo grego, com uma depressão entre o dorso do nariz e a glabella e os lábios entreabertos. A mímica sugere reflexão com ponderação.

A *cabeça masculina* (século II a.C.), em bronze, procedente do Santuário de Shami (Cuzistão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. O fragmento da cabeça fundida em bronze, de monarca, provavelmente Antíoco II, tem características helenísticas, com parte das duas orelhas e do pescoço, bem como algumas madeixas da franja. O nariz tipo grego tem uma depressão pouco acentuada, entre o dorso do nariz e a glabella. Os lábios são carnudos, o queixo, a maxila e o ramo da mandíbula direitas estão proeminentes e o sulco naso-labial muito marcado. A mímica sugere reflexão com meditação.

6. IMPÉRIO ARSÁCIDA OU PARTA (250-226 A.C.)

6.1. Geografia do Império Arsácida ou Parta

O território estendeu-se das margens setentrionais do Eufrates, no actual sudeste da Turquia, até ao este do Irão. Dominava a Rota da Seda, a rota comercial que ligava o Império Romano e os países mediterrânicos ao Império Han, da China, e por isso se tornou um importante entreposto comercial.

6.2. História do Império Arsácida ou Parta

Ársaces I (247-217 a.C.) chefe da tribo derrotou Andrágora, o sátrapa da Partia, dando o seu nome à dinastia arsácida.

Mitridates I (171-139 a.C.), considerado por alguns como o verdadeiro fundador da dinastia, assumiu o título de “rei dos reis” e transformou a Pátria numa grande potência. Anexou no ocidente parte do Irão e da Mesopotâmia, e no oriente alcançou a Índia.

Mitridates II (124-88 a.C.) interveio pela primeira vez na Arménia e estendeu o seu poder até ao curso superior do Rio Eufrates, passando este rio a constituir a fronteira ocidental do reino. Os Partas consolidaram as relações com a dinastia chinesa dos Han, passando a controlar a “Rota da Seda”, que trocava o lucrativo comércio da seda, das especiarias e de produtos sumptuários, entre a China e Roma.

Gotarces I (91-81 a.C.) e dois sucessores atravessaram um período de grande debilidade, conduzindo à perda de algumas regiões da Pátria.

Fraatres III (71-58 a.C.) encontrou um Império de dimensões reduzidas. A Arménia e as cidades da Mesopotâmia, entre o Tigre e o Eufrates, foram o alvo da discórdia entre Partos e Roma, sendo a batalha de Carras um dos maiores desastres militares romanos, o que permitiu que o Rio Eufrates se mantivesse como fronteira entre ambos os Impérios, durante mais de um século.

Artabano IV (213-224) foi o último soberano parta, originou o fim do Império Arsácida ou Parta, não por causas externas, mas pela revolta de Ardachir, um dinasta da cidade de Istakhr. Utilizou o epónimo de Sássn, um deus desconhecido, que deu nome ao Império Sassânida por ele fundado.

6.3. Anatomia Artística no Império Arsácida ou Parta

6.3.1. Arquitectura

Diversas cidades partas dispuseram de importantes palácios, sendo de realçar os das cidades de Nisa, Assur e Hatra. Em finais do século II é de referir a influência romana em Hatra e Palmira.

Palácio de Nisa

O Palácio de Nisa tinha uma grande sala central, várias vezes modelada, com o teto com vigas sustentadas por quatro colunas quadrilobadas. As paredes tinham nichos com estátuas masculinas e femininas, que representavam divindades e reis partas. As estátuas em mármore tinham características helenísticas.

Palácio de Assur

O Palácio de Assur apresentava um pátio quadrado, onde se abriam quatro *iwan* em cada um dos lados do quadrado. Os *iwan* eram salas rectangulares abobadas, abertas para o pátio através de um portal ricamente decorado.

A fachada dos *iwan*, observada pelo pátio, apresentava três registos com nichos e finas colunas decorativas.

Palácio de Hatra

A fachada do palácio é fortemente influenciada pelo estilo greco-romano. No Palácio de Hatra encontram-se dois *iwan*, com grandes e pequenas salas abobadas. O templo está ligado a um dos *iwan*.

Templo de Bal em Palmira

Palmira (hoje Tadmor) é uma cidade da parte central da Síria, cujo nome se refere a palmeira, estando localizada num oásis, situado a meia distância entre o Mar Mediterrâneo e o Rio Eufrates. Palmira adquiriu uma certa independência perante Roma e Parta, até que no Império Sassânida se transformou numa fortaleza militar. Em 270, o Imperador Aureliano destruiu Palmira.

O *Templo de Bal* foi construído de acordo com características romanas e ornamentação persa.

6.3.2. Escultura e relevos

A escultura encontra-se representada em estátuas e baixos-relevos, sendo de salientar as existentes em hipogeus e em lugares de culto.

Escultura em hipogeus

As diversas formas de inumação constituíam a tolerância religiosa em Partos. Nas regiões orientais, após a morte o cadáver era exposto, e depois de algum tempo os ossos eram depositados em ossários ou *astodans*. Na região sudoeste, o cadáver era colocado num sarcófago de tampa oval, e guardado em hipogeus decorados com figuras em relevo, e no interior colocavam-se figurinhas de terracota, vasos de ouro e prata ou moedas.

O *túmulo de Yarkat* (175-200), proveniente de Palmira, encontra-se reconstituído no Museu Nacional de Damasco. O sarcófago ocupa a posição central, por baixo de um *klinè*, com o banquete dos parentes próximos. O túmulo está rodeado por numerosos bustos dispostos em três registos.

*Escultura em lugares de culto**Tang-I Sarvak*

O *relevo rupestre* (século 200), na rocha de uma montanha, encontra-se em Tang-I Sarvak (Cuzistão). O principado Elimaide constituía a parte norte do antigo Elão, correspondendo a Susa. O

território foi independente por pouco tempo, representando o baixo-relevo a submissão do príncipe Elimaide ao rei Mitridates I.

O relevo rupestre (século 200), na rocha de uma montanha, encontra-se em Tang-I Sarvak (Cuzistão). O registo superior representa uma personalidade de pé, a realizar uma acção de graças diante de um altar, em forma de bétilo (pedra sagrada). Atrás o monarca sentado num trono oriental tem na mão direita um anel, símbolo do poder.

Shami

A cabeça masculina (século II a.C.), em mármore, procedente do Templo de Shami (Cuzistão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Representa a cabeça de um príncipe parta com os cabelos presos por um diadema, e a barba e pêra curtas e bem tratadas. A rima das pálpebras esquerdas mostra os dois terços laterais da esclera, as aberturas das narinas é típica da raça amarela e a referência da maxila muito marcada. A mímica sugere surpresa e ponderação.

O príncipe parta (século II a.C.), em bronze, procedente do Templo de Shami (Cuzistão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. É uma estátua maior que o natural, impondo-se pelo seu estatismo, com ausência do membro superior direito e da mão esquerda. A cabeça coberta com um chapéu, actual tipo panamá, e uma fâcies mal definida, pelo que não é possível determinar a mímica.

Nimrud Dagh

O monte de Nimrud Dagh encontra-se situado no sudoeste da Turquia, com altitude de 2150 metros, onde se situam as ruínas do túmulo de Antíoco I, em forma de pirâmide. Os terraços este e oeste do monte correspondem às bases do túmulo, com estátuas gigantescas em estilo helenístico, representando os deuses (Zeus, Apolo, Hércules e Comagena), o rei Antíoco I, e os guardiões do templo, o leão e a águia.

A cabeça de Zeus (século I a.C.), em calcário, encontra-se em Nimrud Dagh, no túmulo de Antíoco I. O deus apresenta-se com chapéu e barba tipo persa, a rima das pálpebras muito abertas e os lábios carnudos. A mímica sugere benevolência piedosa.

A cabeça de Hércules (século I a.C.), em calcário, encontra-se em Nimrud Dagh, no túmulo de Antíoco I. O deus apresenta-se também com chapéu e barba tipo persa, e também com a rima das pálpebras muito grande e os lábios carnudos. A mímica exprime contemplação e desconfiança.

A cabeça de Apolo (século I a.C.), em calcário, encontra-se em Nimrud Dagh, no túmulo de Antíoco I. O deus, muito jovem, com características helenísticas apresenta-se sem barba. A mímica insinua reflexão com intensa meditação.

A cabeça da deusa Commagène (século I a.C.), em calcário, encontra-se em Nimrud Dagh, no túmulo de Antíoco I. Trata-se da deusa da fertilidade com uma coroa de frutos. A mímica sugere meditação com tristeza.

A cabeça de Antíoco I (século I a.C.), em calcário, encontra-se em Nimrud Dagh, no túmulo de Antíoco I. O rei foi esculpido ainda jovem, no início do seu reinado, provavelmente na apoteose da sua coroação. A mímica exprime atenção com circunspeção.

O perfil de Antíoco I e Dário I (século I a.C.), em calcário, encontra-se em Nimrud Dagh, no túmulo de Antíoco I. A fâcies de Antíoco I está muito danificada, enquanto a de Dário I parece exprimir altivez arrogante.

Antíoco e o deus Hércules (século I a.C.), em grés, encontram-se em Nimrud Dagħ. As duas personagens cumprimentam-se. A nudez de Hércules permite observar as suas referências osteo-musculares. A anatomia de superfície mostra as referências tóraco-abdominais, bem marcadas, no manúbrio, corpo e processo xifóide do esterno, linha alba, umbigo, e músculos rectos e oblíquos externos do abdómen. A anatomia de superfície nos membros superiores e inferiores apresenta as referências osteo-musculares mal marcadas.

Antíoco e o deus Apolo (século I a.C.), em grés, encontra-se em Nimrud Dagħ. O rei e o deus parecem contemplar-se mutuamente, tendo o deus do sol a auréola de raios, difundindo a luz.

Susa

A cabeça de homem barbudo (séculos I-III), em calcário, procedente de Susa, encontra-se no Museu do Louvre em Paris. A cabeça está esculpida com características orientais. Apresenta dois sulcos frontais incompletos, três sulcos verticais e sulcos génio-labiais muito bem marcados. Estas referências cutâneas definem a mímica de reflexão com atenção e olhar perscrutador.

A cabeça feminina (século I), em mármore, procedente do Santuário de Shami (Susa), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Representa a cabeça de uma rainha parta, possivelmente mulher do rei Fraatres IV, com coroa denticulada aqueménida. Trata-se de uma imagem helenística com uma inscrição grega na coroa. O cabelo é curto e bem tratado, os arcos superciliares convergem para a raiz do nariz. O olho direito está em abdução e o olho esquerdo em adução, fixando alguma coisa situada à direita. As referências cutâneas dos lábios estão muito bem representadas. A mímica sugere contemplação com afectividade.

Hatra

O rei Uthal de Hatra (século II), em mármore, procedente do Templo de Hatra, encontra-se no Museu de Mossul em Bagdad. Apresenta-se numa inflexível posse frontal, trajando uma vestimenta requintada a dar pelos joelhos e deixando ver uma espécie de calças com sulcos horizontais. A cabeça apresenta chapéu cónico e barba e pêra curta, características partas. A mão direita transmite um gesto de adorador, enquanto a mão esquerda segura uma catapulta.

O rei Sanatruq de Hatra (séculos I-II), em mármore, procedente de Hatra, encontra-se no Museu Nacional de Bagdad. Apresenta aspectos semelhantes à escultura anterior, mas a cabeça com tiara e o cabelo abundante e encaracolado. A mão esquerda segura provavelmente uma pena de escrita.

A princesa Washfari filha do rei Sanatruq (século II), em mármore, procedente de Hatra, encontra-se no Museu Nacional de Bagdad. Apresenta-se sentada em pose frontal, e traça uma roupagem requintada, com ricos brincos e colar. A cabeça apresenta um chapéu coniforme prolongado por um véu, o joelho direito muito pronunciado e a mão direita transmitindo um gesto de adoradora.

A cabeça de um rei parta (séculos I-II), em pedra, procedente de Hatra, encontra-se no Museu Nacional de Bagdad. O cabelo e as orelhas não se observam, o chapéu está fixo por uma tiara, tem forma esferoidal, e figuras geométricas com quadrados envolvendo círculos. A barba e a pêra cónica têm os pelos dispostos verticalmente e a rima das pálpebras aberta. A mímica sugere reflexão ponderada.

A cabeça masculina (século II), em calcário, procedente do Templo de Hatra, encontra-se no Museu Nacional de Bagdad. A cabeça tem o cabelo encaracolado e a barba que reveste a face continua com o

bigode e prolonga-se pela pêra. As rimas das pálpebras estão semi-abertas, as aberturas das narinas são elípticas e a saliência da maxila muito desenvolvida. A mímica sugere reflexão ativa e cautelosa.

Palmira

O *baixo-relevo* (156), em calcário, encontra-se em Palmira. Representa uma cena religiosa de um sacrifício. No centro encontra-se uma personagem, em frente de um altar, ladeada por duas divindades guerreiras a cavalo.

A *tríade de divindades* (século I), em pedra, procedente de Palmira, encontra-se no Museu do Louvre em Paris. Representa Baalshamin, ao centro, com Aglibol, à sua direita e Malakbel, à sua esquerda, todos com equipamentos militares. Têm uma couraça com lamelas e o manto preso com uma fíbula, ao nível da espádua direita, e a mão esquerda seguram um gládio. O deus principal Baalshamin tem um pequeno chapéu cilíndrico onde se fixam duas faixas flutuantes, os cabelos longos e lisos e a barba e pêra à maneira parta. O deus Aglibol tem auréola lunar e o deus Malakbel tem auréola solar, ambos imberbes com cabelos encaracolados.

O *busto de Zabdibol* (100), em calcário, procedente de Palmira, encontra-se no Museu Nacional de Damasco. O busto do defunto traduz a arte religiosa e funerária nos partas de Palmira, com posição frontal e simétrica. As duas hemi-faces são idênticas, com a precisão dos contornos, sublinhando uma presença espiritual e hierática da personagem. Através dos olhos abertos procura o observador. A mímica exprime frieza e austeridade.

O *busto de Jarhai* (séculos II-III), em calcário, procedente de Palmira, encontra-se no Museu do Louvre em Paris. Representa um busto funerário com vestes muito ricas, evocando a beleza dos tecidos orientais, cuja existência é confirmada pela descoberta de fragmentos nos túmulos. O cabelo muito encaracolado continua-se pela barba, bigode e pêra cônica e olha fixamente. O dedo mínimo da mão esquerda tem um anel e a mão segura uma folha de palmeira, símbolo de prestígio ou de vitória sobre forças maléficas. A mímica sugere superioridade e altivez.

O *busto funerário de Ammiat* (séculos II-IV), em calcário, procedente de Palmira, encontra-se no Museu do Louvre em Paris. O busto feminino de Ammiat, filha de Yarkat, tem a mão direita na face. Atrás, duas folhas de palmeira que simbolizam o limite entre a vida e a morte. A túnica é drapeada e fixa por uma fíbula com um leão, ao nível da espádua esquerda. Os braços e a cabeça estão cobertos por um véu que segura com a mão esquerda. A mímica exprime uma atitude de tristeza, característica dos bustos funerários de Palmira.

A *cabeça feminina* (séculos II-IV), em calcário, procedente de Palmira, encontra-se no Museu do Louvre em Paris. A mímica sugere contemplação com altivez.

A *cabeça de Shaba* (século II) em calcário, procedente de Palmira, encontra-se no Museu do Louvre em Paris. A mímica exprime sensualidade.

6.3.3. Pinturas murais

O *afresco* (1-100), proveniente de Khuh – Khwaja, destruído, representa três deuses.

O *afresco* (1-100), proveniente de Khuh – Khwaja, destruído, representa uma cabeça masculina de perfil.

O *afresco* (1-100), proveniente de Dura-Europos, destruído, representa o sacrifício de Conon, um martírio realizado por dois sacerdotes. Apesar da mão direita do sacerdote parecer alcançar o altar do sacrifício, não altera a imobilidade da cena mostrando rigidez e simetria rigorosa.

O *afresco* (101-200), proveniente de Dura-Europos, representa um cavaleiro caçando com catapulta, encontra-se no Museu do Louvre em Paris. O caçador está em posição frontal enquanto o cavalo se dispõe de perfil.

6.3.4. Recipientes

O *jarro* (III-I a.C.), em cerâmica, procedente de Gilan (norte do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Apresenta-se decorado com estrias verticais, o corpo esférico e o colo cilíndrico. O bico está situado no lado oposto da asa, arqueada.

O *frasco* (século III), em terracota, procedente do Cuzistão (sudoeste do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Apresenta quatro faces quadrangulares, colo cilíndrico e ansa, com incrustações em vidro.

O *vaso* (III-I a.C.), em cerâmica, procedente de Gilan (norte do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Tem três pés, bico e pequena asa. O corpo do vaso é semi-esférico, o bico curto e cilíndrico, e os três pés trapezoidais, lisos e altos.

O *recipiente* (II-I a.C.), em cerâmica, procedente de Germi (noroeste do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. Apresenta o corpo ovalado disposto longitudinalmente, sustentado por três pés curtos, o pescoço longo termina por uma cabeça pequena, com bico em forma de carneiro.

O *ritão* (II-I a.C.), em cerâmica, procedente de Damavand (norte do Irão), encontra-se no Museu Nacional do Irão em Teerão. O ritão tem um prótomo de cabra montês, com duas pequenas orelhas acima das quais se destacam dois longos chifres arqueados. O focinho é saliente com barbicha pontiaguda. As patas pouco desenvolvidas estão flectidas.

6.3.5. Numismática

As moedas arsácidas ou partas são geralmente feitas em prata, e as moedas em cobre eram destinadas a serem utilizadas localmente. No anverso da medalha estavam representadas em estilo iraniano as cabeças dos reis partas cobertas com barrete, típico dos guerreiros. No reverso da medalha estavam apresentadas imagens do rei.

As moedas representam: Mitridates I, Mitridates II, Artabano II, Fraatres III e Mitridates III.

As moedas representam: Fraatres IV, Fraatres V, Orodes II, e Vonones I.

As moedas representam: Vologeses I, Artabano IV, Cosroes, e Vologeses III.

7. IMPÉRIO SASSÂNIDA (226-651)

O Império Sassânida foi uma grande potência da Ásia ocidental durante mais de 400 anos, entre os anos 226 e 651, que terminou com o Islamismo. Este período da história da Pérsia constituiu a sua idade de ouro sob o plano artístico, político e religioso.

7.1. Geografia do Império Sassânida

O Império Sassânida dominou os territórios do actual Irão, Iraque, Afeganistão, o este da Síria, Arménia, Geórgia, Azerbaijão, Dugucstão, o sudoeste da Ásia Central, parte da Turquia, parte da Península arábica, a região do Golfo Pérsico e parte do Paquistão.

7.2. História do Império Sassânida

Os Sassânidas sempre se consideraram sucessores dos Aquemênidas, procurando devolver ao Irão a grandeza do passado. Esta ambição trouxe como consequências um conflito com Roma, primeiro, e depois, com Bizâncio, terminando com a destruição do Império e após o assassinato de Isdigertes III com o início da era islâmica.

Ardacher I (224-239) criou um Estado fortemente centralizado, realizou uma reforma monetária e instituiu o zoroastrismo como religião oficial.

Sapor I (241-272), filho de Ardacher, obteve grandes êxitos militares contra Roma, tendo anexado a Arménia. Durante este reinado o Império atingiu dimensões nunca alcançadas, sendo as fronteiras marcadas a ocidente, pelo Rio Eufrates, a oriente, pelo Rio Indo, e a norte, pela Arménia e Geórgia. Ao contrário dos seus sucessores, deu grande liberdade religiosa, atitude oposta aos dos reinados seguintes.

Sapor II (309-379) reconquistou territórios perdidos, à custa de duras campanhas, pelo que teve de aumentar os impostos.

A partir deste reinado as fronteiras do reinado foram atacadas por tribos nómadas, entre os quais os bárbaros Hunos da Ásia Central, enquanto no interior os habitantes passaram por muitas provações devido à seca e à fome.

Cosroes I (531-579) conseguiu recuperar o antigo esplendor do Império, e através de novo sistema de impostos permitiu que o exército restabelecesse a ordem nas fronteiras e melhorasse as condições de vida da população. Conseguiu levar as fronteiras do Império até ao Rio Axo depois de derrotar os Hunos. Reconciliou-se com o imperador bizantino Justiniano II.

Yazdegerd III (633-651) após a derrota nas batalhas de Ctesifonte e de Nehavand, o império caiu definitivamente em poder dos Árabes, marcando o início da era islâmica.

7.3. Anatomia Artística no Império Sassânida

7.3.1. Arquitectura

Diversas cidades sassânidas dispuseram de importantes palácios e templos, sendo de realçar os Palácios de Firuzabad, o mais antigo construído por Ardacher I, os Palácios de Ctésifon e Sarvistan e o Palácio e o Templo de Bishapur.

Palácio de Firuzabad

A cidade de Firuzabad foi construída por Ardacher, com forma circular e está ocupada no centro pelo templo de fogo.

Fora da cidade encontrava-se o palácio de Firuzabad bem protegido, com muros de pedras ligadas com argamassa, que chegavam a atingir quatro metros de espessura. O plano do palácio tinha uma simetria axial. Entrava-se pelo norte, no *iwán*, a sala oficial, e esta dava acesso à sala do trono coberta por um domo. No lado sul encontravam-se os apartamentos privados e o harém, dispostos em volta de um pátio interno.

Palácio de Ctésifon

Em Ctésifon, Sapor I construiu um palácio de grandes dimensões e uma fachada, ainda parcialmente conservada, com quatro registos horizontais, com nichos ladeados por colunas. O palácio tinha um gigantesco *iwán* abobado, a sala oficial, encontrando-se atrás a sala do trono e a área residencial.

Palácio de Sarvistan

Em Sarvistan, na província de Fars, o palácio construído em pedra e argamassa, apresenta uma fachada, que se abre para o exterior por três *iwans*. Depois de se passar o *ivan* central alcançava-se a sala de recepção e atrás desta encontravam-se os aposentos residenciais.

Palácio e Templo de Bishapur

Bishapur era limitada por uma muralha e fossos e protegida por uma fortaleza.

As escavações realizadas no palácio de Bishapur mostraram a sala do trono em forma de cruz com uma cúpula de 64 nichos, e no chão encontravam-se mosaicos de origem greco-romana. O templo de fogo comunicava com o palácio.

O templo de fogo era dedicado a Anâhita, a deusa das águas e da fecundidade. Era constituído por uma grande sala quadrada, a que se acedia por quatro corredores terminando em quatro portas, sendo um dos acessos feitos através de uma longa escada. Encontra-se ainda uma das entradas do templo e as bases do altar de fogo estão perto das ruínas do templo.

7.3.2. Escultura**7.3.2.1. Relevos Rupestres**

Os relevos rupestres são as obras mais representativas nos rochedos em Firouzabad, em Bishapur, Naqsh-I, em Rustam e em Taq-I Bostan.

Firouzabad

O *relevo rupestre* (século III) encontra-se em Firouzabad. Trata-se da investidura do rei Ardacher I. O deus Ahura-Mazda e o novo rei estão frente a frente, o deus tem uma coroa e o rei com um chapéu cónico. O rei segura com a mão direita o diadema, símbolo do poder e eleva o antebraço esquerdo em sinal de respeito. Atrás, está um pagem com um enxota-moscas, e três personagens, provavelmente os filhos do rei, que se distinguem pelas cabeleiras.

O *relevo rupestre* (século III) encontra-se em Firouzabad. Trata-se de um combate a cavalo, numa vitória decisiva entre o rei Artaxes I, fundador da dinastia sassânida e o último rei parta.

O *relevo rupestre* (século III) encontra-se em Firouzabad. Trata-se de dois guerreiros em cavalo a galope na perseguição do inimigo, na batalha decisiva de que saiu vencedor Ardacher I.

Bishapur

O *relevo rupestre* (século III) encontra-se em Bishapur. Sapor I tem um triunfo sobre três imperadores romanos, Gordiano III, Filipe, o árabe e Valério. No centro Sapor I, a cavalo, pisa o corpo deitado na terra de Gordiano III; Filipe, o árabe, à sua frente ajoelha-se para lhe pedir piedade; Valério, atrás em pé seguro por Sapor I.

O *relevo rupestre* (século III) encontra-se em Bishapur. Este relevo provavelmente inspirou os escultores que realizaram a coluna de Trajano em Roma. A composição central representa a tripla vitória de Sapor I sobre os imperadores romanos. Os quatro registos pretendem realçar a importância das diversas personagens, observando-se a cavalaria dos nobres, os prisioneiros romanos, e os persas transportando o saque realizado aos romanos.

O *relevo rupestre* (século III) encontra-se em Bishapur. O rei Sapor I e um deus estão a cavalo e os imperadores romanos vencidos estão no solo. Entre os dois cavaleiros, Filipe, o árabe de joelhos implora ao rei a paz, e Gordiano III jaz em decúbito ventral.

O *relevo rupestre* (século III) encontra-se em Bishapur. A cena representa a entronização de Bahraim I, filho de Sapor I. O deus e o rei estão a cavalo, em que o deus estende o diadema, correspondendo à atitude do rei prestes a receber o símbolo do poder real. É de referir o equilíbrio das figuras, a espiritualidade do rei, e a proporção dos animais, semelhantes e majestosos.

O *relevo rupestre* (século IV) encontra-se em Bishapur. No centro do registo superior, está Sapor II sentado no trono com um gládio na mão esquerda assente no chão, aparentando um aspecto apotropaico, no afastamento de malefícios e desgraças. Nos dois registos esquerdos encontram-se os nobres, vendo-se um servo segurando o cavalo do rei, e nos registos direitos estão os prisioneiros, destacando-se um soldado oferecendo ao rei a cabeça de um prisioneiro.

Naqsh-I Rustam

O *relevo rupestre* (século III) encontra-se em Naqsh-I Rustam. Bahram II encontra-se no centro da sua família, sendo o único monarca persa a ser apresentado com os seus próximos, entre os quais a rainha e o príncipe herdeiro.

O *relevo rupestre* (séculos III-IV) encontra-se em Naqsh-I Rustam. Narseh, filho de Sapor I, parece estar a ser investido pela deusa Anâhita. O rei precedido por seu filho recebe o diadema, símbolo do poder das mãos da deusa.

O *relevo rupestre* (século III) encontra-se em Naqsh-I Rustam, no túmulo de Dário I. Sapor I, vencedor dos romanos mostra o rei montado no cavalo, numa posição humilhante para os romanos. Filipe, o árabe, à frente do rei exprime respeito e servidão. Valério em pé tem os braços elevados e as mãos seguras pelo rei. Sem se entender a razão, Gordiano III não se encontra representado.

O *relevo rupestre* (século IV) encontra-se em Naqsh-I Rustam. O rei Ormisdas I com o cavalo a galope parece voar, atirando o adversário abaixo da sela completamente destruído.

Taq-I Bostan

O *relevo rupestre* (século V) encontra-se em Taq-I Bostan. O fundo da gruta está dividido em dois registos. O tímpano, no registo superior, representa a investidura do rei Peroz (459-484), que recebe dois diademas, símbolo do poder, um do deus Ahura-Mazda e outro da deusa Anâhita. O registo inferior representa a estátua equestre do rei com armadura de guerra. Todas as personagens não têm gestos e posições naturais, mas têm vestimentos bordados e estão cobertos com pedras preciosas nas armas e nos símbolos.

O *relevo rupestre* (século IV) encontra-se em Taq-I Bostan. Trata-se da investidora de Ardacher II (379-383) rodeado por duas divindades, Ahura-Mazda que lhe oferece o diadema e Mithra com cabeleira de raios. Aos pés do deus e do rei está um inimigo morto, provavelmente um romano.

O *relevo rupestre* (século IV) encontra-se em Taq-I Bostan. A caça real aos javalis é realizada num lugar especial rodeado de sebes, reservado a estes animais. Num pântano, em pé numa barca, o rei aponta o arco a um javali, sendo escoltado por barcos a remos onde músicos entoam cânticos. Os animais abatidos são carregados em elefantes.

7.4. Mosaicos de Bishapur

As escavações realizadas no palácio de Bishapur mostraram no chão da sala do trono mosaicos de origem greco-romana.

O *mosaico* (século III) encontra-se no palácio de Bishapur. Representa uma mulher jovem sentada entrançando uma coroa.

O *mosaico* (século III), proveniente do palácio de Bishapur, encontra-se no Museu Nacional do Irão, em Teerão. Representa uma mulher com um ramo de flores e uma coroa.

O *mosaico* (século III), proveniente do palácio de Bishapur, encontra-se no Museu do Louvre, em Paris. Representa uma tocadora de harpa.

O *mosaico* (século III), proveniente do palácio de Bishapur, encontra-se no Museu do Louvre, em Paris. Representa uma mulher jovem com uma coroa de flores.

O *mosaico* (século III) encontra-se no palácio de Bishapur. Representa a cabeça de um velho.

O *mosaico* (século III) encontra-se no palácio de Bishapur. Representa a cabeça de um homem com uma coroa de louros e chifres de animal.

O *mosaico* (século III) encontra-se no palácio de Bishapur. Representa uma mulher sentada com um pano preso numa vara.

7.5. Objectos utilitários diversos

O *ritão* (século III), em prata dourada, procede de colecção particular. É um cavalo com arreios, deitado com a crina rapada. Na espádua do animal estão dois medalhões representando duas personagens barbeadas e penteadas à sassânida.

O *protome de ritão* (séculos IV-VII), em prata dourada, procede de colecção particular. É uma gazela com os chifres sem ramificações.

O *ritão* (séculos VI-VII), em prata, encontra-se no Museu de Arte em Cincinnati. É uma cabeça de cavalo com arreios.

A *garrafa* (séculos VI-VII), em prata dourada, de procedência desconhecida, encontra-se no Museu Nacional do Irão, em Teerão. O corpo é ovalado, o colo curto em forma de cálice e estrias horizontais. Em cada lado da garrafa encontram-se quatro bailarinas, cada uma num nicho, com penteados artísticos com longas tranças e colares. A veste, justa, de um tecido fino, permite ver as formas do corpo e dos seios. Diversos animais rodeiam a bailarina.

A *ânfora* (séculos VI-VII), em prata dourada, encontra-se numa colecção particular em Nova Iorque. O colo e a base têm estrias horizontais e a asa simples une o corpo ao bordo da boca. O corpo ovalado está decorado com um medalhão representando um veado.

O *prato decorado* (séculos V-VI), em prata dourada, é proveniente de uma colecção particular em Nova Iorque. O rei sassânida, numa cena de caça, com arco e flecha num cavalo a galope, persegue animais selvagens, javalis, gazela e cabrito-montês.

O *prato decorado* (século IV), em prata, encontra-se no Gabinete de Medalhas da Biblioteca Nacional de Paris. O rei Sapor II, voltado para trás num cavalo a galope, fere de morte um leão, enquanto o cavalo pisa um leão abatido.

O *prato decorado* (século IV), em prata dourada, encontra-se no Gabinete de Medalhas da Biblioteca Nacional de Paris. O rei Cosroes II, montado um cavalo a galope, caça com arco animais selvagens.

A taça (século VI), em ouro, com incrustações de relevo com massa de vidro colorida (branco, vermelho e verde) e entalhe central em cristal de rocha, encontra-se no Gabinete de Medalhas da Biblioteca Nacional de Paris. A taça de Cosroes I ou taça de Salomão tem no centro o rei de frente sentado no trono, suportado por dois protomes de cavalos alados de perfil.

A taça (séculos VI-VII), em prata, encontra-se na Galeria “The Walters”, em Baltimore, Maryland. Representa a cena de um banquete, organizada em torno do casal real. O artista recorreu a uma convenção simbólica, com a coroa que o rei entrega a sua mulher, bem como outras coroas semelhantes situadas aos pés do trono sugerindo a presença implícita de outros convivas. Cabeças de javalis indicam o resultado de uma caçada.

7.6. Numismática

As moedas sassânidas de prata eram utilizadas em resgates e no pagamento ao exército, as moedas em cobre eram usadas localmente e as moedas em ouro como sinal de prestígio. No anverso das moedas estão representadas as cabeças da quase totalidade dos reis sassânidas. No reverso da medalha estavam representados diversos temas como as favoritas dos reis ou altares de sacrifício.

As moedas representam os seguintes reis: Ardacher I, Sapor, Hormisda I, Bahram I, Bahram II e Bahram III.

As moedas representam os seguintes reis: Narseh, Hormisda II, Sapor II e Ardacher II.

As moedas representam os seguintes reis: Sapour III, Yazdegerd I, Bahram V, Peroz I, Kavad I e Balash.

As moedas representam os seguintes reis: Cosroes I, Hormisda IV, Cosroes II e Ardacher III.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 20 DE NOVEMBRO DE 2018)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arqueologia, *O maior Império do Mundo Antigo*, volume III (1988). Barcelona: Planeta De Agostini A.A.
- Alvar, Jaime (1989), *Historia del Mundo Antigo, Oriente, Los Persas*. Madrid: Ediciones Akal, S.A.
- Briant, Pierre (2004), *Darius, Les Perses et l'Empire*. Paris: Découvertes Gallimard, Histoire.
- Briant, Pierre (1996), *Histoire de l'Empire Perse de Cyrus à Alexandre*. Paris: Librairie Arthème Fayard.
- Chirshman, Roman (1963), *Perse: Proto-iraniens, Medes et Achéménides*. Paris: Editions Galimard, L'Univers dès Formes.
- Chirshman, Roman (1962), *Iran: Parthes et Sassanides*. Paris: Editions Galimard, L'Univers dès Formes.
- Curatola, Giovanni et Scarcia, Gianroberto (2004), *Iran 2500 Ans d'Art Perse*. France: Hazan.
- Curtis, Vesta Sarkhosh (1996), *Mitos Persas*. Madrid: Ediciones Akal, S.A.
- Dandamaev, M. A. Y Lukonin, V. G. (1980), *Cultura y Economia del Irán Antigo*. Barcelona: Editorial AUSA.
- Degeorge, Gérard (2001), *Palmyre, métropole caravanière*. Paris: Imprimerie Nationale, Editions.
- Frankfort, Henri (1988), *The Art and Architecture of the Ancient Orient*. Middlesex: Penguin Books Lda.
- Giordani, Mário Curtis (1969), *História da Antiguidade Oriental. O Irã*. Petrópolis. RJ, Brasil: Editora VOZES Limitada.
- Guardasoni, Anna Maria (1980), *Os Grandes Impérios, Os Persas*. Lisboa: Circulo dos Leitores.
- Herrero, Santiago Monteiro (2007), *História da Humanidade, O Egito e as Antigas Civilizações, Persas, Partos e Sassânidas*. Lisboa: Círculo de Leitores.
- Huyse, Philip (2005), *La Perse Antique*. Paris: Société d'édition Ler Belles Lettres.
- Noblecourt, Christiane Desroches (1972), *História da Arte, Arte do Irão Antigo vol. I (n.º 8)*. Mem Martins: Publicações Europa-América.

- Obras-primas do Museu Nacional do Irão (2005), *7000 anos de Arte Persa*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Olaguer-Feliu, Fernando de (1994), *Historia del Arte del Próximo Oriente*. Barcelona: Editorial Planeta, S.A.
- Palou, Christiane et Palou, Jean (1962), *La Perse antique*. France: Que sais-je? Presse Universitaires de France.
- Pijoán, José (1981), Summa Artis, *Historia General del Arte*, vol. II *Arte del Ásia Occidental, Pérsia, Partia, Sasania*. Madrid, Espasa-Calpe, S.A.
- Porada, Edith (1963), *Iran Ancien*. Paris: Editions Albin Michel.

Anatomia artística do Renascimento em Itália (VII)

Pintura e desenhos anatómicos

(transição dos Séculos XV e XVI): Leonardo da Vinci

J. A. ESPERANÇA PINA

1. LEONARDO DA VINCI, AS PROPORÇÕES DO CORPO HUMANO, O *SFUMATO* E A PERSPECTIVA

1.1. Considerações gerais

Leonardo da Vinci nasceu em Vinci, perto de Florença, em 15 de Abril de 1452 e faleceu em Amboise, em 2 de Maio de 1519. É filho ilegítimo de um notário, Piero da Vinci, e de uma camponesa, Caterina. Não se sabe quando se iniciou no desenho e na pintura. Como aprendiz foi preparado em Florença no *atelier* do escultor e pintor Andrea del Verrocchio. Passou depois a sua vida profissional ao serviço de Ludovico Sforza, o Mouro, regressou a Florença e depois a Milão, e passou os últimos anos em Roma e em Amboise, ao serviço do rei Francisco I.

Das suas pinturas umas sobreviveram até aos dias de hoje, outras pinturas desapareceram, ficaram inacabadas, ou deterioraram-se, pela tendência de Leonardo realizar alterações técnicas constantes. Ainda assim, as centenas de desenhos e esquemas com descrições detalhadas constituíram uma grande contribuição para as futuras gerações de artistas e cientistas. A redacção dos textos e apontamentos era escrita da direita para a esquerda para que pudesse ler-se reflectido num espelho, conferindo aos textos o segredo de leitura, para não serem divulgados os seus escritos.

Leonardo da Vinci é considerado o maior génio da história, devido à sua multiplicidade de talentos para as ciências e as artes, sua engenhosidade e criatividade, e sua mente muito fértil. Num estudo realizado em 1926, o seu QI foi avaliado em cerca de 180. Leonardo é um dos pilares fundamentais da pintura, com o paradoxo de se conservarem poucas das suas obras. Os *desenhos* de Leonardo são um testemunho impressionante da sua fecundidade criativa, com base numa ciência anatómica quase perfeita, resultante das disseções cadavéricas humanas realizadas, sendo o fundador da Anatomia Artística ou Anatomia de Superfície. O interesse pela Anatomia Humana relacionou-se com a sua pintura e desenhos, realizando um verdadeiro Atlas de Anatomia Humana. Aplicou as proporções do corpo humano através do seu Homem de Vitruvius, tendo sido considerado o inventor do *sfumato* e da perspectiva aérea.

1.2. Proporções do Corpo Humano

Marcus Vitruvius Pollio, um arquitecto e engenheiro do Império Romano, descreveu as medidas do corpo humano perfeito. Segundo Vitruvius: “Também no corpo humano, a parte central é naturalmente o umbigo. Pois se um homem for colocado deitado de costas, com as mãos e os pés esticados e um par de compassos centrado no umbigo, os dedos das mãos e dos pés tocarão na circunferência do círculo descrito a partir daí...”

O *Homem de Vitruvius* de Leonardo da Vinci (1490) encontra-se na Galeria da Academia, em Veneza. O Homem de Vitruvius de Leonardo está acompanhado por longas notações escritas, que podem ser consideradas como um memorando visual em torno das principais relações proporcionais da figura humana.

As medidas de Vitruvius foram frequentemente ilustradas no Renascimento com resultados diferentes. Leonardo não se preocupou com a relação entre o círculo e o quadrado e as duas figuras geométricas no seu desenho não estão limitadas pela sua relação mútua. Baseado nos seus estudos, corrigiu as medidas de Vitruvius, guiando-se pelo seu conhecimento empírico das medidas humanas. No desenho, a figura masculina desnuda apresenta-se em duas posições sobrepostas ao nível da cabeça e do tronco. A figura com os membros inferiores unidos e os membros superiores estendidos perpendicularmente em cruz e as mãos tocam o quadrado. A figura tem os membros inferiores em abdução, os membros superiores dirigidos com obliquidade súpero-lateral e os pés tocando o círculo.

O centro do círculo coincide com o umbigo, e o centro do quadrado está localizado um pouco inferiormente. A cabeça está calculada como tendo um oitavo da altura total da figura.

Leonardo realizou estudos pormenorizados das proporções do corpo humano. Comparou os seus estudos antropométricos, com a única teoria das proporções da Antiguidade Clássica, realizados por Vitruvius, e criou o seu próprio Vitruvius, com as proporções do corpo humano.

1.3. O *sfumato* e a perspectiva

O *sfumato* é a passagem da luz para a sombra, realizada de maneira tão subtil que quase não é perceptível o limite entre ambas. Isto, consegue-se com a utilização hábil do pincel, ou usando os dedos ou o esfuminho, aplicando a tinta vindo da luminosidade em direcção à sombra ou vice-versa. O efeito é de uma subtil gradação, eliminando os contornos nítidos, reduzindo a depressão dos traços e ampliando a expressividade. Na Mona Lisa, por exemplo, o *sfumato* foi aplicado nas margens supra e infra-orbitais e nas comissuras dos lábios, parecendo sorrir ou melancólica.

A *perspectiva* é um modo de representar os efeitos das grandes distâncias na percepção dos contornos dos objectos e as cores. Quanto mais distante está uma paisagem ou um objecto, menos nítidos vemos os seus contornos. As cores são também alteradas, dada a presença de oxigénio no ar interposto entre o observador e a paisagem longínqua, pois quanto mais distante mais azuladas. Na *Virgem e Menino com Santa Ana*, por exemplo, quanto mais distantes estão as montanhas, mais azuladas parecem.

2. ANATOMIA ARTÍSTICA NA PINTURA DE LEONARDO DA VINCI

2.1. Leonardo da Vinci em Florença no *atelier* de Andrea del Verrocchio (1469-1476)

Em 1469, com dezassete anos, Leonardo da Vinci passou a ser aprendiz de um dos melhores artistas de seu tempo, Andrea del Verrocchio. O *atelier* de Verrocchio estava no centro dos intelectuais florentinos, o que garantiu ao jovem Leonardo uma perfeita educação artística. Algumas pinturas do *atelier* de Andrea del Verrocchio eram feitas total ou parcialmente pelos seus aprendizes, como parece ter sido a colaboração de Leonardo com Verrocchio, no *Batismo de Cristo*.

Batismo de Cristo

O *Batismo de Cristo* (1472-1475) encontra-se na Galeria dos Uffizi, em Florença. Andrea del Verrocchio fez a maior parte da pintura e Leonardo pintou o anjo da esquerda que segura a túnica de Cristo, e a paisagem do fundo à esquerda tão diferente da direita. Cristo quase sem roupa, em pé no leito pedregoso do Rio Jordão, está a ser batizado por São João Baptista, derramando água sobre a sua cabeça e segurando uma longa cruz na mão esquerda. Acima deles está a pomba do Espírito Santo e por cima desta vêem-se as mãos de Deus-Pai, e uma ave de rapina levantando voo. A paisagem apresenta águas límpidas entre rochedos escarpados.

Os anjos representam as diferenças estéticas entre Verrocchio e Leonardo. Enquanto o anjo do mestre, à direita, olha com estranheza a cena que se desenrola, e à esquerda, o anjo do discípulo apresenta um dinamismo contrastante com a inefável luminosidade da fâcies.

O anjo de Leonardo é mais elegante; sobre ele desliza uma luz que coloca em relevo os vincos rígidos e delicados da vestimenta, bem como as ondas da cabeleira dourada, e a sua posição mostra a rotação do tronco contrastando com a direcção em que a cabeça se vira.

Anunciação

A *Anunciação* (1472-1475) encontra-se na Galeria dos Uffizi, Florença. Alguns pensam que o quadro é o primeiro trabalho de Leonardo da Vinci. O arcanjo Gabriel aparece a Maria no seu jardim, interrompendo a leitura da Bíblia e informando-a de que foi escolhida para ser a mãe do Filho de Deus.

A Virgem, com fâcies resplandecente de dignidade, está sentada, com um dedo da mão direita na Bíblia e a mão esquerda num gesto de surpresa, ao ser informada da mensagem, mostrando resignação e confiança.

O arcanjo Gabriel está ajoelhado a saudar a Virgem, tem um lírio na mão esquerda, símbolo da pureza de Maria. A paisagem do fundo mostra navios, uma pequena floresta e montanhas que se desvanecem no nevoeiro da manhã.

2.2. Leonardo da Vinci em Florença como pintor independente (1476-1482)

Com 20 anos de idade, Leonardo foi oficialmente aceite como pintor para a corporação dos artistas florentinos, continuando como pintor independente, a trabalhar no *atelier* de Verrocchio.

Madona Benois

A *Madona Benois* (1475-1478) encontra-se no Museu do Hermitage, em São Petersburgo. A pintura é caracterizada pelas cores escuras, a subtilidade da luz e uma certa movimentação. Entre mãe e filho existe uma expressão emocional e ambas as figuras adoptam a posição sentada, com os joelhos flectidos.

Ginevra de Benci

Ginevra de Benci (1478-1480) encontra-se na Galeria de Arte, em Washington. A jovem encontra-se ao ar livre com uma densa vegetação atrás dela que forma um fundo escuro, onde se percebe o formato pontiagudo das folhas de junípero e mais longe uma representação da paisagem, com um pequeno lago, algumas árvores e montes. O rosto da jovem parece ter uma grinalda de folhas de junípero. O busto está em posição oblíqua, contrastando com a cabeça

olhando o observador. O vestuário é castanho com um decote rectangular e uma *écharpe* preta. Os cabelos parecem estar presos atrás e soltos na frente, em pequenos cachos, que lhe emolduram a fâcies. Os olhos são castanhos claros e olham o infinito, o nariz é afilado e os lábios pequenos. A mímica sugere uma expressão serena, ao mesmo tempo uma certa austeridade, e a fâcies pálida traduz doença.

Madona do Cravo

A *Madona do Cravo* (1472-1478) encontra-se na Alte Pinakothek, em Munique. O fundo da pintura apresenta quatro janelas mostrando o céu azul nublado, modesta vegetação e montanhas que parecem reflectir a luz do sol. A Madona tem uma fâcies representando um enigma inconfundível e as mãos escultóricas. O Menino parece erguer-se da almofada, estendendo a mão para um cravo vermelho na mão esquerda de sua Mãe. A flor representa o símbolo da paixão de Cristo, apontando nesta representação da inocência infantil para a futura Crucificação de Jesus. No canto ínfero-direito do quadro está um vaso com flores, indicando a pureza e a virgindade de Maria. A vestimenta avermelhada, com um manto azulado caindo sobre as coxas revelando uma faixa num tom dourado, transformando esta obra numa impressionante monumentalidade.

São Jerónimo

O *São Jerónimo* (1480-1482) encontra-se na Pinacoteca Vaticana, em Roma. É um quadro inacabado e monocromático, mas permite ver aquilo que Leonardo tencionava fazer. O Santo está retratado como um penitente numa paisagem estéril com rochas. Com o rosto de sofrimento e descarnado pelo jejum. São Jerónimo está ajoelhado, com o corpo flectido, a mão esquerda tocando a túnica aberta e a mão direita segurando uma pedra, e faz um movimento para trás preparando-se para golpear o peito. O leão é o animal deste santo, a quem este tirou um espinho da pata, está com a boca aberta e ruge, como para acompanhar o amo no seu sofrimento. É possível que o santo esteja a olhar para um crucifixo, criando uma ligação entre o sofrimento do penitente e o sofrimento de Cristo na cruz.

O seu peito magro mostra as costelas bem referenciadas e tem um hematoma na região pré-cordial, hemorragia provocada pela pedra durante a penitência.

O interesse de Leonardo pela Anatomia é bem referenciado na cabeça e região deltóide. A cabeça apresenta as seguintes referências ósseas: arcos superciliares, saliência dos ossos nasais, osso zigomático, maxila, ramo da mandíbula e protuberância mental. A região deltóidea apresenta as seguintes referências ósteo-musculares: clavícula, processo coracóide, acrómio, músculo deltóide e sulco delto-peitoral.

Adoração dos Magos

A *Adoração dos Magos* (1481-1482) encontra-se na Galeria dos Uffizi, Florença. É um quadro inacabado e monocromático, traduzindo um esboço, mas com as figuras identificáveis. No centro da imagem, anteriormente a duas árvores, estão Maria e o Menino, com este a ser adorado pelos três reis magos.

Num primeiro plano à direita, Baltazar está ajoelhado e curvado, enquanto entrega a oferenda de incenso ao Menino e este dá-lhe a bênção. Num primeiro plano à esquerda e com pouca definição,

Belchior está ajoelhado com a cabeça levantada. Num segundo plano à esquerda Gaspar muito inclinado faz uma vénia. Em redor da Virgem e do Menino numerosas figuras dispõem-se em semi-círculo. Atrás de Maria, José com barba tem na mão a tampa de um recipiente oferecido por um dos reis magos.

As personagens apresentam diversos gestos e atitudes, quase todas dirigindo a sua atenção para a cena central.

Ao fundo vêem-se as ruínas do palácio do Rei David e dois cavaleiros lutando.

2. 3. Leonardo da Vinci em Milão na corte de Ludovico Sforza (1482-1499)

Lourenço de Médici, o Magnífico, enviou Leonardo a Milão como embaixador cultural, com a finalidade de realizar a paz com Ludovico Sforza, o Mouro. Leonardo escreve uma carta ao Duque de Milão, onde enumera dez pontos das suas capacidades para realizar como engenheiro militar, escultor e pintor. Deste modo, transferiu-se para Milão onde trabalhou em diversos projectos para Ludovico, o Mouro, e recebeu diversas encomendas de retratos e duas pinturas, a *Virgem dos Rochedos* e a *Última Ceia*.

Virgem dos Rochedos (Virgem e o Menino com São João Baptista e o Anjo)

A *Virgem dos Rochedos* é constituída por duas pinturas de composição idênticas que foram pintadas, na quase totalidade, por Leonardo. A versão mais antiga está no Museu do Louvre, Paris e a mais recente na Galeria Nacional, Londres.

A *Virgem dos Rochedos* (1483-1486) encontra-se no Museu do Louvre, em Paris. Foi realizada para a Irmandade Franciscana na Igreja de São Francisco Grande. O tema é constituído pela Virgem e o Menino com São João Baptista e o anjo Uriel, numa gruta rochosa. Maria muito jovem, trajando um manto azul-escuro, cuja porção anterior, de cor amarelada, que pela reflexão da luz se torna dourada. Olha docemente para São João Baptista, a mão direita no ombro do santo e a mão esquerda parece proteger Jesus. O anjo com um sorriso tranquilo aponta com o dedo indicador em direcção a São João Baptista, em posição de prece pela posição das mãos. Ao fundo existem vastas formações rochosas agrestes, uma túnica de água e o céu enevoadado. A luz crepuscular e o ambiente da gruta contribuem para a criação de um ambiente misterioso.

A *Virgem dos Rochedos* (1506-1508) encontra-se na Galeria Nacional, em Londres. Nesta versão o colorido é mais frio, a luz e as sombras são realçadas de um modo mais duro. O objectivo do quadro é mais convencional com introdução da auréola nas três figuras, a retirada do gesto enigmático do dedo indicador do anjo Uriel, a introdução do bordão com cruz a São João Baptista, e algumas modificações no fundo da gruta por alterações da luminosidade.

A *Virgem* é semelhante nas duas versões à excepção da auréola na versão de Londres.

Jesus apresenta uma melhor anatomia de superfície na versão de Londres.

São João Baptista apresenta a auréola e o bordão com cruz, na versão de Londres.

O *Anjo Uriel* tem uma túnica avermelhada na versão de Paris e uma túnica *azulada* na versão de Londres. A mão direita com o dedo indicador estendido encontra-se apenas na versão de Paris.

O *fundo da gruta* apresenta a paisagem montanhosa, com uma túnica de água e o céu enevoadado, na versão de Paris, enquanto a água é límpida e o céu azul enevoadado, na versão de Londres.

Madona Litta

A *Madona Litta* (1490) encontra-se no Museu do Hermitage, em São Petersburgo. Continua a ser controversa a atribuição da totalidade da pintura a Leonardo, mas ao seu discípulo Boltraffio. A pintura representa duas janelas, entre as quais Maria amamenta o seu Filho. As janelas permitem observar o céu e montanhas. A Virgem olha serenamente para Jesus e este olha indirectamente para o observador, segurando o seio com a mão direita e com a outra mão um objecto.

As figuras transmitem a realidade, pretendendo retratar a vida como é, através das formas perfeitas e naturais.

Dama com Arminho

A *Dama com Arminho* (1490) encontra-se no Museu Narodowe, em Cracóvia. É Cecília Gallerani, uma aristocrática e amante do Duque de Milão, Ludovico Sforza. A jovem está vestida com elegância e cores variadas. O seu braço esquerdo segura um arminho e com a mão direita acaricia-o. A relação entre a expressão da formosa jovem e o animal que segura não pode ser fortuita, havendo um carácter altivo e indomável, mas unido a uma grande dignidade.

Tem os cabelos claros numa tonalidade que combina com os supercílios e os olhos, o que realça a cor dos lábios, que esboçam um sorriso. O seu olhar é sereno e atento fixando-se num objectivo. A *Dama com Arminho* é uma angustiosa mas lúcida análise humana e psicológica e não uma reprodução fisionómica.

Músico

O *Músico* (1490) encontra-se na Pinacoteca Ambrosiana, em Milão. O retrato de um Músico é a única pintura de um homem atribuída a Leonardo da Vinci, mas parece ter sido retocada por outro pintor. O músico está colocado numa posição a três quartos segurando a pauta de música.

O olhar do músico pode parecer irreal, perdido no espaço, mas pode ser que esteja a ler a música em silêncio e concentrado à espera do momento de começar a cantar.

La Belle Ferronnière

La Belle Ferronnière (1490) encontra-se no Museu do Louvre em Paris. A atribuição da pintura a Leonardo não é totalmente certa, mas a técnica e o sombreado utilizados sugerem que seja uma obra sua. A retratada é possivelmente Lucrezia Crivelli, uma amante do Duque de Milão, Ludovico Sforza. O busto está representado a três quartos, a cabeça flecte ligeiramente e olha para o observador.

A fâcies têm a mímica irreflexiva, traduzindo uma expressão natural resultante de uma perfeita anatomia de superfície, com referências cutâneas bem marcadas, e a pele parece respirar, dando-lhe dignidade e sensibilidade.

Dama de Perfil

A *Dama de Perfil* (1490) encontra-se na Pinacoteca Ambrosiana em Milão. O retrato da Dama de Perfil poderá ser Beatriz de Este, a mulher de Ludovico Sforza. Foi pintada por Ambrogio de Pedris, mas Leonardo participou, realizando o desenho. A dama está pintada de perfil, a cabeça apresenta um colar de pérolas, uma rede com pérolas e um fio na testa. As referências cutâneas dos músculos da

mímica, das pálpebras e supercílios, do nariz e dos lábios, originam grande beleza com luminosidade e harmonia.

Última Ceia

A *Última Ceia* (1495-1498) em têmpera sobre estuque encontra-se na parede norte do refeitório de Santa Maria delle Grazie em Milão. A pintura parece não ter sido encomendada pelos monges dominicanos mas pelo Duque de Milão, pois os brasões da família ducal aparecem nas lunetas por cima do afresco. O afresco, já deteriorado vinte anos depois, foi considerado a pintura mais importante de Leonardo da Vinci.

Leonardo apresenta Jesus no centro da mesa rodeado pelos doze discípulos e afirma: “*Em verdade vos digo, que um de vós me irá trair.*” Com gestos e reacções diferentes dos apóstolos, quase todos apresentam horror e espanto perante esta afirmação de Cristo. As reacções individuais de cada um dos apóstolos são diversas: uns estão surpreendidos, outros levantam-se por não terem ouvido bem, ou mostram-se assustados e Judas recua ao sentir-se descoberto. Leonardo dá vida à cena organizando os apóstolos em quatro grupos de três e dotou-os com gestos e expressões individuais, deixando *Cristo* isolado.

No centro da mesa *Jesus* está orando.

Na extremidade esquerda da mesa, *Bartolomeu* levanta-se com agitação, perto de *Tiago Menor*, e *André* levanta as mãos em gesto de grande surpresa.

No trio seguinte, *Pedro* também em pé aponta com os dedos e olha furiosamente para o centro; à sua frente está *Judas Iscariote*, o traidor olhando para trás, mas com a mão direita sobre a mesa e segurando a bolsa com o dinheiro que recebeu, para ir reconhecer Jesus com um beijo na face; *João* tem a cabeça inclinada para a direita, e olha em frente com as mãos cruzadas em contemplação.

Na extremidade direita da mesa, no centro do trio está *Judas Tadeu* com barba e pêra falando com *Simão*, enquanto *Mateus* escuta.

No trio seguinte, *Tomé* com o dedo indicador aponta para cima e olha Jesus; *Tiago Maior* tem o cotovelo direito flectido e o cotovelo esquerdo estendido, com as mãos deixando ver a palma das mãos e a fâcias meditativa; *Filipe* olha para Jesus com compaixão.

2.4. Leonardo da Vinci em Florença (1500-1508)

A prolongada estadia de Leonardo em Milão, ao serviço de Ludovico Sforza, terminou com a entrada das tropas francesas de Luís XII. Abandonou Milão e fugiu para Veneza, passando por Mântua. Finalmente regressa a Florença onde recebeu a encomenda do retrato de *Mona Lisa*. Passou cerca de dois anos a desenhar e a pintar um grande mural para a sala do conselho do Palácio Vecchio, a batalha de Anghiari, tendo completado uma pequena parte do mural, que 50 anos mais tarde desapareceu sob um novo mural.

Salvator Mundi

O *Salvator Mundi* (1499-1500) encontra-se no Museu Metropolitano de Arte, em Nova Iorque. O retrato esteve desaparecido, foi diversas vezes leiloadado, sendo o último proprietário o Marquês de Ganay, antes de ser adquirido pelo Museu. Após restauro concluiu-se ser uma pintura original

pertencente a Leonardo da Vinci. Cristo com a mão direita abençoa e com a mão esquerda segura uma esfera de cristal representando o planeta Terra. A mão esquerda em supinação e as articulações metacarpo-falângicas e interfalângicas de todos os dedos estão flectidos, para realizarem a apreensão da esfera.

A perfeita anatomia de superfície da mão direita só é possível pela mão de Leonardo: a extensão das articulações carpo-metacarpiais do 1.º e 2.º metacarpial e a flexão das articulações metacarpo-falângicas e interfalângicas dos dedos polegar e indicador; a flexão de todas as articulações do dedo polegar; a extensão das articulações do dedo indicador; e a extensão da articulação metacarpo-falângica, a flexão da articulação interfalângica superior e a extensão da articulação interfalângica inferior do dedo médio.

Jesus exprime mímica de tristeza, bondade benevolente, e algum sofrimento.

Madona do Fuso

A *Madona do Fuso* (1501) encontra-se numa colecção particular, em Nova Iorque. Esta pintura é uma cópia baseada na pintura original de Leonardo, sendo esta ideia reforçada com um desenho preparatório da Madona, existente no Castelo de Windsor. Maria muito jovem e bela olha com ternura para o Menino. Jesus segura uma cruz e olha-a com devoção, reforçada pela expressão do seu olhar. A parte inferior da cruz é um fuso de fiar, demonstra o espírito doméstico da Madona.

Mona Lisa

A *Mona Lisa* ou *Gioconda* (1503-1506) encontra-se no Museu do Louvre, Paris. A *Gioconda* é Lisa Gherardini, mulher de Francesco del Giocondo, um rico comerciante de seda de Florença e uma figura proeminente no governo florentino. É provavelmente o quadro mais famoso na história da arte e o mais valioso do mundo. O retrato é representado com uma paisagem distante visível em plano de fundo. Mona Lisa sentada numa cadeira de braços, com uma postura equilibrada, olha a direito para o observador, mas o busto está voltado de lado. Assim, a figura ganha vivacidade. Representa uma enigmática figura feminina, cujo fascínio advém em grande parte da expressão da personagem, transmitida pelo seu misterioso sorriso. Os supercílios e os cílios das pálpebras não estão pintados, sendo a explicação de que Leonardo usou uma tinta diferente e que num dos restauros foi usado um solvente que as fizeram desaparecer. O cabelo com risco ao meio cai livremente sobre os ombros. O vestido é castanho-escuro, com um bordado muito elaborado especialmente abaixo da linha do pescoço, sendo o tecido com aspecto mais pesado e ondulado nas mangas. Nenhuma jóia ou luxo exterior está presente.

A paisagem distante visível em plano de fundo mostra-se desprovida de vegetação, com montanhas escarpadas desaparecendo contra um céu azul-esverdeado. À esquerda, é possível distinguir um caminho ondulante e à direita, um rio e uma ponte que dá indicação de presença humana.

Mona Lisa é uma mulher fascinante com expressão introspectiva e um pouco tímida, com sorriso muito sedutor, atingindo a máxima técnica do *sfumato*. A graduação infinitesimal das vibrações lumínicas, o véu atmosférico que envolve a misteriosa mulher e a separa dos obstáculos. O integrante e o fascínio da personalidade do modelo e o sorriso podem ser um eco de uma disposição momentânea ou de uma expressão atemporal e simbólica.

O sorriso de Mona Lisa quase não passa de uma alusão, pois sombras leves tocam as comissuras dos lábios. O observador tanto crê vê-la sorrir, como a seguir a vê séria.

O olhar de Mona Lisa parece acompanhar quem a observa. As mãos estão sobrepostas dando unidade à composição e transmitem uma impressão de dignidade, permitindo esta posição difundir uma impressão de serenidade.

Leda e o Cisne

A *Leda e o Cisne* (1505-1510) encontra-se na Galeria dos Uffizi, Florença. A pintura original de Leonardo é considerada perdida, sabendo-se dela através de alguma cópia. O quadro mitológico representa a aventura amorosa do pai dos deuses, Zeus, que tinha por hábito perseguir mulheres jovens metamorfoseado de diferentes criaturas, no caso de Leda sob a forma de cisne. A sensualidade de Leda e a forma do seu corpo e membros transmite um carácter erótico ao tema, ampliado pela existência de *typha latifolias*, plantas afrodisíacas plantadas e com um ramo na sua mão esquerda.

O cisne está direito aproximando a cabeça da face de Leda e envolvendo-a com uma asa. Leda afasta-se do seu amante, com os olhos baixos, mas segurando-o com ambas as mãos. No chão, ao lado direito de Leda encontram-se quatro recém-nascidos que acabam de sair dos ovos.

2.5. Leonardo da Vinci em Milão (1508-1513)

Por solicitação do rei Luís XII, o governo de Florença deixa Leonardo partir para Milão, sem ter concluído a Batalha de Anghiari. Em Milão, inúmeras tarefas esperavam o artista, mas só realizou uma obra significativa, a *Virgem e o Menino com Santa Ana*. Nestes anos, Leonardo dedicou-se à dissecação de cadáveres, sendo o enigma do corpo humano e da vida o seu maior fascínio.

Virgem e Menino com Santa Ana

A *Virgem e Menino com Santa Ana* (1502-1503) encontra-se no Museu do Louvre, em Paris. As três personagens formam uma pirâmide volumétrica, com figuras que obedecem a um difícil e ousado equilíbrio dinâmico. Todos os corpos parecem captados na variedade dos seus movimentos espontâneos, autónomos e diferentes. A pintura retrata uma cena privada entre a Virgem Maria, seu filho Jesus e sua mãe Santa Ana, avó de Jesus. Maria está sentada no colo de Santa Ana, sua mãe e inclina-se para diante para segurar Jesus que a olha enquanto estende os braços para abraçar um cordeiro, sinal do seu próprio e vindouro sacrifício. No fundo do quadro há uma paisagem montanhosa gelada.

As duas santas olham para o Menino com expressões de ternura. A semelhança de idade entre Maria e Ana evidencia a ligação familiar que existe entre elas e com Jesus.

2.6. Leonardo da Vinci nos últimos anos em Roma e em França (1513-1519)

Leonardo, com 61 anos, vê-se obrigado a mudar de residência por deixar de ter perspectivas de trabalho, depois da expulsão dos franceses. Viaja para Roma transformada metrópole da arte, onde Miguel Ângelo e Rafael pontificavam. Realiza a sua última pintura, o *São João Baptista*. A convite do rei de França, Francisco I, parte para a sua corte em Amboise, onde passa os últimos anos da sua vida, no castelo de Clos Lucé, no meio de grande admiração e estima. Raramente pega nos pincéis, limitando-se a desenhar esboços de roupas de teatro ou arquitectura.

São João Baptista

São João Baptista (1513-1516) encontra-se no Museu do Louvre, Paris. Foi provavelmente o último quadro de Leonardo. A pintura representa São João Baptista a meio corpo, coberto de peles com uma cruz de junco na mão esquerda, enquanto o dedo indicador estendido indica o céu. O gesto e o seu sorriso malicioso chamam a atenção para a sua estrutura física, donde se desprende uma beleza sensual, entre uma feminilidade varonil e uma virilidade subtil. O uso do *sfumato* permite fazer emergir o santo, embora emerso na escuridão, como que iluminado por um foco de luz.

Baco

O *São João Baptista com os atributos de Baco* (1513-1516) encontra-se no Museu do Louvre, em Paris. O restauro feito em finais do século XVII deu a São João os atributos que o transformaram em Baco, com uma grinalda na cabeça, uma pele de pantera ou leopardo e um tirso (bordão envolvido em hera e ramos de videira e encimado por uma pinha, utilizado por Baco). O Baco de corpo inteiro quase totalmente desnudado está sentado, com o cotovelo direito flectido e o dedo indicador estendido aponta para Cristo que o seguirá, enquanto o dedo indicador da mão esquerda estendido aponta para baixo. Tem um tirso seguro entre o hemitórax esquerdo e o braço do mesmo lado. Atrás de Baco, o plano de fundo representa uma paisagem, onde à esquerda está o vale de um rio e montanhas.

3. ANATOMIA HUMANA OSTEO-MUSCULAR NOS DESENHOS DE LEONARDO DA VINCI

A preparação de Leonardo em anatomia humana iniciou-se com a sua aprendizagem no *atelier* de Andrea de Verrocchio. Como artista, realizou muitas dissecções e desenhos osteo-musculares, a base da anatomia artística ou anatomia de superfície.

Para entender as implicações e a importância dos estudos anatómicos realizados durante o Renascimento, basta imaginar que, por 4.000 anos, questões religiosas e culturais impediram o homem de explorar o próprio corpo e de entender o funcionamento da máquina humana. As dissecções do corpo humano não eram permitidas. É a história desse período e o contacto com as imagens de mais de 1200 desenhos anatómicos produzidos pelo próprio Leonardo da Vinci que tornariam inéditos *Os Cadernos Anatómicos*. Como artista de sucesso, ele recebeu a permissão para dissecar cadáveres humanos no Hospital de Florença e mais tarde no Hospital de Milão e no Hospital de Roma. Colaborou com o médico Marco António della Torre. Ambos realizaram um trabalho, com a finalidade de escreverem um tratado de anatomia, tendo Leonardo realizado mais de duas centenas de desenhos. Entre 1469 e 1513, Leonardo desenhou os sistemas anatómicos do corpo humano, num estudo que começou pela leitura das obras de autores da medicina pré-renascentista, como Galeno de Pérgamo (129-200), Mondino dei Luzzi (1270-1326) e Avicena (980-1037). A quase totalidade dos seus desenhos anatómicos encontra-se na Livraria Real do Castelo de Windsor.

Porém, nunca terminou e publicou *Os Cadernos Anatómicos*, que, segundo diversos anatomistas, poderia ter revolucionado a medicina mais de 20 anos antes que o belga Andre Vesálio, considerado o *Pai da Anatomia*, ao publicar o seu livro *De Humani Corporis Fabrica*, em 1543, obra que marca a fase inicial dos estudos modernos sobre anatomia.

3.1. Desenhos sobre osteologia

O sistema osteológico é desenhado nos ossos da cabeça, da coluna vertebral, do tórax, da pelve, do membro inferior e do membro superior.

A cabeça óssea é apresentada pela face anterior ou norma frontal, com os seios frontal e maxilar direitos.

A cabeça óssea é vista pela face lateral ou norma lateral, sendo de salientar no desenho inferior o seio maxilar.

A cabeça óssea mostra no desenho esquerdo a ausência da metade esquerda da calvária, deixando ver a superfície interna da calvária e a base do crânio; e no desenho direito, a cabeça óssea em corte sagital mediano, permitindo observar a superfície interna da calvária, base do crânio e vértebras cervicais.

A coluna vertebral apresenta as faces anterior, posterior e lateral direita, e também o atlas, o eixo e a 3.^a vértebra cervical.

O tórax e a pelve em geral são observados à esquerda, e a face anterior e lateral do tórax à direita.

Os ossos do membro superior encontram-se articulados e desarticulados, em cima, e em supinação e pronação, em baixo.

A mão óssea está representada indo da direita para a esquerda, as faces anterior, posterior, lateral e medial.

A pelve e os fêmures são observados à esquerda, e os ossos da coxa, perna e pé direitos são observados anterior, posterior, lateral e medialmente.

O pé ósseo é observado pelas faces dorsal e plantar, em cima, e o pé ósseo dorsal com ossos sesamóides, em baixo.

3.2. Desenhos sobre miologia

O sistema miológico é desenhado nos músculos da cabeça e pescoço, dorso, tórax, membro inferior e membro superior.

Os músculos faciais da mímica e os músculos ântero-laterais superficiais do pescoço observam-se à esquerda, os músculos ântero-laterais superficiais, músculos laterais profundos e músculos dorsais superficiais ao centro e à direita.

Os músculos dorsais superficiais encontram-se em cima e os músculos dos canais vertebrais estão em baixo.

Os músculos costais estão representados.

Os músculos do membro inferior estão representados indo da esquerda para a direita, em posições medial, anterior e lateral.

Os músculos ântero-laterais e mediais da coxa estão representados superiormente e os músculos anteriores e laterais da perna inferiormente.

Os músculos dorsais do pé, plantares mediais, plantares laterais e plantares médios estão representados.

Os músculos do membro superior estão representados em posições anterior, posterior e lateral.

Os músculos do ombro são observados em posições anterior, medial, posterior e lateral, e os músculos do braço e antebraço em posições anterior, posterior e lateral.

Os músculos da mão estão representados, bem como os tendões dos músculos flexores e extensores.

As veias superficiais do membro superior são identificadas no antebraço e braço.

3.3. Anatomia Artística ou Anatomia de Superfície

Os desenhos anatómicos de Leonardo da Vinci ultrapassaram os conhecimentos dos artistas de sua época, de modo a retratar melhor a forma humana em pinturas e esculturas. Embora fosse fundamentalmente um artista, Leonardo considerava a anatomia como sendo algo mais que simples coadjuvante da arte. Essa atitude levou-o a prosseguir intensamente as dissecções anatómicas traduzidas em dezenas de desenhos. Os conhecimentos anatómicos obtidos ultrapassaram aqueles que seriam suficientes para desempenhar a sua arte. De facto, os desenhos realizados ladeados de anotações são um roteiro de referências cutâneas osteo-musculares e vasculares muito detalhadas e esclarecidas, tornando Leonardo o criador da *Anatomia Artística ou Anatomia de Superfície*.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DAS CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 8 DE JANEIRO DE 2015)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arasse, Daniel (2003), *Léonard de Vinci: le rythme du monde*. Éditions Hazan.
- ArtBook (1999), *Leonardo*. Madrid: Sociedad Editorial Electa Espana, S.A.
- Barber, Barrington (2005), *Through the eyes of Leonardo da Vinci*. London: Grange Books PLC.
- Backhouse, K.M. & Hutchings, Ralph T. (1989). *Anatomia de Superfície: clínica e aplicada*. São Paulo: Editora Manole Ltda.
- Bérence, Fred (1971), *Leonardo da Vinci*. Cacém: Editorial Verbo.
- Bora, Giulio (1981), *Tout Léonard de Vinci*. Paris: Flammarion.
- Buchholz, Elke Linda (2005), *Leonardo da Vinci*. Tandem Verlag GmbH KÖNEMANN (edição portuguesa)
- Crispino, Enriça (2010), *Leonardo*. Florence: Giunti Editore S.p.A.
- Diego, Esrella de (1993), *Leonardo da Vinci*. Madrid: Historia 16.
- Field, D. M.. (2002), *Leonardo da Vinci*. Kent: Grange Books.
- Hale, Robert Beverly & Coyle, Terence (1977), *Anatomy Lessons from the Great Masters*. New York: Watson-Guptill Publications.
- Heidenreich, Ludwig & Passavant, Günter (1974), *Les Temps des Génies: Renaissance Italienne 1500-1540*, pp. 187-222. Univers des Formes, Éditions Gallimard.
- Mannering, Douglas (1981), *El Arte de Leonardo da Vinci*. Barcelona: Ediciones Polígrafa.
- Marani, Pietro C. (2003), *Leonardo da Vinci: the complete paintings*. Milan: Harry N. Abrams, INC.
- Nen, Dominique Le (2008), *Le mouvement chez Léonard de Vinci: de l'anatomie à peinture*: Mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie 7 (1): 13-20.
- Peck, Stephen Rogers (1982), *Atlas of Human Anatomy for the Artist*. Oxford University Press.
- Pedretti, Carlo (2005), *Leonardo: art and science*. Surrey: TAJ Books.
- Pijoán, José (1979), *Suma Artis, Historia General del Arte do período humanístico, Trezento e Quatrocento*, Madris: Esparsa-Calpe, S.A.
- Ranch, Alexander (1994), *A arte da Renascença Italiana*, pp. 309-316. Kölm: Köneman.
- Rosci, Marco (1972), *Leonardo de Vinci*. História da Arte, vol. 5, n.º 10, 263-299. Mem Martins: Publicações Europa-América (Alfa).
- Santi, Bruno (1975). *Léonard de Vinci*. Firenze: Becocci Editore.
- Tavano, Patrícia Teixeira (2008), *Anatomia do recém-nascido e da criança: características gerais: Ensaio e Ciência*. C. Biológicas, Agrárias e de Saúde XII (1): 64-75.
- Villata, Edoardo (2005), *Léonard de Vinci*. Milan: Continents Editions srl.
- Vinci, Leonardo da (1983), *Leonardo on the Human Body*. New York: Dover Publications.
- White, Michael (2003), *Leonardo: o primeiro cientista*. Mem Martins: Publicações Europa-America, LDA.
- Zöllner, Frank (2004). *Leonardo da Vinci, 1452-1519*. Taschen Público.
- Zöllner, Frank (2004). *Leonardo da Vinci, 1452, Obra completa de pintura e desenho*. Taschen.

Manipulando a Radiação de Terahertz usando Grafeno

N.M.R. PERES¹

A região espectral compreendida, aproximadamente, entre os 0.3×10^{12} Hz e os 3×10^{12} Hz é por vezes designada por “hiato dos terahertz”. Um hiato é uma interrupção. No caso concreto, esta interrupção refere-se à inexistência de fontes de terahertz intensas e de detectores eficientes, o que não acontece nas outras regiões espectrais. Por outro lado, a região dos terahertz é muito interessante cientificamente e por diferentes razões. Desde logo, porque muitas moléculas possuem uma assinatura espectral específica nos terahertz. Tal permite a aplicação da radiação de terahertz ao diagnóstico de doenças, ao controlo da qualidade de produtos alimentares, à detecção de poluentes. Acresce ainda que este tipo de radiação transmite-se através de materiais opacos à radiação visível, sem ser tão energética quanto os raios-X. Como tal, aquele tipo de radiação encontra aplicações nas áreas do controlo de explosivos e estupefacientes através das fronteiras. Finalmente, a radiação de terahertz poderá vir a ser usada na comunicação espacial, em particular entre satélites, pois oferece a possibilidade de elevadas taxas de transmissão de informação. A aplicação da radiação de terahertz do espaço não sofre da desvantagem da sua aplicação na atmosfera, onde aquela é fortemente absorvida. Há assim razões suficientemente fortes para se desejar manipular a radiação de terahertz. Nesse sentido há uma necessidade real de desenvolvimento de componentes electro-ópticos passivos e activos nesta região espectral.

Um dos materiais mais promissores para o desenvolvimento de tais componentes electro-ópticos é uma folha de espessura atómica, composta exclusivamente por átomos de carbono, arrançados numa rede de favo de mel e que dá pelo nome de grafeno. Este material tem um espectro electrónico cónico e na sua forma neutra – forma na qual ocorre naturalmente – a energia de Fermi está localizada no vértice do cone; diz-se que neste caso o material está neutro. Devido à relação de dispersão electrónica linear, a densidade de estados é muito baixa quando comparada com a de um condutor convencional. Tal permite o controlo efectivo e em tempo real da energia de Fermi do material numa configuração de, e como exemplo, transístor de efeito de campo, onde a densidade electrónica é controlada pela existência da porta metálica do transístor, à qual é aplicada um certo potencial de porta. Quando o potencial de porta é diferente de zero, ocorre o preenchimento dos estados electrónicos ou por electrões ou por vazios, dependendo do sinal do potencial de porta e o material diz-se dopado e, portanto, condutor da corrente eléctrica uma vez que possui cargas eléctricas livres.

É bem conhecido que um condutor pode suportar oscilações colectivas de carga eléctrica – um plasma oscilando com uma certa frequência característica –, as quais se podem acoplar à radiação electromagnética, dando origem a um sistema híbrido designado por polaritão. Quando a radiação se acopla às oscilações colectivas de carga, o sistema híbrido toma o nome de polaritão-plasmónico. Em particular, este tipo de polaritão-plasmónico pode ocorrer na interface entre um dieléctrico e um metal,

¹ Universidade do Minho, Departamento de Física, 4710-057, Braga.

dando origem a um polaritão-plasmónico de superfície, uma excitação colectiva, onde carga e radiação estão acopladas entre si, e que se propaga ao longo da interface.

Como é fácil de entender o grafeno é inteiramente uma superfície a qual está naturalmente em contacto com o ambiente – na configuração mais simples de transistor de efeito de campo – e é suportado por um dieléctrico em cima do qual repousa. Não será pois de todo surpreendente reconhecer que na sua forma dopada o grafeno suporta polaritões-plasmónicos de superfície. Por outro lado, e como já se viu, é possível controlar a densidade electrónica no grafeno por via do potencial de porta na configuração de transistor de efeito de campo, pelo que a frequência de oscilação do plasma electrónico no grafeno pode ser controlada e ajustada para a região espectral de interesse, isto contrariamente ao caso de polaritões-plasmónicos de superfície em metais convencionais, onde a densidade electrónica está fixa e, portanto, não possuindo a propriedade útil de controlo da frequência de oscilação do plasma. Devido a isto (mas não só) a plasmónica em materiais convencionais está limitada à região espectral entre o infravermelho próximo e o ultravioleta, sendo a região do visível a mais explorada.

Uma propriedade importante dos polaritões-plasmónicos de superfície é a do confinamento da radiação electromagnética, o qual ocorre em regiões do espaço menores (ou mesmo muito menores) que o comprimento de onda de radiação da mesma frequência quando esta se propaga no vazio. Devido ao confinamento da energia electromagnética em regiões inferiores ao comprimento de onda da radiação livre, os polaritões-plasmónicos de superfície exibem valores elevados da intensidade do campo eléctrico. Na região dos terahertz, o confinamento dos polaritões-plasmónicos de superfície em metais convencionais é muito fraco, comportando-se aqueles, essencialmente, como radiação livre, perdendo por isso uma das vantagens importantes deste tipo de radiação. Resulta claro que desejando-se possuir um material que exiba ao mesmo tempo polaritões-plasmónicos de superfície na região espectral dos terahertz e com elevado confinamento espacial é necessário procurar para além dos metais convencionais. É neste contexto que surge o grafeno com um material plasmónico promissor na gama espectral dos terahertz.

Como já vimos anteriormente, é possível controlar a densidade electrónica no grafeno controlando a energia de Fermi do material, a qual pode tomar valores da ordem de 0.5 eV. Este valor, que deve ser comparado com a energia de Fermi dos metais convencionais, ~5.5 eV para a prata e para o ouro, e ~7 eV para o cobre, sugere que a frequência de plasma do grafeno deverá ser mais baixa que a frequência de plasma em metais convencionais. Efectivamente, a frequência dos polaritões-plasmónicos de superfície no grafeno ocorre entre o início dos terahertz e o fim infravermelho médio, isto é entre 0.3×10^{12} Hz e 100×10^{12} Hz, dependendo do valor da energia de Fermi. Como tal, também se espera que o grau de confinamento dos polaritões-plasmónicos de superfície nesta gama espectral seja muito superior à dos metais convencionais. Isso ocorre devido à forma da condutividade óptica do grafeno a qual é controlada pela relação de dispersão electrónica cónica que caracteriza o grafeno. Efectivamente, o grau de confinamento dos polaritões-plasmónicos de superfície – definido como o quociente entre o comprimento de onda da radiação no vácuo e o comprimento de onda do polaritão–, por via da dispersão cónica, é proporcional à constante de estrutura fina e ao quociente entre a energia de Fermi e o quadrado da frequência do polaritão-plasmónico, dando origem, para valores da energia de Fermi de 0.5 eV e para uma frequência de cerca de 100 THz a um grau de confinamento de cerca de 10^3 , um valor

verdadeiramente notável, que se traduz num volume de confinamento da energia electromagnética de cerca de 10^{-9} quando comparado com o cubo do comprimento de onda da radiação no vazio, para a mesma frequência.

O que os resultados anteriores mostram é que para uma dada frequência o número de onda de um polaritão-plasmónico de superfície é muito maior que o número de onda da radiação no vazio. Como tal, dispersão do polaritão-plasmónico encontra-se sempre à direita da dispersão da luz no vazio. Tal facto introduz um desencontro cinemático entre a radiação livre e o polaritão impedindo que este seja excitado directamente pela incidência de luz no material, seja este o grafeno ou um metal convencional. É portanto necessário encontrar mecanismos para vencer essa barreira cinemática. Afortunadamente, os mecanismos usados nos metais convencionais, como sejam o acoplamento com um prisma no regime de reflexão total e o acoplamento via uma rede de difracção, são também viáveis no caso do grafeno e têm sido usados por diversos grupos experimentais para induzir polaritões-plasmónicos de superfície no material.

Particularmente interessante, entre os mecanismos existentes para vencer a barreira cinemática, é a configuração de grelhas feitas de micro- ou nano-fitas de grafeno. Ou seja, o grafeno é micro-maquinado em formato de grelha constituindo assim a própria rede de difracção. Esta configuração foi a primeira a ser usada na excitação óptica de polaritões-plasmónicos de superfície neste material, demonstrando-se experimentalmente a existência deste tipo de excitação colectiva à temperatura ambiente, ao contrário do caso do gás electrões bidimensional na camada de inversão de uma heteroestrutura, na qual este tipo de excitação só é observável a muito baixas temperaturas, ~ 10 K. Torna-se evidente que o grafeno é um material viável para explorar efeitos plasmónicos à temperatura ambiente, condição essencial para que este sistema possa ser incorporado em tecnologia de uso rotineiro.

Apesar do que atrás se disse, a incorporação de estruturas plasmónicas baseadas em grafeno em tecnologia de optoelectrónica, requer distâncias de atenuação superiores às apresentadas por este material quando suportado por dióxido de silício, um componente típico na composição do transistor de efeito de campo à base de grafeno. Por esse motivo têm emergido novas arquitecturas baseadas nas heteroestruturas de Van der Waals baseadas em grafeno e nitreto de boro hexagonal. Este último material apresenta muito baixa rugosidade e elevada cristalinidade constituindo, por isso, uma plataforma ideal para encapsular o grafeno, criando, deste modo, um casulo no qual os polaritões-plasmónicos de superfície apresentam distâncias de propagação muito mais elevadas quando comparadas com a do grafeno em cima do dióxido de silício. É pois previsível que o futuro dos sistemas plasmónicos à base de grafeno para aplicações em optoelectrónica venha a ter como paradigma o encapsulamento do grafeno por cristais de nitreto de boro. Por outro lado, no que respeita à aplicação de estruturas plasmónicas à base de grafeno em sensores moleculares (incluindo biossensores), pelo menos uma das superfícies do grafeno tem que estar exposta ao ambiente, ou pelo menos estar à distância deste de umas poucas camadas de nitreto de boro, já que de outro modo se perderia a propriedade importante que explora o forte confinamento do polaritão à superfície do grafeno.

Seja como for, a investigação sobre as propriedades plasmónicas do grafeno tem sido intensa e assim deve continuar por um futuro próximo, em particular no que respeita à sua aplicação nas diversas áreas científicas e tecnológicas atrás referidas.

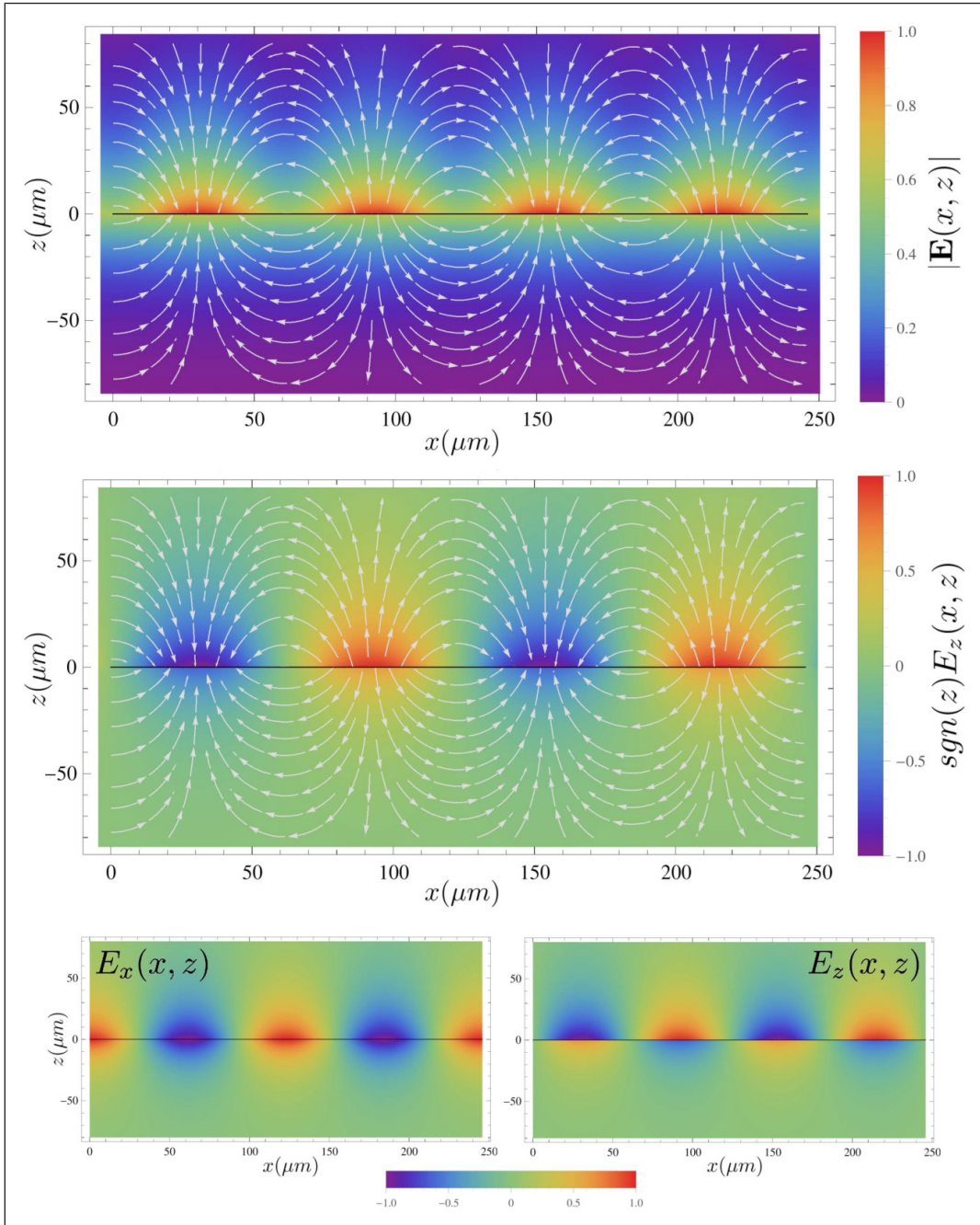


FIGURA 1
Campo eléctrico dos polaritões-plasmónicos de superfície no grafeno.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 22 DE JANEIRO DE 2015)

BIBLIOGRAFIA

P.A.D. Gonçalves e N.M.R. Peres, *An Introduction to Graphene Plasmonics*, (World Scientific, Singapore, 2016).

Anatomia artística do Renascimento em Itália (X)

Pintura do Renascimento Pleno em Roma (Século XVI)

Rafael Sanzio

J. A. ESPERANÇA PINA

1. O DIVINO RAFAEL

Rafael tornou-se famoso pelo realismo e expressividade das suas pinturas, que se manifestavam através dos gestos, das mímicas faciais, das poses e dos movimentos corporais. Tudo isto deu vida às obras de arte que, por sua vez, deram forma às relações entre pessoas, a situações históricas e à aparência do divino. As suas pinturas têm um tratamento da cor e da forma, da luz e da sombra, contudo o artista tornou-se principalmente famoso pelo realismo da sua arte, no pensamento europeu do Renascimento pleno.

Rafael foi considerado o católico, o clássico e o idealista e até hoje não se sabe quais eram as suas intenções, talvez pretendendo fazer justiça através das suas obras. Fez quadros, frescos e desenhos, pintou artigos de fé, figuras bíblicas e figuras mitológicas da Antiguidade Clássica, deuses, deusas, santos, anjos, portadores da mensagem da salvação de Cristo como resposta a encomendas. Fez retratos de papas, cardeais, madonas e sobretudo retratos de diversas personagens e também cartões de tapetes confeccionados em Bruxelas para a Capela Sistina.

Rafael ao longo da sua vida nunca parou de pintar e cada obra criava mais uma técnica nova, ultrapassando os artistas que o influenciaram.

2. RAFAEL NOS ANOS DE FORMAÇÃO EM PERÚGIA (1494-1504)

Rafael Sanzio nasceu a 1483 em Urbino, sendo filho de Giovanni Santi e Magia Ciarla. Seu pai era um modesto pintor e colaborara na decoração do palácio do Duque Frederico de Montefeltro. A sua mãe morreu em 1491 e seu pai faleceu em 1494. Transferiu-se para Perúgia em 1494, onde se torna discípulo de Perugino.

2.1. Pinturas

São Sebastião (1501-1502) encontra-se na Pinacoteca da Academia Carrara, em Bérghamo. Segura com a mão direita uma flecha, único símbolo do seu martírio, e tem em flexão a articulação interfalângica superior do dedo mínimo. Veste uma magnífica capa vermelha com uma camisa bordada a ouro, e os cabelos estão elegantemente penteados.

O Anjo (fragmento do Retábulo Baronci, 1500-1501) está na Pinacoteca Tosio Martinengo, em Bréscia. As referências cutâneas estão bem evidenciadas, sendo de realçar a fenda da boca horizontalizada, o tubérculo do lábio superior, as comissuras labiais, o filtro, a fosseta mediana e o sulco mento-labial. A mímica exprime reflexão com meditação.

A Coroação da Virgem (Retábulo Oddi) (1502-1503) está na Pinacoteca Vaticana, na Cidade do Vaticano. O registo superior representa *a parte celeste* e o registo inferior *a parte terrestre*. *A parte celeste* representa Jesus coroando sua Mãe, sendo a cena presenciada por quatro anjos músicos e cabeças de querubins alados. *A parte terrestre* apresenta o túmulo de Maria aberto, com os apóstolos dispostos em semi-círculo rodeando o sarcófago, já sem Maria, mas florido com lírios e rosas. A maioria dos apóstolos olha para a coroação da Virgem, com mímicas que exprimem um estado de espírito dominado pela emoção.

Os esponsais da Virgem e José (1504) encontram-se na Pinacoteca de Brera, em Milão. A pintura está dividida em duas partes. A parte superior apresenta um grandioso templo e algumas personagens. A parte inferior representa o casamento de Maria e José feito pelo Sumo-sacerdote. À esquerda, Maria está acompanhada por cinco mulheres e à direita, José com cinco homens ostentando ramos secos. O Sumo-sacerdote une as mãos de Maria e de José, enquanto este parece colocar a aliança no dedo de Maria. Maria está vestida de vermelho, símbolo da paixão de Cristo e com um manto azul, símbolo da virgindade, sendo acompanhada por cinco mulheres. José com os pés descalços, símbolo de humildade, tem um ramo florido e cinco pretendentes com ramos secos. Os pretendentes a Maria tinham-se apresentado no templo com um ramo, aquele que cujo ramo florisse seria o escolhido, foi pois o que aconteceu a José. O mais jovem dos pretendentes inconsolável, por não ter sido eleito para desposar Maria, parte o ramo com o joelho direito.

3. RAFAEL EM FLORENÇA (1504-1508)

Em 1504, Rafael com 20 anos muda-se para Florença onde permanece até 1508. Rafael procede à cópia das figuras de Leonardo e de Miguel Ângelo. Entre 1505 e 1507, Rafael pinta para Perúgia e Florença.

3.1. Pinturas, Madonas e Retratos

As Três Graças (1504-1505) estão no Museu Condé, em Chantilly. As Três Graças da mitologia grega seguram uma maçã de ouro, significando a imortalidade. A anatomia de superfície está bem desenhada, quer nas duas Graças vistas anteriormente, quer na Graça vista posteriormente, todas com mímicas revelando serenidade.

Cristo abençoando (1505-1506) encontra-se na Pinacoteca Tosio Martinengo, em Bréscia. Cristo abençoa com a mão direita, tendo os dedos indicador e médio estendidos e os restantes flectidos. O tórax e a parte superior do abdómen estão desnudados e um véu vermelho cobre a pelve e o ombro direito. Apresenta a cabeça flectida com a coroa de espinhos e os estigmas da paixão nas mãos e no hemitórax direito. As referências cutâneas dos músculos das regiões do pescoço são evidentes. As referências cutâneas ósteo-musculares das regiões ântero-laterais do tórax e do abdómen são visíveis. A mímica sugere dignidade e tranquilidade e não sofrimento como seria previsível.

O Sonho de um Cavaleiro (1504-1505) está na National Gallery, em Londres. O jovem cavaleiro dorme próximo de um loureiro, sonhando com duas personagens femininas, que representam a Virtude com o livro e a espada, à esquerda, e o Prazer com a flor, à direita. O livro, a espada e a flor são os símbolos necessários à confirmação do cavaleiro, como soldado, humanista, e amante da verdade. A paisagem

é constituída por grandes rochedos e uma fortaleza de difícil acesso, à esquerda, e uma ponte sobre um rio, à direita.

São Jorge em luta com o dragão (1505-1506) encontra-se na National Gallery of Art, em Washington. Segundo a lenda, o dragão com o seu bafo de fogo podia queimar todos os que se aproximavam. A fim de apaziguar o dragão, a cidade forneceu-lhe ovelhas, filhos e filhas dos cidadãos e depois uma filha do rei. São Jorge com armadura montado num cavalo branco interpõe-se entre o dragão e a princesa em lágrimas e em oração. Com a lança derrubou e imobilizou o dragão, mas este só foi morto com a espada.

A Inumação de Cristo (1507) está na Galeria Borghese, em Roma. A cena estende-se do Calvário, em cima à direita e a gruta onde Cristo foi inumado, em baixo à esquerda. Cristo é transportado para a gruta por duas personagens, rodeadas por dois grupos de figuras. Atrás à esquerda, estão João Evangelista, Nicodemos e Maria Madalena. Atrás à direita, a Virgem Maria, desfalecida após o último adeus a seu filho, está nos braços de três santas mulheres. São João Evangelista e Maria Madalena olham para Jesus com mímicas de sofrimento doloroso e Nicodemos olha para Cristo, com mímica sugerindo tristeza e dureza. A Virgem desfalecida está apoiada por três mulheres cuja mímica representa contemplação apreensiva.

A Madona do pintassilgo (1507) está no Museu dos Uffizi, em Florença. A Virgem está sentada num rochedo com Jesus em pé no regaço, a mão direita segura São João Baptista e a mão esquerda tem um livro aberto. A mímica da Virgem revela ternura, ao observar as crianças brincando com um pintassilgo, símbolo da paixão de Cristo.

A Bela Jardineira (Madona e o Menino com São João Baptista) (1507) encontra-se no Museu do Louvre, em Paris. A Virgem com um livro está sentada numa pedra, segura Jesus de pé, assumindo ambos uma posição natural. São João ajoelhado, com o joelho direito perto do pé esquerdo de Maria, segura a cruz, evocando a paixão de Cristo. A mímica da Virgem expressa contemplação do filho e a sua fâcies é de grande beleza.

A Sagrada Família Canigiani (1507) está na Alta Pinacoteca, em Munique. As personagens dispõem-se num triângulo, em que os ângulos estão ocupados pelos adultos. No ângulo superior está José, segurando a vara com as duas mãos e inclinando-se para Maria e Isabel. Maria de joelhos com um livro entreaberto na mão esquerda tem Jesus no regaço. Isabel igualmente de joelhos sustenta São João. Ao fundo observam-se duas cidades com muralhas, casas e torres, e nas nuvens um grupo de querubins. As mímicas de Maria e José insinuam afecto com Jesus, enquanto Isabel parece dialogar com José.

O Retrato de Mulher Grávida (1505-1506) encontra-se na Galeria Palatina (Palácio Pitti), em Florença. A mulher grávida tem a mão no abdómen distendido pela gravidez, enquanto os olhos estabelecem contacto psicológico com o observador. O cabelo está agarrado com uma rede, tem um fio de ouro e anéis. A mímica sugere atenção prudente.

O Retrato da Dama com Unicórnio (1505) está na Galeria Borghese, em Roma. A dama é uma jovem bonita, loira, com íris azuis, olhando para a esquerda. Tem um vestido de veludo verde e vermelho, e um colar com jóia e uma pérola, sinal de mulher recém-casada. Segura no regaço um unicórnio símbolo de união fiel. A mímica exprime espanto e desconfiança.

O auto-retrato de Rafael (1506) encontra-se no Museu dos Uffizi, em Florença. Rafael ainda jovem, vestido de negro, tem traços finos e melancólicos. A mímica sugere bondade.

O *Retrato da Mulher Muda* (1507) está na Galeria Nacional em Urbino. A *Muda* pintada a três quartos emerge do fundo escuro, com a fâcies e o corpo da jovem concentrando toda a luz. A mímica demonstra mistério e ao mesmo tempo um carácter sereno e infeliz.

Os retratos de *Agnolo Doni* e de *Maddalena Doni* (1506) estão na Galeria Palatina (Palácio Pitti), em Florença. As pinturas retratam Agnolo Doni recentemente casado com Maddalena Doni. A figura de Maddalena representa o busto e as mãos colocadas uma em cima da outra são idênticas às de Mona Lisa. A paisagem do fundo permite a relação com as duas figuras, fornecendo uma luz uniforme que define superfícies e volumes, tão próprios de Leonardo. Mas a característica mais típica dos retratos, que marcaram a maturidade artística de Rafael são as mímicas, revelando o sentido da serenidade.

4. RAFAEL EM ROMA NA ÉPOCA DO PAPA JÚLIO II (1509-1514)

Depois do desastre político e religioso do Papa Alexandre VI Bórgia com o descontentamento dos católicos europeus, o papado de Júlio II reafirmou a primazia da Igreja Católica. O Papa Júlio II adotou o brasão da sua família Delle Rovere. Resolveu preparar novas instalações, na parte superior da área setentrional do Palácio Pontifício do Vaticano. Por indicação de Bramante, Rafael foi chamado por Júlio II, para decorar as quatro estâncias do Palácio. Em meados de 1508 Rafael muda-se para Roma, iniciando a pintura dos frescos para as estâncias do Palácio Pontifício do Vaticano.

4.1. Frescos nas Estâncias do Palácio Pontifício do Vaticano

O novo apartamento de Júlio II deveria ser constituído por quatro estâncias. No seu pontificado, Rafael pintou os frescos da *Estância da Assinatura* e da *Estância de Heliodoro*. No pontificado de Leão X, pintou os frescos da *Estância do Incêndio no Burgo* e os frescos da *Estância de Constantino* já foram pintados pelos seus colaboradores após a sua morte.

4.1.1. Estância da Assinatura

A Estância da Assinatura passou a ser a biblioteca de Júlio II. O *tecto* representa o símbolo dos estudos universitários medievais; a *parede do lado este* mostra a Escola de Atenas; a *parede do lado norte* apresenta o Parnaso; a *parede do lado oeste* mostra a Disputa do Sacramento; e a *parede do lado sul* apresenta as Virtudes Cardinais.

4.1.1.1. Representação dos símbolos dos estudos universitários medievais

O *tecto* representa os símbolos dos estudos universitários medievais, a Teologia, a Filosofia, a Justiça e a Poesia em vez da Medicina. A **Teologia** está personificada com o vestido vermelho, o manto verde e o véu branco, as cores das virtudes teológicas e segura um livro na mão esquerda. Os anjos ostentam tabuinhas com as inscrições, os *mistérios sagrados* e a *revelação*. A **Filosofia** está personificada sentada num rico trono, com um vestido de quatro cores, o azul simbolizando as estrelas, o vermelho as línguas de fogo, o verde os peixes, e o dourado os vegetais e segura um livro sobre a moral e outro sobre a natureza. Os anjos sustentam duas tabuinhas com palavras de Cícero, *o pensamento das origens*. A **Justiça** está personificada com os símbolos do gládio e da balança, mostrando uma atitude enérgica e severa, como defensora das leis, e o vestido verde como atributo do poder. Os anjos sustentam duas tabuinhas

com palavras de Justiniano, *a cada um são concedidos os seus direitos*. **A Poesia** está personificada com asas, os símbolos da coroa de louros e da lira, e segura um livro na mão direita. Os anjos ostentam duas tabuinhas com palavras de Virgílio, *inspirado pelo espírito*.

4.1.1.2. Escola de Atenas

A Escola de Atenas está num grandioso edifício com abóbadas de berço, com as estátuas de Apolo e Atena, as divindades protectoras do pensamento e artes. A cena mostra numerosos filósofos da Grécia Clássica, representando as diversas correntes do pensamento filosófico, que meditam em silêncio ou discutem apaixonadamente.

Platão e Aristóteles caminham dialogando. Platão com longa barba branca aponta para o céu e segura o *Timeu*, que distingue o mundo físico, aquele que muda, e o mundo eterno, o que nunca muda. Aristóteles segura a *Ética* e aponta para a terra.

Platão foi um filósofo e matemático grego, autor de 35 *diálogos filosóficos* e 13 *cartas*.

Aristóteles foi um filósofo grego, discípulo de Platão e tutor de Alexandre Magno. É de realçar na sua obra os *Diálogos*.

Heráclito foi um filósofo de Éfeso, o pai da Dialéctica, tendo escrito *Sobre a Natureza*.

Epicuro foi um filósofo de Samos, criou o *Epicurismo*, o sistema filosófico que prega a procura dos prazeres moderados para atingir um estado de tranquilidade e de libertação do medo, sem sofrimento corporal.

Averróis foi filósofo e médico muçulmano andaluz, tendo escrito obras médicas e filosóficas, sendo a mais célebre a *Destruição da Destruição*.

Pitágoras foi matemático e filósofo grego, um dos maiores matemáticos da Antiguidade Clássica, tendo fundado a Escola Pitagórica, cujo lema era *o número é tudo*.

Alcibíades foi um famoso general e político ateniense, sendo educado por Péricles e cresceu com os dirigentes da democracia ateniense, entre os quais Sócrates.

Xenofonte foi historiador e filósofo grego, sendo as suas obras divididas em obras históricas, entre as quais a *Anábase*, obras filosóficas e obras técnicas.

Parménides foi um filósofo grego de Eleia, sendo o primeiro pensador a discutir o Ser, com a máxima por si elaborada *O Ser é e o não ser não é*, sendo o criador da Ontologia a partir do seu poema *Sobre a natureza*, onde descreveu duas visões da realidade.

Esquines foi um orador ateniense, expressava-se com discursos como *Contra Timarco*, *Da Embaixada* e *Contra Ctesifonte*, reflectem a disputa com Demóstenes.

Sócrates foi um filósofo de Atenas, tendo em destaque o seu método, e não tanto as suas doutrinas. Baseava-se na argumentação, insistindo que só se descobre a verdade pelo uso da razão. O seu legado reside sobretudo na sua convicção inabalável de que mesmo as questões mais abstractas admitem uma análise racional. O seu pensamento conheceu-se pelos seus discípulos, sobretudo por Platão, nas suas obras *Apologia de Sócrates*, *Críton*, *Fédon*, *Banquete* e *Teeteto*, entre outras.

Diogénés foi filósofo grego de Sinope, fazendo da pobreza uma virtude, deambulando pelas ruas, com uma lanterna, alegando estar à procura de um homem honesto.

Euclides foi um matemático da Grécia Clássica, um dos mais importantes de todos os tempos, alcançou grande prestígio, pela forma como ensinava Geometria e Álgebra. A obra a si atribuída, *Os Elementos* são uma das mais influentes na história da matemática.

Zoroastro foi um profeta, nascido na Pérsia Antiga. Enquanto participava num ritual de purificação num rio, viu um ser de luz que se apresentou como sendo *Vohu Manah* (“Bom Pensamento”) e que o conduziu à presença de *Ahura Mazda* (Deus), que lhe revelou a sua mensagem, base do *Zoroastrismo*, uma das religiões mais antigas.

Zénon foi um filósofo grego de Chipre, fundando em Atenas a escola filosófica estoica. O estoicismo enfatizava a paz de espírito, conquistada através de uma vida plena de virtude, de acordo com as leis da natureza, restando apenas alguns fragmentos escritos.

4.1.1.3. Parnaso

O Parnaso mostra o mitológico Monte Parnaso, a montanha sagrada da mitologia grega. O deus Apolo está rodeado por nove musas e a seus pés brota a sagrada fonte de Hélicon. Lateralmente situam-se nove poetas da antiguidade e nove poetas modernos.

Apolo está rodeado por nove musas.

Apolo era o deus da beleza, da perfeição, da harmonia, do equilíbrio, da razão, da poesia e da música. Apolo apresenta-se com a coroa de louros, jovem, imberbe, no auge do seu vigor, quase nu, com uma *écharpe* azul cobrindo o braço direito, a porção superior das coxas e parte do abdómen. Toca um instrumento estilizado de cordas, talvez uma lira.

À esquerda encontram-se: **Calíope**, a musa da eloquência; **Tália**, a musa da comédia; **Clio**, a musa da história; **Euterpe**, a musa da poesia lírica.

À direita encontram-se: **Terpsícore**, a musa da dança; **Érato**, a musa da poesia lírica e erótica. **Polímnia**, a musa da música sacra; **Melpómene**, a musa da tragédia; **Urânia**, a musa da astronomia.

Dante, o maior poeta da língua italiana, escreveu a *Divina Comédia*. **Homero**, um poeta épico da Grécia Clássica escreveu a *Ilíada* e a *Odisseia*. **Virgílio**, poeta da Roma Clássica, escreveu as *Éclogas* ou *Bucólicas*, as *Geórgicas* e a *Eneida*. **Estácio**, poeta da Roma Clássica escreveu a *Tebaida* e a *Silvae*.

Safo, poetisa lírica da Grécia Clássica, escreveu os seus poemas acompanhada por lira, restando completo o *Hino em honra de Afrodite*. **Anacreonte**, poeta lírico da Grécia Clássica, escreveu os *Hinos a Artemísia e Dionísio*. **Petrarca**, um humanista, escritor e poeta italiano do século XIV, o criador do soneto, realizou numerosas obras, entre as quais os *Triunfos*, o *Meu Livro Secreto*, *Sobre os Homens Famosos*, *Sobre o Lazer Religioso*, *Sobre a Vida Solitária* e *O Itinerário para a Terra Santa*. **Corina de Tanagra**, uma poetisa lírica da Grécia Clássica, escreveu poesia coral para celebrações, o *Minouaie* e o *Koronai*. **Alceu de Mitilene**, poeta lírico da Grécia Clássica, compôs odes (poesias cantadas com acompanhamento musical), poemas de fundo político e hinos religiosos.

Horácio, foi um poeta satírico, um dos maiores da Roma Clássica, tendo composto *Sátiras*, *Odes*, *Epistolae* e *Epodos*. **Ovídio**, poeta da Roma Clássica realizou poesia erótica, a *Heróides*, os *Amores* e a *Ars Amatoria*. **Sanazaro**, poeta do Renascimento Italiano realizou as *Bucólicas*, as *Éclogas Piscatoriae*, a *De Partu Virginis* e a *Arcádia*.

4.1.1.4. Disputa do Sacramento

A Disputa do Sacramento representa o dogma da Eucaristia, caracterizando na parte inferior a igreja militante, e na parte superior a igreja triunfante, através de figuras bíblicas e eclesiásticas.

O ponto focal da pintura é a Hóstia consagrada sobre o altar, tendo como fundo o azul do céu. Lateralmente ao altar estão: à esquerda, **São Gregório Magno** (pintado como Papa Júlio II) e **São Jerônimo**; e à direita, **Santo Ambrósio** e **Santo Agostinho**. Aos quatro Doutores da Igreja Militante é-lhes atribuída a definição do dogma da Eucaristia.

No centro da Igreja Triunfante encontra-se **Cristo ressuscitado** rodeado pela **Virgem Maria**, **São João Baptista** e **Deus-Pai** abençoando a multidão.

Lateralmente à Trindade encontram-se em tronos nas nuvens seis patriarcas, profetas, reis ou santos do Antigo e Novo Testamento, representando a Igreja Triunfante. À esquerda encontram-se: **São Pedro**, **Adão**, **São João Evangelista**, **David** e **São Lourenço**. À direita encontram-se **Judas Macabeu** (?), **Santo Estêvão**, **Moisés**, **Tiago Menor**, **Abrão**, e **São Paulo**.

Na parte esquerda da Igreja Militante encontram-se algumas personagens: **Beato Angélico**, **Bramante** e **Francisco Maria Delle Rovera**.

Na parte direita da Igreja Militante encontram-se algumas personagens: **São Tomás de Aquino**, **Inocente III**, **São Boaventura**, **Sisto IV** e **Dante**.

4.1.1.5. Virtudes Cardinais

Na luneta as três virtudes cardinais representam a jurisprudência. Inferiormente, à esquerda a criação do Direito Civil, e à direita a criação do Direito Canónico.

As virtudes cardinais são representadas por personalidades femininas com diversos símbolos: a *fortaleza* com o leão e o ramo de carvalho; a *prudência* com o espelho; e a *temperança* com as rédeas.

O jurista bizantino Triboniano entrega o *Digesto* ou *Pandectas* ao Imperador Justiniano, parte do Direito Romano por ele codificado, simbolizando a criação do Direito Civil.

O Papa Gregório IX (pintado como Júlio II) recebe as *Decretales* (cartas pontificias) de São Raimundo de Penaforte, simbolizando a criação do Direito Canónico.

4.1.2. Estância de Heliodoro

A Estância de Heliodoro destinava-se às audiências papais. A *parede do lado este* mostra a Expulsão de Heliodoro do Templo; a *parede do lado sul* apresenta a Missa de Bolsena; a *parede do lado oeste* mostra o Encontro do Papa Leão Magno com Átila; e a *parede do lado norte* apresenta a Libertação de São Pedro.

4.1.2.1. Expulsão de Heliodoro do templo

A Expulsão de Heliodoro do templo representa: à direita, Heliodoro, general do rei Seleuco da Síria, que quis apoderar-se do tesouro do Templo de Jerusalém; à esquerda, está o Papa Júlio II; ao centro, o Sumo-Sacerdote de Jerusalém reza.

Heliodoro, profanador do templo, é pisado pelo cavalo montado pelo mensageiro divino com armadura de ouro, assistido por dois anjos, que o castigam com fortes golpes. A violência da acção, a agitação dos gestos e dos movimentos mostra o dramatismo da cena.

Júlio II é transportado na sedia gestatória carregada por sediários. O Papa assiste ao castigo de Heliodoro, imperturbável demonstrando a sua autoridade. Constitui a única parte do fresco concebida num esquema estático. A personagem feminina apresenta uma postura e complexidade física, semelhante às figuras de Miguel Ângelo na Capela Sistina.

4.1.2.2. Missa de Bolsena

A Missa de Bolsena relata um milagre em que um sacerdote boémio duvida da realidade da transubstanciação na Eucaristia. Durante a realização da Missa em Bolsena, a norte de Roma, na altura da consagração, a hóstia sangra. Num dos lados do altar, está o sacerdote com a hóstia e do outro lado do altar, o Papa Júlio II, ajoelhado, com membros da comitiva papal, cardiais, sediários e guardas suíços. À esquerda personagens amontoadas contemplam o acontecimento milagroso.

O sacerdote com a hóstia na altura do milagre, tendo atrás de si o diácono e três acólitos com velas. Do outro lado do altar, o Papa Júlio II, ajoelhado, com barba branca, numa atitude enérgica, solene e piedosa, e atrás os Cardiais Riario e Sangiorgio.

Os guardas suíços, com o característico fardamento desenhado por Miguel Ângelo, têm fâcies exprimindo paixão ou movimento da alma, e um deles olha para o exterior.

Atrás dos acólitos com velas estão mulheres e crianças, contemplando o milagre da transubstanciação na Eucaristia. Observa-se uma mulher de costas, semelhante às personagens de Miguel Ângelo, e a seu lado uma criança olha para o exterior.

4.1.2.3. Encontro entre o Papa Leão I Magno e Átila

O encontro deu-se entre o Papa Leão I Magno (com fisionomia de Leão X) e Átila. O Papa deteve, às portas de Roma, o exército dos hunos, comandados por Átila, evitando a destruição da Cidade Eterna. No céu, São Pedro e São Paulo brandem as espadas.

O Papa Leão I Magno, e também a cavalo dois cardeais, sendo um o Cardeal Giovanni de Médicis (futuro Papa Leão X). O Papa muito tranquilo e solene exhibe um gesto de paz em direcção aos hunos. No céu São Pedro e São Paulo brandem as espadas.

O exército dos hunos com Átila e dois cavaleiros parece retrair-se, perante a visão da comitiva papal e São Pedro e São Paulo no céu munidos de espadas.

4.1.2.4. Libertação de São Pedro

São Pedro foi preso pelo rei Herodes, com a finalidade de o executar. A libertação de São Pedro é constituída por três cenas. No centro, o anjo acorda São Pedro para o libertar. À direita, o anjo orienta-o para passar entre os soldados que dormem. À esquerda, os guardas despertam para iniciarem a perseguição de São Pedro.

São Pedro, na prisão, é despertado pelo anjo, com uma aréola luminosa, que lhe retira as correntes para poder libertá-lo, na presença de dois guardas.

São Pedro segue o anjo para descer as escadas e passar entre os guardas que dormem.

Um guarda desperta com a luz emitida pelo anjo e com gestos agitados acorda os restantes guardas, para iniciarem a perseguição a São Pedro.

4.2. Pinturas, Madonas e Retratos

O Triunfo de Galateia (1510-1511) encontra-se na Sala da Galateia da Vila Farnesina, em Roma. É uma cena mitológica, com a ninfa Galateia, num pequeno barco puxado por dois golfinhos, destacando-se das outras ninfas pela beleza e liberdade de movimentos. As restantes musas estão ligadas ao amor

terreno, uma com um homem-peixe, e outra com um homem-cavalo. Superiormente, cupidos lançam flechas contra as criaturas semi-humanas.

A Madona Alba (1511) está na National Gallery of Art, em Washington. A Virgem com um livro na mão esquerda e a mão direita em São João Baptista. Jesus está sentado na sua coxa, e estende a mão para a cruz nas mãos de São João Baptista. A mímica da Virgem revela apreensão, e as mímicas das crianças exprimem meditação.

A Madona da cadeira (1514) encontra-se na Galeria Palatina (Palácio Pitti), em Florença. A Virgem está sentada, segurando o filho ao colo, e envolvendo-o com os braços. A sua cabeça está colocada delicadamente contra a de Jesus. São João Baptista sustenta a cruz de cana delgada, como que para anunciar a morte do Salvador, e tem as mãos em oração. As mímicas são extremamente expressivas, revelando a da mãe e do filho enorme ternura.

A Madona Sistina (1513-1514) encontra-se na Gemäldegalerie, em Dresden. A Virgem com o Menino nos braços, a posição dos pés descalços e as dobras das vestes dão a impressão de movimento. A mímica da Virgem sugere melancolia, provavelmente por já ter conhecimento do destino do filho. Santa Bárbara, a protectora dos relâmpagos e tempestades, dirige o olhar para baixo, estabelecendo a ligação com os fiéis. O Papa Sisto IV com a tiara papal por terra faz um gesto com a mão direita, que dá a impressão de estar pedindo à Madona que interceda pelos fiéis. Os dois anjos alados apoiados numa balaustrada apresentam mímicas exprimindo grande concentração contemplativa.

O retrato de Cardeal (1510) está no Museu do Prado, em Madrid. Veste trajes cardinalícios vermelhos, com esclavina e capelo. A mímica sugere altivez e arrogância.

O retrato do Papa Júlio II (1511-1512) encontra-se na National Gallery, em Londres. O Papa está sentado com um gorro papal púrpura, sobrepeliz branca e mozeta púrpura. A barba comprida e branca contrasta com a cor púrpura da mozeta e do gorro. Os dedos das mãos têm anéis e a mão direita segura um lenço branco. A mímica revela energia e autoridade.

O retrato de Bindo Altoviti (1512-1514) está na National Gallery of Art, em Washington. É um pintor florentino e homem culto, amante das artes. Tem aspecto efeminado, em posição quase teatral, pintado num contraste entre luz e sombra. O olhar cativante e a fisionomia dão-lhe um aspecto sedutor. O manto azul cobre o seu ombro direito, mostra a nuca coberta pelos cabelos louros e compridos. A mímica insinua altivez e sedução.

O retrato de Tommaso Inghirami (1514) encontra-se na Galeria Palatina (Palácio Pitti), em Florença. Foi bibliotecário do Papa Júlio II, professor de retórica, humanista de grande cultura. Rodeado de livros, medita antes de iniciar a escrita. Com estrabismo, aparenta uma energia interior que transmite à fâcias uma personagem com grande personalidade. A mímica sugere reflexão com ponderação.

5. OS ANOS DE ROMA NA ÉPOCA DO PAPA LEÃO X (1514-1520)

Em 1513, o Cardeal Giovanni de Médicis com o nome de Leão X substituiu Júlio II. O pontificado do novo Papa tornou-se intérprete dos interesses egoístas da sua família Médicis. Adoptou como brasão o da família Médicis, com seis bolas sobre um campo branco, entrelaçando depois as chaves de São Pedro, símbolo papal.

5.1. Frescos nas Estâncias do Palácio Pontifício do Vaticano

No pontificado de Leão X, Rafael pintou os frescos da *Estância do Incêndio do Burgo*, à excepção da Batalha de Óstia e da *Estância de Constantino*, cujos frescos foram pintados por Giulio Romano e outros colaboradores de Rafael, com base em desenhos do Mestre.

5.1.1. Estância do Incêndio no Burgo

A Estância do Incêndio no Burgo destinava-se aos banquetes oficiais de Leão X. A *parede do lado este* mostra a Batalha de Óstia; a *parede do lado sul* apresenta o Incêndio no Burgo; a *parede do lado oeste* mostra a Coroação de Carlos Magno; e a *parede do lado norte* apresenta o Juramento de Leão III.

5.1.1.1. Batalha de Óstia

Na batalha de Óstia a esquadra otomana ataca o exército papal mas foi destruída por uma tempestade. Os otomanos perderam muitos navios e os guerreiros, que alcançavam a costa, eram capturados e feitos prisioneiros. O Papa Leão IV (com a fisionomia de Leão X) prepara-se para realizar uma acção de graças.

5.1.1.2. O Incêndio no Burgo

O Incêndio no Burgo declarou-se perto da antiga Basílica do Vaticano, ameaçando toda a cidade. Leão IV conseguiu milagrosamente deter o fogo, com a sua bênção perante uma multidão em pânico.

O jovem Eneias com o seu pai Anquises sobre os ombros são acompanhados pelo pequeno Ascânio e seguidos por Creúsa, fugindo das chamas.

À direita, está um grupo de figuras com vasos de água tentando apagar o fogo. À esquerda mulheres e crianças em pânico e uma figura feminina vestida de amarelo, de costas, pedindo a intervenção do Papa.

5.1.1.3. A Coroação de Carlos Magno

A coroação de Carlos Magno mostra o Papa Leão III (com fisionomia de Leão X) coroar Carlos Magno. Deste modo, foi restabelecido o Império Romano e estabelecida a supremacia do Pontífice Romano sobre toda a Igreja.

Depois de Carlos Magno se ter ajoelhado em atitude devocional, o Papa Leão III coloca-lhe a coroa de imperador romano, enquanto um jovem segura a coroa que antes usava.

Os bispos assistem à coroação, ouvindo um, que provavelmente transmite a satisfação pelo fortalecimento do poder do Pontífice sobre toda a Igreja, resultante da coroação de Carlos Magno. Alguns exprimem mímicas reflectindo grande atenção.

5.1.1.4. O Juramento de Leão III

O Papa Leão III, na presença de eclesiásticos e outras personagens, faz um juramento de purificação.

Leão III foi acusado pelos sobrinhos do seu predecessor, o Papa Adriano I, de adultério e perjúrio, tendo o monge Alcuíno, conselheiro de Carlos Magno, defendido que o Papa não dependia da justiça dos homens. Após um concílio, na presença de Carlos Magno, o Papa foi reabilitado e os acusadores condenados ao desterro. O Papa Leão III, na presença de eclesiásticos e outras personagens, faz um juramento de purificação.

5.2. Pinturas, Madonas e Retratos

A Transfiguração (1520) encontra-se na Pinacoteca Vaticana, na Cidade do Vaticano. O registo superior mostra a transfiguração de Cristo no Monte Tabor, o rosto resplandecente como o sol e as vestes brancas como a luz. Jesus está ladeado pelos profetas Elias, à esquerda e Moisés, à direita. À esquerda, estão duas figuras ajoelhadas. Em baixo, e deitados, e da esquerda para a direita, estão os apóstolos Tiago, Pedro e João, símbolos da fé, esperança e amor. No grupo ínfero-esquerdo, estão nove apóstolos com os gestos enfatizados. Anteriormente está o apóstolo Mateus com o olhar fixado numa mulher genuflectida, separando o grupo familiar do grupo dos apóstolos. No grupo ínfero-direito, estão os familiares da criança possuída pelo demónio, tentando o exorcismo sem sucesso. As mímicas dos apóstolos e dos familiares sugerem perturbação, tensão e agitação.

A Madona da Rosa (1520) está no Museu do Prado, em Madrid. A cena representa a Sagrada Família com São João Baptista. Sobre uma mesa está assente o pé esquerdo de Jesus e uma rosa, donde vem o nome da pintura. São João Baptista entrega a Jesus um talismã, onde se inscreve a frase *Eis o Cordeiro de Deus*. O aspecto descontraído e alegre das duas crianças contrasta com a tristeza da Virgem Maria e de São José, prevendo a crucificação de Jesus e a degolação de João Baptista.

O retrato de Baldassare Castiglione (1514-1515) encontra-se no Museu do Louvre, em Paris. Está pintado contra um fundo castanho, a camisa branca pregueada, um gibão escuro, e a cabeça com um turbante. A fâcias com referências cutâneas ósteo-musculares bem marcadas, a íris azulada e a barba arredondada, definem a subtileza da sua personalidade. A mímica sugere atenção prudente e ponderada.

O retrato de *A Velada* (1516) está na Galeria Palatina (Palácio Pitti), em Florença. É uma pintura famosa representando a beleza-ideal. O vestido é luxuoso com enfeitos a ouro, as mangas volumosas, e o véu desce sobre as espáduas, deixando à vista a mão direita colocada sobre o peito. A sua beleza natural, feminilidade e olhar acolhedor, parece convidar o observador a extasiar-se. A mímica revela sensualidade.

O retrato duplo de Andrea Navagero e Agostino Beazzano (c. 1516) encontra-se na Galeria Dória-Pamphilji, em Roma. O retrato dos humanistas representa duas personagens trajando de negro, contra um fundo igualmente negro. Andrea Navagero, à esquerda, virado para a direita a três quartos, tem a barba escura, um barrete e vestes escuras. Agostino Beazzano, à direita, virado para a esquerda a três quartos, tem os cabelos compridos e a gola da camisa branca. As personagens parecem ter interrompido um diálogo, evidenciando fâcias expressivas. As mímicas sugerem contemplação e autoridade.

O auto-retrato de Rafael com um amigo (1518) está no Museu do Louvre, em Paris. O retrato mostra duas personagens, que trajam de negro com camisas esbranquiçadas. Rafael atrás do amigo tem a mão no seu ombro. O amigo tem a mão esquerda no punho da espada, e a mão direita aponta. A mímica de Rafael revela reflexão pendente e contemplação, e a mímica do amigo parece comentar o que está a apontar.

O retrato de Fornarina (1518-1519) encontra-se na Galeria Nacional de Arte Antiga, em Roma. A mulher semi-nua ligeiramente voltada para a esquerda, tenta disfarçar os seios com a mão direita, enquanto a mão esquerda repousa sobre o regaço. A mulher é retratada nua da cintura para cima, com um manto vermelho sobre as coxas e um véu transparente na parte inferior dos seios, no processo xifóide do esterno, no braço direito e no abdómen. O cabelo está ligado por um turbante listrado em dourado e azul, ostentando uma pérola. O braço esquerdo tem um bracelete com a inscrição *Raphael Urbinas*, um selo de amor de Rafael, seu hipotético amante. Para alguns, a mão direita, poderá querer

referenciar uma neoplasia da mama esquerda. A mímica sugere paixão com sensualidade para alguém que a olha.

O retrato de Leão X com os Cardeais Júlio de Médicis e Luigi de Rossi (1518-1519) está na Galeria dos Uffizi, em Florença. A figura central é a do Papa Leão X, com os seus sobrinhos, o Cardeal Júlio de Médicis, à esquerda e o Cardial Luigi de Rossi, à direita. Na mesa está uma Bíblia, para o Papa ler com a lupa. Leão X com autoridade reforçada pelo aparente silêncio. Os cardeais com paramentos vermelhos ocupam posições secundárias, tendo o Cardeal Júlio de Médicis as mãos na cadeira papal. A mímica de Leão X revela autoridade e arrogância. As mímicas dos cardeais revelam dependência e submissão.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS E LETRAS
NA SESSÃO CONJUNTA DE 12 DE FEVEREIRO DE 2015)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Back, Stephanie & Hohenstati, Peter (2007), *Raphael 1483-1520*, h.f. ullmann.
- Capretti, Elena (1998), *Raphael*. Florence-Milan: Giunti Industrie Grafiche.
- Cumming, Robert (2006), *Guias Essenciais, Arte*. Porto: Civilização, Editores, Lda.
- Duchet-Suchaux & Pastoureau (2008). *La Bible et les Saints*, Tout l'art. Paris: Éditions Flammarion.
- Esperança Pina, J. A. (2010), *Anatomia Humana da Locomoção: Anatomia de Superfície e Artística*, 4.^a edição. Lisboa: Lidel.
- Giordani, Mário Curtis (1986), *História da Grécia, Antiguidade Clássica I*. Petrópolis: Editora Vozes.
- Giordani, Mário Curtis (1990), *História de Roma, Antiguidade Clássica II*. Petrópolis: Editora Vozes.
- Girardi, Monica (2000), *ArtBook Rafael*. Madrid: Sociedad Editorial Electa España S.A.
- González, António Manuel, *Rafael*, El Arte y sus Creadores, n.º 8. Madrid: Historia 16.
- Heydenreich, Ludwig H. & Passavant, Günter (1974), *Le temps des genies, Renaissance Italienne 1500-1540*. L'Univers des Formes, Éditions Galimard.
- Janson, H.W. (1998), *História da Arte*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Mazars, Pierre (1981), *À l'école des grands peintres, n.º 3 Raphael*. Paris: Éditions de vergueurs.
- Legrans, Gérard (1999), *Arte do Renascimento*. Lisboa: Edições 70.
- Lopes, Maria Fernanda (Coordenação da edição) (1996), *História da Arte, volume 6, O Renascimento (II) e o Maneirismo*, pp. 30-37. Editorial Planeta – De Agostini.
- Norton, John (1974), *Painting and Drawing Children*. New York: Watson-Guption Publications.
- Pijoán, José (1979), *Rafael (pags.359-411), Summa Artis, Historia General del Arte, volume XIV, Renascimento Romano y Veneciano*. Madrid: Espasa-Calpe, S.A.
- Renault, Christophe (2002), *Reconnaître les Saints et les personnages de la Bible*. Paris: Éditions Jean-Paul Gisserot.
- Santi, Bruno (1977), *Raphaell*. Firenze: Scala, Instituto Fotografico Editoriale.
- Tazartes, Maurizia (2010), *Raphael*. Milan: Giunti Editore S.p.A.
- Thoenes, Cristof (2012), *Raphael 1483-1520, L'invention de la Haute Renaissance*. Koln: Taschen.
- Toman, Rolf (2000), *A Arte da Renascença Italiana – Arquitectura, Escultura, Pintura e Desenho*. Köln: Könemann (Edição Portuguesa).
- Michel-Ange et Raphael au Vatican*: Cidade do Vaticano: Edizioni Musei Vaticani.

A Escola Politécnica de Lisboa numa rede transnacional de circulação de conhecimentos de química durante as décadas de 1860 e 1870

BERNARDO JEROSCH HEROLD^a, WOLFRAM BAYER^b

SUMÁRIO

A investigação em química orgânica na Escola Politécnica^c de Lisboa atingiu, por volta de 1870, mas só durante um período de poucos anos, um nível que lhe conferiu notoriedade internacional, através de uma série de artigos publicados por António Augusto de Aguiar^d nas mais categorizadas revistas de química francesas e alemãs. Esse período áureo não deu porém origem a uma escola nacional de investigação nessa área, tão importante para o progresso científico e industrial naquela época. Um dos aspetos intrigantes é Aguiar nunca ter viajado antes para o estrangeiro e ter podido receber nalgum dos centros de investigação reputados os impulsos e os conhecimentos tácitos indispensáveis para poder competir internacionalmente com tanto sucesso. O facto de em alguns artigos figurarem coautores com apelidos alemães levou a se investigar se teriam sido eles os veículos da transferência de conhecimentos químicos, onde os teriam adquirido e como foram recrutados. No entanto, as principais obras sobre a história da química orgânica dessa época nada dizem sobre essas pessoas. Para solucionar esse enigma teve de se recorrer a fontes de informação menos convencionais. Como resultado dessa pesquisa identificou-se uma rede transnacional de circulação de conhecimentos químicos em que a Escola Politécnica se integrou.

PRÓLOGO

Há cerca de um quarto de século, um de nós (BJH) foi entrevistado por uma jornalista do *Público* acerca dum relatório de umas análises, de que lhe facultou uma fotocópia. Tratava-se de análises executadas num laboratório forense reputado da Grã-Bretanha, a respeito de estilhaços encontrados nos destroços do avião Cessna que se despenhou 1980 em Camarate, em que pereceram Francisco de Sá Carneiro, Adelino Amaro da Costa e os restantes ocupantes. O relatório, que se encontrava em segredo de justiça, identificava claramente cinco substâncias explosivas cujos traços cobriam as superfícies dos estilhaços, uma das quais era o 1,3,6,8-tetranitronaftaleno (TNN). Na altura, não nos apercebemos da seguinte circunstância curiosa: esta substância explosiva foi sintetizada pela primeira vez, identificada,

^a Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais PT-1049-001 Lisboa, Portugal, herold@tecnico.ulisboa.pt

^b Institut für Corpuslinguistik und Texttechnologie, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Sonnenfelsgasse 19/8, A-1010 Wien, Áustria, wolfram.bayer@a1.net

^c Na grafia da época “Eschola Polytechnica”.

^d Na época escrevia-se normalmente “Antonio Augusto d’Aguiar”.

analisada e a sua fórmula corretamente determinada como $C_{10}H_4(NO_2)_4$ ^e na Escola Politécnica de Lisboa em 1864^{1,2} por Eduard Lautemann e António Augusto de Aguiar. No entanto, um estudo anterior da biografia científica de Aguiar³, que foi lente da Escola Politécnica, tal como outras biografias do mesmo aí citadas⁴ são omissas quanto à identidade de Lautemann, bem como a de um outro coautor de Aguiar, chamado Alexander Bayer.

Impunha-se assim uma pesquisa sobre estes químicos. Descobrir de onde vieram e onde se formaram seria uma maneira de desvendar os processos de circulação transnacional do conhecimento químico que permitiriam explicar como foi possível, nas décadas de 1860 e 1870, a Escola Politécnica atingir subitamente um nível científico e uma pujança, através dos trabalhos de Aguiar, que lhe granjeou uma assinalável notoriedade internacional.

Sobre a transferência de conhecimentos de química do centro para a periferia da Europa, durante o século XIX, existem numerosos estudos⁵, em que o método prosopográfico⁶ desempenha um papel importante. Um dos casos mais bem estudados é o da escola de investigação de Liebig na Universidade de Giessen. O estudo da mesma⁷ revelou que muitas das escolas nacionais de investigação em química orgânica, em Paris, Londres, Pest (Hungria), São Petersburgo, Kazan, Charkov, Kiev, Baltimore, etc. foram fundadas por discípulos de Justus von Liebig. O ensino e a investigação experimental em equipas de estudantes no laboratório que dirigia foi um modelo exportado com sucesso, por exemplo por August Wilhelm von Hofmann para o Royal College of Chemistry em Londres (que após a fusão com a Royal School of Mines deu origem ao famoso Imperial College) e por Ira Remsen para a Johns Hopkins University em Baltimore. Hoje, em todo o mundo se adoptou para a Matemática, Física, Química e as Ciências da Vida o mesmo sistema de preparação de doutoramentos em dois ou três anos através de trabalho de investigação em equipas, aceitável para publicação em revistas reputadas da respetiva área. Esse processo de exportação do modelo de Giessen, em química, envolveu sempre a deslocação duma pessoa que era portadora de conhecimentos tácitos⁸ que só se podiam adquirir através duma imersão, durante mais de um ano, numa comunidade cientificamente ativa que permitia uma abundante transmissão oral e a observação mútua e treino de práticas de saber manipular e de vencer obstáculos de natureza experimental. São conhecimentos que não são transmissíveis só através da palavra escrita. Um tal conhecimento livresco não seria suficiente para alguém se tornar criativo e inovador numa área científica da natureza da química.

Seriam Lautemann e Bayer os veículos dessa transmissão de conhecimento tácito, ou teriam os futuros lentes de química beneficiado dum estágio num dos centros de produção de novos conhecimentos de química além Pirenéus?

LENTE DA ESCOLA POLITÉCNICA DE LISBOA COMO AUTORES DE TRABALHOS DE INVESTIGAÇÃO EM QUÍMICA ORGÂNICA

Entre os lentes de química daquela época na Escola Politécnica são de salientar três: Júlio Máximo de Oliveira Pimentel, 2.º Visconde de Vila Maior, Agostinho Vicente Lourenço e o próprio António Augusto de Aguiar.

^e Na publicação original $C_{10}H_4(AzO_2)_4$

O primeiro dos três⁹ viveu de 1809 a 1889, lecionou química na Escola Politécnica, desde 1837, ano da sua fundação, tendo estudado em Paris de 1884 a 1846, trabalhando no Laboratório de Eugène Péligot (1811-1890) em assuntos de química mineral. Visitou, mas apenas por poucos dias, Liebig em Giessen, imediatamente antes do seu regresso a Lisboa, lamentando que não tivesse tido a possibilidade de permanecer em Giessen por mais tempo. O tipo de investigações que fez com Péligot e a sua, aliás muito fértil, atividade como químico industrial em Portugal excluem, no entanto, a possibilidade de ter sido ele o veículo de transmissão daqueles conhecimentos específicos de que Aguiar precisou para a sua ascensão científica meteórica.

Em relação ao segundo, vale a pena, porém, analisar neste contexto mais pormenorizadamente a sua biografia.^{3, 10}

Lourenço, nascido em 1822 no antigo Estado Português da Índia, tinha sido bolseiro na Alemanha e em França. Em Heidelberg seguiu em 1858 um curso laboratorial com Robert Bunsen (1811-1899) e chegou a trabalhar em 1859 com August Kekulé (1829-1896), com vista a preparar um doutoramento, mas por várias razões não concluído, entre as quais provavelmente também pesou a transferência de Kekulé para Gent, em 1858, numa altura em que os trabalhos de Lourenço mal tinham arrancado. Tentou então a sua sorte em Paris com Charles Adolphe Wurtz (1817-1884), onde obteve um grande sucesso com o estudo dos álcoois polietilénicos¹¹ (que era o nome que deu aos hoje denominados poliglicóis). Estes trabalhos criaram-lhe uma elevada reputação entre os químicos, seus contemporâneos em toda a Europa. A sua biografia científica está documentada em publicações anteriores^{3, 10}. Há, no entanto, dados que os autores dessas biografias desconheciam à época da sua publicação, que terão de ser tidos em conta numa biografia mais desenvolvida de Lourenço, a publicar no futuro. Um pormenor curioso que atesta a importância que lhe era atribuída na segunda metade do século XIX é o facto de existir um retrato de Lourenço (*Fig. 1*) num álbum oferecido em 1889 a Kekulé com 80 fotografias de celebridades científicas, suas contemporâneas^f. Quando Lourenço, em 1862, acedeu à recém-criada cadeira de Química Orgânica e Análise Química da Escola Politécnica, estava portanto bem preparado para iniciar trabalhos de investigação na área da Química Orgânica.

Aguiar (*Fig. 2*), contrariamente a Lourenço, não tinha tido a oportunidade de estudar no estrangeiro e muito menos de receber uma bolsa para se doutorar. Formou-se na própria Escola Politécnica, com as cadeiras do curso geral, contrariamente à grande maioria dos alunos que



FIGURA 1
Agostinho Vicente Lourenço (1822-1893). ©
Cortesia Deutsches Museum, Munique.

^f O álbum foi oferecido a Kekulé pela BASF Badische Anilin- und Sodafabrik por ocasião do sexagésimo aniversário de Kekulé. Encontrava-se desde 1925, como parte do espólio de Kekulé, em exposição no chamado *August Kekulé-Zimmer* da *Technische Hochschule Darmstadt*. O espólio foi entregue em 2009 ao *Deutsches Museum em Munique*.

apenas procurava obter a aprovação num elenco mais limitado de cadeiras para poder frequentar em seguida o ensino na Escola do Exército ou na Escola Médico-Cirúrgica. Aguiar, que se distinguiu como aluno de dotes excepcionais, mal terminou o curso, ascendeu diretamente ao lugar de Lente Substituto de Química, sem ter passado por alguma experiência prévia de investigação científica, e pouco tempo antes de Lourenço ser nomeado lente substituto da nova cadeira de Química Orgânica e Análise Química.

Perante estes precedentes, seria natural supor que teria sido Lourenço o responsável pela transmissão duma tradição de investigação adquirida no estrangeiro, que remontava a Justus Liebig, de quem tanto Kekulé como Wurtz tinham sido discípulos em Giessen, no Grão-Ducado de Hessen. A confirmação desta suposição tão plausível reveste-se no entanto de dificuldades inesperadas que tornaram necessária uma análise pormenorizada do conjunto das obras científicas, tanto de Lourenço como de Aguiar.

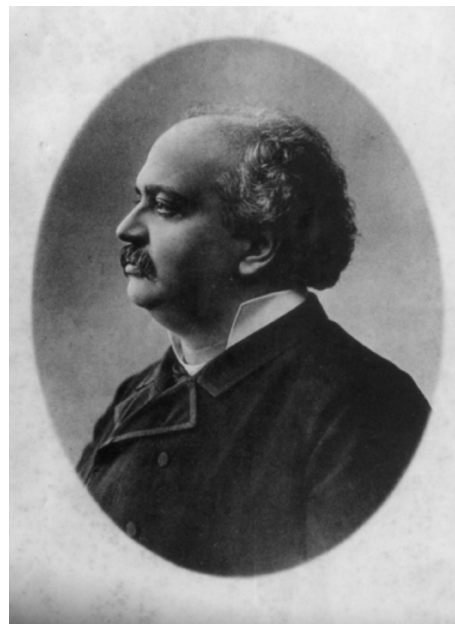


FIGURA 2
António Augusto de Aguiar (1838-1887). © Foto cortesia de M. N. Berberan-Santos. Reprodução de gravura da ref.^a 4.^a de autor desconhecido.

TERIA HAVIDO UMA RELAÇÃO MESTRE-DISCÍPULO ENTRE LOURENÇO E AGUIAR?

A transmissão de uma tradição de investigação caracteriza-se normalmente por uma relação mestre-discípulo e deixa como rasto documental uma tese de doutoramento do discípulo orientado pelo mestre ou de uma ou mais publicações em que ambos são coautores. No entanto, só existe uma única publicação comum de Lourenço e Aguiar, e essa tem características peculiares. Trata-se de um artigo publicado sob os auspícios da Academia das Ciências de Lisboa sobre investigações acerca de álcoois mono-funcionais¹². Este artigo tem uma introdução bastante desenvolvida sobre a importância económica dos vários álcoois conhecidos até à data, redigida de forma a apelar tanto a leitores com conhecimentos de química como a outros menos conhecedores. Sem nenhuma referência explícita ao lema da Academia "*Nisi utile est quod facimos, stulta est gloria*", a introdução pode muito bem ter sido escrita como sendo uma justificação de que as investigações a relatar tinham sido feitas com a preocupação de satisfazer a este lema. No trabalho descreve-se a redução do valerato de amilo com sódio e o fracionamento por destilação da mistura obtida nessa reação. Pretenderam os autores terem isolado, como produtos dessa reação, vários álcoois superiores, como o álcool nonílico, decílico, undecílico e dodecílico. Retrospectivamente e tendo em conta os desenvolvimentos posteriores do conhecimento das reações da Química Orgânica e dos seus mecanismos, é óbvio que Lourenço e Aguiar nunca podiam ter obtido os álcoois que julgavam terem isolado. O erro científico assim cometido nunca foi porém admitido publicamente pelos autores como tal. O mesmo não contribuiu assim em nada para o prestígio internacional das investigações em química orgânica na Escola Politécnica de Lisboa. O trabalho, efetivamente, nunca foi citado em nenhum artigo publicado em revistas científicas ou em livros de

química, incluindo o tratado exaustivo de Química Orgânica de Beilstein e o Dicionário de Química Pura e Aplicada de Wurtz. Tendo em vista este insucesso e não havendo nenhuma outra publicação comuns de Lourenço e Aguiar, não parece que este trabalho documente uma relação mestre discípulo entre Lourenço e Aguiar.

Foram os trabalhos de investigação de Aguiar e não os de Lourenço que prestigiaram além-fronteiras as investigações em Química Orgânica efetuadas na Escola Politécnica de Lisboa. As investigações de Lourenço em Química Orgânica que o tornaram merecidamente célebre na época tinham sido todas feitas em Paris no Laboratório de Wurtz entre 1859 e 1862. Em Lisboa, com a exceção do malogrado trabalho em colaboração com Aguiar, Lourenço nunca mais publicou nada sobre Química Orgânica, tendo-se os seus estudos laboratoriais concentrado na análise de águas minerais portuguesas. Esses estudos foram pioneiros e tiveram obviamente uma utilidade que permite afirmar que esses trabalhos, sim, se integravam completamente no lema da Academia das Ciências de Lisboa: *“Nisi utile est quod facimos, stulta est gloria”*.

Se a interação científica entre Lourenço e Aguiar na Química Orgânica se limitou ao citado trabalho malogrado, como é que foi possível a Aguiar ter produzido uma série de trabalhos com repercussão internacional nos meios mais exigentes? Uma comparação com o que tem acontecido mais recentemente, ao longo da segunda metade do século XX, em que houve numerosos doutoramentos de bolseiros portugueses em laboratórios dos mais reputados do Mundo e a fundação de grupos de investigação pelos bolseiros, uma vez regressados, adensa a dúvida sobre como é que Aguiar, sem essa imersão profunda numa cultura científica dum país onde ela já existia, foi capaz de produzir em Lisboa investigação de ponta.

OS COAUTORES DOS TRABALHOS DE INVESTIGAÇÃO DE ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR NA ESCOLA POLITÉCNICA DE LISBOA

Em cerca de metade dos trabalhos de Aguiar publicados no estrangeiro e um terço das publicações em Portugal sobre investigações em Química Orgânica, todas levadas a cabo na Escola Politécnica, figuram coautores com os apelidos alemães Lautemann e Bayer respetivamente. As biografias de Aguiar nada diziam sobre esses coautores. Para desvendar a sua origem e os eventuais papéis que desempenharam como vetores da transmissão dum saber-fazer e de uma tradição de investigação, foi necessário conduzir uma investigação histórica, cujos resultados foram recentemente publicados¹³ e que são aqui relatados de novo nos seus aspetos mais essenciais.

Eduard Lautemann (1836-1868) foi recrutado por Lourenço através dos contactos que mantinha com os químicos alemães que conhecera durante a sua estada, 1858 a 1859, em Heidelberg. Lourenço fez constar que queria levar para Lisboa um colaborador que o auxiliasse na modernização do Laboratório de Química na Escola Politécnica. Lautemann tinha sido, a partir de 1859, assistente de Hermann Kolbe (1818-1884) na Universidade de Marburgo, mas na Páscoa de 1862, depois de se ter doutorado, teve de abandonar o seu lugar no Laboratório de Kolbe, devido a doença grave¹⁴. As suas publicações, quer em coautoria com Kolbe, quer como único autor, documentam uma elevada competência e criatividade na área da química orgânica, facto que A. Rocke, o mais importante biógrafo de Kolbe, na nossa opinião não salientou devidamente.¹⁵ Kolbe e a sua Escola eram consideradas por muitos dos

seus contemporâneos como aquilo que havia de melhor na química orgânica. A técnica experimental, o rigor das suas análises e das interpretações dos seus resultados satisfaziam os mais elevados padrões. No entanto, como combateu até à morte a teoria estrutural de Kekulé, e como esta acabou por sair vencedora da contenda, a emulação de Kekulé ofuscou durante muitas décadas a importância das investigações de Kolbe. Só mais recentemente Rocke recolocou a obra de Kolbe no lugar que ela merece¹⁵. Depois de ter sido obrigado a abandonar o Laboratório de Kolbe, Lautemann, doente e sem meios de subsistência, soube através de Emil Erlenmeyer (1825-1909), na altura *Privatdozent* (docente livre) na Universidade de Heidelberg, da intenção de Lourenço de angariar um auxiliar que o acompanhasse no seu regresso a Lisboa. Lourenço, nessa altura, encontrava-se ainda a trabalhar em Paris no Laboratório de Wurtz. Lautemann aproveitou a oferta de emprego e foi ter com Lourenço a Paris em Dezembro de 1862¹⁴, onde trabalhou ainda durante cerca de meio ano, no Laboratório de Wurtz, antes de iniciar a viagem a Lisboa.

Lautemann, na sua viagem de Marburgo a Paris, parou em Heidelberg, não só para agradecer a Erlenmeyer por tê-lo recomendado a Lourenço, mas também para se encarregar dum recado de Lourenço. Com o regresso de Lourenço a Lisboa, este quis atualizar o equipamento do laboratório de química da Politécnica. Lourenço assim, ainda em Paris, encomendou vidraria e instrumentos de laboratório ao mecânico da Universidade de Heidelberg Peter Desaga¹⁶. Este tinha desenvolvido e fabricava desde 1855, de acordo com as instruções do Professor Robert Bunsen, o queimador de gás de cidade que ficou conhecido como bico de Bunsen. Além disso, vários reagentes, em particular uma coleção de alcalóides, foram fornecidos pela fábrica químico-farmacêutica Merck em Darmstadt. Lautemann menciona nas cartas que escreveu a Erlenmeyer que tinha sido encarregado por Lourenço de fazer ainda mais umas outras encomendas, pedindo a Erlenmeyer que atuasse como intermediário junto aos fornecedores. Desaga embalou finalmente em Heidelberg todo o material numa grande mala, que foi despachada por caminho-de-ferro para Paris, onde chegou com grande atraso. Lautemann entretanto estava ansioso de a receber, para poder levá-la daí para Lisboa, numa viagem complicada, visto que Lisboa ainda não estava ligada a nenhuma rede ferroviária internacional. Presume-se que uma parte da viagem tenha sido por via marítima a partir de um dos portos da costa Oeste da França que já dispunham de ligação ferroviária a Paris.

Ocupou o lugar de Preparador de Química Orgânica na Escola Politécnica, com um salário mensal de 40 000 réis^{17, 18}, a partir de Julho de 1863¹⁹, mas ficou só até Março de 1864²⁰. Não chegou a completar um ano, porque seguiu viagem para Goa, onde lecionou a partir de Maio de 1864 Princípios de Física, Química e História Natural na Escola Médico-Cirúrgica de Nova Goa.²¹ Era a mesma Escola em que Lourenço se tinha formado e onde chegou a lecionar, antes de vir para a Europa. Em Outubro do mesmo ano “tendo-se-lhe agravado os seus padecimentos de que parece que vinha já affectado de Europa, [Lautemann] tomou a deliberação de regressar à pátria”.²² Durante quase três anos perde-se-lhe o rasto, mas sabe-se que a partir de 1867 trabalhou na fábrica Kalle & Co., uma das primeiras fábricas de corantes sintéticos da Alemanha, fundada por Wilhelm Kalle, um contemporâneo de Lautemann como doutorando no Laboratório de Kolbe.²³ A fábrica estava implantada em Biebrich, um subúrbio de Wiesbaden no Ducado de Hesse-Nassau, ainda hoje sede da mesma empresa. Não chegou a ocupar o novo lugar por muito tempo, uma vez que faleceu em Maio de 1868²⁴, naturalmente vítima da mesma doença que, com crises graves recorrentes, já o tinha obrigado a abandonar o lugar de assistente de

Kolbe na Universidade de Marburgo. Efetivamente, tal como revela o *curriculum vitae* que acompanhou a sua tese de doutoramento,²⁵ já anteriormente, durante a sua adolescência teve de abandonar o “*Gymnasium*” humanista por sofrer duma doença que provavelmente já era a mesma que o voltaria a afligir mais tarde. Assim em vez do ensino escolar, foi educado pelo pai, pároco luterano na aldeia de Böddiger perto de Kassel e teve de se contentar com um emprego como aprendiz de boticário em Frankenberg, próximo de Marburgo, antes de encontrar um outro emprego no Laboratório de Kolbe. Ter sido capaz, apesar destes contratemplos, de conseguir o doutoramento aos 26 anos é a prova de dotes e de persistência excepcionais.

Alexander Georg Bayer (1849-1928). Enquanto Lautemann é referido nalgumas das obras mais pormenorizadas acerca da história da química orgânica na Alemanha do século XIX, nomeadamente as biografias de Kekulé por Anschütz²⁶ e a de Kolbe por Rocke¹⁵, não se encontrou nenhuma referência a Alexander Bayer em qualquer delas, nem noutras obras sobre a história da química. Procurou-se em vão no arquivo da Universidade de Marburgo se teria havido um discípulo de Kolbe com esse nome. Como Kolbe se mudou para a Universidade de Leipzig em 1867 e Bayer chegou à Escola Politécnica em Dezembro de 1868²⁷, havia que investigar, no entanto, a possibilidade, mesmo que remota, de este ter frequentado a Universidade de Leipzig. Uma pesquisa em linha no respetivo arquivo²⁸ confirmou que Alexander Georg Bayer, nascido em 1849 em Bielitz na Silésia meridional, então austríaca⁸, esteve de facto inscrito em química e física entre 2 de maio e 13 de outubro de 1868. Um encadeamento feliz de várias circunstâncias mais ou menos fortuitas^h permitiu a um dos autores, (BJH) residente em Lisboa, descobrir a existência do Dr. Wolfram Bayer, um bisneto de Alexander Bayer residente em Viena e convidá-lo a colaborar nas suas pesquisas sobre os preparadores químicos germânicos da Escola Politécnica.

Através dessa colaboração, foi possível reconstituir a biografia de Alexander Bayer, num trabalho de pesquisa em que foi crucial o acesso ao arquivo privado da família Bayer.

Alexander Georg Bayer (Fig. 3) nasceu 1849 em Bielitz, nome alemão duma pequena cidade na Silésia meridional, a poucos quilómetros de Cracóvia, que na altura pertencia ao Império Austríaco. Hoje pertence à Polónia e chama-se



FIGURA 3

Da esquerda para a direita: Carl Joseph Bayer, químico (1847-1904), Felix Emrich Bayer, arquiteto (1853-1912) e Alexander Georg Bayer, químico (1849-1928). © Cortesia do arquivo da família Bayer.

⁸ A região ficou a pertencer à Polónia, após a queda do império austro-húngaro e a antiga vila de Bielitz ficou incorporada na atual cidade de Bielsko-Biala.

^h A introdução das palavras Bielitz e Bayer por um dos autores (BJH) no motor de pesquisa da Google não conduziu a nenhuma entrada relativa a Alexander Bayer, mas a outra, relativa a um químico famoso chamado Carl Joseph Bayer, nascido na mesma cidade apenas dois anos antes. Como nessa entrada na Wikipédia não se mencionava a existência dum irmão com o nome Alexander, um dos autores (BJH) perguntou ao historiador austríaco da química Dr. Gerhard Pohl da *Ignaz-Lieben-Gesellschaft* se lhe podia indicar uma biografia mais completa de Carl Josef Bayer. Passados poucos dias recebeu por correio electrónico a resposta de que conhecia sim um autor, descendente da família Bayer que estava a preparar uma tal biografia, para o qual enviou cópia da troca de mensagens electrónicas. Passados uns dias o Dr. Wolfram Bayer, envia a BJH uma mensagem em que revela que é o bisneto do Alexander Bayer que foi colaborador de Aguiar, e remete um resumo da biografia do bisavô.

Bielsko-Biała. Alexander era o irmão mais novo de Karl Joseph Bayer (1847-1904), o célebre inventor do “Processo de Bayer” de tratamento da bauxite para a produção de alumina pura, passo incontornável, até aos dias de hoje, da metalurgia do alumínio.²⁹ Alexander Bayer frequentara primeiro em 1867/68, tal como o seu irmão o fizera antes dele, o Laboratório de Carl Remigius Fresenius (1818-1897) em Wiesbaden no Ducado de Hessen-Nassau. Este laboratório privado dava cursos profissionais de química que eram muito reputados pela sólida formação prática experimental que transmitiam aos estudantes. Foi logo a seguir à sua formatura nesse laboratório, que Bayer se inscreveu na Universidade de Leipzig, onde então frequentou entre Maio e Outubro de 1868 o laboratório chefiado por Kolbe. Aí iniciou um trabalho de investigação em química orgânica sugerido por Kolbe³⁰. Esse trabalho foi completado na Escola Politécnica de Lisboa³¹, onde Bayer passou a ocupar o lugar de preparador de química orgânica de Dezembro de 1868³² a Novembro de 1872.³³

A INVESTIGAÇÃO EM QUÍMICA ORGÂNICA DE LAUTEMANN NA UNIVERSIDADE DE MARBURGO

Para avaliar a influência de Lautemann sobre a temática e a metodologia das investigações de Aguiar, seja daquelas publicadas em coautoria com Lautemann, seja das posteriores individuais de Aguiar, é preciso resumir os trabalhos anteriores de Lautemann efetuados no Laboratório de Kolbe.

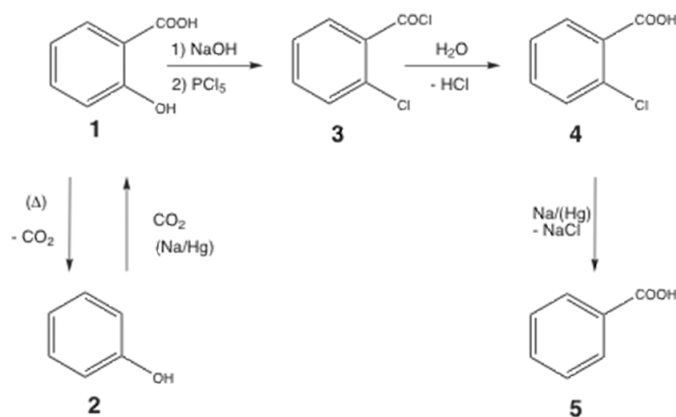
Antes porém de relatar esses trabalhos, é preciso notar que Kolbe, embora fosse atomista, nunca aceitou a teoria estrutural de Kekulé, segundo a qual os átomos de carbono se ligam uns aos outros, formando cadeias e anéis.ⁱ Polemizou contra essa teoria com grande violência verbal.³⁴ Kolbe tinha as suas próprias teorias que acabaram por sair derrotadas da contenda. Para descrever a um leitor do século XXI as investigações da Escola de Kolbe de uma forma acessível é melhor evitar as representações que ele usava de acordo com a sua “teoria nova dos radicais” e usando até 1868 pesos atômicos diferentes (6 para o carbono e 8 para o oxigénio) dos que foram aprovados no congresso de Karlsruhe de 1860. Para facilitar a leitura do presente trabalho, ao se usarem as fórmulas de estrutura atuais, está-se a introduzir propositadamente um anacronismo, do qual o leitor no entanto deve estar consciente.

O primeiro trabalho publicado por Lautemann, proveniente do laboratório químico de Marburgo é assinado apenas por ele,³⁵ mas tem um complemento posterior que insolitamente foi assinado por Kolbe sozinho, embrulhado numa miscelânea de notas, embora para um leitor atento seja evidente que se tratava de trabalhos do seu assistente Lautemann³⁶. Rebate, por meio de experiências bem concebidas, uma acusação de que nas análises do conteúdo em carbono e hidrogénio por combustão de compostos orgânicos de nitrogénio, a rede aquecida de cobre usada para reconverter os óxidos de nitrogénio dos gases de combustão em dinitrogénio, fazia com que os valores de carbono determinados a partir da dosagem do dióxido de carbono formado na combustão seriam falseados (demasiado baixos), por uma parte do dióxido de carbono ter sido reduzido pelo cobre a monóxido de carbono. O trabalho reflete uma grande experiência na execução de análises pelo método da combustão desenvolvido por Liebig e aperfeiçoado por Kolbe, bem como uma capacidade de observação e raciocínio

ⁱ Em rigor, para ser justo, doutrina devia se chamar teoria de Couper, Kekulé e Butlerov, mas por circunstâncias diversas, Kekulé foi no século XIX e no virar para o século XX, o principal alvo, tanto das críticas dos adversários da teoria como das homenagens dos que festejaram a sua vitória.

científico admiráveis. Concluiu que a redução do dióxido de carbono a monóxido de carbono era devida à presença de impurezas no cobre. Esse inconveniente podia ser evitado utilizando cobre mais puro. Na mesma publicação³⁶ Kolbe refere-se ainda a outros trabalhos de Lautemann.

Num outro trabalho de Lautemann particularmente importante, também assinado apenas por Kolbe, mas mencionando no corpo do texto que tinha sido efetuado pelo “meu assistente Lautemann”, relata-se pela primeira vez uma síntese do ácido salicílico a partir de fenol e dióxido de carbono³⁷ (reação 2→1 no *esquema 1*).



ESQUEMA 1

Esse método foi aperfeiçoado, posteriormente a Lautemann ter abandonado o grupo de Kolbe, de modo a poder ser realizado à escala industrial. A inovação em relação ao procedimento original de Lautemann consistiu na substituição do sódio na geração de fenolato de sódio por uma solução concentrada de hidróxido de sódio e a reação deste com o fenol e o dióxido de carbono se realizar a uma pressão e temperatura superior, o que foi conseguido realizando a reação numa autoclave. Ficou conhecido para a posteridade por síntese de Kolbe-Schmitt.³⁸ A supressão do nome de Lautemann como coautor deste processo pode ter feito parte duma estratégia nos litígios em que a patente do processo ficou envolvida.³⁹ O facto de, em data anterior ao pedido de patente da síntese do ácido salicílico, já ter havido uma publicação sobre uma síntese que partia das mesmas matérias-primas, isto é fenol e dióxido de carbono, tinha servido de argumento principal numa petição da empresa Schering de anulação da mesma patente, pois o processo já se encontraria no domínio público. Por isso, havia interesse em minimizar a importância da publicação prévia que envolvia Lautemann. Este assim perdeu o reconhecimento público dos seus direitos morais de autor. Ninguém o defendeu, porque entretanto já tinha falecido na pobreza e sem deixar descendentes. A importância do processo, que na nossa opinião seria justo chamar de Kolbe-Lautemann-Schmitt, não pode ser subestimada, uma vez que ainda hoje é o único processo de síntese industrial do ácido salicílico. O ácido salicílico já tinha na altura imensas aplicações diretas, mas, depois da invenção da aspirina, da qual é uma matéria-prima indispensável, a sua procura potenciou-se e continuou a aumentar até hoje.

Quase metade das 14 publicações atribuíveis a Lautemann^{37, 40, 41, 42} oriundas do Laboratório de Kolbe em Marburgo, contando com a sua tese de doutoramento⁴³ tratam da “constituição e basicidade do ácido salicílico” e de substâncias relacionadas. Estes trabalhos foram todos citados, analisados e

discutidos recentemente em pormenor¹³. Provaram, a partir da composição dos seus sais metálicos que o ácido salicílico era monobásico. Descrevem as várias reações representadas no *esquema 1*, incluindo a síntese já mencionada do ácido salicílico. Como já se afirmou mais acima, naquela época e particularmente na escola de Kolbe, ainda se estava muito longe de poder representar as estruturas dos compostos da maneira mostrada no esquema. A escola de Kolbe ainda não se tinha rendido aos pesos atômicos 12 e 16 para o carbono e o oxigénio respetivamente em lugar de 6 e 8 (fá-lo-ia apenas em 1868). Não só Kolbe recusava que os átomos de carbono pudessem estar ligados uns aos outros formando cadeias e anéis³⁴, mas o próprio Kekulé ainda não tinha proposto uma estrutura hexagonal para o benzeno e os seus derivados. Mesmo depois de isso ter acontecido, ainda levaria mais uns anos para os discípulos de Kekulé concluírem que os átomos do anel benzénico a que se encontram ligados o grupo carboxilo –COOH e o hidroxilo –OH na molécula de ácido salicílico são vizinhos um do outro. Mesmo assim, Kolbe com a sua “teoria nova dos radicais”, permitia identificar certos átomos ou agrupamentos de átomos, isto é “radicais”⁴⁴ que se substituíam uns pelos outros nas “constituições dos corpos” como resultados das reações. A terminologia e as representações que usava traduzem estas conclusões de uma forma que, para um leitor de hoje não preparado, são difíceis de decodificar, como mostram os exemplos seguintes de “fórmulas constitucionais” e nomes sistemáticos neles baseados (Fig. 4).

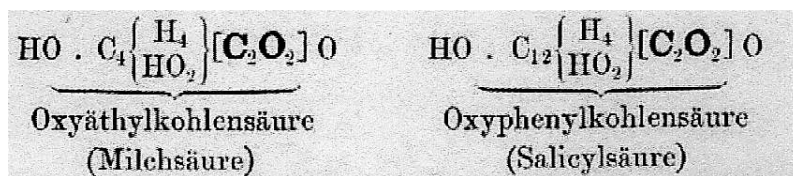


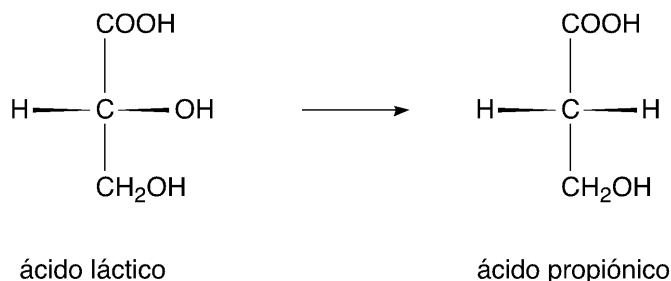
FIGURA 4

“Fórmulas constitucionais” dos ácidos láctico e salicílico, de acordo com a “teoria nova de radicais” (Ref. 44, p 153).

Mesmo assim, a maioria dos historiadores atribui a Kolbe e à sua escola o mérito de ter esclarecido a constituição do ácido salicílico. Kolbe criou assim as pedras angulares da química dos derivados do benzeno que permitiram a Kekulé propor mais tarde as suas estruturas, tal como hoje as conhecemos. Assim é considerado por alguns como um dos “pais da teoria estrutural”. A suprema ironia é não ter sido capaz de dar o último passo de aceitar as ideias do seu adversário Kekulé, pelo que Kolbe foi como um pai dum filho que sempre enjeitou.

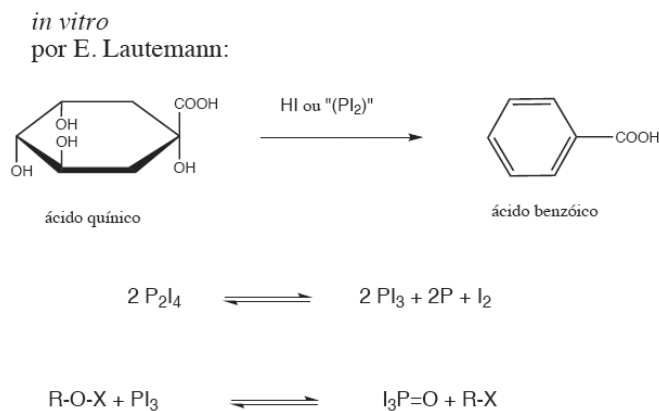
Lautemann, além de ter sido colaborador de Kolbe nas investigações sobre o ácido salicílico, também publicou outros trabalhos originados no mesmo laboratório que assina como único autor. Estes afastam-se bastante da linha principal das investigações da restante escola de Kolbe. Pertencem a essa categoria os já citados sobre a análise de carbono e hidrogénio em compostos orgânicos contendo nitrogénio³⁵, ³⁶ e a utilização dum processo de redução novo que inventou e aplicou a vários exemplos. Trata-se de reduções com ácido iodídrico, processo que tornou mais eficaz através da geração *in situ* de ácido iodídrico com “di-iodeto de fósforo” (hoje identificado como tetraiodeto de difósforo P₂I₄) em meio aquoso. A primeira dessas publicações,⁴⁵ ainda se integra nos trabalhos da escola de Kolbe sobre a constituição do ácido láctico. O parentesco do ácido láctico com o ácido propanóico já tinha sido

provado por C. Ulrich⁴⁶ no Laboratório de Kolbe pela transformação de ácido láctico em ácido 2-cloropropanóico seguida da redução deste com zinco a ácido propanóico. Lautemann conseguiu a redução direta do ácido láctico, pelo ácido iodídrico, e aumentou ainda a eficiência da redução pelo uso de “di-iodeto de fósforo” em meio aquoso (*esquema 2*). Lautemann interpretou esta reação corretamente como uma substituição, no ácido láctico, dum grupo OH por um átomo de hidrogénio^j.



ESQUEMA 2

Lautemann aplicou o mesmo método de redução ao ácido pícrico^{47,48} (mais tarde também designado pelo nome sistemático 2,4,6-trinitrofenol), convertendo os grupos nitroílo NO_2 em grupos aminogénio NH_2 . O mesmo redutor, atuando sobre o ácido quínico, origina ácido benzóico.⁴⁹ Esta última redução está representada no *esquema 3* por meio das estruturas que hoje se conhecem⁵⁰.

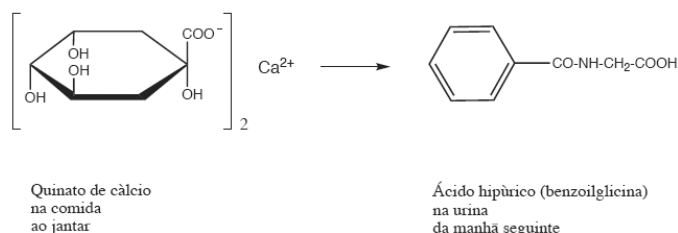


ESQUEMA 3

No mesmo artigo apresenta um resultado importante, por ser a primeira descrição duma redução metabólica dum agente xenobiótico num organismo animal, como foi ainda recentemente recordado por Murphy⁵¹: Lautemann e dois “amigos saudáveis” ingeriram ao jantar quinato de cálcio. Na urina da manhã seguinte, Lautemann isolou ácido hipúrico (*Esquema 4*). A quantidade de ácido hipúrico obtido aumentava com a dose de quinato de cálcio ingerida na véspera. Já se sabia na altura que o ácido hipúrico (hoje também designado pelo nome sistemático benzoilglicina) fornece por hidrólise ácido benzóico.

^j Nos termos da “teoria nova dos radicais” de Kolbe, em que se usava o peso atómico 8 para o oxigénio, exprimiu este passo como a substituição “dum membro HO^2 ” por hidrogénio.

in vivo
(isto é
in E. Lautemann e dois voluntários)



ESQUEMA 4

Lautemann assim provou que o organismo humano era capaz de executar *in vivo* a mesma redução que ele tinha conseguido *in vitro*. O processo de redução (desidroxilação) com “di-iodeto de fósforo” foi reconhecido por outros químicos contemporâneos, por exemplo por A. Naquet (1834-1916)^k, como da autoria exclusiva de Lautemann⁴⁷. Retrospectivamente é de admirar, além disso, a originalidade e o alcance de algo que é visto hoje como uma das primeiras descobertas de um metabolismo xenobiótico e dentro desses o primeiro de natureza redutiva (os mecanismos descobertos anteriormente eram todos de natureza oxidativa).

AS INVESTIGAÇÕES DE LAUTEMANN EM COLABORAÇÃO COM AGUIAR NA ESCOLA POLITÉCNICA

Durante o curto período que Lautemann esteve na Escola Politécnica, é natural que teria ocupado uma grande parte do seu tempo com a preparação das experiências que acompanhavam as lições de Lourenço. Estas eram exibidas na bancada em ferradura (Fig. 5) que hoje ainda se pode ver no Anfiteatro de Química⁵². No entanto, conseguiu dedicar o tempo suficiente aos trabalhos de investigação que foram publicados em coautoria com o jovem Aguiar. Estes trabalhos têm uma nítida ligação temática com os trabalhos anteriores de Lautemann e não se relacionam com as publicações de Lourenço resultantes das suas investigações em Paris.

Apesar das dificuldades, fáceis de imaginar, de arrancar com investigação experimental em química orgânica num laboratório em que nada de comparável se tinha tentado alguma vez, foi possível a Lautemann e Aguiar publicarem, em seguimento a uma nota preliminar datada de 1862¹, no *Bulletin de la Société Chimique* em 1865 um trabalho sobre polinitronaftalenos e as bases obtidas através da sua redução². Deste



FIGURA 5
Mesa para as demonstrações de experiências químicas que acompanhavam as lições magistrais dos lentes de química da Escola Politécnica de Lisboa. © B. J. Herold^l

^k A. Naquet ficou conhecido na história de França como político socialista próximo de Bakounine e Boulanger.

^l Junto à mesa vê-se o bisneto do preparador Alexander Bayer, Dr. Wolfram Bayer.

trabalho foi publicado um resumo em alemão⁵³ e foi republicado em português.⁵⁴ Prepararam, purificaram e analisaram um dinitronaftaleno, um trinitronaftaleno e um tetranitronaftaleno, o último dos quais era um composto novo. Ao estudarem as suas propriedades, verificaram entre outras que todos eram explosivos potentes. O trabalho contém também um estudo cristalográfico do trinitronaftaleno. O trinitro e o tetranitronaftaleno foram sujeitos ao processo de redução com “di-iodeto de fósforo” em meio aquoso que Lautemann tinha desenvolvido nos seus trabalhos anteriores em Marburgo,^{45, 47, 48, 49} obtendo as respectivas bases, isto é uma triamina e uma tetra-amina do naftaleno, sob a forma dos iodetos e hidrogenossulfatos de naftalenotriamónio e tetra-amónio. Não se pode excluir completamente que Lautemann tenha iniciado estes trabalhos ainda em Paris, sem a contribuição de Aguiar nessa fase, mas é certo no mínimo que os concluiu com a ajuda de Aguiar na Escola Politécnica, uma vez que no texto se menciona que o estudo cristalográfico do trinitronaftaleno aí relatado foi feito pelo “docteur Costa” (Francisco António Pereira da Costa 1809-1899, lente de Mineralogia e Geologia na Escola Politécnica de Lisboa e durante alguns anos seu diretor).

Não se conhecem mais publicações de Lauteman além daquelas que já foram citadas. Depois da sua partida de Lisboa em Março de 1864 com destino à Índia, durante a sua missão na Escola Médico-Cirúrgica^m de Nova Goa de Maio a Outubro do mesmo ano e a viagem de regresso à Europa, ditada pela recaída da sua doença, não voltou a dispor dum laboratório para continuar as suas investigações. Na fábrica Kalle & Co., embora chefiasse o laboratório a partir de 1867, a morte levou-o em 1868.

AS INVESTIGAÇÕES INDIVIDUAIS DE AGUIAR SOBRE POLINITRO E POLIAMINONAFTALENOS, DEPOIS DA PARTIDA DE LAUTEMANN

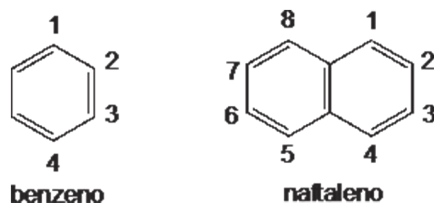
Aguiar continuou a sintetizar e determinar por análises a composição dos derivados polinitrados do naftaleno e das aminas obtidas através da sua redução, durante quase uma década, depois de Lautemann ter deixado a Escola Politécnica. Determinou as suas fórmulas moleculares derivadas da fórmula C_6H_{10} do naftaleno por substituição sucessiva dos átomos de hidrogénio por grupos NO_2 ou NH_2 . Conseguiu a separação por recristalização de dois dinitronaftalenos isoméricos, a que deu as designações arbitrárias de α , e β .⁵⁵ A partir destes obteve pelo processo de redução inventado por Lautemann as respetivas diaminas.^{56, 57} Os estudos das reações destas diaminas deram alguns resultados surpreendentes. Estes, depois de serem relatados em Lisboa^{58, 59}, foram publicados também em Berlim.⁶⁰

O que não era possível nessa altura era determinar a localização dos grupos substituintes. No caso muito mais simples dos derivados isodissubstituídos do benzeno, a determinação rigorosa das posições relativas dos substituintes nos vértices do hexágono do benzeno nos três isómeros (posições 1,2-, 1,3-, e 1,4-) só foi conseguida entre 1869 e 1874, através dum conjunto de trabalhos clássicos do germano-italiano G. Körner.⁶¹ No naftaleno, tendo este a estrutura de dois hexágonos de átomos de carbono com um lado comum, em vez de 3 isómeros isodissubstituídos como no benzeno, prever-se-iam 10 isómeros, o que tornava a tarefa muito mais complicada. A determinação das posições dos substituintes, nos polinitronaftalenos e dos poliaminonaftalenos descobertos por Aguiar, assim só foi conseguida através de trabalhos publicados na Alemanha em 1888 por H. Erdmann⁶² e em 1895 por W. Will^{63, n}. Assim,

^m “Eschola Medico-Chirurgica” na grafia da época.

ⁿ Karl Wilhelm Will (1854-1919) foi durante muitos anos o perito principal para produtos explosivos ao serviço da Prússia.

ficou-se a saber que no isómero α os dois grupos nitroílo ocupam as posições 1 e 5 do biciclo e no isómero β as posições 1 e 8 (Esquema 5).



ESQUEMA 5

Dentro destas publicações de Aguiar é de salientar uma em que estudou a diazotação da naftaleno-1,8-diamina, que designava por “diamidonaphthalina β ”. Foi surpreendido por ter verificado que a reação não parava no respetivo cloreto de bisdiazónio, mas que prosseguia imediatamente, obtendo-se um composto em belos cristais que se sabe hoje ter a estrutura da 1H-nafto [1,8-*d,e*][1,2,3]triazina. Aguiar, ao representar em 1873, corretamente uma estrutura heterocíclica para esta naftotriazina com a cadeia —NH—N=N— ancorada na estrutura bicíclica do naftaleno (Fig. 6a), revela-se como já tendo aderido completamente à teoria estrutural de Kekulé. As posições 1 e 8 da estrutura do naftaleno, a que os dois átomos de nitrogénio se encontram ligados, só em 1888 é que foram determinadas (Fig. 6b) por H. Erdmann⁶² (1862-1910).

a) Aguiar 1873:

ou mais simplesmente correspondendo ao caso anterior

Esta combinação, e hem assim a resolução pratica do problema theorico lãõ de ser objecto de uma recente comunicação, sendo este estudo bastante interessante pela falta de combinações d'este genero, das quaes a primeira conhecida, derivada das diaminas, foi a que eu descrevi.

b) Erdmann 1888:

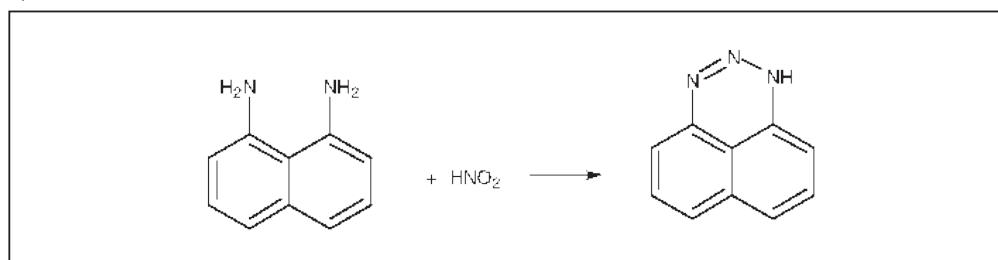


FIGURA 6

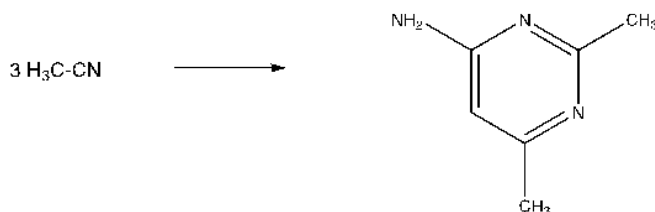
a) Frontispício e a última página da publicação de 1873 de Aguiar^{58b}, em que propõe a estrutura correta para a ponte azotada entre duas posições do biciclo do naftaleno. b) Estruturas hoje aceites, propostas por Erdmann⁶² em 1888.

Foi menos bem-sucedido na sua proposta para a estrutura do composto obtido por reação da mesma naftaleno-1,8-diamina com ácido oxálico^{59,60}. Aqui Aguiar propôs uma cadeia –NH–CO–CO–NH– ancorada nas mesmas duas posições ainda desconhecidas da estrutura do naftaleno. Embora esta proposta tenha sido aceite pela redação da revista *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, esta também não podia prever, que quase um quarto de século depois, esta estrutura seria contestada por vários autores. A sua estrutura só seria estabelecida definitivamente em 1909 por Franz Sachs⁶⁴ (1875-1919) como a duma cadeia –NH–C(COOH)=N– ancorada nas posições 1 e 8 da estrutura do naftaleno.

A grande maioria das publicações de Aguiar posteriores ao termo da sua colaboração com Lautemann pode ser considerada como continuação do projeto inicial. O próprio escreve numa delas^{58a} “... não pôde infelizmente ser feita, durante a vida do meu amigo Lautemann” e noutra^{55b} “*mein Freund Lautemann und ich...*”

AS INVESTIGAÇÕES DE ALEXANDER BAYER NA ESCOLA POLITÉCNICA

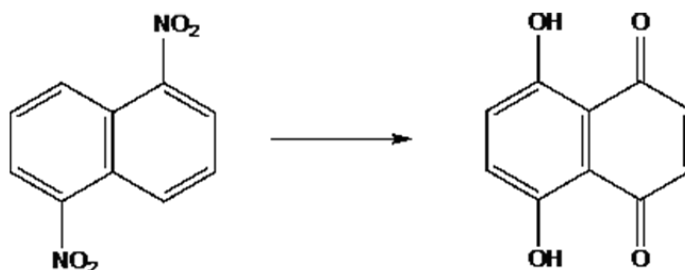
Alexander Bayer começou a trabalhar no laboratório da Escola Politécnica em Dezembro de 1868, isto é, passados mais de quatro anos sobre o termo do mandato de Lauteman. Manteve-se ao serviço até Novembro de 1872. Logo no início da sua estada, foi autorizado a continuar um trabalho de investigação que tinha iniciado em Leipzig no Laboratório de Kolbe^{30,31,65} e a publicá-lo como autor único. Por sugestão de Kolbe estudou a reação do acetonitrilo com sódio. Frankland e Kolbe, vinte anos antes, já tinham estudado a reação do propionitrilo com sódio e tinham obtido um produto a que chamaram em alemão *Kyanäthin*.⁶⁶ Tal como seria de esperar, Bayer obteve um produto homólogo que designou por *Kyanmethin* e em português por kyanméthina, atribuindo-lhe a fórmula $C_6H_9N_3$, o que corresponde a uma reação de trimerização do acetonitrilo. O trabalho foi iniciado e, quanto à maioria dos resultados, completado ainda no laboratório de Kolbe em Leipzig, nos quatro meses e meio que Bayer o frequentou. Foi rematado no laboratório da Escola Politécnica com a purificação do produto, ao ponto de Bayer ter obtido cristais suficientemente perfeitos para serem sujeitos a um estudo cristalográfico do “Hr. Dr. Costa” (Francisco António Pereira da Costa 1809-1899, lente de Mineralogia e Geologia na Escola Politécnica de Lisboa e nessa altura seu diretor) a quem Bayer dirige um agradecimento. Simultaneamente esse trabalho foi publicado em Lisboa sob os auspícios da Academia das Ciências.⁶⁷ Este trabalho foi continuado por Bayer e publicado, tal como o anterior tanto na Alemanha⁶⁸ como em Portugal.⁶⁹ Só passados mais de vinte anos é que foi possível a Ernst von Meyer (1847-1916) determinar a estrutura do trímero do acetonitrilo como 2,6-dimetilpirimidin-4-amina⁷⁰ (*esquema 6*).



ESQUEMA 6

Na sequência dos trabalhos iniciados com Lautemann, Aguiar tinha conseguido separar dois dinitronaftalenos isoméricos, a que chamara respetivamente “dinitronaphtalina α e β ” em estado de

elevada pureza. Ao tomar conhecimento dum artigo de Carl Liebermann (1842-1914) sobre a naftazarina, datado de 1871⁷¹, verificou que este obteve este composto a partir duma mistura de dinitronaftalenos. Liebermann lamentou nos seus comentários não ter sido por isso capaz de concluir qual dos isómeros originou a naftazarina. Aguiar propôs-se a resolver esse dilema e provou experimentalmente, em colaboração com Bayer, que a naftazarina se formava a partir da “dinitronaphthalina α ”. Não chegou a verificar se também se formava a partir da “dinitronaphthalina β ” (presumivelmente por não dispor de quantidade suficiente do isómero β).^{72, 73} Representar corretamente a estrutura da “dinitronaphthalina α ” como dinitronaftaleno e do seu produto de redução como naftaleno-1,5-diamina (esquema 7) só se tornou possível em 1895 com os trabalhos já citados de W. Will⁶³ e a da naftazarina, em 1926 com um trabalho do Laboratório de O. Dimroth (1872-1940).⁷⁴



ESQUEMA 7

Os trabalhos sobre a naftazarina revestiam-se, no princípio da década de 1870, duma grande atualidade, em consequência da descoberta recente da estrutura da alizarina e da invenção do seu processo de síntese.⁷⁵ A alizarina é um corante natural extraído da ruiva-dos-tintureiros, cuja cultura ocupava áreas agrícolas enormes. O lançamento da alizarina sintética a preços mais baixos no mercado, provocou a bancarrota de muitos agricultores, particularmente em França, onde o vermelho de alizarina era utilizado no tingimento das fardas para fardas militares. A naftazarina tem uma estrutura semelhante à da alizarina, com a diferença de a sua estrutura ser derivada do naftaleno, enquanto a estrutura da alizarina se deriva do antraceno.

A naftazarina foi comercializada como matéria corante negra e usada sobretudo em tintas de impressão. Carl Liebermann, como um dos protagonistas do estudo e da síntese da alizarina, estava empenhado em estudar a relação estrutural entre esta e a naftazarina. A importância do trabalho de Aguiar e Bayer é sublinhada pelo facto de a segunda das duas comunicações ter sido apresentada oralmente numa sessão da *Deutsche Chemische Gesellschaft* pelo próprio Liebermann.^o

A colaboração de Aguiar e Bayer no laboratório da Escola Politécnica deu origem a mais um trabalho que atingiu notoriedade internacional. Trata-se da descoberta dum novo solvente do índigo que permitia uma purificação deste corante natural por recristalização.^{76, 77}

Várias notas preliminares foram ainda publicadas em Lisboa por Aguiar e Bayer, que não chegaram a ser divulgadas no estrangeiro. A primeira, sobre a redução do tanino, reflete o interesse de Aguiar na enologia, um domínio em que também teve uma atividade importante.^{4f, 4g, 78} Na segunda

^o É curioso verificar que a questão das relações estruturais entre a naftazarina e a alizarina, que tinha motivado os trabalhos de Liebermann, Aguiar e Bayer, só ficou resolvida em 1926 com o estabelecimento definitivo da estrutura da naftazarina, depois de os dois primeiros já terem falecido e dois anos antes do falecimento de Bayer.

relatam a nitração do ácido salicílico e a subsequente redução do ácido salicílico nitrado, obtendo um ácido aminossalicílico⁷⁹. Em ambos os casos voltaram a utilizar a reação de redução inventada por Lautemann.

A colaboração entre Aguiar e Bayer termina em 1872 com o regresso de Bayer a Bielitz. Na continuação da sua atividade como químico distinguiu-se na indústria do gás de cidade, chegando a dirigir uma fábrica de amoníaco (obtido a partir da lavagem do gás). Publicou trabalhos importantes resultantes da sua prática industrial, tanto de química analítica, como de processos de engenharia química para o tratamento de efluentes de fábricas de gás de cidade e registou numerosas patentes. Faleceu em Brno em 1928.

A ESTRATÉGIA DE RECRUTAMENTO DE PREPARADORES ESTRANGEIROS DE QUÍMICA ORGÂNICA PELA ESCOLA POLITÉCNICA

A investigação acerca dos preparadores Lautemann e Bayer resultou, por um lado, de um de nós (BJH) ter ficado intrigado com os apelidos germânicos dos co-autores de Aguiar. O outro de nós (WB), sabendo que seu bisavô Alexander Bayer tinha trabalhado com Aguiar em Lisboa, estava interessado em saber mais sobre essa estada. Depois de estabelecido o contacto, ambos ficámos empenhados em saber em que medida os dois preparadores teriam exercido a função de vetores de conhecimentos de química numa circulação transnacional. Entretanto, BJH já sabia que tinha havido mais preparadores posteriores a Lautemann com apelidos germânicos na Escola Politécnica, que no entanto não tinham deixado nenhuma pegada sob a forma de publicações.

Quando os dois autores da presente comunicação começaram a partilhar o que sabiam sobre a formação que Alexander Bayer recebeu na Alemanha, antes de vir a Portugal, tornou-se possível descortinar uma rede de contactos que cada um individualmente não poderia ter reconstruído a partir dos factos que conhecia. Em particular acerca de Alexander Bayer, BJH sabia que este tinha estudado em Leipzig no Laboratório de Kolbe, mas ignorava a sua passagem anterior pelo Laboratório de Fresenius em Wiesbaden. WB só sabia que o bisavô tinha sido formado pelo Laboratório de Fresenius.

A chave que permitiu descobrir a ligação entre Alexander Bayer e um conjunto de químicos alemães, que foram ocupando sucessivamente o lugar de preparador de química orgânica da Escola Politécnica, foi o registo das matrículas do Laboratório de Fresenius em Wiesbaden⁸⁰. Este laboratório privado, fundado em 1848 por Carl Remigius Fresenius (1818-1897), tinha a dupla função de ensinar química com uma forte componente laboratorial por um lado e por outro lado de prestar serviços de análise química a clientes externos.^P Teve um papel de importância inestimável para o desenvolvimento da indústria química alemã, tanto através da formação dos seus futuros quadros de químicos profissionais, como da prestação de serviços de análise. Fresenius tinha sido assistente de Justus Liebig (1803-1873) em Giessen entre 1843 e 1845.

A primeira surpresa ao consultar a lista de discípulos do Laboratório de Fresenius foi encontrar o apelido Klaas. Já tínhamos conhecimento de que um certo “William Klaas” tinha sido contratado

^P Hoje existem ainda duas instituições sucessoras deste laboratório, correspondendo cada uma delas a uma das vertentes originais do laboratório: A “Hochschule Fresenius” como instituição privada do ensino superior e a empresa “SGS Institut Fresenius” que oferece uma vasta gama de serviços de análise e certificação na área da saúde.

em 1864 para suceder a Lautemann como preparador na Escola Politécnica⁸¹, mas nas atas do Conselho Escolar existentes no Museu de História Natural e das Ciências nada constava além do nome. Assim foi possível identificar o papel do laboratório de Fresenius como fonte de recrutamento de preparadores para a Escola Politécnica de Lisboa, mesmo antes da vinda de Bayer em 1868, com a contratação de Friedrich Wilhelm Klaas, natural de Hörbach, perto de Herborn em Hessen-Nassau. Este permaneceu desde 1864⁸², isto é, logo a seguir à partida de Lautemann para Goa, até ser substituído por Bayer a 1868⁸³. É natural que o contacto entre a Escola Politécnica e o Laboratório de Fresenius tenha resultado de Lautemann ter passado os últimos anos da sua vida, após o seu regresso de Goa, em Biebrich, perto de Wiesbaden como empregado da fábrica Kalle²³, vindo a falecer em 1868²⁴.

Contrariamente ao que acontece com Lautemann e Bayer, não se encontrou até hoje nenhum trabalho publicado por Klaas, pelo que provavelmente não contribuiu para a investigação em química orgânica na Escola Politécnica. A formação que recebera no laboratório de Fresenius como *Praktikant* em 1861/1862 e como *Assistent* no *Privatlaboratorium*, onde se faziam as análises, de 1862 a 1864 predestinavam Klaas a trabalhar como analista. É natural que tenha sido esse o papel que desempenhou na Escola Politécnica ao serviço de Lourenço, uma vez que foi nesse período de 1864 a 1868 que este efetuou mais análises, particularmente de águas termais.

A seguir a Bayer, ainda houve sucessivamente mais três preparadores formados no laboratório de Fresenius, em relação aos quais também nada indica que tenham colaborado nas investigações em química orgânica: Dr. Christian Heinzerling (1851-1904), natural de Biedenkopf em Hessen-Nassau, *Praktikant* 1869/1870 e *Assistent* no *Unterrichtslaboratorium* (laboratório de ensino) 1870/1871, Dr. phil Göttingen serviu de 1872 a 1874 como preparador na Escola Politécnica⁸⁴. Posteriormente à sua estada em Lisboa teve uma carreira bem-sucedida como químico industrial, como atesta o facto de ter sido autor de vários livros e patentes⁸⁵ e ter sido *Privatdozent* (docente livre) do Instituto Politécnico Federal de Zurique. Heinzerling foi substituído em 1874⁸⁶ por Carl von Bonhorst, natural de Wiesbaden, que tinha sido *Praktikant* de 1868 a 1870 e *Assistent* no laboratório de ensino de Fresenius de 1870 a 1872, com uma interrupção no semestre de inverno 1870/71⁹. Foi recrutado em 1872 por Aguiar para o Instituto Industrial e Comercial de Lisboa. Tal como Bayer antes dele, von Bonhorst desempenhou um papel importante no ensino prático laboratorial nesse instituto, como foi atestado por Emílio Dias.⁸⁷ No mesmo formaram-se, além de Emílio Dias, um engenheiro químico *avant la lettre*, o futuro industrial Alfredo da Silva, cujos amplos e sólidos conhecimentos de química suscitavam a admiração de quem lidava com ele.⁸⁸ Von Bonhorst veio a substituir Heinzerling na Escola Politécnica de 1874 a 1876.⁸⁹

Por último, esteve ao serviço da Escola Politécnica de 1879 a 1881 mais um preparador formado em química orgânica pelo Laboratório de Fresenius, chamado Albert Sauer, que foi *Praktikant* de 1870 a 1871 e *Assistent* em 1871/72 no laboratório de análises.

No quadro seguinte resumem-se os dados relativos a cada um dos seis preparadores formados na Alemanha, dos quais resulta que a Escola Politécnica utilizou sistematicamente o Laboratório de Fresenius como fonte de recrutamento de preparadores de 1864 até 1879.

⁹ Serviu nas fileiras prussianas na guerra de 1870/71 contra a França, onde sofreu ferimentos que lhe causaram uma incapacidade parcial.

Nome	Laboratório de Kolbe	<i>Praktikant</i> de Fresenius	<i>Assistent</i> de Fresenius	Preparador na Escola Politécnica
Eduard Lautemann	Marburg, 1857 – 1861 <i>Dr. phil.</i>			1863 – 1864
Friedrich Wilhelm Klaas		1861 – 1862	1863 – 1864 laboratório de análises	1864 – 1868
Alexander Georg Bayer	Leipzig 1868 <i>Praktikant</i>	1867 – 1868 <i>Praktikant</i>		1868 – 1872
Dr. Christian Heinzerling		1869 – 1870	1870 – 1871 laboratório de análises	1872 – 1874
Carl von Bonhorst		1868 – 1870	1870, 1871 – 1872 laboratório de ensino	1874 – 1875
Albert Sauer		1870 – 1871	1871 – 1872 laboratório de análises	1879 – 1881

Cronologia dos preparadores de química orgânica da Escola Politécnica formados na Alemanha.

Outro facto curioso é ter havido um português chamado Vicente Ferreira Ramos (1826-1889) que frequentou o Laboratório de Fresenius no semestre de verão de 1869. Era oficial de artilharia do exército português, que tinha sido um aluno distinto da Escola Politécnica de Lisboa de 1845 a 1849.⁹⁰ Durante esse semestre de verão de 1869, veio a conhecer no Laboratório de Fresenius tanto Carl von Bonhorst como Christian Heinzerling que partiriam para Lisboa em 1870 e 1872 respetivamente.

CONCLUSÕES

Ao reconstruir as biografias científicas de Lautemann e Bayer e ao identificar o Laboratório de Fresenius em Wiesbaden como placa giratória para o recrutamento dos preparadores estrangeiros de química orgânica da Escola Politécnica, emergiu uma rede de contactos e de deslocações que serviram de veículo à transferência de conhecimentos de química entre a Alemanha e Portugal, passando por Paris e com uma extensão até Goa, tal como se encontra representada na *Fig. 7*.

Esta investigação permitiu perceber quais foram os saberes e competências que foram sendo transmitidas através destes contactos e como estes se repercutiram na Escola Politécnica de Lisboa, no Instituto Industrial e Comercial de Lisboa e na Escola Médico-Cirúrgica de Goa. Lourenço tinha circulado entre os Laboratórios de Bunsen e Kekulé em Heidelberg e de Wurtz em Paris, e com isso trouxe um vasto leque de conhecimentos de química e um conjunto importante de contactos pessoais. Embora, depois do seu regresso a Lisboa, não tenha publicado resultados de investigações sobre química orgânica com repercussão além-fronteiras, teve, através das suas amizades na Alemanha, um papel importante no recrutamento dos químicos formados em laboratórios alemães. Foi responsável da realização de análises de águas do território português muito importantes na época para o desenvolvimento do termalismo e o abastecimento público de água, para o que podia contar com o apoio experimental dos preparadores. Aguiar que, pelo contrário não teve a oportunidade de viajar naquela fase da sua vida, beneficiou muito da sua colaboração com Lautemann e Bayer. O estudo do perfil científico de

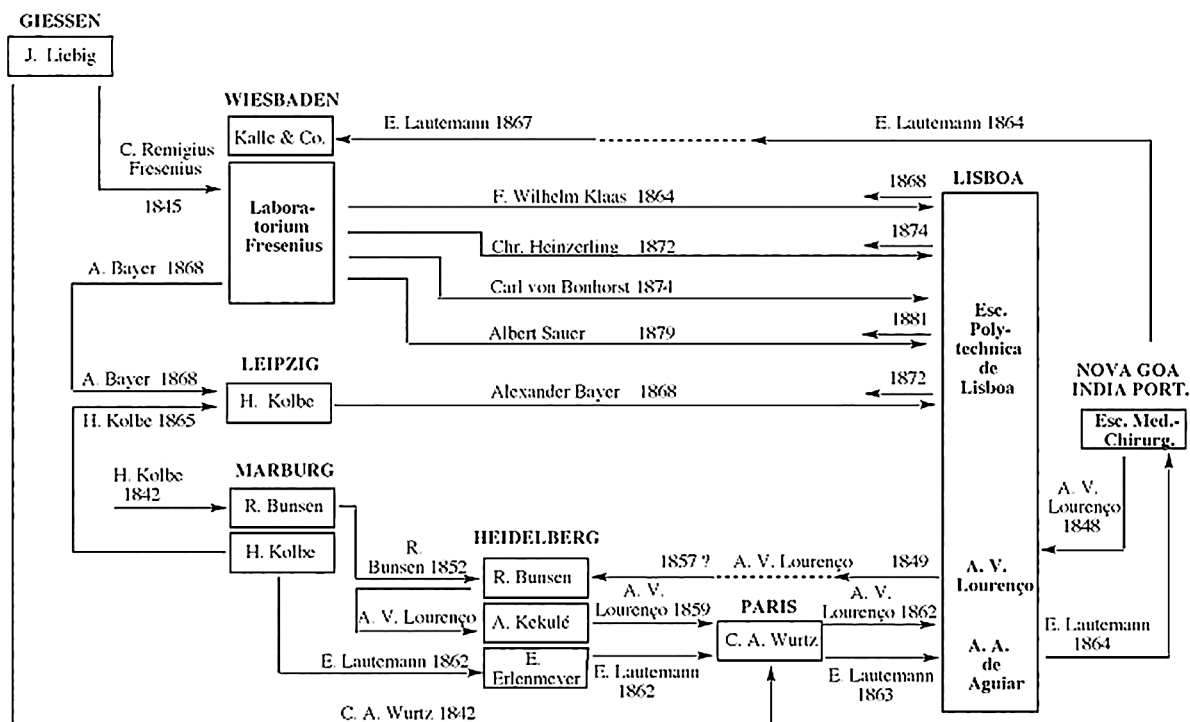


FIGURA 7

A rede germano-portuguesa de químicos nos anos 1860 a 1880. As datas são as das partidas e chegadas das suas viagens.

Lautemann revelou uma figura que, por ter sido vítima duma doença com crises recorrentes e ter morrido prematuramente, tinha ficado bastante esquecida. No entanto, uma análise cuidada dos seus trabalhos e das suas repercussões permitiu concluir ter-se tratado dum químico muito dotado, com uma grande capacidade de trabalho, nos anos em que a sua saúde o permitiu, e de uma grande originalidade. Os trabalhos que publicou em colaboração com Aguiar inserem-se numa linha coerente de trabalhos anteriores, que embora feitos no Laboratório de Kolbe, já revelavam bastante autonomia. Tanto os trabalhos em que Aguiar colaborou com Lautemann, como a maioria dos posteriores que Aguiar publicou sozinho ou com Alexander Bayer, foram construídos sobre trabalhos anteriores que resultaram da colaboração com Lautemann. Daí resulta que Lautemann foi o verdadeiro orientador científico de Aguiar. O aspeto insólito de um preparador ter sido o orientador científico do lente, pode eventualmente ter sido responsável por os biógrafos de Aguiar e os historiadores das cadeiras de química da Escola Politécnica terem evitado mencionar a existência de Lautemann e também a de Bayer, um dos seus sucessores. O facto de a presente investigação ter tido como ponto de partida as publicações de Aguiar mais citadas por autores no estrangeiro, introduziu uma perspetiva inversa da habitual, em que, no primeiro plano, se representa aquilo que se passou na instituição em que o biografado trabalhou, ficando outros aspetos em segundo plano. Nesta perspetiva diferente, colocou-se a repercussão internacional na ciência química em primeiro plano, tendo a instituição recuado para próximo do ponto de fuga. O resultado assim foi outro.

No século em que vivemos, e em consequência do recente desenvolvimento favorável da ciência em Portugal, a importância do cruzamento de saberes tornou-se um dado adquirido para um grupo

muito mais alargado de pessoas do que no passado, em que se encontrava gente, mesmo nos estratos sociais superiores que achavam que era uma vergonha para o país, este não ser capaz de ser excelente em ciência sem influências do estrangeiro. Lourenço e Aguiar obviamente estavam acima de tais preconceitos, mas os seus biógrafos talvez não.

Uma outra reflexão que a presente investigação suscita é sobre a visão utilitária da ciência. Júlio Máximo de Oliveira Pimentel, 2.º Visconde de Vila Maior, lente de química da Polytechnica desde a sua fundação, ainda jovem declamou: “O fim das sciencias é naturalmente utilitario; o seu ultimo rezultado é a applicação dos descubrimentos humanos ao serviço da comunidade” (1859). Só numa idade mais avançada, já sendo Reitor da Universidade de Coimbra, corrige: “a principal e mais nobre utilidade das sciencias está no seu proprio aperfeiçoamento [...] tendendo a descortinar os mais recônditos segredos da natureza em benefício da humanidade” (1897).⁹ Os trabalhos de Lautemann e Aguiar aqui relatados não tiveram nem podiam ter nenhuma aplicação industrial no Portugal daquela época. De facto, resultaram da vontade de descobrir a razão das coisas na química. Ambas as atitudes têm os seus lemas clássicos: O primeiro, *nisi utile est quod facimus, stulta est gloria* é a divisa da nossa Academia, e o segundo *felix qui potuit rerum cognoscere causas*, segundo uma pesquisa no Google, é a divisa de numerosas universidades de língua inglesa, incluindo a *London School of Economics*. Não há dúvida que Lautemann trazia das universidades da pátria dos *Dichter und Denker* e da sua educação como filho dum pároco luterano,²⁵ uma atitude diferente em relação à ciência, que já se distanciava de uma visão meramente utilitarista ainda muito radicada no Iluminismo e aproximava-se dum ideal mais humboldtiano. Lautemann, na sua correspondência com Erlenmeyer,¹⁴ dá a entender que o ideal para ele seria dedicar-se totalmente à ciência como finalidade em si, e que a razão de lhe pedir para lhe arranjar um emprego numa fábrica, só era consequência da sua extrema penúria, como doente e desempregado, obrigado a viver de empréstimos de amigos. Lourenço e Aguiar, pelo contrário, na introdução do malogrado trabalho sobre a síntese de “alcohols”¹² justificam zelosamente o tema pelo valor económico dos álcoois, portanto mais em conformidade com o moto *nisi utile...* Esse trabalho, no entanto, não serviu para nada, porque nem sequer reprodutível é.

Antes de se tirarem conclusões sobre a eventual utilidade dos trabalhos posteriores de Aguiar, inicialmente inspirados por Lautemann, continuados isoladamente e seguidamente com Bayer, é importante verificar que os trabalhos suscitaram grande interesse no estrangeiro, sobretudo na Alemanha. Isso não resulta apenas dos trabalhos terem sido aceites por revistas com o prestígio do *Bulletin de la Société Chimique*, dos *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft* e dos *Annalen der Chemie und Pharmacie*. A descrição de reações e compostos novos, numa altura em que as ideias sobre a teoria da ligação de valência mal tinham começado a germinar nas mentes de Couper, Butlerov e Kekulé, e em que o método de Koerner, para determinar os locais dos substituintes no anel do benzeno, ainda não podia ser aplicado ao sistema mais complicado do naftaleno, fez com que químicos importantes (aliás todos alemães) se tenham ocupado durante mais de seis décadas, isto é até 1926,⁷⁴ da elucidação das estruturas dos “corpos de Aguiar”, à medida que se desenvolviam os instrumentos teóricos e se adensavam os conhecimentos na área dos derivados do naftaleno. Entre os autores que citaram Aguiar e estudaram os seus resultados, depois de os confirmar, convém, a propósito da potencial utilidade dos seus compostos, salientar Wilhelm Will (Fig. 8). O facto de Will ser o principal perito de matérias explosivas na guerreira Prússia fala por si só quanto à utilidade dos polinitronaftalenos sintetizados por Lautemann

e Aguiar. Will verificou meticulosamente os trabalhos de Aguiar e confirmou-os integralmente. A β -diaminonaftalina (hoje chamada naftaleno-1,8-diamina) que os mesmos foram os primeiros a sintetizar, passou a servir como produto intermédio na síntese industrial de numerosas matérias corantes utilizadas na indústria têxtil.^r

A presença de Lautemann e Bayer terão tido alguma influência sobre o ensino na Escola Politécnica? Sem dúvida que tiveram, porque eram eles que preparavam as experiências químicas que acompanhavam as lições dos lentes no belo anfiteatro hoje restaurado do Laboratório Chimico (Fig. 4).

Os lentes de química não conseguiram porém, nessa altura, introduzir aulas de laboratório obrigatórias para os seus alunos, mas Aguiar, dava aulas práticas de laboratório aos alunos do Instituto Industrial e Comercial de Lisboa. Essas aulas eram dadas por ele próprio, Bayer e von Bonhorst, como recordou o antigo aluno Emílio Dias em 1919.⁸⁷ A qualidade dessas aulas, segundo Dias era muito boa. Não deixa de ser significativo, isso ser afirmado por um químico que teve um papel importante na indústria de gás de cidade⁹¹ em Portugal. Neste contexto é de mencionar que outro antigo aluno do mesmo Instituto, o célebre industrial Alfredo da Silva era admirado pelos seus vastos conhecimentos de química que aí lhe foram transmitidos.⁸⁸ Emílio Dias também veio a ser interinamente preparador de química orgânica da Escola Politécnica. Apesar da atividade pedagógica de Lautemann na Escola Medico-Cirúrgica de Goa só ter durado um semestre, o sucesso foi grande, aumentando em flecha o número de estudantes da cadeira de “Historia Physica e Natural”, como atestam vários relatórios.^{21, 22} Poderia ter sido a porta de entrada de Lautemann numa carreira académica em Portugal? Não o sabemos, uma vez que a doença e morte prematura em 1868 de Lautemann não o permitiram.

Os vários preparadores recrutados na Alemanha, como já vimos, só permaneceram na Escola Politécnica durante períodos bastante curtos. Eduard Lautemann um ano (1863-1864), Friedrich Wilhelm Klaas quatro anos (1864-1868), Alexander Bayer quatro anos (1868-1872), Christian Heinzerling dois anos (1872-1874), Carl von Bonhorst um ano (1874-1875) e Albert Sauer dois anos (1879-1881). A brevidade das estadas pode, em princípio, ter várias razões. É provável que o Governo do Reino não autorizasse que os contratos de dois anos se renovassem mais do que uma vez. Outra razão podia estar nos salários. Embora fossem o dobro do salário dum preparador contratado localmente, não teriam sido suficientemente convidativos para fixarem os preparadores por períodos mais longos? Ao lugar de preparador, além da questão salarial, também correspondia uma categoria hierárquica relativamente baixa, sem haver uma perspetiva de ascensão numa carreira. A falta de autonomia que daí resultava não tornava essa posição muito convidativa para quem tivesse, por exemplo, as qualificações



FIGURA 8
Wilhelm Will (1854 Giessen-1919 Berlim), Filho do sucessor de J. Liebig na Universidade de Giessen. Dirigente, desde 1889 da *Zentralversuchsstelle für Explosivstoffe des Preussischen Kriegsministeriums*.^p 1892 Professor da Universidade de Berlim.

^r Esta instituição sediada em Berlim foi mudando ao longo dos anos de nome e alargou as suas atribuições. Denomina-se hoje *Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung*, Instituto federal para a investigação e ensaios de materiais.

académicas de Lautemann, com um doutoramento da Universidade de Marburg, quando muitos lentes da *Polytechnica* não tinham pergaminhos universitários comparáveis. Comparando as perspectivas profissionais para químicos em Portugal, onde eram diminutas, e na Alemanha verifica-se, pelo que se sabe das carreiras profissionais de outros discípulos de Kolbe e de antigos alunos do Laboratório de Fresenius, que a oferta de emprego na indústria química alemã estava a crescer. A esta somavam-se os lugares em organismos oficiais que fiscalizavam as atividades agrícolas e industriais, bem como a saúde pública. Os formandos do Laboratório de Fresenius, que tinha um *número clausus* de 40 por ano, encontravam por isso emprego com relativa facilidade. No entanto, no caso de Alexander Bayer, sabe-se por tradição familiar que, ao voltar à sua Silésia austríaca, levou bastante tempo até encontrar trabalho, e que durante o resto da sua vida se referiu aos anos passados em Lisboa como os melhores da sua vida. Ao seu caso, porém, tendo regressado em 1872, pode não ter sido alheia a profunda estagnação económica na Alemanha e na Áustria que se seguiu à quebra pânica da bolsa de valores de Viena a 5 de Maio de 1873.

Também se pode especular sobre eventuais dificuldades de integração social dos preparadores estrangeiros em Portugal. Pode ter havido nessa época uma percepção mais aguda das diferenças culturais e confessionais, até entre os vários estados alemães, quanto mais entre Portugal e a Alemanha. Isso podia influenciar negativamente as perspectivas de constituir uma família em Portugal, uma vez que a Igreja não autorizava, por exemplo, casamentos com protestantes. Seria por isso natural que os preparadores quisessem, passado alguns anos, regressar às suas pátrias. O caso de von Bonhorst foi a única exceção à regra. Casou com uma portuguesa e fixou-se definitivamente em Lisboa, onde foi professor na Escola Marquês de Pombal em Alcântara.

Na Universidade de Coimbra também houve uma tentativa de fixar um químico alemão. Bernhard Tollens (1841-1918), doutorado pela Universidade de Göttingen no Laboratório de Friedrich Wöhler (1800-1882), foi em 1869 e 1870 diretor do Laboratório Chimico da Universidade de Coimbra. Voltando para a Alemanha continuou uma carreira científica que o levou a ser uma das figuras cimeiras da química dos hidratos de carbono.^{92,93}

Na altura da fundação da Escola Politécnica (1837), ainda se tinha previsto que esta convidasse lentes estrangeiros para as matérias para as quais não se encontrassem pessoas em Portugal com a preparação adequada. Essa possibilidade porém nunca se concretizou, tendo-se limitado à contratação dos preparadores.⁹⁴

Nenhuma destas importações de conhecimento químico da Alemanha teve como resultado a fundação duma escola de investigação em química orgânica em Portugal. Não havendo uma indústria química com a pujança suficiente para poder absorver os conhecimentos gerados por um grupo de investigação universitário e de dar trabalho a investigadores aí formados, qualquer iniciativa nesse sentido estava condenada ao fracasso. Como já se referiu anteriormente, no prólogo deste trabalho, a transplantação do conceito de escola de investigação conhecido como “modelo de Gies-sen” só foi um sucesso em casos em que o país receptor da transplantação preenchia condições muito particulares que na maioria dos países, incluindo Portugal não existiam. Com o falecimento a poucos anos de distância do ainda relativamente jovem António Augusto de Aguiar (1887) e de Agostinho Vicente Lourenço (1893) criou-se um vácuo na área da química orgânica que levaria mais de meio século a preencher.

Na Escola Politécnica, apesar de dispor de excelentes instalações para o seu “Laboratorio Chimico”,⁹⁵ a maioria dos lentes considerou que não fazia parte das suas atribuições formar químicos. A maioria dos alunos da Escola Politécnica frequentavam-na para se habilitarem a continuar os seus estudos na “Eschola do Exercito”, muitos deles nas especialidades de engenharia militar ou civil. A química que interessava ensinar neste contexto era aquela que seria aplicável à engenharia, tal como era praticada na segunda metade do século XIX. Para alunos que estudavam na Politécnica para se habilitarem a estudarem medicina, a química também desempenhava um papel meramente propedêutico.⁹³ Estas limitações remetiam a química para um papel secundário, em que naturalmente não se ia atribuir importância à investigação fundamental do género da que Aguiar praticou.

Com a crise financeira portuguesa de 1890, também já não se podia contar com políticas públicas que apoiassem investigação fundamental em química orgânica. Dado o elevado interesse político no desenvolvimento das colónias, o esforço científico nacional concentrou-se muito na medicina e na agricultura tropicais, em que foram obtidos resultados importantes e úteis a curto prazo. No entanto, não foi na Escola Médico-Cirúrgica de Goa que tiveram lugar esses desenvolvimentos, apesar das sementes aí deixadas por Lautemann, mas por instituições centrais sediadas em Lisboa.⁹⁶

Resta finalmente analisar a política de recrutamento de preparadores estrangeiros pela Escola Politécnica. A escolha do Laboratório de Fresenius para ir lá buscar sucessivamente cinco químicos certamente foi devida à sólida formação prática laboratorial que ali era ministrada, sobretudo em análise química. Em Portugal, efetivamente as principais solicitações de entidades públicas e privadas aos laboratórios químicos situavam-se na área das análises químicas, seja das águas de abastecimento público e das águas termais, bem como dos géneros alimentares, de minérios, etc.. Por isso compreende-se que não se fosse procurar químicos com experiência de investigação em química orgânica como foi o caso de Lautemann, valorizando-se mais as suas capacidades como analistas. O critério utilitário assim justificava inteiramente a prioridade dada ao Laboratório de Fresenius. No caso de Bayer, houve um compromisso entre os dois aspetos, uma vez que, a seguir à sua formação no Laboratório de Fresenius, ainda esteve, durante um período breve, a trabalhar em química orgânica no laboratório de Kolbe em Leipzig.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Professora Ana Carneiro, Universidade Nova de Lisboa, o apoio prestado ao longo das investigações que permitiram reconstituir a rede de circulação de conhecimentos de química aqui relatada; ao Professor Rui Teives Henriques do Instituto Superior Técnico a revisão do manuscrito; ao Professor Alan Rocke, *Case Western Reserve University* por informações sobre as publicações de Lautemann; ao Dr. Gerhard Pohl, *Ignaz-Lieben-Gesellschaft*, Viena, por estabelecer o primeiro contacto entre os dois autores; a Maria Luísa Villarinho Pereira, Sociedade de Geografia de Lisboa, pela informação de que Lautemann exerceu funções docentes em Goa; a Elfriede Engelmayer, Coimbra por referências bibliográficas de Emílio Dias; a Stephan Kappel da empresa *Kalle* pela informação de Lautemann ter trabalhado nessa empresa; ao Professor M. N. Berberan-Santos pela pista de Albert Sauer e a cedência da imagem de António Augusto de Aguiar; ao Professor Leo Gros da *Hochschule Fresenius* em Wiesbaden pelo acesso ao livro de termos do Professor Fresenius. Também agradecem a ajuda

prestada por vários arquivos. Nomeadamente através da Dr.^a. Katharina Schaal do *Hessisches Staatsarchiv*, Marburgo, Thomas Gothe do *Landeskirchliches Archiv Kassel*; Natalia Alekseeva do arquivo central da Igreja Evangélica de Hessen e Nassau; do Dr. Matthias Röschner do arquivo de manuscritos do *Deutsches Museum* em Munique; do Dr. Vítor Gens do arquivo histórico do Museu Nacional de História Natural e das Ciências, Lisboa; e do Cor. Rui Manuel Carvalho Pires do Arquivo Histórico Militar, Lisboa.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 23 DE ABRIL DE 2015)

CRÉDITOS DAS IMAGENS

- Fig. 1. Agostinho Vicente Lourenço (1822-1893). *Photoatelier Breul & Rosenberg, Wien*. © Cortesia *Deutsches Museum*, Munique. Archiv, NL228 Kekulé (Vorl.Nr. 1609, Foto 43).
- Fig. 2. António Augusto de Aguiar (1838-1887). Fotografia de autor desconhecido. Reproduzido de Gomes de Brito, *Elogio Histórico de António Augusto de Aguiar*, 2.^a ed., Typographia e Stereotypia Moderna, Lisboa 1889. © Cortesia de M. N. Berberan-Santos.
- Fig. 3. Da esquerda para a direita: Carl Joseph Bayer, químico (1847-1904), Felix Emrich Bayer, arquiteto (1853-1912) e Alexander Georg Bayer, químico (1849-1928). Fotografia de autor desconhecido. © Cortesia arquivo particular da família Bayer.
- Fig. 4. Fotografia 2015 © B. J. Herold
- Fig. 5. a) Frontispício e última página da publicação ref.^a 58a b) Estruturas hoje aceites. © Reproduzido de A. Carneiro e B. J. Herold, ref.^a 3.
- Fig. 6. Adaptação de esquema da ref.^a 13. © *Division of the History of Chemistry of the American Chemical Society*.
- Fig. 7. Wilhelm Will (1854 Giessen-1919 Berlim), fotografia cerca de 1910 de autor desconhecido – <http://www.sammlungen.hu-berlin.de/dokumente/13682/>. Autorizado através de Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wilhelm_Will_ca1910.jpg – /media/File:Wilhelm_Will_ca1910.jpg

REFERÊNCIAS

- E. Lautemann et A. A. d'Aguiar [sic], "Sur la trinitronaphtaline, la tétranitronaphtaline et les bases dérivées," *Bull. Soc. chim. Paris*, **1864**, 1, 431-432.
- E. Lautemann and A. A. d'Aguiar, "Recherches sur les naphtalines nitrées et les bases dérivées," *Bull. Soc. chim. Paris*, **1865**, 3, 256-269.
- B. J. Herold and A. Carneiro, "Portuguese Organic Chemists in the 19th Century. The Failure to develop a National School in Portugal despite of International Links," in E. Vamós, Ed., *Proceedings of the 4th International Conference on History of Chemistry, Budapest, 3-7 September 2003*, Hungarian Chemical Society, Budapest, 2005, 25-48.
- Biografias de António Augusto de Aguiar: a) "Sessão Solemne em 7 de Novembro de 1887 na Sala da Bibliotheca da Academia Real das Sciencias", *Boletim da Sociedade de Geographia de Lisboa*, **1887**, 7^a Serie – n.º1, 119 – 165. b) Um dos discursos desta sessão foi reimpresso com anexos que incluem informações adicionais de natureza biográfica e bibliográfica: Gomes de Brito, *Elogio Histórico de António Augusto de Aguiar*, 2^a ed., Typographia e Stereotypia Moderna, Lisboa 1889. c) João de Leyde, "Chronica Scientifica, III, António Augusto de Aguiar" *Jornal do Comercio*, 16 de Setembro 1887, 10, 134. d) "António Augusto de Aguiar", *Diario de Noticias*, 5 de Setembro de 1887, 23 (n.º7:774). e) A. J. Ferreira da Silva, "Homenagem a António Augusto de Aguiar no 22.º Ano do seu Fallecimento", *Revista de Química Pura e Aplicada*, **1909**, 2^a Série, 9, 324 – 328. f) J. V. Serrão, *Evocação de António Augusto de Aguiar (1838 – 1887) no 1.º Centenário da sua Morte*, Edição da Confraria dos Enólogos da Bairrada, Anadia 1987. g) M. J. Santiago, *António Augusto de Aguiar, As Conferências sobre Vinhos e a sua época*, Academia do Vinho da Bairrada, País Vinhateiro da Bairrada, 2000.
- Veja-se em K. Gavroglu, M. Patiniotis, F. Papanelopoulou, A. Simões, A. Carneiro, M. P. Diogo, J. R. B. Sánchez, A. G. Belmar, A. Nieto-Galan, "Science and Technology in the European Periphery." *Hist. Sci.*, **2008**, 46, 153-175.

- ⁶ Sobre a importância do método prosopográfico na história da ciência, veja-se L. Pyenson, "Who the Guys Were: Prosopography in the History of Science," *Hist. Sci.*, **1977**, 15, 155-188. W. Clark, "The Prosopography of Science," in R. Porter, Ed., *The Cambridge History of Science*, vol. 4, *Eighteenth Century Science*, Cambridge, 2003, 212-237.
- ⁷ B. Hoppe und V. Kritzmann, "Justus von Liebig's weitreichender Einfluss auf die Entfaltung der chemischen Wissenschaften in Russland," in G. K. Judel et al., Ed., *Vorträge des Symposiums Justus Liebig's Einfluss auf die internationale Entwicklung der Chemie*, Justus Liebig-Gesellschaft, Giessen, 2005, 143-177. Também no mesmo volume W. H. Brock, "Breeding Chemists in Giessen," 57-123, e A. J. Rocke, "Origins and Spread of the 'Giessen Model' in University Science," 209-235. B. Hoppe and V. Kritzmann, "Creation of Modern Branches of the Chemistry in Russia under the Influence of Liebig's Russian Scholars," in E. Vamós, Ed., *Proceedings of the 4th International Conference on History of Chemistry, Budapest, 3-7 September 2003*, Hungarian Chemical Society, Budapest, 2005, 49-63, bem como as referências aí citadas.
- ⁸ Acerca da chamada *tacit component of knowledge*, veja-se M. Polanyi, *Personal Knowledge. Towards a Post Critical Philosophy*, Routledge, London, 1958, 1998.
- ⁹ G. Mota, "Um bolseiro em Paris em meados do século XIX: a preparação de um químico notável, o Visconde de Vila Maior," in C. Fiolhais, C. Simões and D. Martins, Eds., *Congresso Luso-Brasileiro de História das Ciências, Universidade de Coimbra, 26-29 Outubro 2011, Livro de Actas*, 260-278.
- ¹⁰ Eduardo Burnay, "Elogio historico do Dr. Agostinho Vicente Lourenço", *Memorias da Academia Real das Sciencias de Lisboa, Classe de Sciencias Moraes, Politicas e Bellas-Letras* **1895**, Nova Serie, Tomo 7, Parte 1, 1 – 42.
- ¹¹ A. V. Lourenço, "Recherches sur les composés polyatomiques", *Annales de Chimie et de Physique*, **1863**, 3^{ème} série, 67, 186 – 339.
- ¹² A.V. Lourenço e A.A. de Aguiar, "Investigações acerca da synthese de alcools monoatomicos", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1868**, 1, 13 – 25.
- ¹³ B.J. Herold e W. Bayer, "A transnational network of chemical knowledge: The preparadores at the Lisbon Polytechnic School in the 1860s and 1870s". *Bulletin for the History of Chemistry of the American Chemical Society*, **2014**, 39(1), 26-42 e "Errata" *ibid.* **2014**, 39(2), 181-182 .
- ¹⁴ *Deutsches Museum*, Munique, ref. HS-Nr. 1968-172/01-11, com 11 cartas manuscritas de Eduard Lautemann a Emil Erlenmeyer.
- ¹⁵ A. J. Rocke, *The Quiet Revolution: Hermann Kolbe and the Science of Organic Chemistry*, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1993.
- ¹⁶ W. B. Jensen, "The origin of the Bunsen burner", *J. Chem. Educ.* 2005, 82, 512.
- ¹⁷ Museu Nacional de História Natural e da Ciência, *Escola Polytechnica, Actas do Conselho*, Livro 5º, fl. 252: Sessão de 30 de Dezembro de 1862 e fl. 253: Sessão de 17 de Janeiro de 1863.
- ¹⁸ Este ordenado (480,000 réis por ano) era o dobro daquele dum preparador recrutado localmente (200,000 réis por ano). Na mesma altura, o ordenado anual dum lente proprietário era de 700,000 réis.
- ¹⁹ Lautemann recebeu as primeiras quatro prestações (Março a Junho) do seu ordenado em Julho de 1863. Arquivo Histórico do MHNC Museu de História Natural e das Ciências, *Escola Politécnica, Conta documentada*, 1863.
- ²⁰ Lautemann recebeu a seu último vencimento em Fevereiro de 1864, Arquivo Histórico do MHNC, *ibid.*, *ibid.*, 1864.
- ²¹ R. Rodrigues, *Escola Medico-Chirurgica de Nova Goa, 1º Annuario 1909-1910*, Imprensa Nacional, Nova Goa, 1911, 123.
- ²² M. Vicente de Abreu, *Breve Noticia da Creação e Exercício da Aula de Physica, Chimica e Historia Natural no Estado da India Portuguesa*, Imprensa Nacional, Nova-Goa, 1873: "... tendo-se-lhe aggravado os seus padecimentos de que parece que vinha já affectado de Europa, tomou a deliberação de regressar à pátria."
- ²³ H. Voelcker, *75 Jahre Kalle. Ein Beitrag zur Nassauischen Industriegeschichte*, Kalle & Cie. Aktiengesellschaft, Biebrich, 1938, 87.
- ²⁴ Zentralarchiv der Evangelischen Kirche in Hessen und Nassau, Darmstadt, Best. 244, Film 928, KB Biebrich Nr. 18.
- ²⁵ Archiv der Philipps-Universität Marburg, in *Hessisches Staatsarchiv Marburg*, ref. UniA Marburg 307d Nr. 98 II.
- ²⁶ R. Anschütz, *August Kekulé*, Vol. I e II, Verlag Chemie, Berlin, 1929.
- ²⁷ Arquivo Histórico do MHNC, *Escola Politécnica, Conta documentada*, 1868.
- ²⁸ <http://www.archiv.uni-leipzig.de/archivportalrecherche/suche/>. Último acesso 2009-10-08.
- ²⁹ Uma narrativa da invenção do processo de Bayer encontra-se em W. Bayer, "«So geht es ...» L'alumine pure de Karl Bayer et son intégration dans l'industrie de l'aluminium", *Cahiers d'histoire de l'aluminium*, **2012**, 49, 21-46.
- ³⁰ A. G. Bayer, "Ueber eine neue dem Kyanäthin homologe Base," *Zeitschrift für Chemie*, **1868**, 11, 514-515.
- ³¹ A. G. Bayer, "Ueber eine dem Kyanäthin homologe Basis," *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1869**, 2, 319-324.
- ³² Arquivo Histórico do MHNC, *Escola Politécnica, Conta documentada*, 1868.
- ³³ Arquivo Histórico do MHNC, *Escola Politécnica, Conta documentada*, 1872.
- ³⁴ H. Kolbe "Ueber einige Abkömmlinge des Cyanamids," *J. prakt. Chem. (Leipzig)*, **1870**, 1, 288-306 (especialmente pp. 292-294).

- ³⁵ E. Lautemann, "Ueber die Analyse stickstoffhaltiger organischer Verbindungen," *Ann. Chem. Pharm.*, **1859**, 109, 301-304
- ³⁶ H. Kolbe, "Vermischte Notizen," *Ann. Chem. Pharm.*, **1860**, 113, 238-244.
- ³⁷ H. Kolbe, "Ueber Synthese der Salicylsäure," *Ann. Chem. Pharm.*, **1860**, 113, 125-127.
- ³⁸ A. S. Lindsey and H. Jeskey, "The Kolbe-Schmitt Reaction," *Chem. Rev.*, **1957**, 57(4), 583-620.
- ³⁹ E. Schmauderer, "Leitmodelle im Ringen der Chemiker um eine optimale Ausformung des Patentwesens auf die besonderen Bedürfnisse der Chemie während der Gründerzeit," *Chem. Ing. Tech.*, **1971**, 43, 531-540.
- ⁴⁰ H. Kolbe and E. Lautemann, "Ueber die Säuren des Benzoëharzes," *Ann. Chem. Pharm.*, **1860**, 115, 113-114.
- ⁴¹ H. Kolbe and E. Lautemann, "Über die Constitution und Basicität der Salicylsäure," *Ann. Chem. Pharm.*, **1860**, 115, 157-206.
- ⁴² E. Lautemann, "Vorläufige Notiz über Umwandlung der Salicylsäure in Oxysalicylsäure und Oxyphenylsäure," *Ann. Chem. Pharm.*, **1861**, 118, 372-373. H. Kolbe and E. Lautemann, "XVI. Ueber die Säuren des Benzoëharzes," *Ann. Chem. Pharm.*, **1861**, 119, 136-141. E. Lautemann, "XXII. Beitrag zur Kenntniss der Salicylsäuren," *Ann. Chem. Pharm.*, **1861**, 120, 299-322.
- ⁴³ E. Lautemann, "Beitrag zur Kenntniss der Salicylsäuren," Inaugural-Dissertation, Marburg 1861.
- ⁴⁴ H. Kolbe, Ed., *Das chemische Laboratorium der Universität Marburg und die seit 1859 darin ausgeführten chemischen Untersuchungen nebst Ansichten und Erfahrungen über die Methode des chemischen Unterrichts*, Vieweg, Braunschweig, 1865.
- ⁴⁵ E. Lautemann, "Ueber directe Umwandlung der Milchsäure in Propionsäure," *Ann. Chem. Pharm.*, **1860**, 113, 217-220.
- ⁴⁶ C. Ulrich, "Umwandlung der Milchsäure in Propionsäure," *Ann. Chem. Pharm.*, **1859**, 109, 268-272.
- ⁴⁷ E. Lautemann, "Sur une ammoniacque composée triatomique dérivée de l'acide carbazotique," *Bull. Soc. chim. Paris*, **1862**, 100-102. (apresentado oralmente por A. Naquet.).
- ⁴⁸ E. Lautemann, "Ueber die Umwandlung der Pikrinsäure durch Jodphosphor in Pikrammoniumjodid und einige Pikrammoniumsalze," *Ann. Chem. Pharm.*, **1863**, 125, 1-8.
- ⁴⁹ E. Lautemann, "Ueber die Reduction der Chinasäure zu Benzoësäure und die Verwandlung derselben in Hippursäure im thierischen Organismus," *Ann. Chem. Pharm.*, **1863**, 125, 9-13.
- ⁵⁰ H. O. L. Fischer e G. Dangschat, "Über Konstitution und Konfiguration der Chinasäure (2. Mitteil. Über Chinasäure und Derivate)," *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1932**, 65, 1009-1031.
- ⁵¹ P. J. Murphy, "Xenobiotic Mechanism, a Look from the Past to the Future," *Drug Metabolism and Disposition*, **2001**, 29, 779-780.
- ⁵² M. C. Lourenço and A. Carneiro, Eds., *Spaces and Collections in the History of Science, the Laboratorio Chimico Overture*, Museum of Science of the University of Lisbon, 2009.
- ⁵³ E. Lautemann u. A. A. d'Aguiar, "Ueber die Nitrosubstitutionsproducte des Naphtalins und die davon derivirenden Basen." *Zeitschrift für Chemie*, **1865**, 8, 355-357.
- ⁵⁴ A. A. de Aguiar, E. Lautemann, "Investigações sobre as naphthalinas nitradas e bases polyatomicas derivadas – Primeira Parte", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1868**, 1, 106 – 112, 198 – 208, e "Investigações sobre as naphthalinas nitradas e bases polyatomicas derivadas – Segunda Parte", *ibid.*, **1870**, 2, 98 - 100.
- ⁵⁵ a) A. de Aguiar, "Ueber Dinitronaphtalin", *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1869**, 2, 220 - 221. b) A. de Aguiar "Ueber die von Dinitronaphtalinen α und β derivirenden Diaminen." *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1870**, 3, 27-34. c) A. A. de Aguiar, "Factos novos para a historia das naphthalinas nitradas", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1870**, 2, 182 - 188. d) A. A. de Aguiar, "Sobre a formação dos corpos nitrados", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1871**, 3, 121 - 122. e) A. A. de Aguiar, "Novos factos sobre a historia das naphthalinas nitradas", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1871**, 3, 152 – 158, 245. f) A. A. de Aguiar, "Ueber Nitronaphtaline", *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1872**, 5, 370-375, 897-906.
- ⁵⁶ a) A. de Aguiar, "Ueber die von den Dinitronaphtalinen α und β derivirenden Diamine", *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1870**, 3, 27 - 35. b) A. de Aguiar, "Sur les diamines dérivées des dinitronaphtaniles [sic] α et β ", *Bull. Soc. chim. Paris*, **1870**, 13, 462 – 464 (resumo da anterior).
- ⁵⁷ a) A. A. de Aguiar "Nota sobre as diaminas derivadas das binitro naphthalinas α e β ", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1870**, 2, 307 - 319. b) A. A. de Aguiar, "Reacções caracteristicas dos compostos da naphthyldiamina α e β ", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1871**, 3, 53 - 56.
- ⁵⁸ a) A. A. de Aguiar, "Acção do acido nitroso sobre as bases organicas-naphthyldiamina α e β ", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1871**, 3, 246 - 256. b) A. A. de Aguiar, "Duas palavras sobre a constituição da combinação azoica derivada da diamidonaphthalina β ", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1873**, 4, 268 - 270.
- ⁵⁹ A. A. de Aguiar, "Investigações sobre os derivados das naphtene-diaminas α e β , I Acção do ácido oxálico sobre as bases diamidonaphthalinas α e β ." *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1873**, 4, 331 - 340.
- ⁶⁰ A. de Aguiar, "Ueber einige Abkömmlinge des α und β -Diamidonaphtalins", *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1874**, 7, 306 – 319.

- ⁶¹ Guglielmo Koerner, *Ueber die Bestimmung des chemischen Ortes bei den aromatischen Substanzen*. Tradução alemã por G. Bruni e B. L. Vanzetti de quatro memórias datadas de 1868 a 1874, *Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften*, Leipzig, **1910**, 174, 131.
- ⁶² H. Erdmann, "Die Constitution der isomeren Naphthalinderivate" *Liebigs Ann. Chem.* **1888**, 247, 306-366.
- ⁶³ W. Will, "Ueber Nitroverbindungen des Naphthalins," *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1895**, 28, 367-379.
- ⁶⁴ F. Sachs, "Ueber Ringschlüsse in der Peristellung der Naphtalinreihe", *Liebigs Ann. Chem.* **1909**, 365, 53-166.
- ⁶⁵ O trabalho da ref.^a 31 foi republicado num livro de Kolbe: A. G. Bayer, "Ueber eine dem Kyanäthin homologe Basis," in H. Kolbe, ed., *Das Chemische Laboratorium der Universität Leipzig und die seit 1866 darin ausgeführten chemischen Untersuchungen*, Vieweg, Braunschweig, 1872, 209-215 (com a omissão, certamente deliberada, da última linha "Lissabon, chem. Laboratorium der polytechnischen Schule").
- ⁶⁶ E. Frankland and H. Kolbe, "Ueber die Zersetzungsproducte des Cyanäthyls durch Einwirkung von Kalium," *Ann. Chem. Pharm.*, **1848**, 65, 269-287.
- ⁶⁷ A. Bayer, "Nota sobre uma base homologa da kyanéthina," *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1870**, 2, 320-328.
- ⁶⁸ A. G. Bayer, "Ueber eine dem Kyanäthin homologe Basis, II. Mittheilung," *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1871**, 4, 176-180.
- ⁶⁹ A. Bayer, "Nota sobre uma nova base homologa da kyanéthina," *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1871**, 3, 159-165.
- ⁷⁰ E. von Meyer, "Chemische Constitution des Kyanäthins und ähnlicher Verbindungen," *J. prakt. Chem.*, **1889**, 39, 156.
- ⁷¹ C. Liebermann, "Ueber Naphthazarin," *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1871**, 3, 905-907.
- ⁷² A.A. de Aguiar e A.-G. Bayer, "Zur Geschichte des Naphthazarins," *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1871**, 4, 251-253.
- ⁷³ A. A. de Aguiar e A.-G. Bayer, "Zur Geschichte des Naphthazarins, Zweite Mittheilung," *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1871**, 4, 438-441. Um sumário destes artigos foi publicado em Paris: A.-A. de Aguiar e A.-G. Bayer, "Sur la naphthazarine," *Bull. Soc. chim. Paris*, **1871**, 15, 280-281.
- ⁷⁴ O. Dimroth and F. Ruck, "Die Konstitution des Naphthazarins," *Justus Liebigs Ann. Chem.*, **1926**, 446, 123-131.
- ⁷⁵ A história desde a descoberta da estrutura da alizarina até à sua comercialização vem narrada em S. Garfield, *Mauve*, Faber and Faber, London 2000, ISBN 0-571-20917-3.
- ⁷⁶ A. A. de Aguiar e A. Bayer, "Novo dissolvente da indigotina," *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1871**, 3, 48-52. O nome, agora obsoleto "indigotina" ("*indigotine*" em inglês e "*Indigotin*" em alemão), usado nesta publicação para designar o indigo, não deve ser confundido com o nome inglês "*indigotine*", um dos nomes comuns do sal de sódio do ácido 5,5'-indigodissulfónico, também conhecido em inglês por "*indigo carmine*."
- ⁷⁷ A. A. de Aguiar e A. Bayer, "Neues Auflösungsmittel des Indigotins," *Ann. Chem. Pharm.*, **1871**, 157, 366-368.
- ⁷⁸ A. A. de Aguiar e A. Bayer, "Nota sobre a redução do tannino," *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1871**, 3, 115-117.
- ⁷⁹ A. A. de Aguiar e A. Bayer, "Nota sobre o acido amidosalicylico," *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1871**, 3, 118-120.
- ⁸⁰ R. Fresenius, *Geschichte des Chemischen Laboratoriums in Wiesbaden*, C. W. Kreidel, Wiesbaden, 1873, 91, 93.
- ⁸¹ Museu Nacional de História Natural e da Ciência, *Eschola Polytechnica, Actas do Conselho*, Livro 6º, fl. 11: Sessão de 14 de Dezembro de 1864.
- ⁸² Arquivo Histórico do MHNC, *Escola Politécnica, Conta documentada*, 1864.
- ⁸³ *Ibid.*, 1868.
- ⁸⁴ *Ibid.*, 1872.
- ⁸⁵ Exemplos de livros: Chr. Heinzerling, *Die Grundzüge der Lederbereitung; Die Fabrikation der Kautschuk- und Guttaperchawaaren, sowie der Celluloïds und der wasserdichten Gewebe*, Vieweg, Braunschweig, 1882; *Abriss der chemischen Technologie mit besonderer Rücksicht auf Statistik und Preisverhältnisse*, Theodor Fischer, Cassel und Berlin, 1888; *Schlagwetter und Sicherheitslampen*, Cotta, Stuttgart 1891. Exemplos de patentes: DRP 5298, 1878, Dr. Chr. Heinzerling in Biedenkopf, *Verfahren der Schnellgerberei bei Anwendung von Alaun und Zink, chromsauren Salzen, Ferrocyanalkium, Chlorbarium und anderen Ingredienzien*; DRP 45620, 1888, Dr. Chr. Heinzerling und Dr. J. Schmid, beide in Zürich: *Verfahren zur Darstellung von concentrirtem Chlorgas aus verdünnten Chlorgasgemischen* DRP 48549, 1889; Dr. Chr. Heinzerling in Biedenkopf, *Verfahren zur Abscheidung von Essigsäure und essigsauren Salzen mittels Chlormagnesium*; DRP 56397, 1890, F. Staaden in Leun b. Wetzlar und Dr. Chr. Heinzerling in Biedenkopf, *Verwertung von Manganerz*; DRP 71179, 1892, Dr. Chr. Heinzerling in Frankfurt a. M. *Verfahren zur Herstellung von Platten und Steinen aus Kieselguhr*.
- ⁸⁶ Arquivo Histórico do MHNC, *Escola Politécnica, carta, documentada*, 1874.

- ⁸⁷ E. Dias, "Indigo ou anil, a sua extracção em terrenos d'Africa – Antonio Augusto d'Aguiar, Alexandre Bayer e Carlos von Bonhorst no ensino da química prática", *Revista de Chimica Pura e Applicada*, **1919**, 4, 45-79.
- ⁸⁸ a) I. Cruz, "Chemistry, the chemical industry and education in Portugal (1887-1907): The case of Alfredo da Silva" in E. Vamós, Ed., *Proceedings of the 4th International Conference on History of Chemistry, Budapest, 3-7 September 2003*, Hungarian Chemical Society, Budapest, 2005, 25-48. b) I. Cruz, "Entre a CUF e o Barreiro: que lugar para Alfredo da Silva na Química?" in M. Figueira de Faria and J. A. Mendes, Eds., *Actas do Colóquio Internacional: Industrialização em Portugal no século XX; o caso do Barreiro*, EDIUAL-Universidade Autónoma Editora, Lisboa, 2010, 181-206 (em particular 191). O Instituto Industrial e Comercial de Lisboa foi fundado em 1852 e reformado em 1884 por Aguiar, seu diretor. Foi transformado e integrado em 1911 no Instituto Superior Técnico.
- ⁸⁹ Arquivo Histórico do MHNC, *Escola Politécnica, Conta documentada*, 1874.
- ⁹⁰ Arquivo Histórico Militar, Lisboa; ref. AHM/DIV/3/7/964; AHM/G/443; AHM/G/LM/A/20/01/0134; AHM/G/LM/A/10/0205.
- ⁹¹ A. L. dos Santos Valente, "Emílio Dias", *O Occidente*, **01/08/1887**, 311, 179-180, 184.
- ⁹² O. Wallach, "Bernhard Tollens", *Ber. dtsch. chem. Ges.* **1918**, 51, 1539-1555.
- ⁹³ A. C. Cardoso, B. J. Herold and S. Formosinho, "Joaquim dos Santos e Silva: um pioneiro português da química moderna," in C. Fiolhais, C. Simões and D. Martins, Eds., *História da Ciência Luso-Brasileira, Coimbra entre Portugal e o Brasil*, Imprensa da Universidade de Coimbra, 2013, 207-227.
- ⁹⁴ M. Macedo, *Projectar e construir a Nação. Engenheiros, ciência e território em Portugal no séc. XIX*, ICS Imprensa de Ciências Sociais, Lisboa, 2012.
- ⁹⁵ V. Leitão, "A review of the literature on the Laboratorio Chimico of the Lisbon Polytechnic School," in M. C. Lourenço and A. Carneiro, Eds., *Spaces and Collections in the History of Science, the Laboratorio Chimico Overture*, Museum of Science of the University of Lisbon, 2009, 81-90.
- ⁹⁶ C. Bastos, "Medicina, império e processos locais em Goa, século XIX," *Análise Social*, **2007**, 52 (182), 99-122.

Modificação da química superficial dos materiais de carbono para aplicações em catálise

JOSÉ LUÍS FIGUEIREDO¹

RESUMO

A química superficial dos materiais de carbono é determinante para as suas aplicações, particularmente em catálise. A estrutura gráfica destes materiais possibilita a introdução de grupos funcionais na sua superfície através dos átomos de carbono insaturados nas extremidades das camadas grafénicas, ou em defeitos dos planos basais. Estes grupos funcionais podem funcionar como centros activos em catálise, ou podem servir para ancorar complexos metálicos ou precursores, no caso de catalisadores suportados. As propriedades catalíticas podem ainda ser modificadas incorporando heteroátomos na estrutura grafénica. Nesta comunicação serão apresentados alguns exemplos de catálise com materiais de carbono, realçando o papel da química superficial em cada caso.

1. INTRODUÇÃO

Os materiais de carbono oferecem um conjunto de propriedades interessantes para catálise, nomeadamente a sua estabilidade em meios ácidos e alcalinos e sobretudo uma textura e química superficial que se podem modificar de acordo com os requisitos da aplicação pretendida [1]. Além dos materiais tradicionais (grafite, negro de carbono e carvões activados), há hoje uma vasta gama de novos materiais de carbono em que se incluem materiais de dimensões nanométricas (nanotubos, nanofibras, grafeno e derivados, nanodiamantes) e materiais nanoestruturados (géis de carbono e materiais mesoporosos ordenados) [1,2]. A estrutura destes materiais permite introduzir grupos funcionais por reacção de diversos compostos com os átomos de carbono insaturados nas extremidades das camadas grafénicas e em defeitos estruturais. A incorporação de heteroátomos (nomeadamente N ou B) na estrutura grafénica também é possível e permite modificar as propriedades da superfície [2,3].

Depois de uma breve resenha dos principais métodos de funcionalização e caracterização serão apresentadas distintas aplicações dos materiais de carbono em catálise, nomeadamente como suportes de fases activas e catalisadores moleculares, como promotores em fotocatálise, e como catalisadores em reacções de oxidação-redução e ácido-base. Em particular, procuraremos correlacionar o desempenho dos materiais com a sua química superficial.

¹ Laboratório Associado LSRE-LCM, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto

2. FUNCIONALIZAÇÃO DOS MATERIAIS DE CARBONO

A introdução de grupos funcionais na superfície permite diminuir a hidrofobicidade intrínseca dos materiais de carbono, facilitando a sua dispersão em fase aquosa, e criar centros activos para a adsorção de iões e moléculas.

Os grupos oxigenados merecem especial destaque, já que podem ser formados espontaneamente por exposição do material de carbono à atmosfera. No entanto, para obter uma funcionalização mais extensa recorre-se a tratamentos em fase líquida ou gasosa com diferentes agentes oxidantes, a temperaturas mais ou menos elevadas. Em fase líquida usa-se frequentemente o ácido nítrico concentrado à temperatura de ebulição; em fase gasosa pode usar-se oxigénio convenientemente diluído (p. ex., 5% em azoto) a temperaturas entre 350 e 450 °C [3,4]. Contudo, estes tratamentos oxidantes implicam geralmente alterações estruturais e texturais importantes, sobretudo no caso dos tratamentos conduzidos em condições mais severas. Para obviar esse inconveniente desenvolveu-se um método de oxidação hidrotérmica com ácido nítrico diluído (< 0.30 mol/L) que permite ajustar, na medida desejada, a quantidade de grupos oxigenados introduzidos, minimizando eventuais alterações texturais [5].

Os grupos oxigenados podem ter carácter ácido (ácidos e anidridos carboxílicos, lactonas, fenóis), neutro (grupos éter e carbonilo) ou básico (estruturas do tipo pirona e quinona) [6-8]. A dessorção térmica programada (TPD) é a técnica mais adequada para a determinação destes grupos, permitindo a sua quantificação. Ao aquecer a amostra, os grupos oxigenados decompõem-se libertando CO e CO₂ (e também H₂O) em diferentes gamas de temperatura, como se mostra esquematicamente na Figura 1. Foram desenvolvidos métodos adequados para a desconvolução dos perfis de CO e CO₂ que permitem obter estimativas fiáveis das concentrações dos vários grupos funcionais, tanto em materiais de carbono porosos como não porosos [4,9]. Um método alternativo de análise consiste na desconvolução dos

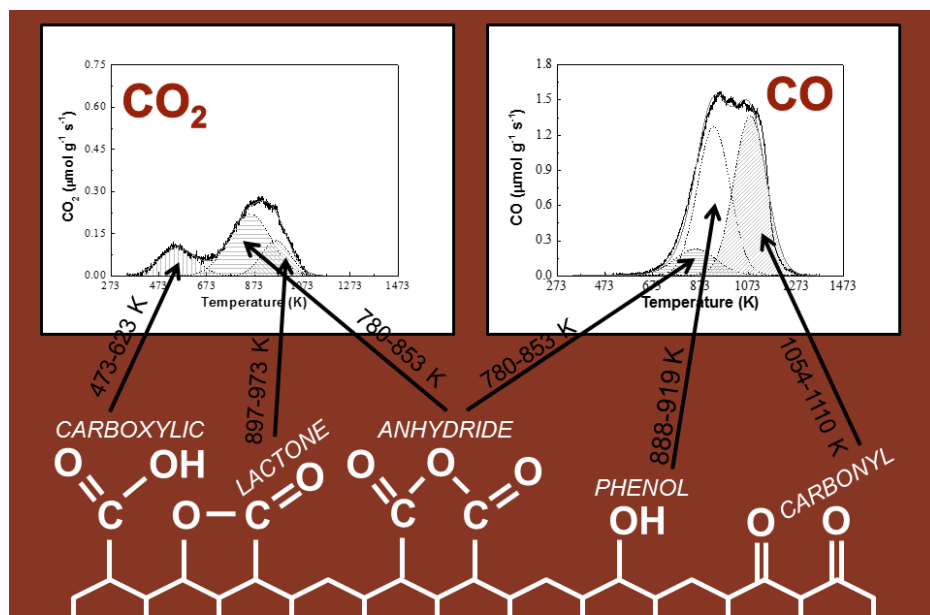


FIGURA 1

Representação esquemática dos grupos funcionais oxigenados e respectiva análise por desconvolução dos perfis de CO e CO₂ obtidos por TPD [11].

espectros (O1s e C1s) obtidos por XPS (Espectroscopia de Fotoelectrões de Raios X); no entanto, os resultados obtidos no caso de materiais porosos podem não ser correctos [3,4,10], já que a funcionalização em geral não é uniforme e este método analisa apenas a superfície externa da amostra.

Os métodos convencionais para a incorporação de azoto baseiam-se no tratamento do material de carbono a temperaturas elevadas em presença de substâncias gasosas azotadas (p. ex., NH_3), ou na carbonização de compostos ou polímeros contendo azoto [12]. No caso dos xerogéis de carbono podem obter-se materiais mesoporosos dopados com azoto adicionando um precursor adequado (por ex^o, ureia ou melamina) durante a síntese [13]. Recentemente, desenvolvemos um método simples e eficaz para a dopagem de nanomateriais de carbono (nanotubos e derivados do grafeno), que evita o uso de solventes e a produção de resíduos: o material de carbono é simplesmente misturado com um precursor de azoto num moinho de bolas, a que se segue um tratamento térmico em atmosfera inerte [14]. Consegue-se assim a introdução de elevadas quantidades de azoto, sobretudo sob a forma de grupos piridínicos (N6) e pirrólicos (N5) nas extremidades das camadas grafénicas, ou azoto quaternário (NQ), substituindo átomos de carbono na estrutura, conforme se esquematiza na Figura 2a. A presença destes grupos aumenta a basicidade da superfície. A sua quantificação pode obter-se por desconvolução dos espectros N1s obtidos por XPS, de acordo com as correspondentes energias de ligação: $398,7 \pm 0,3$ (N6), $400,3 \pm 0,3$ (N5) e $401,4 \pm 0,5$ eV (NQ).

Na Figura 2b representam-se alguns dos grupos sulfurados que se podem introduzir na superfície dos materiais de carbono. Para aplicações em catálise são particularmente relevantes os grupos ácido sulfónico ($-\text{SO}_3\text{H}$), que são geralmente incorporados por tratamento com ácido sulfúrico concentrado. Estes grupos podem ser quantificados por XPS (169 eV no espectro S2p) ou por TPD, uma vez que se decompõem libertando SO_2 entre 200 e 400 °C [15].

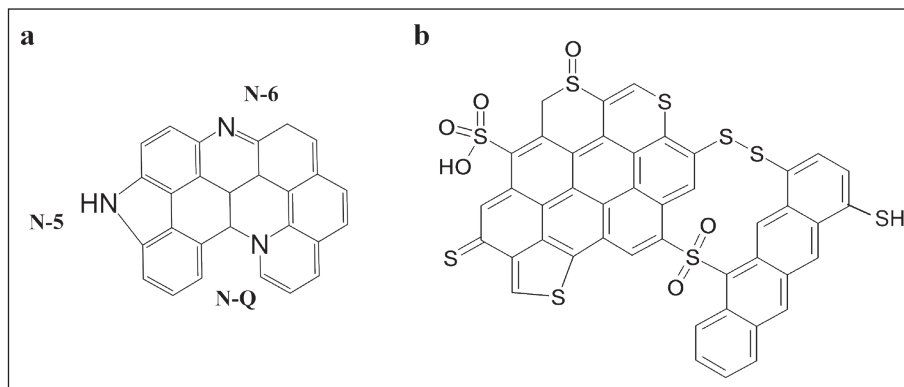


FIGURA 2

Principais grupos azotados (a) e sulfurados (b) na superfície do carbono.

3. MATERIAIS DE CARBONO COMO SUPORTES DE FASES ACTIVAS

3.1. Catalisadores metálicos suportados

Os catalisadores suportados são geralmente preparados por impregnação com uma solução dos precursores das fases activas, geralmente sais metálicos, usando excesso de solução [16,17]. Os compostos impregnados são subsequentemente reduzidos a fim de obter nanopartículas metálicas depositadas na

superfície do suporte. Métodos alternativos incluem a impregnação incipiente, em que o volume de solução é igual ao volume de poros do suporte [18], ou métodos mais específicos, como os processos coloidais [19] e a deposição química em fase de vapor (CVD) a partir de compostos organometálicos [20].

Os grupos funcionais na superfície do material proporcionam centros adequados para ancoragem dos precursores das fases metálicas e facilitam o seu acesso ao interior dos poros, uma vez que aumentam a hidrofiliabilidade da superfície. As propriedades do catalisador (quantidade de metal depositado, distribuição das nanopartículas metálicas no suporte e tamanhos das partículas da fase metálica) são sobretudo determinadas pelas interações entre o precursor e o suporte, que podem envolver forças de van der Waals, interações electrostáticas ou adsorção química. Em particular, quando os catalisadores são preparados por impregnação com excesso de solução (este é o método mais usual), é essencial maximizar as interações electrostáticas entre os iões do precursor metálico em solução e os grupos carregados positiva ou negativamente na superfície do material de carbono, interações que dependem do pH da solução e do ponto de carga zero (pH_{PZC}) do suporte [3]. Com efeito, os grupos ácidos tendem a dissociar-se, deixando a superfície do carbono carregada negativamente, enquanto os grupos básicos têm tendência para atrair protões, ficando a superfície carregada positivamente. O ponto de carga zero corresponde ao valor do pH da solução para o qual a carga superficial é globalmente nula. Quando $\text{pH} > \text{pH}_{\text{PZC}}$, a superfície está carregada negativamente e atrai catiões; para $\text{pH} < \text{pH}_{\text{PZC}}$, a superfície está carregada positivamente e atrai aniões.

Como exemplo, vamos considerar a preparação de catalisadores de platina. Os precursores usados mais frequentemente são o ácido hexacloroplatínico, H_2PtCl_6 (CPA), e o cloreto de tetra-amina platina (II), $\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2$ (PTA). No primeiro caso, a platina está em solução sob forma aniónica, $[\text{PtCl}_6]^{2-}$, no segundo caso está sob forma catiónica, $[(\text{NH}_3)_4\text{Pt}]^{2+}$. A escolha do precursor (CPA ou PTA) deve ter em conta a situação concreta (pH da solução e pH_{PZC} do suporte), de forma a maximizar as interações electrostáticas e a quantidade de Pt que se pode incorporar no suporte mantendo uma boa *dispersão metálica* (que corresponde a partículas metálicas de pequena dimensão, de forma a maximizar a área superficial da fase metálica após redução do precursor). Esta metodologia foi designada por “*strong electrostatic adsorption*” [21].

Por outro lado, a química superficial do material de carbono pode afectar o estado de oxidação dos metais suportados. É o caso dos catalisadores de Pt-Ru usados para a reacção do ânodo nas pilhas de combustível à base de metanol (DMFC), em que se observa um aumento notável da actividade quando o catalisador é suportado num material de carbono oxidado, em comparação com suportes não funcionalizados [22]. Este resultado foi atribuído à estabilização do estado de oxidação dos metais activos, nomeadamente o Ru, promovida por grupos carboxílicos presentes na superfície do suporte [23,24].

3.2. Complexos metálicos ancorados

Os materiais de carbono são excelentes suportes para imobilizar complexos metálicos com actividade catalítica. Esta estratégia tem sido usada para “heterogeneizar” catalisadores homogéneos, permitindo assim combinar as vantagens dos dois sistemas, nomeadamente a actividade e selectividade dos catalisadores homogéneos com a estabilidade e possibilidade de reutilização dos catalisadores heterogéneos [25]. A metodologia mais usada consiste na introdução de grupos funcionais na superfície do material de carbono, eventualmente seguida de modificação adequada, de forma a permitir a

formação de ligações covalentes com grupos funcionais dos ligandos. Desta forma, o complexo fica ancorado no suporte por meio de uma ligação química forte que impede a sua lixiviação para o meio reaccional. Por exemplo, os grupos ácido carboxílico ($-\text{COOH}$) são convertidos em cloretos de acilo ($-\text{COCl}$) por reacção com o cloreto de tionilo (SOCl_2); subsequentemente, moléculas com grupos $-\text{OH}$ ou $-\text{NH}_2$ podem ser ancoradas formando ligações éster ou amida, respectivamente, como se exemplifica na Figura 3a. Alternativamente, os grupos fenólicos ($-\text{OH}$) da superfície podem reagir com cloreto cianúrico ($\text{C}_3\text{Cl}_3\text{N}_3$) formando ligações éter, e permitindo igualmente a ancoragem subsequente de moléculas com grupos $-\text{OH}$ ou $-\text{NH}_2$, como se mostra na Figura 3b. Os grupos fenólicos permitem também enxertar organo-silanos, que podem servir como espaçadores para a ancoragem subsequente de complexos metálicos [26].

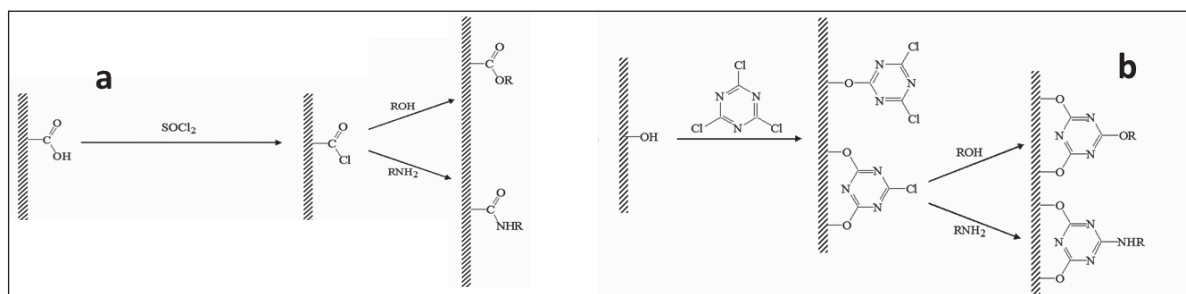


FIGURA 3

Estratégias de imobilização mediante grupos ácido carboxílico (a) ou fenol (b). Adaptado da referência [25].

A metodologia exemplificada na Figura 3a foi usada recentemente para imobilizar derivados quirais do BINOL (bifenilnaftol) em nanotubos de carbono, por meio de ligações amida [27]. Por outro lado, o catalisador de *Jacobsen* (um complexo quiral de Mn (III) com ligandos *salen*) foi imobilizado em materiais de carbono por coordenação axial do centro metálico a grupos carboxilato e fenolato na superfície. Estes grupos foram introduzidos por oxidação em fase gasosa (5% O_2 em N_2) e tratamento subsequente com NaOH [28]. Metodologia idêntica tem vindo a ser usada para ancorar complexos metálicos do tipo C-escorpionato em nanotubos de carbono, como se mostra na Figura 4. Estes complexos imobilizados têm-se revelado bons catalisadores para a oxidação de diversos substratos em condições moderadas [29-31].

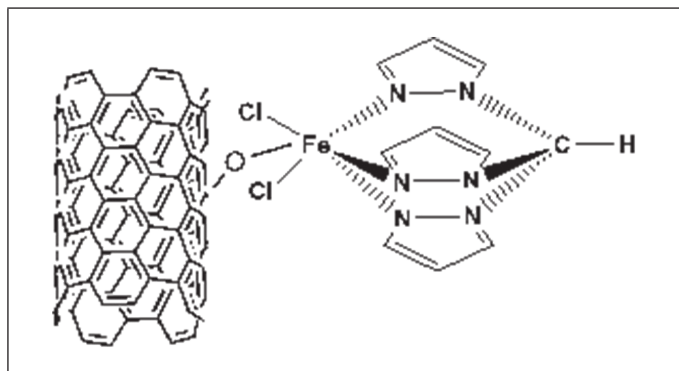


FIGURA 4

Imobilização de um complexo C-escorpionato $[\text{FeCl}_2(\eta^3\text{-HC(pirazol-1-yl)}_3)]$ em nanotubos de carbono por coordenação axial. Adaptado da referência [11].

4. MATERIAIS DE CARBONO COMO PROMOTORES EM FOTOCATÁLISE

A incorporação de materiais de carbono em óxidos semicondutores, tais como TiO_2 e ZnO , permite aumentar a sua actividade fotocatalítica em resultado da inibição do processo de recombinação do par electrão-buraco; além disso, a absorção de luz é estendida à gama da radiação visível. O efeito promotor de nanotubos de carbono associados ao dióxido de titânio permite a degradação fotocatalítica do fenol com luz visível [32]. Estudos mais recentes foram realizados com outros nanomateriais de carbono, nomeadamente óxido de grafeno (GO) [33] e nanodiamantes [34]. Os melhores resultados, em termos de actividade fotocatalítica (tanto no UV como na gama da luz visível), foram obtidos usando um compósito com 4% de GO [35], tendo-se conseguido um desempenho superior ao do fotocatalisador de referência (TiO_2 P25/Evonik). Estes compósitos são preparados por um processo de deposição em fase líquida, e a presença de grupos oxigenados na superfície dos nanomateriais de carbono é essencial para garantir uma montagem uniforme e eficiente das duas fases sólidas [36].

Além da referida aplicação na degradação de poluentes orgânicos, estes compósitos têm vindo também a ser usados na produção dos chamados “combustíveis solares”, nomeadamente hidrogénio por *reforming* fotocatalítico de biomassa e álcoois por fotoredução de CO_2 . No primeiro caso usaram-se compósitos de TiO_2 com nanotubos de carbono como suportes de metais nobres (Au, Pt, Ir, Pd) [37], enquanto para o segundo processo foi usado um compósito TiO_2 -GO contendo Cu [38].

5. MATERIAIS DE CARBONO COMO CATALISADORES: CATÁLISE SEM METAIS

Embora os materiais de carbono sejam muito usados nas indústrias de química fina e farmacêutica como suportes de fases activas, particularmente de metais nobres, a sua utilização como catalisador industrial está limitada à síntese do fosgénio e processos análogos [39]. No entanto, a versatilidade dos materiais de carbono em catálise já é conhecida de longa data [40], tendo sido referida a sua actividade em reacções típicas das três classes de catalisadores (metais, óxidos e ácidos).

Mais recentemente, a catálise com materiais de carbono isentos de metais tem vindo a merecer grande destaque [41-43]. Esta intensa actividade de investigação é motivada pela necessidade de substituir os metais nobres e alguns materiais potencialmente nocivos para o ambiente que são tradicionalmente usados como catalisadores; contudo, os resultados nem sempre são reportados da forma mais conveniente. Com efeito, para se poder interpretar adequadamente a catálise heterogénea é necessário identificar inequivocamente os centros activos e proceder à sua quantificação; só assim se pode calcular a actividade intrínseca do catalisador (isto é, a actividade de cada centro activo, ou *turnover frequency*, TOF), possibilitando a comparação entre catalisadores de natureza diferente. A metodologia que preconizamos [3] consiste em preparar e testar amostras de catalisador com diferentes quantidades de centros activos, de forma a obter correlações que permitem calcular a actividade intrínseca (TOF). Na Tabela 1 (resultante da actualização de trabalhos de revisão anteriores [3,10,39]) apresenta-se uma compilação de reacções catalisadas por materiais de carbono para as quais foram identificados os centros activos correspondentes.

TABELA 1

Reacções que podem ser catalisadas por materiais de carbono e centros activos correspondentes.

Reacções/Processos	Centros Activos/Química superficial
Fase Gasosa	
Desidrogenação oxidativa de hidrocarbonetos	Pares de grupos carbonilo (estruturas tipo quinona)
Desidratação de álcoois	Grupos ácido carboxílico
Desidrogenação de álcoois	Ácidos de Lewis e grupos básicos
Redução de NO _x (SCR-NH ₃)	Grupos ácidos (carboxílicos ou lactona) + Grupos básicos (carbonilos ou N5, N6)
Oxidação de NO	Grupos básicos
Oxidação de SO ₂ e H ₂ S	Grupos básicos, grupos piridínicos (N6)
Desidrohalogenação	Grupos piridínicos (N6)
Fase Líquida	
AOPs (CWAQ, CWPO, Ozonização)	Grupos básicos
Acetalização	Grupos ácido sulfónico
Esterificação	Grupos ácido sulfónico
Acilação	Grupos ácido sulfónico
Alquilação	Grupos ácido sulfónico
Hidrólise	Grupos ácido sulfónico
Eterificação	Grupos ácido sulfónico
Abertura do anel em epóxidos	Grupos ácidos
Condensação aldólica/Knoevenagel	Grupos básicos, grupos piridínicos (N6)
Transesterificação	Grupos básicos (N)
Redução de oxigénio (ORR)	Carbono dopado com N ou S

Nas secções seguintes, apresentam-se alguns exemplos seleccionados do nosso trabalho mais recente.

5.1. Desidrogenação oxidativa do isobutano

A desidrogenação oxidativa (ODH) do isobutano tinha já sido estudada no nosso grupo usando carvão activado como catalisador [44], tendo-se confirmado o papel desempenhado pelos grupos carbonilo no mecanismo da reacção, de forma análoga ao que ocorre com a ODH do etilbenzeno [45]. Assim, os centros activos são constituídos por pares de grupos carbonilo nas extremidades das camadas grafénicas (grupos quinona). Estes grupos ricos em electrões conseguem activar as ligações C-H do alceno, originando o correspondente alceno e deixando grupos hidroquinona na superfície. A reoxidação dos centros activos completa o ciclo reaccional, representado esquematicamente na Figura 5.

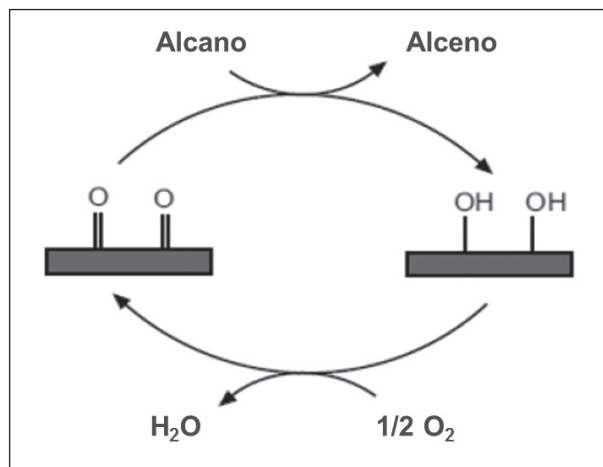


FIGURA 5

Representação esquemática do ciclo catalítico para a desidrogenação oxidativa de hidrocarbonetos com catalisadores de carbono.

Em trabalho mais recente usaram-se xerogéis de carbono como catalisadores [46]. Estes materiais têm a vantagem de apresentar uma mesoporosidade mais desenvolvida que os carvões activados, que são essencialmente microporosos; em consequência, minimizam-se as limitações difusionais e a formação de depósitos carbonados (“coque”). Como ponto de partida usou-se um xerogel oxidado em fase gasosa (5% O₂, 425 °C, 3 horas, perda de peso cerca de 5%). A partir deste material (CXO) preparou-se uma série de amostras por aquecimento a diferentes temperaturas em atmosfera inerte durante 2 horas (amostras CXO_T_2, em que T indica a temperatura do tratamento). Esta metodologia permite obter catalisadores com diferentes quantidades de centros activos sem alterar significativamente as suas propriedades texturais (área superficial e volume de poros). Estas amostras foram então usadas como catalisadores para a ODH do isobutano a 375 °C em reactor de leito fixo (0,2 g de catalisador), com uma alimentação de 1 (O₂):2 (C₄H₁₀):12 (N₂) e com um caudal volumétrico total de 30 cm³/minuto.

Na Figura 6a representa-se o rendimento em isobuteno obtido com as amostras CXO e CXO_600_2. O tratamento a 600 °C não afecta a concentração dos centros activos (grupos carbonílo, estáveis a essa temperatura); no entanto, os grupos ácidos são removidos, nomeadamente os anidridos carboxílicos que são completamente eliminados, bem como parte das lactonas e dos fenóis. Assim, os menores rendimentos obtidos com amostra CXO explicam-se pela presença de grupos ácidos, em particular os anidridos carboxílicos; estes grupos são electrofílicos, e portanto ocasionam a diminuição da densidade electrónica dos centros activos, com a consequente diminuição da sua actividade. A Figura 6b mostra os resultados obtidos com as amostras tratadas a diferentes temperaturas, na gama 600 – 850 °C. As amostras tratadas às temperaturas mais elevadas (700, 750, 850 °C), isto é, com menos centros activos, mostram uma actividade inicial baixa, que vai aumentando com o tempo até 15-20 minutos, permanecendo estável (amostra CXO_850_2) ou diminuindo ligeiramente depois disso. Este aumento inicial de actividade é explicado pela capacidade da mistura reaccional (que contém oxigénio) criar centros activos na superfície do catalisador, à temperatura de operação. A amostra tratada a 600 °C, que tem a maior concentração de centros activos, é a que apresenta maior actividade inicial, sofrendo depois uma desactivação gradual em resultado da deposição de “coque”. A amostra tratada a 650 °C mostra um

rendimento inicial ligeiramente inferior ao da CXO_600_2, mas depois os perfis de actividade destas duas amostras são quase coincidentes.

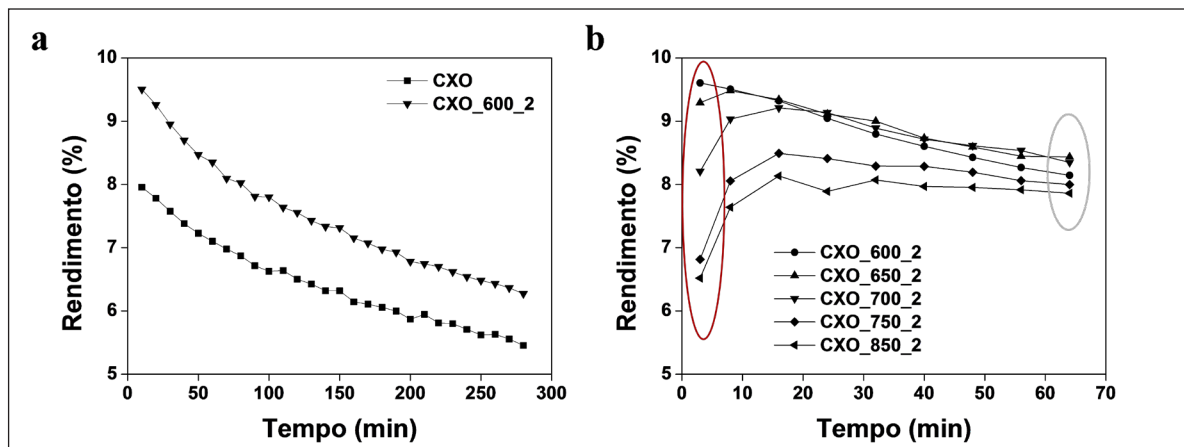


FIGURA 6

Produção de isobuteno a 375 °C em função do tempo de reacção usando xerogéis de carbono oxidados: (a) efeito do tratamento térmico a 600 °C; (b) tratamentos térmicos a distintas temperaturas. Adaptado da referência [46].

Os rendimentos iniciais variam entre 6,5 e 9,6% (pontos assinalados na Figura 6b) e correlacionam linearmente com a concentração inicial dos grupos carbonilo destas amostras (entre 207 e 1621 $\mu\text{mol/g}$). Esta correlação (Figura 7a) confirma o papel dos grupos carbonilo como centros activos para a ODH do isobutano. Por outro lado, a actividade intrínseca dos centros activos (TOF) pode ser calculada a partir do declive da recta: $\text{TOF} = 3,17 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$. Os rendimentos registados ao fim de 65 minutos variam numa gama mais estreita (entre 7,8 e 8,4%, como se assinala também na Figura 6b), mas correlacionam igualmente com a concentração final dos grupos carbonilo (entre 942 e 1402 $\mu\text{mol/g}$). O correspondente $\text{TOF} = 1,69 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ (Figura 7b) é menor que o inicial, o que se explica mais uma vez pela presença de grupos ácidos que são introduzidos na superfície durante a reacção, em particular os anidridos carboxílicos (entre 245 e 421 $\mu\text{mol/g}$). Este trabalho [46] foi pioneiro na determinação do TOF para a ODH de alcanos leves com catalisadores de carbono.

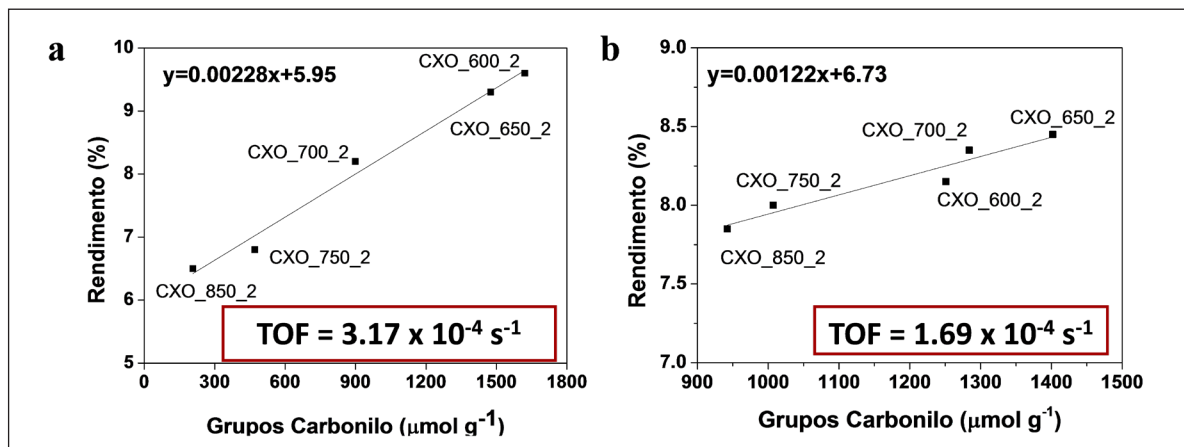


FIGURA 7

Correlações entre os rendimentos em isobuteno e as concentrações de grupos carbonilo na superfície dos catalisadores: (a) nas condições iniciais; (b) após 65 minutos de reacção. Adaptado da referência [46].

5.2. Materiais de carbono em catálise ácida

Em diversos processos da indústria química usam-se ácidos minerais (HF , H_2SO_4) ou ácidos de Lewis (AlCl_3 , ZnCl_2) como catalisadores, nomeadamente em reacções de acetalização, esterificação, acilação, alquilação, hidrólise e outras. Materiais de carbono funcionalizados com grupos ácidos podem substituir com vantagem estes catalisadores tradicionais, diminuindo os impactos ambientais associados aos processos.

Os grupos ácido carboxílico (que são facilmente introduzidos na superfície por tratamento do material de carbono com ácido nítrico) não são suficientemente fortes para catalisar a maioria destas reacções, pelo que se recorre à introdução de grupos ácido sulfónico (tratamento com ácido sulfúrico). A esterificação do ácido acético com etanol é uma reacção-modelo conveniente para aferir a actividade destes catalisadores sólidos ácidos. Por exemplo, na Figura 8 representa-se a velocidade inicial de formação do acetato de etilo a 70 °C com 0,1 mol de ácido acético, 1 mol de etanol e 0,20 g de catalisador, tendo-se usado xerogéis de carbono funcionalizados com diferentes grupos ácidos [47]. Obtém-se uma correlação linear entre a actividade e a concentração de grupos ácido sulfónico, a que corresponde $\text{TOF} = 3,17 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$, que é semelhante ao valor referido para outros catalisadores ácidos [48]. Para comparação, inclui-se na Figura 8 o resultado correspondente a um xerogel de carbono funcionalizado por meio de ácido nítrico, que comprova a menor actividade dos grupos ácido carboxílico para esta reacção.

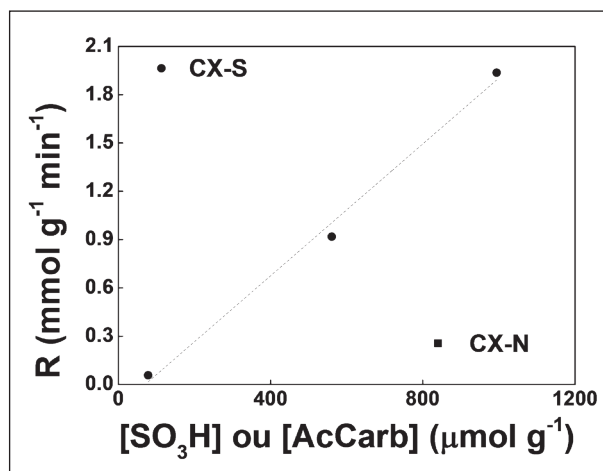


FIGURA 8

Correlação entre a velocidade da reacção de esterificação do ácido acético com etanol a 70 °C e a concentração de grupos ácidos na superfície: grupos ácido sulfónico (amostras CX-S) ou grupos ácido carboxílico (amostra CX-N). Adaptado da referência [47].

5.3. Catalisadores de carbono em Processos Avançados de Oxidação

Os chamados Processos Avançados de Oxidação (AOPs) têm como objectivo a eliminação de poluentes das águas e águas residuais por oxidação, mediante a formação de radicais hidroxilo altamente reactivos. Como agente oxidante pode usar-se oxigénio (ou ar), peróxido de hidrogénio ou ozono, em processos designados por *wet air oxidation* (WAO), *wet peroxide oxidation* (WPO) e ozonização,

respectivamente. Podem usar-se diversos tipos de catalisadores, que permitem o funcionamento em condições menos severas. Em particular, materiais de carbono isentos de metais têm dado boas provas, permitindo alcançar a mineralização completa dos poluentes orgânicos e dos seus produtos intermediários de oxidação em dióxido de carbono e outras espécies inorgânicas.

Os nossos trabalhos originais mostram que a actividade dos materiais de carbono como catalisadores nestes processos de oxidação aumenta com a basicidade da superfície [49-51]. Mais recentemente demonstrou-se que a presença de grupos oxigenados de carácter ácido (nomeadamente os ácidos e anidridos carboxílicos) tem um impacto negativo no processo de oxidação. Assim, observou-se que a conversão (fenol e ácido oxálico foram usados como modelos de poluentes orgânicos) aumenta à medida que os grupos oxigenados na superfície do catalisador são selectivamente removidos por meio de tratamentos térmicos, como se mostra na Figura 9, em que se usaram nanotubos de carbono funcionalizados [52]. A amostra CNT-N tem uma grande variedade de grupos oxigenados, incorporados nos nanotubos originais por tratamento com ácido nítrico. O tratamento térmico a 200 °C remove parte dos ácidos carboxílicos; os restantes ácidos são removidos a 400 °C, juntamente com parte dos anidridos. Depois do tratamento a 600 °C apenas existem na superfície do catalisador fenóis, carbonilos, e algumas lactonas; concomitantemente, o pH_{PZC} do material aumenta de 2,2 para 7,2. Por outro lado, verificou-se que a presença de grupos azotados aumenta a actividade dos materiais de carbono como catalisadores nestes processos [53-55].

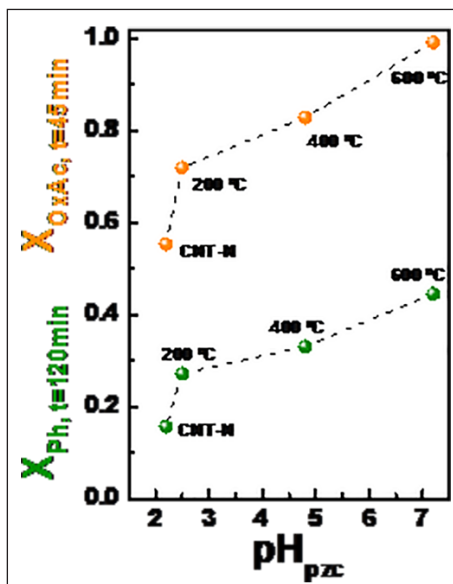


FIGURA 9

Degradação de ácido oxálico ($C_o = 1 \text{ g/L}$, $T = 140^\circ\text{C}$) e de fenol ($C_o = 75 \text{ mg/L}$, $T = 160^\circ\text{C}$) por WAO ($P_{\text{total}} = 40 \text{ bar}$, $P_{\text{O}_2} = 7 \text{ bar}$) em presença de nanotubos de carbono funcionalizados e subsequentemente tratados a diferentes temperaturas (0,2 g). Conversão do ácido oxálico ao fim de 45 minutos (OxAc, em cima) e do fenol ao fim de 120 minutos (Ph, em baixo) em função do pH_{PZC} do catalisador. Adaptado da referência [52].

Os mecanismos reaccionais envolvidos nos AOPs são complexos, possivelmente incluindo etapas de catálise homogénea e heterogénea [10]. Com efeito, a adição de um sequestrador de radicais (tert-butanol) não afecta o curso da reacção, confirmando que a presença de radicais hidroxilo em solução não é essencial, e que a reacção pode prosseguir por intermédio de espécies radicalares na superfície [49]. Em todo o caso, os resultados mostram inequivocamente que os materiais de carbono usados como catalisadores devem apresentar uma superfície com elevada basicidade, ou seja, com um pH_{PZC} elevado.

5.4. Catalisadores de carbono sem metais para a redução de oxigénio

A enorme quantidade de platina que seria necessário usar nos eléctrodos das pilhas de combustível constitui um dos maiores obstáculos à introdução generalizada desta tecnologia. Por exemplo, os catalisadores de referência para o cátodo, onde ocorre a redução do oxigénio (ORR), são constituídos por platina suportada em materiais de carbono com um teor de Pt superior a 20%. Situação idêntica ocorre com os catalisadores para as reacções de evolução de hidrogénio (HER) e de oxigénio (OER). A publicação de um trabalho pioneiro sobre a utilização de nanotubos de carbono dopados com azoto para a ORR [56] despoletou uma actividade de investigação intensa nesta área, que é vital para o desenvolvimento de novas tecnologias energéticas sustentáveis, como as pilhas de combustível para a conversão de energia, a decomposição foto-electroquímica da água para a produção de hidrogénio, e as baterias metal-ar para acumulação de energia. Os nossos primeiros resultados nesta área ressaltam o papel determinante dos grupos N6 e NQ para o desempenho dos electrocatalisadores de carbono sem metais na reacção de ORR [57].

6. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A química superficial de materiais de carbono pode ser facilmente modificada por tratamentos químicos e térmicos e posterior funcionalização, ou ainda, recorrendo a diferentes métodos de síntese. As técnicas de TPD e XPS permitem a quantificação dos grupos funcionais presentes na superfície.

Os grupos funcionais podem servir para ancorar precursores das fases activas ou complexos metálicos, ou podem funcionar como centros activos em catálise.

A ligação covalente é a melhor estratégia para a heterogeneização de complexos metálicos, pois a ligação química forte impede a lixiviação do catalisador. Na preparação de catalisadores metálicos suportados, os grupos funcionais promovem a ancoragem dos precursores das fases metálicas e, além disso, minimizam o efeito de sinterização. Um controlo adequado da química superficial dos materiais de carbono é também essencial para a preparação de compósitos com TiO_2 para fotocatálise.

Os materiais de carbono são catalisadores versáteis, com bom desempenho catalítico em reacções ácido-base e de oxidação-redução. A investigação neste tema é motivada pela necessidade de substituir metais caros e materiais perigosos tradicionalmente utilizados em catálise. A correcta identificação e quantificação dos centros activos envolvidos em cada caso permite calcular a actividade específica ($\text{TOF} = \text{turnover frequency}$) a partir de correlações entre o desempenho do catalisador e a concentração de centros activos, permitindo comparar os novos catalisadores com os que são correntemente utilizados, e potenciando o avanço científico nesta área.

O desenvolvimento de materiais de carbono funcionalizados capazes de catalisar as reacções de ORR, OER e HER sem recurso a metais nobres permitirá a introdução de novas tecnologias energéticas baseadas em processos foto e electroquímicos, e constitui uma área de investigação em franco crescimento.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projecto “AIProcMat@N2020 - Advanced Industrial Processes and Materials for a Sustainable Northern Region of Portugal 2020”, com referência NORTE-01-0145-FEDER-000006, co-financiado pelo Programa Operacional Regional do Norte (NORTE 2020), através do Portugal 2020 e do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), e do Projecto POCI-01-0145-FEDER-006984 - Laboratório Associado LSRE-LCM - financiado pelo FEDER através do COMPETE2020 – Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI) e por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia I.P. O autor agradece a colaboração de Raquel Pinto Rocha na formatação do texto e na elaboração das figuras.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 5 DE MARÇO DE 2015)

REFERÊNCIAS

- ¹. P. Serp, J.L. Figueiredo, editores. *Carbon Materials for Catalysis*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ. 2009.
- ². M. Enterría, J.L. Figueiredo, *Carbon* 108 (2016) 79-102.
- ³. J.L. Figueiredo, *Journal of Materials Chemistry A* 1 (2013) 9351-9364.
- ⁴. J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, M.M.A. Freitas, J.J.M. Órfão, *Carbon* 37 (1999) 1379-1389.
- ⁵. A.M.T. Silva, B.F. Machado, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, *Carbon* 47 (2009) 1670-1679.
- ⁶. H.P. Boehm, *Carbon* 32, (1994) 759-769.
- ⁷. H.P. Boehm, *Carbon* 40 (2002) 145-149.
- ⁸. E. Fuente, J.A. Menéndez, D. Suárez, M.A. Montes-Morán, *Langmuir* 19 (2003) 3505-3511.
- ⁹. J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, M.M.A. Freitas, J.J.M. Órfão, *Ind. Eng. Chem. Res.* 46 (2007) 4110-4115.
- ¹⁰. J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, *Catal. Today* 150 (2010) 2-7.
- ¹¹. J. L. Figueiredo, *Boletín del Grupo Español del Carbón* (ISSN 2172-6094) n° 39, Março 2016, 2-8.
- ¹². H.P. Boehm, in *Carbon Materials for Catalysis* (P. Serp, J.L. Figueiredo, editores), John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ. 2009, pp. 219-265.
- ¹³. H.F. Gorgulho, F. Gonçalves, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, *Carbon* 47 (2009) 2032-2039.
- ¹⁴. O.S.G.P. Soares, R.P. Rocha, A.G. Gonçalves, J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, *Carbon* 91 (2015) 114-121.
- ¹⁵. R.P. Rocha, A.M.T. Silva, S.M.M. Romero, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo. *Appl. Catal. B: Environ.* 147 (2014) 314-321.
- ¹⁶. H.E. van Dam, H. van Bekkum, *J. Catal.* 131 (1991) 335-349.
- ¹⁷. M.A. Fraga, E. Jordão, M.J. Mendes, M.M.A. Freitas, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, *J. Catal.* 209 (2002) 355-364.
- ¹⁸. A.E. Aksoylu, M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, *Appl. Catal. A: Gen.* 192 (2000) 29-42.
- ¹⁹. C. Bock, C. Paquet, M. Couillard, G.A. Botton, B.R. MacDougall, *J. Am. Chem. Soc.* 126 (2004) 8028-8037.
- ²⁰. P. Serp, J.-C. Hierso, R. Feurer, Y. Kihn, P. Kalck, J.L. Faria, A.E. Aksoylu, A.M.T. Pacheco, J.L. Figueiredo, *Carbon* 37 (1999) 527-530.
- ²¹. S. Lambert, N. Job, L. D'Souza, M.F.R. Pereira, R. Pirard, J.L. Figueiredo, B. Heinrichs, J.P. Pirard, J.R. Regalbuto, *J. Catal.* 261 (2009) 23-33.
- ²². J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, P. Serp, P. Kalck, P.V. Samant, J.B. Fernandes, *Carbon* 44 (2006) 2516-2522.
- ²³. J.C. Calderón, N. Mahata, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, V.R. Fernandes, C.M. Rangel, L. Calvillo, M.J. Lázaro, E. Pastor, *Int. J. Hydrogen Energy* 37 (2012) 7200-7211.
- ²⁴. J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, *J. Energy Chemistry* 22 (2013) 195-201.

25. C. Freire, A.R. Silva, in *Carbon Materials for Catalysis* (P. Serp, J.L. Figueiredo, Editores). John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 2009, pp. 267-307.
26. H. Gaspar, C. Pereira, S.L.H. Rebelo, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, C. Freire, *Carbon* 49 (2011) 3441-3453.
27. C.J.P. Monteiro, S.A.C. Carabineiro, T. Lauterbach, C. Hubbert, A.S.K. Hashmi, J.L. Figueiredo, M.M. Pereira, *ChemNanoMat* 1 (2015) 178-187.
28. F. Maia, N. Mahata, B. Jarrais, A.R. Silva, M.F.R. Pereira, C. Freire, J.L. Figueiredo, *J. Mol. Catal. A: Chem.* 305 (2009) 135-141.
29. L.M.D.R.S. Martins, M. Peixoto de Almeida, S.A.C. Carabineiro, J.L. Figueiredo, A.J.L. Pombeiro, *ChemCatChem* 5 (2013) 3847-3856.
30. M. Peixoto de Almeida, L.M.D.R.S. Martins, S.A.C. Carabineiro, T. Lauterbach, F. Rominger, A.S.K. Hashmi, A.J.L. Pombeiro, J.L. Figueiredo, *Catal. Sci. Technol.* 3 (2013) 3056-3069.
31. L.M.D.R.S. Martins, A.P.C. Ribeiro, S.A.C. Carabineiro, J.L. Figueiredo, A.J.L. Pombeiro, *Dalton Transactions* 45 (2016) 6816-6819.
32. W. Wang, P. Serp, P. Kalck, J.L. Faria, *J. Mol. Catal. A: Chem.* 235 (2005) 194-199.
33. L.M. Pastrana-Martínez, S. Morales-Torres, V. Likodimos, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, P. Falaras, A.M.T. Silva, *Appl. Catal. B: Environ.* 123-124 (2012) 241-256.
34. L.M. Pastrana-Martínez, S. Morales-Torres, S.A.C. Carabineiro, J.G. Buijnsters, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, A.M.T. Silva, *Chem-PlusChem* 78 (2013) 801-807.
35. L.M. Pastrana-Martínez, S. Morales-Torres, S.K. Papageorgiou, F.K. Katsaros, G.E. Romanos, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, P. Falaras, A.M.T. Silva, *Appl. Catal. B: Environ.* 142-143 (2013) 101-111.
36. L.M. Pastrana-Martínez, S. Morales-Torres, V. Likodimos, P. Falaras, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, A.M.T. Silva, *Appl. Catal. B: Environ.* 158-159 (2014) 329-340.
37. C.G. Silva, M.J. Sampaio, R.R.N. Marques, L.A. Ferreira, P.B. Tavares, A.M.T. Silva, J.L. Faria, *Appl. Catal. B: Environ.* 178 (2015) 82-90.
38. L.M. Pastrana-Martínez, A.M.T. Silva, N. Fonseca, J. Vaz, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, *Topics in Catalysis* 59 (2016) 1279-1291.
39. J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, in *Carbon Materials for Catalysis* (P. Serp, J.L. Figueiredo, editores), John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 2009, pp. 177-217.
40. R.W. Coughlin, *Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev.* 8 (1969) 12-23.
41. D. Su, S. Perathoner, G. Centi, *Chem. Rev.* 113 (2013) 5782-5816.
42. S. Navalon, A. Dhakshinamoorthy, M. Alvaro, H. Garcia, *Chem. Rev.* 11 (2014) 6179-6212.
43. X. Liu, L. Dai, *Nature Reviews Materials* (2016) in press. doi:10.1038/natrevmats.2016.64.
44. J.J.D. Velásquez, L.M.C. Suárez, J.L. Figueiredo, *Appl. Catal. A: Gen.* 311 (2006) 51-57.
45. M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, *Appl. Catal. A: Gen.* 184 (1999) 153-160.
46. I. Pelech, O.S.G.P. Soares, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, *Catal. Today* 249 (2015) 176-183.
47. R.P. Rocha, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, *Catal. Today* 218-219 (2013) 51-56.
48. M. Hara, T. Yoshida, A. Takagaki, T. Takata, J.N. Kondo, S. Hayashi, K. Domen, *Angew. Chem. Int. Ed.* 43 (2004) 2955-2958.
49. R.P. Rocha, J.P.S. Sousa, A.M.T. Silva, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, *Appl. Catal. B: Environ.* 104 (2011) 330-336.
50. R.S. Ribeiro, A.M.T. Silva, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, H.T. Gomes, *Carbon* 62 (2013) 97-108.
51. A.G. Gonçalves, J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, *Carbon* 48 (2010) 4369-4381.
52. R.P. Rocha, A.M.T. Silva, S.M.M. Romero, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, *Appl. Catal. B: Environ.* 147 (2014) 314-321.
53. J. Restivo, R.P. Rocha, A.M.T. Silva, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, *Chin. J. Catal.* 35 (2014) 896-905.
54. R.P. Rocha, J. Restivo, J.P.S. Sousa, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, *Catal. Today* 241 (2015) 73-79.
55. R.P. Rocha, A.G. Gonçalves, L.M. Pastrana-Martínez, B.C. Bordoni, O.S.G.P. Soares, J.J.M. Órfão, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, A.M.T. Silva, *Catal. Today* 249 (2015) 192-198.
56. K. Gong, F. Du, Z. Xia, M. Durstock, L. Dai, *Science* 323 (2009) 760-764.
57. I.M. Rocha, O.S.G.P. Soares, D.M. Fernandes, C. Freire, J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, *ChemistrySelect* 1 (2016) 2522 - 2530.

Anatomia artística do Renascimento em Itália (XI)

Pintura do Renascimento Pleno em Veneza (Século XVI)

Giorgione e Ticiano

J. A. ESPERANÇA PINA

GIORGIONE (1477-1510)

Giorgio da Castelfranco, mais conhecido por Giorgione, foi uma das figuras mais enigmáticas da história da pintura. As pinturas, que lhe são atribuídas, estão sujeitas a contínuas verificações e interpretações. Nasceu em Castelfranco, próximo de Veneza, em 1477 e morreu em 1510, com apenas 33 anos. Foi aluno de Giovanni Bellini e a sua figura impôs-se ao mundo com a força da sua arte, numa aparição fulgurante. Juntamente com Ticiano, que era um pouco mais novo, fundaram a escola veneziana de pintura. Foi o primeiro artista a pintar paisagens com figuras, sem uma finalidade histórica ou alegórica, e utilizar as cores cuja intensidade marcaram a Escola de Veneza.

Pintura de retratos

Retrato de um jovem com flecha (1505). Kunsthistorisches Museum, Viena. Os historiadores de arte mostram-se insatisfeitos com o título de um jovem com flecha, sendo o personagem identificado como São Sebastião, Apolo ou Eros. O jovem com a cabeça inclinada segura a flecha com a mão direita. A mímica exprime tristeza e abatimento. O aumento de profundidade e os efeitos luminosos traduzem expressões da alma e o *sfumato* proporciona à figura contornos imprecisos, representando a herança de Leonardo da Vinci, desenvolvida por Giorgione.

Retrato de dois jovens (1502). Museu do Palácio de Veneza, Roma. O jovem do primeiro plano tem a cabeça inclinada apoiada na mão direita e a mão esquerda segura uma laranja. A mímica sugere sofrimento, melancolia e profundo abatimento. O jovem do segundo plano está entregue aos seus pensamentos, com olhar agressivo. A mímica insinua dureza e malvadez.

Retrato de homem jovem (Giustiniani) (1504). Staatliche Museen, Berlim. O busto emerge da obscuridade e apoia a mão direita no parapeito, com VV gravado, susceptível de duas interpretações: *Virtus Vincit Omnia* da Casa Pellizari em Castelfranco, significando uma diferença cultural; ou VV, *Vanitas Vanitatum*, iniciais de uma sociedade secreta. A mímica sugere reflexão prudente e ponderada.

Retrato de Laura (1506). Kunsthistorisches Museum, Viena. É uma mulher jovem, talvez uma veneziana, retratada num fundo escuro, diante de folhas de loureiro. Tem um manto vermelho forrado a pele e um lenço branco, além de um véu azulado na cabeça. O manto é aberto para mostrar o mamilo do seio direito róseo em contraste com a pele branca. Os olhos com pupilas brilhantes fixam-se à distância, contemplando alguém com volúpia, enquanto os lábios carnosos transmitem sensualidade.

A Velha (1508). Galeria dell'Accademia, Veneza. É uma serva, com vestes esbranquiçadas modestas e sobre a espádua direita tem um xaile amarelado com franjas. Na cabeça uma touca cobre os cabelos separados por um risco. A mão direita contra o peito segura uma etiqueta, onde se lê *col. tempo* (com o tempo), lembrando que o envelhecimento é inevitável. A fâcies marcada, a boca está entreaberta, com a língua e os dentes maxilares irregulares, o nariz bem desenvolvido, a pele apegaminhada com muitas rugas, e os olhos brilhantes, com reflexos que fazem brilhar as pupilas. A mímica sugere nostalgia e abatimento.

Retrato de homem (Terry) (1508). Fine Arts Gallery, San Diego. É uma personagem, realçada pelas vestes e o fundo escuro que a envolve. Tem uma monumental presença física, com fâcies indecifrável, mas realista, contrastando com a tristeza do olhar.

Retrato de guerreiro de armadura com o seu escudeiro (1509). Galeria dos Uffizi, Florença. Na obscuridade de um interior estão dois jovens. O guerreiro de armadura, na plenitude da sua juventude, com uma grande espada na mão direita, e à sua frente está um par de esporas, um elmo e uma clava. Atrás dele o escudeiro, mais jovem, com a boca entreaberta está envolto nos seus pensamentos e parece desligado do amo. As mímicas dos dois jovens parecem meditar na batalha que se aproxima e talvez na morte daí consequente.

Auto-retrato como David (1510). Herzog Anton Ulrich-Museum, Braunschweig. O homem jovem é um auto-retrato de Giorgione, na figura de David. O jovem com armadura tem o cabelo comprido caído sobre os ombros, o mento bem realçado pelo sulco mento-labial e pela fosseta mediana e os lábios energicamente fechados. Os olhos melancólicos, as pálpebras avermelhadas apresentam uma tensão marcada por sulcos profundos na fronte e ao nível da raiz do nariz. O ombro direito está voltado para o observador. O fundo escuro e as vestes negras evidenciam a tensão de David, apesar de um adorno de metal brilhante no ombro direito. A mímica insinua contemplação com desdém e altivez.

Pintura de temas bíblicos

Adoração dos pastores (1500). National Gallery of Art, Washington. Numa paisagem veneziana, num dia límpido que faz brilhar as folhas das árvores e das plantas, está o Menino rodeado por seus pais e dois pastores. A cena passa-se adiante de uma gruta escavada nas rochas, onde se vêem a vaca e o burro. Jesus está deitado no chão sobre um pano branco e a cabeça apoiada num rolo de feno. A Virgem está em adoração e José sentado em prece, com o antebraço direito apoiado numa reentrância da rocha. Um pastor está prestes a ajoelhar-se, enquanto o outro, em oração, apoia-se num bastão e tem o chapéu por terra. As mímicas dos adoradores exprimem contemplação e veneração.

Virgem lendo (1500). Ashmolean Museum, Oxford. A Virgem segura nas mãos um livro aberto ao meio, podendo tratar-se do Antigo Testamento. Maria tem um vestido vermelho ornamentado a ouro e um manto azul cobrindo as espáduas e as coxas. Sobre uma mesa, Jesus repousa numa rica almofada, tendo uma cobertura tapando-lhe o sexo e observando a mãe absorvida na leitura. A mímica da Virgem sugere reflexão com profunda meditação.

Virgem e o Menino entre São Nicácio (?) e São Francisco (Retábulo de Castelfranco) (1505). Catedral Castelfranco, Castelfranco, Veneto. A Virgem pensativa e bela e o Menino, que olha para baixo, estão num trono sobre um pedestal muito largo, situados superiormente à cabeça de dois santos, numa altura inabitual. Os santos próximos do pedestal, de costas para a Virgem, parecem ignorar a sua presença,

não executando nenhum gesto de adoração, de homenagem ou de súplica, gestos habituais nas representações do mesmo tipo. À esquerda, o santo guerreiro de identidade duvidosa, talvez São Nicácio de Messina, é um jovem com armadura, segura um estandarte com uma cruz vermelha em fundo vermelho, pertencente à Ordem dos Cavaleiros de São João. À direita, São Francisco descalço mostra os estigmas nas mãos. Observa-se no exterior uma paisagem e construções com uma torre.

Pinturas diversas

Homenagem a um poeta (1500-1505). National Gallery, Londres. O poeta, com coroa de louros, está sentado num trono de características orientais. O poeta com expressão melancólica veste de escuro com um manto amarelo, rodeado de livros, com fechos metálicos. A criança de pé, com hábito acinzentado, parece ir oferecer-lhe um ramo de flores, que está nas mãos de um servo ajoelhado. Sentado nos degraus do trono com vestes vermelhas, está um tocador de alaúde. À esquerda, encontram-se um pavão e mais adiante um leopardo e mais distantes ainda estão antílopes. Numa cavidade rochosa, vê-se um eremita inclinado com a mão na face.

Prova de fogo de Moisés (1502-1505). Galeria dos Uffizi, Florença. O faraó sentado com autoridade aponta para um velho barbudo, talvez um escriba, enquanto este aponta para o solo com o dedo indicador. A mulher com cabelo comprido e atado é filha do faraó que recolheu Moisés no rio Nilo. Uma serva segura um prato com moedas de ouro e outra um prato contendo brasas. A criança debruça-se e toca no prato com brasas e não se queima. Algumas personagens assistem à prova de fogo, com mímicas sugerindo surpresa e admiração.

O Julgamento de Salomão (1505). Galeria dos Uffizi, Florença. O rei dos judeus está no trono, com dignitários do reino e duas mulheres, reivindicando como seu o menino vivo nas mãos do carrasco. Ambas tinham dado à luz, tendo uma delas, enquanto dormia sufocado o recém-nascido, matando-o, e de madrugada trocou o filho morto pelo filho vivo da amiga. Salomão com o braço estendido determina matar a criança, para que cada mulher receba uma parte. A mulher genuflectida pede a Salomão para não matar o menino e entregá-lo à outra mulher. A outra mulher pede a Salomão que mate a criança, pois assim não será de nenhuma. Salomão decidiu entregar o menino à mulher que lhe pediu para não o matar, pois esta é a verdadeira mãe. Algumas personagens, com mímicas revelando atenção prudente esperam a decisão do rei.

A tempestade (1505). Galeria dell'Accademia, Veneza. Uma mulher quase nua amamenta o filho e à esquerda, separado por um riacho, um homem jovem de pé observa a amamentação. Atrás uma ponte e mais anteriormente umas ruínas, onde se destacam duas colunas e dois arcos. A escuridão da tempestade contrasta com a iluminação instantânea de um raio. A mulher amamenta o filho. Está nua, apenas com as espáduas cobertas por um pano branco, onde está sentada. O jovem com uma grande cabeleira castanha observa a mulher. Veste uma camisa branca, um gibão vermelho e uns calções com riscas. Tem o braço esquerdo no dorso e a mão tem uma vara, numa atitude militar. A mímica do jovem sugere contemplação, enquanto a mímica da mulher, parece questionar a razão daquele olhar indiscreto e insistente.

As três idades do homem (1500). Galleria Palatina, Palácio Pitti, Florença. O velho, com toga vermelha, tem uma calvície que permite realçar a glabella, as tuberosidades frontais e parietal direita, algumas cicatrizes e os sulcos frontais. Está desinteressado da pauta musical e tem um olhar

arrogante. O adolescente com túnica verde escura parece explicar ao jovem uma pauta de música. O jovem, vestido de negro com um gibão alaranjado, recebe uma lição de música, com mímica de atenção muito concentrada.

Judite com a cabeça de Holofernes (1504). Museu Hermitage, São Petersburgo. Para salvar o povo judeu, Judite decapitou o poderoso general assírio, enviado por Nabucodonosor. A cena mostra à distância uma cidade com torres, localizada no sopé das montanhas. Judite, de pé, veste uma túnica rósea apertada na cintura, sobre uma camisa branca, e um colar com uma cruz. A face oval e os cabelos puxados atrás e seguros formam duas madeixas. A mão direita segura uma grande espada. Olha para baixo em direcção à cabeça de Holofernes, pisada pelo seu pé esquerdo. A perna e parte da coxa apresentam uma anatomia de superfície perfeita. A beleza sensual de Judite triunfa sobre a tirania.

Vénus adormecida (1510). Gemäldegalerie, Dresden. É uma mulher jovem de grande beleza, completamente nua, dormindo na natureza, sobre um pano esbranquiçado muito pregueado e a cabeça apoiada numa almofada avermelhada. Tem uma expressão serena, sensual e provocatória. O antebraço direito apoia a cabeça e o membro superior esquerdo ao longo do corpo; tem a mão esquerda na vulva de modo voluptuoso.

TICIANO VECELLIO (1487-1576)

Ticiano Vecellio, mais conhecido por Ticiano, foi o maior mestre de pintura da Escola de Veneza. Nasceu em Pieve di Cadore, nos Alpes Dolomíticos, entre 1488 e 1490 e morreu a 27 de Agosto de 1576. Foi enviado para Veneza com 10 anos, onde foi aprendiz de Giovanni Bellini. Conheceu Giorgione tendo-se tornado amigo e colaborador, começando a pintar à maneira deste pintor. Após a morte de Giorgione concluiu as suas pinturas inacabadas e depois da morte de Giovanni Bellini, foi nomeado pintor oficial da República de Veneza. Foi um pintor em constante inovação, criou uma relação psicológica entre as figuras e idealizava que as personagens pudessem ser interpretadas de modo diferente.

Pintura de temas bíblicos

Sagrada Família com um pastor (1510). National Gallery, Londres. A humanidade da cena relaciona as personagens pelos olhares. As figuras integram-se perfeitamente na paisagem, e recebem um foco de luz que realça as tonalidades brilhantes das vestes.

Virgem e Menino com Santo António e São Roque (1508). Museu Nacional do Prado, Madrid. A fâcias oval da Virgem, a madeixa flutuante sobre a fronte, bem como a coloração das bochechas e dos lábios, são marcas de sensualidade feminina. A Virgem com Jesus está ladeada por Santo António e São Roque.

A Virgem e o Menino com Santa Catarina, São Domingos e o doador (1513-14). Fondazione Magnani Rocca, Mamiano, Parma. A pintura transmite alegria de viver, frescura matinal, e a roupagem vermelha da Virgem sustenta o ardor dos suplicantes. As personagens têm poses e gestos que reflectem o valor emocional do encontro. O doador e São Domingos transmitem o fervor de adoração. A Virgem com o Menino distraído olha os adoradores, enquanto Santa Catarina, com grande beleza, é testemunha atenta da sagrada entrevista.

O milagre do recém-nascido (1511). Scuola del Santo, Pádua. Santo António faz falar um recém-nascido, que pede a inocência da mãe acusada de adultério. As numerosas testemunhas têm mímicas sugerindo reflexão expectante.

O milagre do marido ciumento (1511). Scuola del Santo, Pádua. O fresco representa um milagre de Santo António, em que uma mulher é considerada infiel ao marido ciumento, que a esfaqueia e assassina. O milagre dá-se na parte súpero-direita, em que o homem com a sua mulher ajoelha-se ao santo, enquanto o Santo lhe restitui a vida.

Políptico da ressurreição (1519-22). Igreja dos Santos Nazário e Celso, Bréscia. O painel ínfero-esquerdo apresenta o doador Alobello Averoldi, com os patronos da igreja São Nazário e São Celso. O painel súpero-esquerdo representa o Arcanjo Gabriel com vestes brancas, com a saudação escrita num rolo dando à imagem um aspecto de tensão e dinamismo. O painel súpero-direito apresenta a Virgem da Anunciação. O painel ínfero-direito representa São Sebastião. O painel central apresenta a figura de Cristo ressuscitado subindo ao céu, na obscuridade que envolve o túmulo, onde reluzem as armaduras metálicas dos guardas. Cristo com as referências cutâneas musculares bem evidentes, nas regiões ântero-laterais do tórax, regiões femorais anteriores, região anterior da perna direita e regiões cubital e antebraquial esquerda, com realce para as veias superficiais. São Sebastião com as referências cutâneas musculares bem evidentes nas regiões das coxas e das pernas, região deltóidea esquerda e regiões posteriores do braço e cubital posterior direita.

Virgem e Menino com São João Baptista em criança e uma santa (1533). National Gallery, Londres. As personagens estão ligadas por movimentos cruzados, dando unidade à composição. Maria segura a mão de São João Baptista com a cruz, para recordar o sacrifício da crucificação. A santa com mímica de contemplação parece querer levantar Jesus.

Maria Madalena (1535). Galeria Palatina, Palácio Pitti, Florença. A penitente Madalena no deserto tem longos cabelos e os seios desnudados. A mímica sugere prazer erótico.

São João Baptista no deserto (1531-35). Galeria dell'Academia, Veneza. A parede rochosa desenha um arco, que realça a figura musculosa de João Baptista, numa posse vigorosa e heróica, com o cordeiro a seus pés.

O Cristo da dor (1546). Museu Nacional do Prado, Madrid. Cristo, com a quase totalidade do busto desnudado, veste um manto de púrpura vermelho, tendo a coroa de espinhos na cabeça e as mãos atadas. A mímica transmite o sofrimento doloroso da paixão.

A Mãe dolorosa com as mãos afastadas (1555) e *a Mãe dolorosa com as mãos juntas* (1553-54). Museu Nacional do Prado, Madrid. As duas Virgens, em sofrimento por seu filho, têm as mãos afastadas ou as mãos juntas em prece, e através do sofrimento materno permite antever a paixão de Cristo.

Cristo transportando a cruz (1565-70). Museu Nacional do Prado, Madrid. Cristo é ajudado por Simão Cireneu a transportar a cruz para o Gólgota. A cena apresenta Cristo contemplando o espectador, com fâcias suplicante e os olhos vermelhos e marejados de lágrimas.

Pinturas da Basílica de Santa Maria Gloriosa dei Frari, Veneza

A Assunção da Virgem (1515-18). Os apóstolos com surpresa assistem à Assunção da Virgem, estando dois vestidos de vermelho apontando para ela. André à esquerda tem uma longa barba, Pedro no centro está sentado e Santiago Maior, à direita, são os três apóstolos identificados. Deus-Pai prepara-se

para coroar a Rainha do Céu, com mímica de meditação. No centro, sobre uma nuvem a Virgem está rodeada de anjos, mostrando submissão.

Virgem e Menino com santos e doadores (Retábulo de Pesaro) (1519-26). Os membros da família Pesaro estão na parte ínfero-direita, atrás de Jacopo Pesaro ajoelhado, em agradecimento pela vitória sobre os turcos. Na parte ínfero-esquerda, São Jorge com armadura transporta o estandarte papal e de joelhos está Santo António. No centro, São Pedro com um livro aberto e as chaves aos pés, cuja mímica exprime admiração. No trono, a Virgem Maria, com mímica sugerindo benevolência, enquanto São Francisco chama a atenção de Jesus para os membros da Família Pesaro.

Pinturas da Basílica de Santa Maria della Salute, Veneza

São Marcos no trono com São Cosme, São Damião, São Roque e São Sebastião (1511-12). A razão da pintura inscreve-se no contexto da epidemia de peste de 1509-10. O lugar central está ocupado por São Marcos, o símbolo da República de Veneza, sentado com grande dignidade, aguardando inspiração divina, para defesa do povo contra o flagelo. À esquerda, estão São Cosme e São Damião, patronos dos médicos, com reflexão meditativa. À direita, estão São Roque e São Sebastião, protectores da peste, com mímica de inquietação.

Pentecostes (1546-50). Os apóstolos e as santas mulheres acolhem o Espírito Santo, com gestos expressivos. De repente um som, como um vento impetuoso, encheu toda a sala e apareceu uma pomba irradiando línguas de fogo que pousam sobre cada uma das personagens. As três mulheres mostram contemplação e espanto.

Abraão e Isac (1542-44). A pintura é caracterizada pelo movimento espiral das figuras. Pela palavra de Deus, Abraão edificou um altar e ofereceu seu filho em sacrifício. Não obstante, depois de amarrar Isaac no altar e de pegar numa faca para o matar, tal não aconteceu porque, no último momento, um anjo o impediu. Em vez do filho, utilizou um carneiro que estava próximo.

Pinturas de temas mitológicos e alegóricos

Amor sagrado e amor profano (1514). Galeria Borghese, Roma. A composição é constituída por Cúpido e duas jovens, sentadas nos cantos de um sarcófago em forma de bacia, esculpido com aspectos da mitologia grega. A jovem ricamente vestida de cetim azulado tem uma fâcies severa e cabelos caídos sobre a pele branca, a mão esquerda apoia-se num vaso de ouro e a mão direita segura flores. A jovem nua tem a túnica vermelha pelas costas, realçando a beleza, e a mão esquerda levanta um incensário. Entre as duas jovens está o Cúpido, movendo a água cristalina. A espontaneidade das figuras transmite uma sensação de harmonia.

O concerto campestre (1511). Museu do Louvre, Paris. O músico tem aspecto distinto e nobre, vestido de vermelho com aláude, o jovem nu com flauta e a mulher nua, provavelmente uma musa, derrama água numa fonte ao som de acordes musicais. A cena vai ser interrompida por um pastor surgindo de um bosque com o seu rebanho.

As três idades da vida (1513). National Gallery of Scotland, Edimburgo. O quadro representa uma alegoria das três fases da vida humana: infância, idade adulta e velhice, e convida-nos a meditar na transitoriedade da vida humana. A infância, símbolo da inocência, em que Cúpido guarda as crianças e bebés para poderem dormir. A idade adulta símbolo da maturidade traduz-se em pessoas

biologicamente estáveis após terem adquirido a maturidade sexual. A velhice símbolo do saber, a última idade do ser humano, acabará por ser interrompida pela morte, personificada por dois crânios que o velho contempla. A igreja no fundo pode sinalizar a promessa da vida eterna.

O nascimento de Vénus (1520). National Gallery of Scotland, Edimburgo. A concha flutuando na água identifica o belo nu feminino como a deusa do amor. A deusa Vénus cresceu a partir do mar e foi soprada para a costa numa concha. A deusa nua olha para o lado e torce o cabelo, evidenciando grande voluptuosidade.

A Vénus de Urbino (1536-38). Galeria dos Uffizi, Florença. Uma jovem, orgulhosa da sua beleza, está nua e deitada num luxuoso sofá vermelho, com ar estranhamente divino e provocatório. O seu cabelo louro cai-lhe sobre os ombros, dando-lhe aspecto erótico. A mão esquerda poisa no púbis e a mão direita segura um pequeno ramo de flores. A seus pés, em sinal de lealdade, um cachorro dorme enrolado. Ao fundo, duas jovens procuram encontrar roupas num baú, e uma janela com uma coluna permite ver o céu e uma árvore.

Vénus com Cúpido e um organista (1555). Museu Nacional do Prado, Madrid. A relação entre a música e o amor está muitas vezes relacionada. Vénus nua e deitada num sofá descansa no seu cotovelo esquerdo, personificando a beleza do seu corpo vibrante. O Cúpido acaricia-lhe o seio e olha-a desesperadamente. O músico de costas toca órgão, mas vira a cabeça para os contemplar. Ao fundo estão os majestosos jardins do palacete.

Vénus ao espelho (1555). National Gallery of Art, Washington. Vénus ao espelho, suportado por um cúpido, enquanto outro cúpido tem a mão no seu ombro e uma coroa de flores. O vestuário púrpura contrasta com o tom quente da pele. A mão esquerda apoia-se no tórax e esconde o seio esquerdo. A postura de Vénus exprime sexualidade.

Vénus e Adónis (1550). Museu Nacional do Prado, Madrid. Vénus, a deusa do amor, apaixonou-se por Adónis, mas não consegue evitar a sua ocupação favorita, a caça. Adónis rodeado por cães prepara-se para partir. Vénus tenta retê-lo, mas ele mostra-se indiferente aos seus encantos, e não consegue, o que lhe será fatal, pois vai ser ferido de morte por um javali.

Diana e Actéon (1556-59). National Gallery of Scotland, Edinburgo. O jovem caçador Actéon surpreende Diana, a deusa da caça na mitologia romana, nua, rodeada pelas ninfas. Como foi vista nua, a púdica deusa transformou-se num veado e os seus cães, sem a reconhecer, fizeram-na em pedaços.

Tarquínio e Lucrecia (1569-71). Fitzwilliam Museum, Cambridge. A posição flectida do joelho direito de Tarquínio exerce muita força sobre o leito, traduzindo a impetuosidade do estupro/da violação, com mistura de sensualidade e cólera, transmitida nos olhos do último rei de Roma antiga, indicando uma insaciável bestialidade.

Pintura de retratos de mulheres

Mulher jovem ao espelho (1514-15). Museu do Louvre, Paris. Uma mulher jovem veneziana de grande beleza está de pé, entre dois espelhos seguros por um admirador com barba, permitindo vê-la simultaneamente de face e de dorso. A mímica sugere alguma inquietação.

Judite (1516). Galeria Doria Pamphilj, Roma. Judite era uma viúva bela, que convida Holofernes para jantar na sua tenda. Depois de utilizado, leva-o para a cama, onde o degola. Com vestes vermelhas, exhibe a cabeça numa bandeja, perante o olhar de admiração do servo.

Flora (1516-18). Galeria dos Uffizi, Florença. É uma mulher muito bonita, cuja mão direita segura um punhado de flores, como se representasse a encarnação de Flora, a deusa romana da primavera. Os cabelos ruivos, o peito visível é habilmente realçado pela mão esquerda que segura um manto em brocado rosa.

“La Bella” (1536). Galleria Palatina, Palácio Pitti, Florença. É a representação ideal da beleza feminina evidenciando sensualidade. Vestida elegantemente de azul bordado a ouro, as mangas de cor diferente e com vários tipos de jóias. O cabelo está entrançado em volta da cabeça e forma uma longa trança que cai sobre o ombro, contribuindo para realçar os seus encantos. A mímica revela desconfiança e os olhos observam com imperturbável serenidade.

Isabella d’Este (1534-36). Kunsthistorisches Museum, Viena. Tem um turbante muito elaborado, usa um vestido de seda, veludo e pele, com mangas decoradas a prata e ouro. Tem uma pequena comissura labial, olhos ovais e escuros e supercílios arqueados, com pele clara e bochechas rosadas. É uma mulher bonita e jovem, em atitude autoritária, com personalidade forte e contundente.

Mulher jovem com chapéu de plumas (1536). Museu Hermitage, São Petersburgo. É uma mulher sensual, com identidade sublinhada pelo luxo do vestuário extravagante, as plumas, as pérolas e o rico manto. As mãos seguram o manto e o antebraço esconde o seio direito. O sorriso triste e os olhos humedecidos transmitem enorme carinho por alguém que a olha.

Isabel de Portugal (1548). Museu Nacional do Prado, Madrid. A Imperatriz é mulher do Imperador Carlos I de Espanha e filha de D. Manuel I de Portugal, está sentada frente a uma paisagem. Veste de vermelho com brocado dourado e enfeitado com lantejoulas (ornamento em forma de disco), e tem um colar de pérolas com uma pérola lágrima. Com grandiosidade e frieza, especialmente do seu olhar, tem um penteado com tranças e um livro aberto na mão esquerda. Olha para um ponto distante com expressão preocupada.

Clarissa Strozzi (1542). Staatliche Museum, Berlim. Para alguns esta pintura é considerada um dos mais belos retratos de criança. Clarissa com dois anos de idade tem um vestido de seda, olha momentaneamente para algo que ocorre, com realce para os olhos e as bochechas rosadas, enquanto alimenta o seu pequeno cão de estimação.

Pintura de retratos de homens

O homem da manga azul (1512). National Gallery, Londres. As mangas em balão azul, com os pormenores das costuras e das dobras, têm muito em comum com os retratos finais de Giorgione. É uma obra-prima de precisão e luminosidade vibrante. A mímica sugere arrogância e desdém, reforçada pelo seu olhar penetrante.

Homem com boina vermelha (1516). Coleção Frick, Nova Iorque. A pintura traduz a transição com Giorgione. A personagem apresenta-se com uma peliça, uma boina vermelha e a mão esquerda enluvada segura o punho da espada. Os olhos escuros parecem olhar à distância, numa expressão que mostra uma interioridade reflexiva.

Homem das luvas (1520-22). Museu do Louvre, Paris. A identidade da personagem em fundo escuro é desconhecida, mostrando a passagem da juventude para a adolescência. Mostra o esboço do bigode, os olhos e a posição da cabeça denunciam prudência e circunspeção, o pescoço espesso, as mãos

grandes e o cabelo está bem penteado. A mão esquerda, enluvada, segura a outra luva e tem um colar com uma safira e uma pérola. A mímica exprime contemplação.

Federico II Gonzaga com um cão (1529). Museu Nacional do Prado, Madrid. O duque de Mântua apresenta uma elegância incomparável, com a sua dependência pelos prazeres mundanos, evidenciado pelos trajes sumptuosos. Veste elegantemente uma jaqueta de veludo azul-escuro bordada a ouro, com um rosário e segura uma espada na mão esquerda. A força varonil marcada na fâcies, e a atitude do duque adquirem maior relevo pelo contraste com a submissão do cão peludo de raça seleccionada, ao dar a pata ao dono.

Carlos V com o cão (1529). Museu Nacional do Prado, Madrid. Teve a difícil missão de guardar a paz e a justiça na Cristandade e defendê-la do infiel, no Sacro Império Romano-Germânico. O Imperador de pé em corpo inteiro, um pouco dobrado, com prognatismo acentuado, acaricia distraidamente o cão. Está representado com uma personalidade magistral, a galhardia de um homem com decisão rápida e coragem nas decisões que tomou.

Francisco I (1539). Museu do Louvre, Paris. O rei de França, grande patrono das artes, iniciou o Renascimento francês, trazendo para o Castelo de Amboise, muitos artistas italianos, inclusive Leonardo da Vinci. O monarca está representado num busto de perfil, com vestes majestosas e chapéu achatado adornado com plumas. As referências cutâneas da orelha têm a anatomia de superfície correcta. A personagem apresenta elegância na sua atitude e uma notável intensidade expressiva. A mímica sugere contemplação e prazer naquilo que observa.

Cardeal Pietro Bambo (1540). National Gallery of Art, Washington. Este aristocrata, homem de letras entre os mais eminentes, adoptou como língua literária o italiano de Dante e de Petrarca. Apresenta-se com as vestes cardinalícias vermelhas, a murça e o barrete. Em posição vigorosa e de alerta, a cabeça virada para a esquerda, e a mão direita num gesto de expressividade, reflexo do seu elevado intelecto e dos seus dotes oratórios. Aparenta cerca de 60 anos, com maxilas proeminentes, resultantes da face emagrecida. Mostra um olhar enérgico transmitindo a vivacidade de espírito deste grande humanista.

Ranuccio Farnese (1542). National Gallery of Art, Washington. O jovem era membro da aristocrática e poderosa família Farnese, sendo neto do Papa Paulo III e irmão do Cardeal Alexandre Farnese. O retrato com a idade de 12 anos emerge de um fundo escuro. O traje de seda vermelho muito rico está coberto com a capa preta com a cruz dos cavaleiros de Malta. A ligeira torção e o olhar para a esquerda simulam uma vontade de abandonar o local onde foi pintado.

Jovem inglês (1540-45). Galleria Palatina, Palácio Pitti, Florença. Apesar das tonalidades do traje negro, o rosto é realçado pela luminosidade, transmitindo à personagem elegância na sua atitude e uma notável intensidade expressiva. Na fâcies sobressai a barba ruiva e os penetrantes olhos azuis. As referências cutâneas nas pálpebras estão bem marcadas, sendo de referir os sulcos orbito-palpebrais, as comissuras das pálpebras e o tubérculo lacrimal. A mímica sugere atenção prudente com assombro e compaixão.

Pietro Aretino (1545). Galleria Palatina, Palácio Pitti, Florença. Escritor, poeta, dramaturgo e humorista era amigo de Ticiano. Numa atitude enérgica e impressionante vivacidade, tem um aspecto corpulento. Veste um trajo vermelho faustoso, a mão esquerda enluvada e sobre os ombros e o peito pende uma corrente de ouro. A mímica sugere altivez e violência.

O Papa Paulo III (1545-46). Museu Nazionale di Capodimonte, Nápoles. Está sentado num cadeirão com alva branca e mozeta vermelho-escuro. Os olhos sombrios e tristes são penetrantes e as mãos apresentam uma perfeita anatomia de superfície. A personagem é a expressão da grandeza papal, apesar da sua avançada idade.

Carlos V a cavalo (1548). Museu Nacional do Prado, Madrid. O Imperador representa a vitória das tropas imperiais sobre os protestantes na batalha de Mülhelberg, tem na mão direita uma grande lança, como símbolo do poder dos Césares. A figura de perfil, com fâcies sério e impassível, armadura resplandecente, em contraste com a harmonia cromática de vermelhos, carmins e dourados do campo de batalha, transforma o imperador num mito do poder real.

Auto-retrato (1550). Staatliche Museen, Berlim. Ticiano pretendia controlar a sua reputação, mantendo pública a sua vida, pela riqueza que acumulou, sem depender de ninguém. Está luxuosamente vestido, com um colar em ouro e um colete duplo de pele, sem aparecer a menor referência ao seu ofício de pintor. Tem testa alta, nariz recto com grandes narinas e asas do nariz, longa barba e olhar penetrante. A mímica sugere autoridade e desconfiança.

Auto-retrato (1560). Museu Nacional do Prado, Madrid. Ticiano devia ter 70 anos de idade, com vestes simples e negras, uma corrente ao pescoço, e um discreto pincel na mão direita, aludindo à sua profissão de pintor. A posição quase de perfil olha a meia distância perdido em pensamentos e realça a expressão do seu olhar, mostrando dignidade autoritária.

Jacopo Strada (1567-68). Kunsthistorisches Museum, Viena. É um antiquário, coleccionador e escultor, originário de Mântua. Vestido de veludo vermelho e um gibão com pele de raposa em torno dos ombros, apresenta uma pequena estatueta de Vénus. Em cima da mesa há alguns objectos, entre eles, moedas e uma carta possivelmente dirigida a seu amigo Ticiano. A configuração da fâcies expressa grande inteligência e a mímica sugere meditação cautelosa, durante uma possível venda da estatueta.

Francisco Maria della Rovere, Duque de Urbino (1536). Galeria Uffizi, Florença. Em 1509 foi nomeado Comandante-em-chefe dos Estados Pontifícios. Apresenta-se de armadura e a mão direita segura um bastão. Sobre uma mesa, está o capacete com plumas. A mímica exprime altivez e arrogância com sinais de fadiga.

Pintura de retratos de grupos

O concerto (1511-12). Galleria Palatina, Palácio Pitti, Florença. A cena realiza-se em torno de três personagens. À esquerda, o cantor, mais apagado, situa-se num plano secundário. Ao centro, o tocador de cravo gira a cabeça ao ritmo da música. À direita, o monge dominicano segura uma viola da gamba. As mímicas parecem revelar-se perturbadas e talvez um pouco ausentes, dando a ideia de que os músicos actuam independentemente.

Alocução de Alfonso d'Avalos às suas tropas (1540-41). Museu Nacional do Prado, Madrid. O Marquês de Pescara e Vasto fala às suas tropas, estimulando à vitória, antes da batalha contra os turcos. Ao lado de seu filho, o comandante com armadura, o bastão na mão esquerda, e o membro superior direito levantado, num gesto de alocução próprio dos imperadores romanos. A mímica sugere determinação com dureza agressiva.

O Papa Paulo III e seus netos (1546). Galeria Nacional de Capodimonte, Nápoles. O Papa está ladeado pelos dois netos, o Cardeal Alexandre e seu irmão Octávio. Paulo III está voltado para Octávio, com o

corpo encurvado pela idade, aparentando muito esforço. O Cardeal Alexandre encontra-se atrás do cadeirão do Papa, fixa os observadores e segura o cabo do bastão, símbolo das futuras ambições. Octávio, genro do Imperador Carlos V, flecte-se numa respeitosa vénia, em sinal de absoluta submissão.

Alegoria da prudência (1565). National Gallery, Londres. O motivo é formado por três cabeças humanas associadas a três cabeças de animais: à esquerda, Ticiano por cima da cabeça de um lobo; ao centro, Orazio por cima da cabeça de um leão; à direita, Marco por cima da cabeça de um cão. As cabeças humanas representam as três idades do homem, a velhice, a maturidade e a juventude. As cabeças de animais representam uma alegoria do tempo governado pela prudência.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 2 DE JULHO DE 2015)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown, Patrícia Fortini (1997), *La Renaissance à Venise*. Paris: Flammarion.
- Caroli, Flávio & Zuffi, Stefano (1991), *Titien*. Librairie Arthème Fayard.
- Cumming, Robert (2006), *Guias Essenciais, Arte*. Porto: Civilização, Editores, Lda.
- Duchet-Suchaux & Pastoureau (2008), *La Bible et les Saints, Tout l'art*. Paris: Éditions Flammarion.
- Esperança Pina, J. A. (2010), *Anatomia Humana da Locomoção: Anatomia de Superfície e Artística*, 4.ª edição. Lisboa: Lidel.
- Fregolent Alessandra, Monica (2001), *ArtBook Giorgione*. Madrid: Sociedad Editorial Electa España S.A.
- Heydenreich, Ludwig H. & Passavant, Günter (1974), *Le temps des génies, Renaissance Italienne 1500-1540*. L'Univers des Formes, Éditions Galimard.
- Humfrey, Peter (2007), *Titien, tout l'oeuvre peint*. Bruges: Ludion.
- Janson, H.W. (1998), *História da Arte*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Kaminski, Marion (2007), *Tiziano Vecellio, surnommé Titien 1488/1490 – 1576*. Kunst: h.f. ulmann.
- Kennedy, Ian G. (2006), *Titien*. Köln: Taschen.
- Legrans, Gérard (1999), *Arte do Renascimento*. Lisboa: Edições 70.
- Lopes, Maria Fernanda (Coordenação da edição) (1996), *História da Arte, volume 6, O Renascimento (II) e o Maneirismo*, pp. 30-37. Barcelona: Editorial Planeta – De Agostini.
- Alcaide, Victor Nieto (1996), *El Arte del Renacimiento*. Madrid: Historia 16.
- Lucco, Mauro (1997), *Giorgione*. Paris: Maîtres de l'art – Gallimard/Electa.
- Mann, Nicholas, *Renacimiento. Arte y pensamiento renuevan Europa*. Barcelona: Ediciones Folio, S.A.
- Norton, John (1974), *Painting and Drawing Children*. New York: Watson-Guption, Publications.
- Pijoán, José (1979), *Giorgione e Tiziano* (pp. 103-162), *Summa Artis, Historia General del Arte, volume XIV, Renacimiento Romano y Veneciano*. Madrid: Espasa-Calpe, S.A.
- Pozzolo, Enriço Maria Dal (2009), *Giorgione*. Arles: Actes Sud.
- Renault, Cristophe (2002), *Reconnaître les Saints et les personnages de la Bible*. Paris: Éditions Jean-Paul Gisserot.
- Sassu, Giovanni (2009), *Giorgione*. Ginevra-Milano: Skire editore.
- Toman, Rolf (2000), *A Arte da Renascença Italiana – Arquitetura, Escultura, Pintura e Desenho*. Köln: Könemann (Edição Portuguesa).
- Turina, Miguel Morã. *Tizian*. Madrid: Historia 16.
- Zuffi, Stefano (1998), *ArtBook Tiziano*. Madrid: Sociedad Editorial Electa España S.A.

Plantas do Cretácico Inferior da Bacia Lusitaniana

Primeiras etapas de desenvolvimento das angiospérmicas

JOÃO PAIS^{†(1,2)}, MÁRIO MIGUEL MENDES^(3,4)

RESUMO

No Cretácico Inferior desenvolveram-se as angiospérmicas (plantas com flor), que dominam atualmente a vegetação terrestre, representando mais de 85% das espécies vegetais vivas e ocupando praticamente todos os ecossistemas. A boa representatividade dos andares do Cretácico no nosso país, e as características sedimentares, permitem acompanhar a evolução florística desde o Cretácico Inferior, com predomínio das gimnospérmicas e das pteridófitas, até ao Cretácico Superior onde passam a dominar as angiospérmicas que rapidamente se expandiram e colonizaram praticamente todos os ecossistemas terrestres. Os macrofósseis (folhas, caules e troncos), os mesofósseis (estruturas reprodutivas de angiospérmicas, tais como, flores, frutos e sementes) e microfósseis (pólenes e esporos) recolhidos em unidades fluviais siliciclásticas do Cretácico Inferior (Berriasiano-Albiano inferior) da Bacia Lusitaniana, (litoral Centro-Oeste de Portugal), são particularmente significativos para a compreensão das primeiras etapas do desenvolvimento das angiospérmicas. Encontram-se representadas no registo fóssil angiospérmicas da Família Chloanthaceae, angiospérmicas basais relacionadas com o grupo ANITA (*Amborellaceae*, *Nymphaeales*, *Austrobaileyales*), eudicotiledóneas da Ordem Ranunculales e monocotiledóneas da Família *Araaceae*. Recentemente foi reconhecida em Portugal, e pela primeira vez na Europa, a flor fóssil *Kajanthus lusitanicus*, do grupo das eudicotiledóneas, atribuível à família Lardizabalaceae. Também muito recentemente foram descritas três novas espécies do novo género *Canrightiopsis* (*Chloranthaceae*) de frutos com pólenes de tipo *Clavatipollenites* que corresponde a género em posição evolutiva intermédia entre o género fóssil *Canrighthia* e os géneros actuais *Ascarina*, *Sarcandra* e *Chloranthus*. No Cretácico Inferior desenvolveu-se, ainda, um grupo de gimnospérmicas com afinidades com as angiospérmicas, constituído pelas Bennettitales-Erdtmanithecates-Gnetales (complexo BEG).

Palavras-chave: Angiospérmicas, Paleobotânica, Cretácico Inferior, Fóssil, Bacia Lusitaniana.

[†] Academia das Ciências de Lisboa.

² GeoBioTec, FCT/UNL.

³ MARE/Universidade de Coimbra.

⁴ CIMA/Universidade do Algarve.

ABSTRACT

Angiosperms (flowering plants) have been developed in the Early Cretaceous and currently dominate the terrestrial vegetation, representing more than 85% of extant plant species and occupying nearly almost all ecosystems. The good representation of different stratigraphic levels in the Portuguese Cretaceous, and the sedimentary characteristics, allows the monitoring of the floristic evolution since the Early Cretaceous, with a predominance of gymnosperms and ferns, until the Late Cretaceous dominated by angiosperms that quickly expanded and colonized almost all terrestrial ecosystems. The macrofossils (leaves, stems and trunks), the mesofossils (reproductive structures of angiosperms, such as flowers, fruits and seeds) and microfossils (pollen and spores) collected in fluvial siliciclastic units of the Lower Cretaceous (Berriasian – lower Albian) from the Lusitanian Basin (Midwest coast of Portugal), are particularly important to understanding the early stages of angiosperms radiation and diversification. Chloranthaceae, basal angiosperms related to ANITA lineages (Amborellaceae, Nymphaeales, Austrobaileyales), Ranunculales and monocots related to Araceae are very-well documented in the plant fossil record. Recently, it has been described from the Early Cretaceous of Portugal, and for the first time in Europe, a new fossil flower *Kajanthus lusitanicus* assigned to Lardizabalaceae (basal eudicot). Furthermore, recently three new species ascribed to the new genus *Canrightiopsis* (Chlorantaceae) with *Clavatipollenites*-type pollen have been described from different localities in the Early Cretaceous of Portugal. The new genus *Canrightiopsis* corresponding to a bridge between the extinct genus *Canrighthia* and the extant genera *Ascarina*, *Sarcandra* and *Chloranthus*. In the Early Cretaceous developed also a group of gymnosperms with affinities to angiosperms, comprising the Bennettitales-Erdtmanithecates-Gnetales (BEG complex).

Keywords: Angiosperms, Palaeobotany, Early Cretaceous, Fossil, Lusitanian Basin.

INTRODUÇÃO

O Cretácico português é rico de jazidas de macro, meso e microfósseis de plantas que, desde cedo, despertaram o interesse de estudiosos de vegetais fósseis.

O primeiro estudo sobre macrofloras mesozóicas foi realizado por Gaston de Saporta em 1894, onde refere angiospérmicas do Cercal, Buarcos-Tavarede e Nazaré. Na mesma época, outros trabalhos foram desenvolvidos por Fontaine (1889) em macrofloras do Cretácico Inferior do Grupo de Potomac, nos Estados Unidos da América. Estes trabalhos influenciaram as primeiras discussões sobre a origem e diversificação das angiospérmicas. Ulteriormente, Carlos Teixeira fez a revisão das floras descritas por Saporta (Teixeira, 1945, 1946, 1947, 1948, 1950, 1952).

Estes trabalhos pioneiros permitiram obter visão geral da vegetação de Portugal no Cretácico, evidenciando mudança drástica entre as floras do Cretácico Inferior, em que predominavam fetos e gimnospérmicas, e as do Cretácico Superior, largamente dominadas pelas angiospérmicas (Fig. 1).

Atendendo ao estado de preservação dos fósseis – impressões e compressões – a informação que se pode obter dessas ocorrências é limitada.

A palinologia permitiu obter novos dados sobre a vegetação e complementar a informação fornecida pelos macrofósseis, apesar de não ser simples estabelecer afinidades botânicas dos pólenes e esporos dispersos no sedimento. Além disso, nos pólenes e esporos, em regra, a resolução taxonômica nem sempre é possível abaixo da Ordem ou da Família. A composição das palinofloras corresponde a vegetação regional, largamente dependente da produtividade polínica e da dispersão pelo vento.

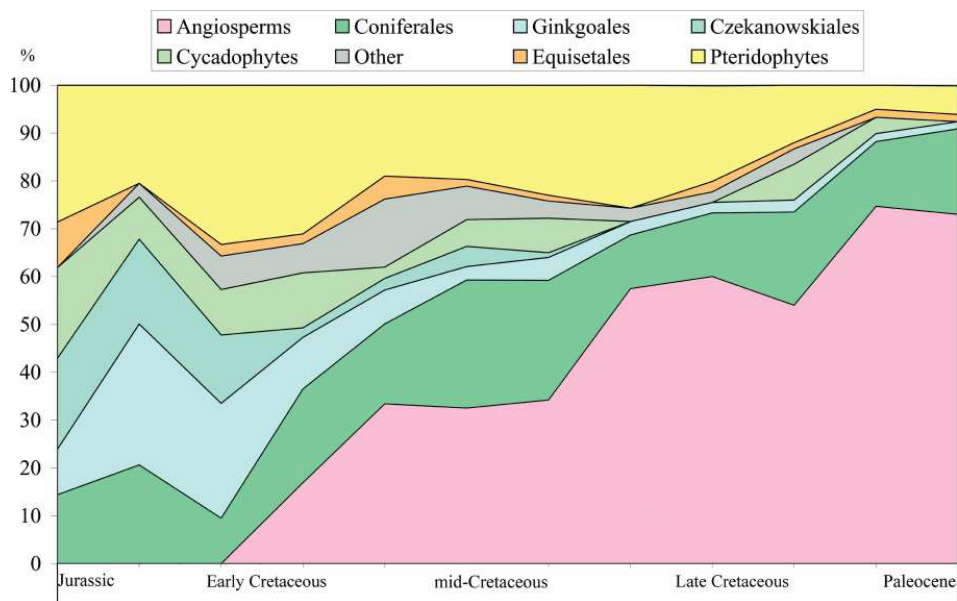


FIGURA 1

Evolução da vegetação durante o Cretáceo (Friis *et al.*, 2006).

As publicações respeitantes aos estudos palinológicos do Cretáceo Inferior são diversas: Groot & Groot (1962), Medus & Berthou (1980), Hasenboehler (1981), Pais & Reyre (1981), Trincão (1985, 1990), Heimhofer *et al.* (2005, 2007, 2012) e Mendes *et al.* (2011, 2014a).

Quanto ao Cretáceo Superior, os estudos foram essencialmente desenvolvidos por: Diniz (1967), Kedves & Diniz (1967), Diniz *et al.* (1974), Kedves & Hegedüs (1975), Lauverjat & Pons (1978), Kedves & Pittau (1979), Medus & Berthou (1980), Medus *et al.* (1980), Medus (1981), Kedves & Diniz (1981, 1983), Pais & Trincão (1983), Batten (1986), Batten & Morrison (1987) e Trincão *et al.* (1990).

A partir de 1990, a descoberta de mesofloras constituídas por estruturas reprodutoras de angiospérmicas, tais como, flores, estames, frutos e sementes, em excelente estado de preservação, permitiu obter informações detalhadas sobre as primeiras angiospérmicas do Cretáceo (Friis *et al.*, 1992, 1994, 1997, 1999, 2000a, 2000b, 2003, 2004, 2006, 2009b, 2010, 2015; von Balthazar *et al.*, 2005; Pedersen *et al.*, 2007; Friis *et al.*, 2011; Mendes *et al.*, 2014a, 2014b). Recentemente, foram identificadas estruturas reprodutoras de gimnospérmicas extintas em diversas floras do Cretáceo Inferior de Portugal. Estas plantas pertencentes ao grupo das Bennettitales–Erdtmanithecales–Gnetales (BEG Group, estabelecido por Friis *et al.*, 2007) (Est. I) terão sido contemporâneas das primeiras angiospérmicas e, ao que tudo indica, terão tido papel importante no seio da vegetação no início do Cretáceo (Mendes *et al.*, 2008, 2010; Friis *et al.*, 2009a).

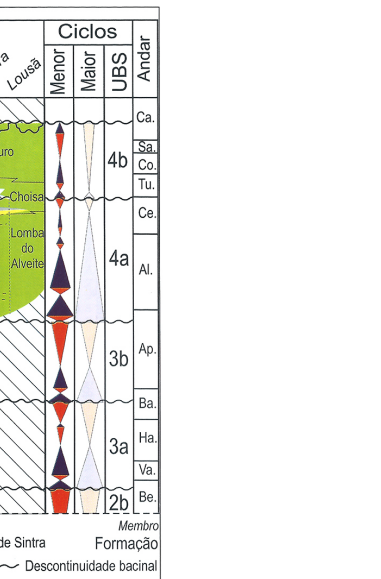
o-Maastrichtiano. As pri-
r-Aptiano inferior (≈ 125
das com plantas da flora
ras e conhecer a biologia
as suas funções e modos

Deste) e Algarvia. *Rey et*
mento da estratigrafia e
ção dos processos envol-

Triasiano-Cenomaniano.
 Com angiospérmicas des-

depósitos marinhos, lito-
ao enchimento progres-
htiano numa vasta área
sde Lisboa até um pouco

continentais tem, muitas
ocorrências, sobretudo
tadas (Fig. 2).



JAZIDAS FOSSILÍFERAS

A idade de algumas jazidas fossilíferas é atribuída a intervalos relativamente alargados. Grande parte corresponde a pequenas ocorrências locais sem continuidade lateral expressiva.

As jazidas fossilíferas da Bacia Lusitaniana são numerosas, incluindo macrofloras, mesofloras e palinofloras (Figs. 2, 3):

Campaniano superior – Maastrichtiano – Mira, Presa, Aveiro, Esgueira

Turoniano – Tentúgal, Carrajão, Requeixo

Cenomaniano – Vila Flor, Vila Verde, Tentúgal

Albiano superior – Nazaré

Albiano inferior (?) – Cercal

Aptiano superior – Albiano inferior – Juncal (Chicalhão, Carregueira, Nossa Senhora da Luz), Vale de Água (Vale Farelo), Catefica, Buarcos

Barremiano – Casal do Borracho (Torres Vedras)

Hauteriviano – Vale Cortiço (Torres Vedras)

Berriasiano – Vale Painho (Juncal)

Os restos mais antigos relacionados com angiospérmicas correspondem a pólenes dispersos no sedimento e provêm do Valanginiano de Porto da Calada (Ericeira) – *Clavatipollenites hughesii* Couper 1958 (Trincão, 1990).

Só a partir do Barremiano-Aptiano voltam a ser encontrados pólenes e mesofósseis. Destacam-se as jazidas de Torres Vedras, e um pouco mais tarde (Aptiano-Albiano), as de Catefica e de Juncal, também as de Buarcos e Nazaré que parecem ser um pouco mais recentes.

BARREMIANO SUPERIOR-APTIANO INFERIOR (≈ 125 MA)

JAZIDA DE TORRES VEDRAS

Jazida situada na Formação de Almargem, a NE do Forte da Forca (Torres Vedras), rica e diversificada. É a jazida com mesofósseis de angiospérmicas mais antigas de Portugal. Abundam fragmentos de Marchantiales (hepáticas), muitos megasporos relacionados com *Isoetes* L. e *Selaginella* Beauvois, bem como fetos representados por megasporos de *Arcellites* Miner (Marsileaceae, feto aquático). Há sementes e fragmentos de ramos de coníferas. Ali, foram identificados representantes do grupo BEG, nomeadamente, *Ephedrispermum* Rydin, Pedersen, Crane & Friis (Friis *et al.*, 2010; Mendes *et al.*, 2012). Recentemente foi identificada rica palinoflora com espécimes atribuíveis, nomeadamente, a algas, fetos aquáticos, licófitas, coníferas e angiospérmicas (Mendes, trabalho em curso).

Os mesofósseis de angiospérmicas correspondem a cerca de 50 formas diferentes. A associação é diferente de outras do Cretácico Inferior português embora tenha algumas formas comuns com as das jazidas de Catefica, Buarcos, Famalicão e Vale de Água.

Flores completas são raras em Torres Vedras. Ocorrem flores unissexuais muito semelhantes às do género actual *Hedyosmum* Swartz. As flores são simples, com um carpelo e três tépalas no topo do ovário. Há flores uni-estaminadas, normalmente reunidas em fragmentos de inflorescências ou isoladas. Os pólenes identificados *in situ* são semelhantes aos de tipo *Asteropollis* Hedlund & Norris reconhecidos

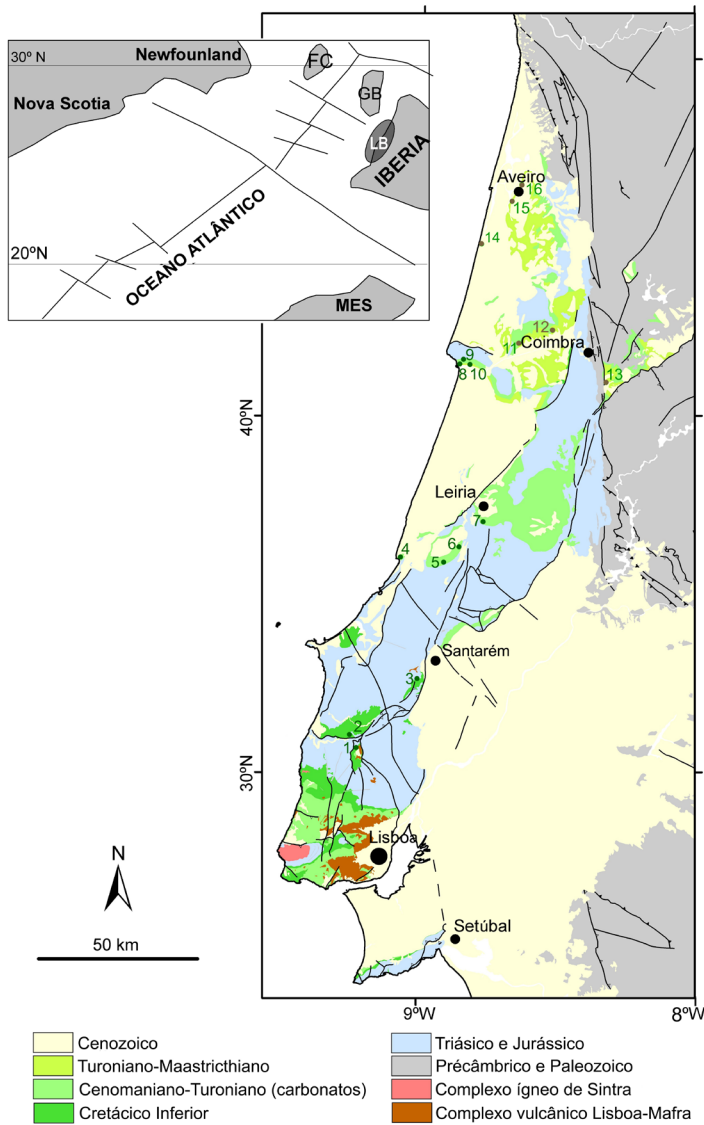


FIGURA 3
Localização geográfica das principais jazidas de fossilíferas.

- 1 – Catefica
- 2 – Torres Vedras
- 3 – Cercal
- 4 – Nazaré
- 5 – Juncal
- 6 – Vale de Água
- 7 – Famalicão
- 8 – Buarcos
- 9 – Tavarede
- 10 – Vila Verde
- 11 – Vila Verde de Tentugal
- 12 – Anã
- 13 – Vila Flor
- 14 – Mira
- 15 – Presa
- 16 – Esgueira

dispersos no sedimento. Estas flores são indubitavelmente atribuíveis à família Chloranthaceae (Friis *et al.*, 2010).

Foram, também, reconhecidas flores bissexuadas. As mais completas são trímeras com perianto distinto. Os pólenes observados *in situ* são monocolpados, reticulados, semitectados, semelhantes aos de tipo *Retimonocolpites*. A organização trímera destas flores e a morfologia dos grãos de pólen sugere tratar-se prováveis monocotiledóneas sem posição sistemática estabelecida (Friis *et al.*, 2010).

Na mesoflora de Torres Vedras, também, foi reconhecida uma possível flor bissexual, multicarpelar, com restos de tépalas e de estames a rodear os carpelos. Os grãos de pólen observados na superfície da flor são de tipo *Retimonocolpites* e o fóssil lembra algumas Schisandraceae mas, as inflorescências têm semelhanças com Araceae (monocotiledóneas) (Friis *et al.*, 2010).

A maior parte das estruturas frutíferas da mesoflora de Torres Vedras são pequenas e unicarpelares. Tipicamente, estas estruturas têm uma única semente, embora, também, ocorram frutos com várias

sementes. Há frutos com espinhos monocarpelares de *Appomattoxia* Friis, Pedersen & Crane, para além de outros que lembram este género. Os grãos de pólen observados *in situ* na área estigmática são semelhantes aos pólenes dos géneros *Tucannopollis* Regali e *Transitoripollis* Góczán & Juhász. As características do fruto associadas e as semelhanças entre os pólenes observados com os géneros *Tucannopollis* e *Transitoripollis* suportam possíveis afinidades com as Piperales (Friis *et al.*, 2010).

Ocorrem, ainda, anteras com pólenes *in situ* monocolpados, tectados, com colpo bem marcado, com uma membrana, são atribuíveis, também a Piperales. A superfície do tecto é ornamentada por estrias finas e pequenas orbículas. Pólenes semelhantes ocorrem em *Gymnotheca* Decaisne (Saururaceae, Piperales) actual embora sejam muito mais pequenos do que os fósseis (Friis *et al.*, 2010).

Uma das características da rica mesoflora de Torres Vedras é a presença de sementes cujas paredes anticlinais apresentam células tipicamente onduladas muito semelhantes às observadas nas Nymphaeales da flora moderna; foram identificadas, pelo menos, seis tipos diferentes. Algumas apresentam um opérculo na área micropilar. Sementes análogas foram identificadas em Drewry's Bluff (Barremiano superior-Aptiano inferior), no Grupo Potomac (Estados Unidos da América).

Ocorrem fragmentos de anteras com pólenes *in situ* e coprólitos com pólenes de um único ou diferentes tipos. A grande maioria dos pólenes é monoaperturado e afim de Chloranthaceae e de monocotiledóneas, e talvez, de eumagnolídeas, tais como Piperales. Ocorrem outras plantas relacionadas com o grupo ANITA (*Amborella*, Nymphaeaceae, *Illicium*, Trimeniaceae e Austrobaileyaceae *sensu* Qiu, 1999). Apenas são conhecidos dois tipos de pólenes tricolpados que evidenciam a presença de eudicotiledóneas na mesoflora de Torres Vedras.

Os géneros *Asteropollis* Hedlund & Norris, *Clavatipollenites* Couper e *Pennipollis* Friis, Pedersen & Crane (coprólitos) estão bem representados quer em Torres Vedras, quer noutras jazidas do Cretácico Inferior.

Muitos dos pólenes de angiospérmicas observados *in situ* não ocorrem dispersos no sedimento. Talvez sejam de plantas polinizadas por insectos, com baixa produção polínica, com distribuição limitada.

Foram reconhecidos muitos pólenes dispersos no sedimento atribuíveis a dois tipos de *Retimonocolpites*. São frequentes a partir do Hauteriviano e eram produzidos por diferentes tipos de plantas. As afinidades sistemáticas de muitos destes pólenes permanecem incertas. No entanto, alguns eram produzidos, provavelmente, por monocotiledóneas e foram documentados em inflorescências de aráceas. Outros, incluindo *Pennipollis*, podem ter sido produzidos por eumagnolídeas.

Entre as monocotiledóneas da flora de Torres Vedras destaca-se o género *Mayoa* Friis, Pedersen & Crane atribuído à Família Araceae e um outro pólen monocolpado, caracterizado por possuir um colpo curto e um tecto contínuo, muito semelhante aos pólenes do actual género *Acorus* L. (Acoraceae) (Friis *et al.*, 2010).

O conjunto da flora de Torres Vedras traduz especialização clara da polinização.

Os vários táxones atribuíveis a Chloranthaceae, incluindo plantas semelhantes a *Hedyosmum*, muito abundantes na mesoflora de Torres Vedras, também, estão representados pelos pólenes dispersos no sedimento, nomeadamente, por *Asteropollis*, que podem corresponder a plantas polinizadas pelo vento.

A ocorrência de coprólitos ricos de pólenes, incluindo *Clavatipollenites* (Couper), sugere que algumas plantas do Barremiano superior-Aptiano inferior eram visitadas por insectos (Friis *et al.*, 2010).

A diversidade da associação florística de Torres Vedras é relativamente alta mas, não tanto como outras, nomeadamente, como a mesoflora de Famalicão, um pouco mais recente.

APTIANO SUPERIOR-ALBIANO INFERIOR (≈ 110 MA) JAZIDAS DE FAMILICÃO, CATEFICA, JUNCAL, VALE DE ÁGUA, VILA VERDE

Estas mesofloras são ricas de mesofósseis de angiospérmicas: flores, frutos, sementes, inflorescências e estames dispersos no sedimento. Há Chloranthaceae, monocotiledóneas (Araceae), flores bissexuais isoladas e em inflorescências densas.

As floras são mais diversificadas e com sementes maiores do que as de Torres Vedras. Os frutos são monocarpelares com uma única semente: *Anacostia* Friis, Pedersen & Crane (Est. II). Há outros frutos com várias sementes, como *Monetianthus mirus* Friis, Pedersen, von Balthazar, Grimm & Crane (Nymphaeaceae) e outros táxones atribuíveis a Buxales de entre os grupos divergentes iniciais de eudicotiledóneas (Friis *et al.*, 2009b).

Na palinoflora de Nossa Senhora da Luz (Juncal), as plantas produtoras de pólenes monoaperturados são largamente dominantes. Foram reconhecidos diversos pólenes dispersos no sedimento atribuíveis a *Stellatopollis barghoornii* Doyle (Est. III. São pólenes monocolpados com ornamentação crotonóide, produzidos, possivelmente, por monocotiledóneas (Mendes, trabalho em curso).

As Chloranthaceae e estruturas estaminais de tipo *Hedyosmum* e outras com pólenes de tipo *Clavatipollenites* talvez, também, relacionadas com as Chloranthaceae, continuam a ser importantes do Aptiano superior-Albiano inferior. Recentemente, Friis *et al.* (2015) descreveram três novas espécies do novo género *Canrightiopsis* Friis, Grimm, Mendes & Pedersen de frutos com pólenes de tipo *Clavatipollenites*. Corresponde a género em posição evolutiva intermédia entre o género fóssil *Canrightia* Friis & Pedersen e os géneros actuais *Ascarina* Frost & Frost, *Sarcandra* Swartz e *Chloranthus* Swartz (Friis *et al.*, 2015) (Est. IV, V).

As Nymphaeales estão bem representadas até por macrofósseis como *Braseniopsis venulosa* Saporta. Há flores tipo *Amborella* Baillon com pólenes tricotomosulcados e frutos de *Anacostia* (Est. II).

Estruturas estaminais com *Retimonocolpites* são abundantes. Só é conhecido um fruto com pólenes tipo *Retimonocolpites* (Eumagnolídeas?).

As eudicotiledóneas continuam raras mas a diversidade aumentou.

Recentemente foi identificada no Juncal e descrita, pela primeira vez na Europa, uma flor da família Lardizabalaceae (Ranunculales) – *Kajanthus lusitanicus* Mendes, Grimm, Pais & Friis (Mendes *et al.*, 2014b) (Est. VI, VII). Trata-se de flor bissexual, actinomórfica, com pólenes tricolpados *in situ*, próxima de *Sinofranchetia* (Diels) Hemsley endémica na China.

Nas jazidas fossilíferas de Vale de Água foi recolhida uma flor unissexual e estaminada atribuída a *Teixeiraea lusitanica* von Balthazar, Pedersen & Friis relacionada com Ranunculales. Foram ainda identificadas flores estaminadas de *Lusistemon striatus* Pedersen, von Balthazar, Crane & Friis e flores pistiladas de *Lusicarpus planatus* Pedersen, von Balthazar, Crane & Friis nas quais se observaram pólenes estriados *in situ*. Estas flores relacionam-se com as actuais Buxaceae. Outras três estruturas reprodutoras, com ou sem pólenes tricolpados, incluem *Aguacarpus hirsutus* Pedersen, von Balthazar, Crane & Friis, *Silucarpus camptostylus* Pedersen, von Balthazar, Crane & Friis e *Valecarpus pedicellatus* Pedersen, von Balthazar, Crane & Friis também relacionadas com as Buxaceae.

MACROFLORAS DE ANGIOSPÉRMICAS

Em jazidas fossilíferas do Cretácico da Bacia Lusitaniana surgem restos foliares atribuíveis, de forma inequívoca, a angiospérmicas – Buarcos/Tavarede (Saporta 1894; Teixeira 1948). Há, também, fetos e coníferas com características xeromórficas (folhas muito pequenas e espessas).

As angiospérmicas parecem pertencer a linhagens que divergiram próximo da base do grupo, especialmente Nymphaeales (*Braseniopsis venulosa* Saporta) e talvez Ranunculales (*Cissites sinuosus* Saporta, *Cissites obtusilobus* Saporta).

A flora de Cercal é muito diferente da conhecida flora de Buarcos/Tavarede e de outras ocorrências portuguesas. Muitos restos fossilíferos ali recolhidos apontam para hábitos aquáticos e fossilização quase *in situ*.

São poucos os restos inequívocos de angiospérmicas. A espécie *Protorrhapis choffatii* descrita por Saporta (1894) foi comparada a Nymphaeales por Teixeira (1948) e transferida para o género *Nymphaeites* Sternberg.

Estudos recentes atribuíram-na a *Klitzschphyllites* Legal Nicol, sugerindo afinidade com monocotiledóneas ou Ranunculales (Mohr *et al.*, 2006). Friis *et al.* (2010) contestam a atribuição ao grupo das angiospérmicas. Porém, nenhum do material atribuído a *Klitzschphyllites choffatii* (Saporta *sensei* Teixeira) provinha do Cercal mas sim de Arnal (Leiria). Os fósseis foram considerados idênticos por Teixeira. No entanto, Friis *et al.* (2010) consideram que os restos do Cercal são diferentes pela textura e morfologia. *Protorrhapis choffatii* sugere hábito aquático. As folhas recolhidas no Cercal têm venação reticulada diferente das angiospérmicas por não haver vénulas livres. Apresentam pequenas cicatrizes redondas no limbo que podem corresponder a esporângios sobre as nervuras. Existem marcas, interpretadas como glândulas nas margens dos dentes da lâmina, que podem corresponder a rebentos vegetativos. Esta planta pode ser comparável com um feto relacionado com *Ceratopteris cornuta* Beauvois e *Ceratopteris pteridoides* (Hooker) Hieronymus, com esporângios dispersos sobre as nervuras da lâmina foliar e com pontos vegetativos na margem das folhas.

Uma outra planta descrita por Saporta (1894), ulteriormente revista por Teixeira (1947, 1948) e interpretada como angiospérmica é *Choffatia francheti* Saporta. Trata-se de planta pequena, aquática, com um caule fino de onde saem filamentos longos que parecem radículas. As folhas são filiformes, semi-erectas. Existem pequenas estruturas circulares em forma de taça, com bordo lobado, com corpos esféricos de parede filamentosa que podem corresponder a órgãos de reprodução. Saporta (1894) comparou-a com *Phyllanthus fluitans* Benthham ex Müller argoviensis (Lemnaceae) e Teixeira (1947, 1948) com *Marcgravia* L., eudicotiledónea da ordem das Ericales, embora considerando que as semelhanças eram apenas aparentes. Refere as semelhanças com feto aquático afim de Salviniaceae, acabando por colocar em dúvida a atribuição a dicotiledónea. Efectivamente, apesar de não ter sido possível observar detalhes morfológicos, esporos ou pólenes, toda a estrutura dos fósseis faz lembrar fetos aquáticos como *Salvinia* Séguier e *Azolla* Lam. Desta opinião era também T. Harris, eminente paleobotânico inglês, que a observou em 1975 durante estágio que J. Pais efectuou na Universidade de Reading (UK).

CONCLUSÕES

Os fósseis de plantas de Portugal e de Espanha documentam, inequivocamente, a presença angiospérmicas na Península Ibérica no Barremiano superior a Aptiano inferior.

Estudos sistemáticos, e comparações com plantas da flora moderna, apontam para que as primeiras formas fossem angiospérmicas de porte herbáceo, ou pequenos arbustos, constituindo sub-bosque e a cobertura do solo em diferentes tipos de ambientes.

O hábito aquático foi estabelecido desde cedo em toda a Ibéria; em Portugal, as primeiras formas estão relacionadas com Nymphaeales e em Espanha, *Ranunculus ferrerii* (Teixeira) Blanc-Louvel e *Montsechia vidalii* (Zeiller) Teixeira também podem ser de angiospérmicas aquáticas do Berriasiano-Valanginiano. No início formavam tufos com elevada diversidade.

No Barremiano superior-Aptiano inferior de Torres Vedras são conhecidas mais de 50 estruturas reprodutoras de angiospérmicas; no Aptiano superior-Albiano inferior de Famalicão há mais de 110 tipos diferentes de angiospérmicas. Nestas jazidas, a diversidade é muito superior à registada nas macrofloras e nos pólenes dispersos no sedimento, o que pode ser explicado pelo baixo potencial de fossilização das folhas de plantas herbáceas e de pólenes de plantas polinizadas por insectos. A baixa produção polínica, e a pequena altura dos tufos de vegetação, reduzia a probabilidade dos pólenes atingirem bacias de sedimentação. Tal pode ser comprovado por muitos dos tipos de pólen encontrado *in situ* e em coprólitos não ser conhecido disperso no sedimento (Est. VIII).

Apesar da diversidade das primeiras formas do Cretácico Inferior, a diferenciação em termos de linhagens actuais era restricta a grupos que divergiram cedo na filogenia.

As angiospérmicas iniciais incluíam táxones atribuíveis a Chloranthaceae; as monocotiledóneas também eram abundantes no Cretácico Inferior, como é confirmado em Portugal por inflorescências, flores e estames dispersos com pólen atribuível a Araceae.

As primeiras eudicotiledóneas são reportadas do Barremiano superior-Aptiano inferior. Muito rapidamente, no Aptiano superior-Albiano inferior, diversificaram-se, ainda que estejam subordinadas na vegetação.

É de referir a ocorrência de plantas herbáceas ou arbustivas de Buxales e de Ranunculales.

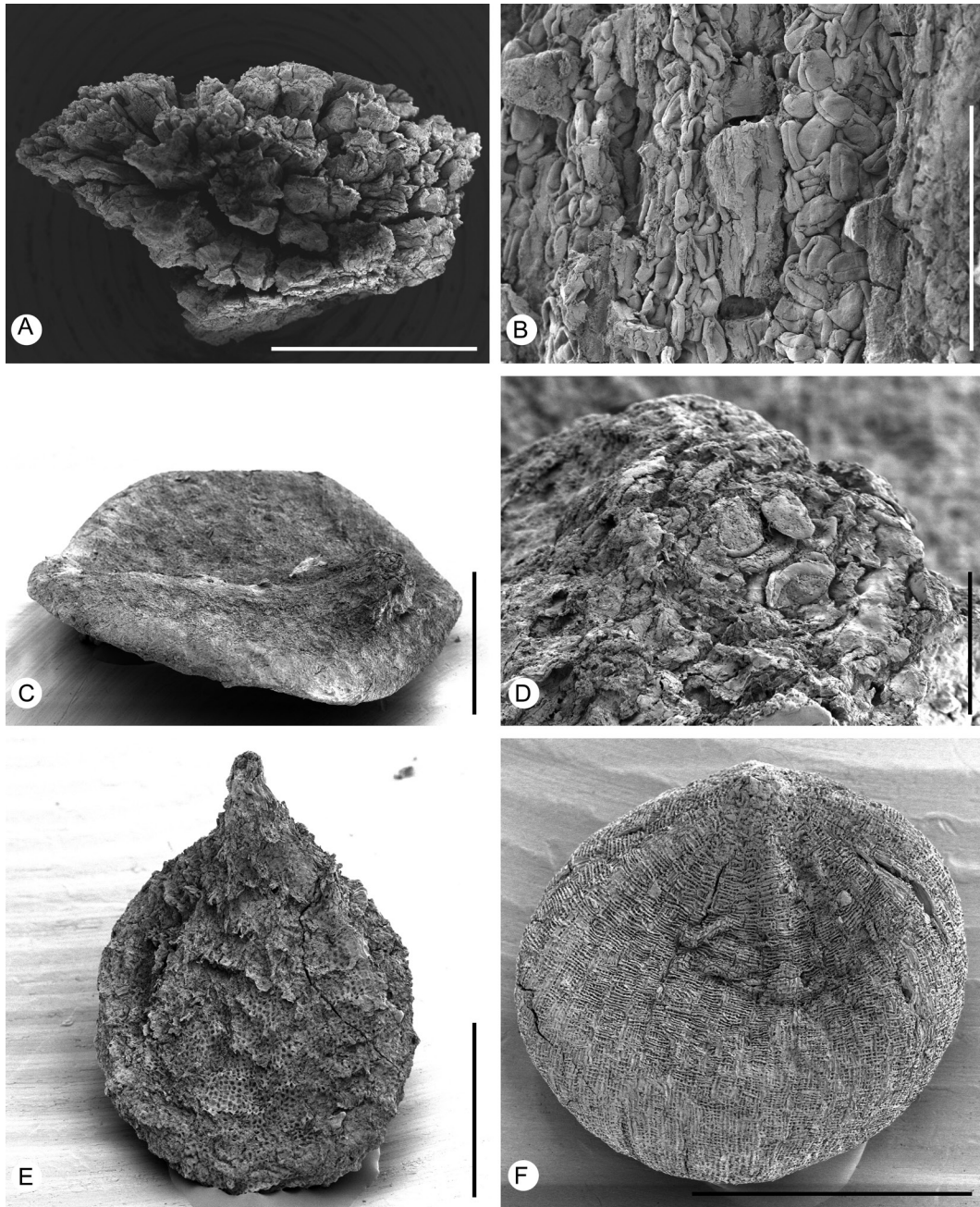
As floras do Cretácico Superior são caracterizadas pela rápida diversificação das eudicotiledóneas nucleares que passam a dominar a partir do Cenomaniano. Os Normapolles (Fagales) são particularmente abundantes e característicos das floras ibéricas. Foram descritas flores com Normapolles associados nas mesofloras de Mira e de Esgueira, embora os táxones de Normapolles não sejam dominantes. As plantas produtoras de Normapolles têm características (morfologia, dimensões) que mostram que eram polinizadas pelo vento. Deviam ser pequenas árvores, crescendo em espaços abertos, num ambiente com frequentes fogos florestais sob clima sazonalmente seco.

Mesofloras ricas com angiospérmicas do Cretácico Inferior só são conhecidas no Grupo de Potomac (costa atlântica, Estados Unidos da América).

Mesofósseis são abundantes no Cretácico Superior de muitas outras regiões, com floras ricas nos Estados Unidos da América, na Europa, no centro e Este da Ásia e na Antártida.

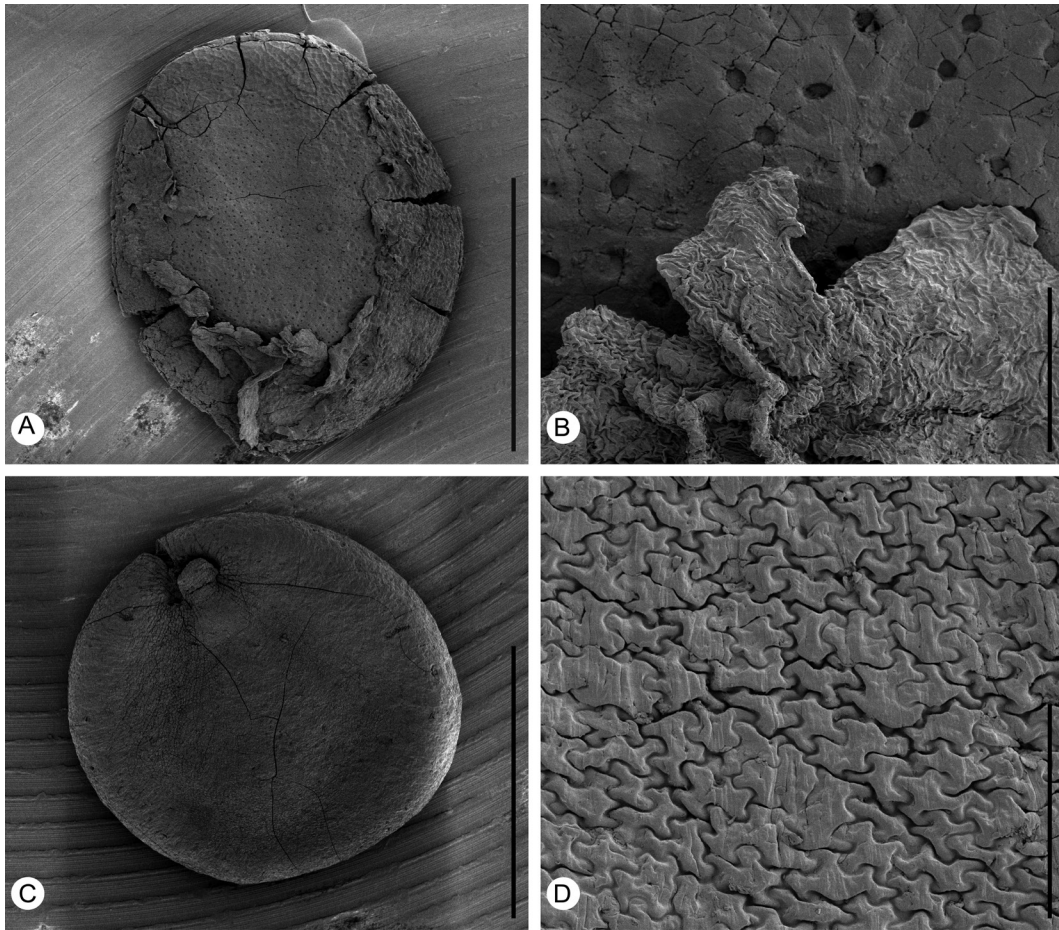
A sucessão das mesofloras do Cretácico Inferior do Grupo de Potomac e do Cretácico Superior de outras regiões têm padrão semelhante ao das associações portuguesas. Há táxones comuns no Cretácico Inferior de Portugal e dos Estados Unidos da América. Todavia, no Cretácico Superior, parece haver divergência na composição das floras de cada lado do Atlântico, o que reflete a diferenciação geográfica que prosseguiu no Cenozóico.

Existem, também, diferenças significativas entre as floras portuguesas e as do Centro e Norte da Europa de acordo com o registo dos conjuntos polínicos e provavelmente dos ambientes e zonação climática.



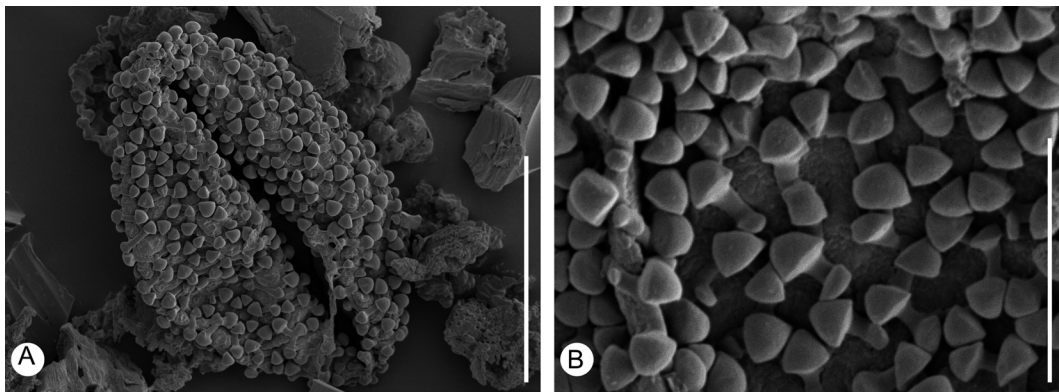
ESTAMPA I

Imagens de microscopia electrónica de varrimento de estruturas reprodutoras de plantas do grupo das Bennettitales-Erdtmanithecates-Gnetales (grupo BEG), do Cretácico Inferior de Portugal. **A.** Estrutura masculina de *Erdtmanithecportugalensis* produtora de grãos de pólen de tipo *Eucommidites* (espécime P0185, Vale de Água). **B.** Grãos de pólen de tipo *Eucommidites* observados *in situ* no espécime P0185. **C.** Semente de *Raunsgaardispermum lusitanicum* (espécime P0027, Juncal). **D.** Grãos de pólen observados *in situ* no micrópilo da semente de *Raunsgaardispermum lusitanicum*. **E.** Semente de *Erdtmanispermum juncalense* (espécime P0030, Juncal). **F.** Semente de *Ephedrispermum lusitanicum* (espécime P0250, Torres Vedras). Escala: A – 1 mm; B – 100 µm; C – 500 µm; D – 50 µm; E, F – 500 µm.



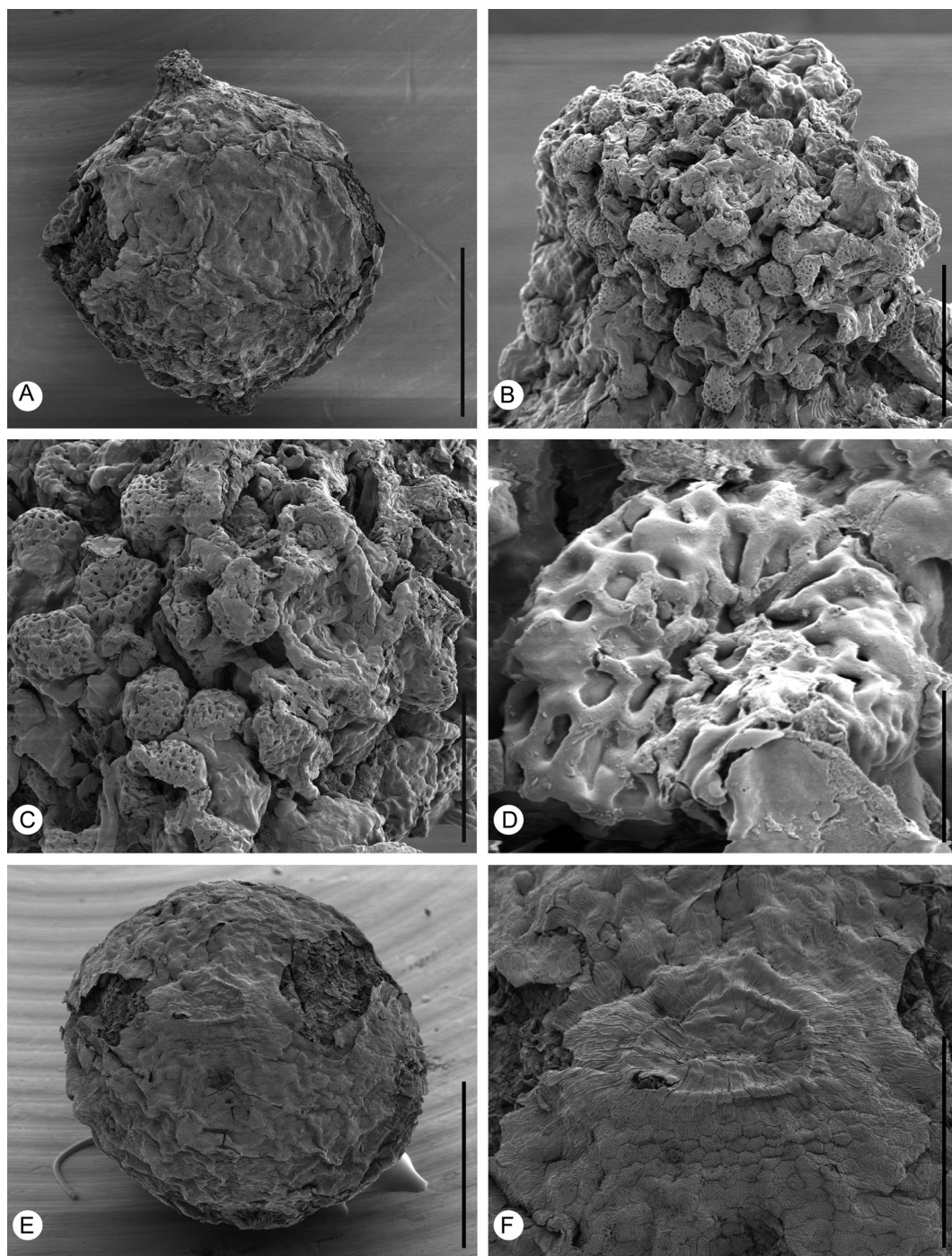
ESTAMPA II

Imagens de microscopia electrónica de varrimento de sementes de angiospérmicas, do Cretácico Inferior de Vale de Água, Portugal. **A.** Semente de *Anacostia* sp. com restos do fruto (espécime P0188). **B.** Pormenor do espécime P0188 em que se observa a superfície externa da semente. **C.** Semente de angiospérmica relacionada com as Nymphaeales (espécime P0190). **D.** Pormenor da superfície externa do espécime P0190 em que se observam as células com paredes onduladas típicas das Nymphaeales. Escala: A, C – 1 mm; B, D – 50 μ m.



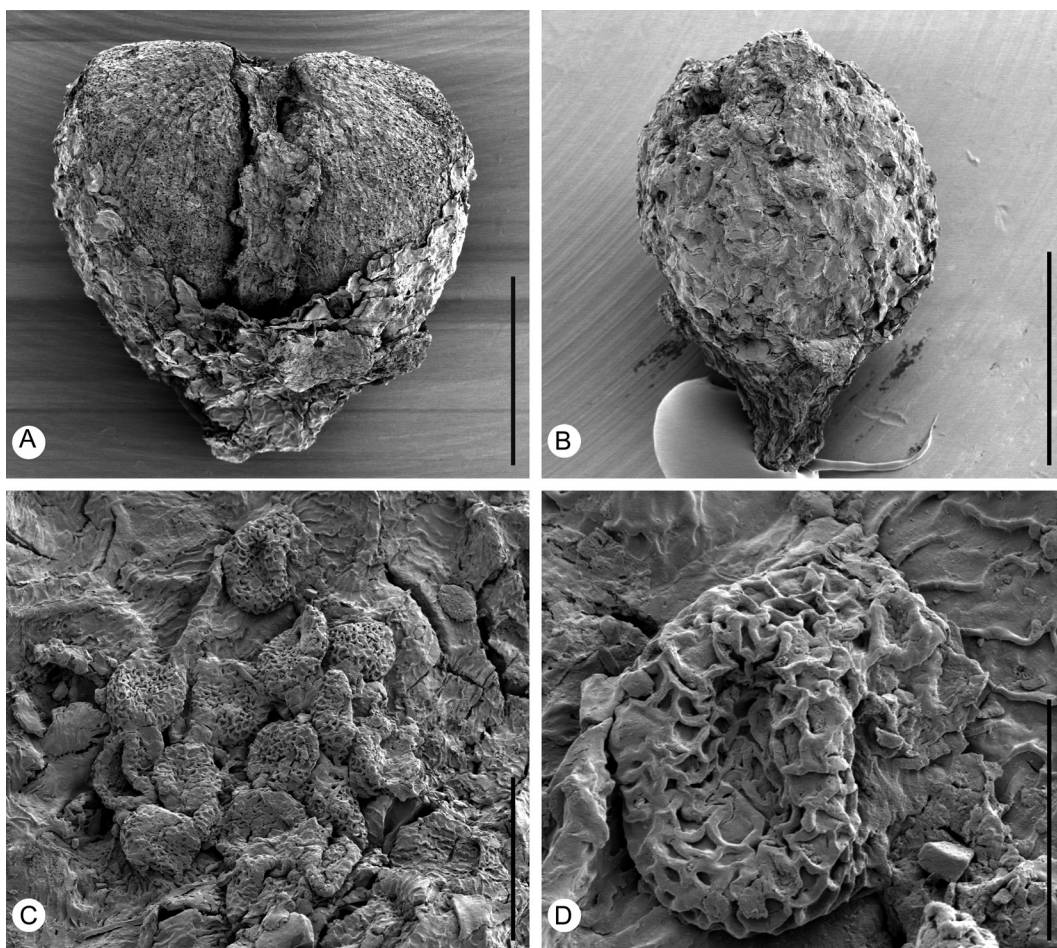
ESTAMPA III

Imagens de microscopia electrónica de varrimento de *Stellatopollis barghoornii*, provenientes do Cretácico Inferior de Juncal. **A.** Pólen monocolpado. **B.** Pormenor da ornamentação de tipo crotonoide observada no espécime da imagem A. Escala: A – 50 μ m; B – 10 μ m.



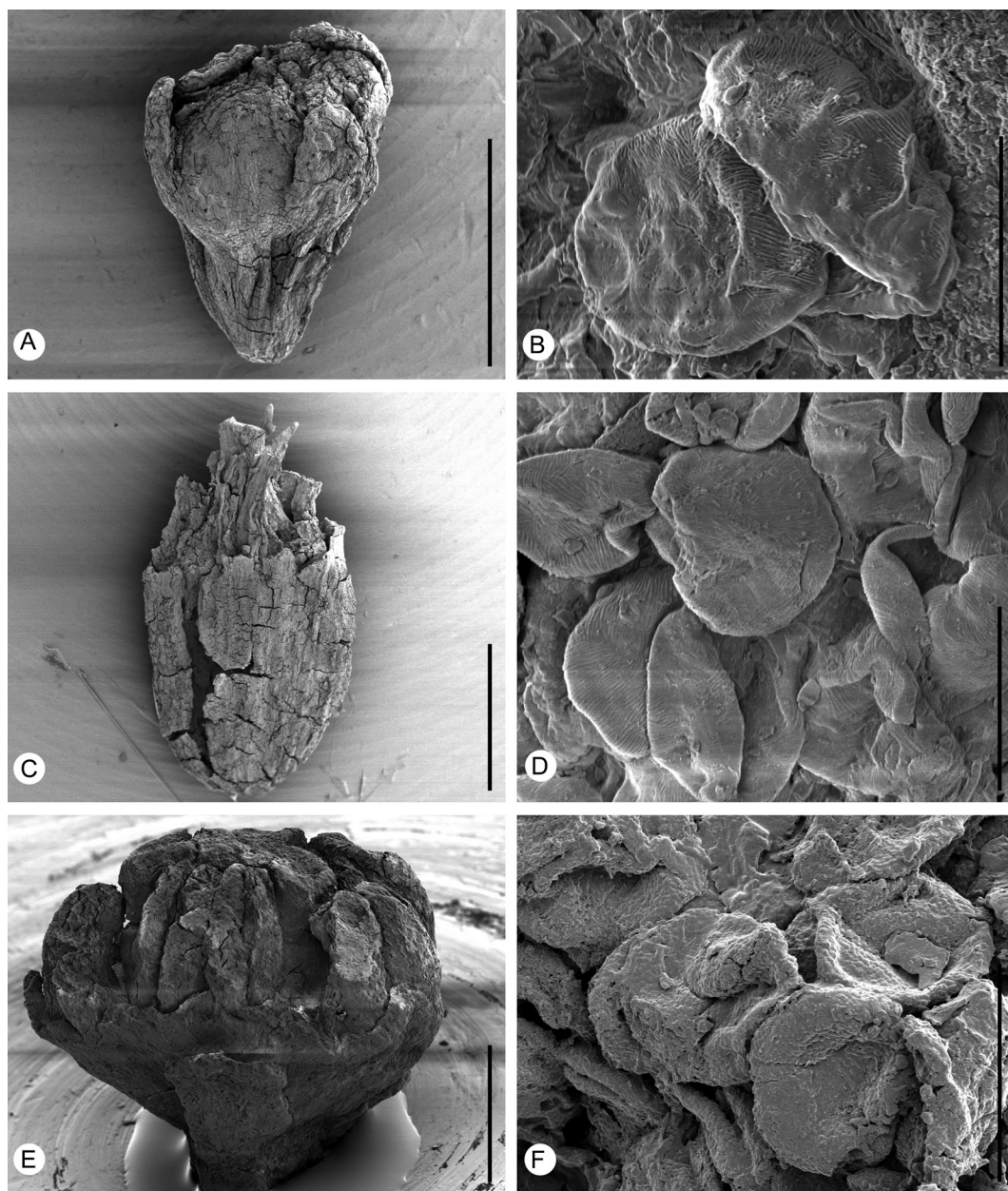
ESTAMPA IV

Imagens de microscopia electrónica de varrimento de *Canrightiopsis dinisii*. Frutos do Cretácico Inferior da jazida de Chicalhão (Juncal). **A.** Fruto com área estigmática pronunciada e circular (holótipo, P0311). **B.** Área estigmática com grãos de pólen envolvidos em substância amorfa. **C-D.** Pormenor dos grãos de pólen monocolpados na área estigmática em que se observa o tecto reticulado e a ornamentação suprategal. **E-F.** Fruto com cicatriz muito desenvolvida (parátipo, P0312). Escala: A – 500 μm ; B – 50 μm ; C – 25 μm ; D – 5 μm ; E – 500 μm ; F – 250 μm .



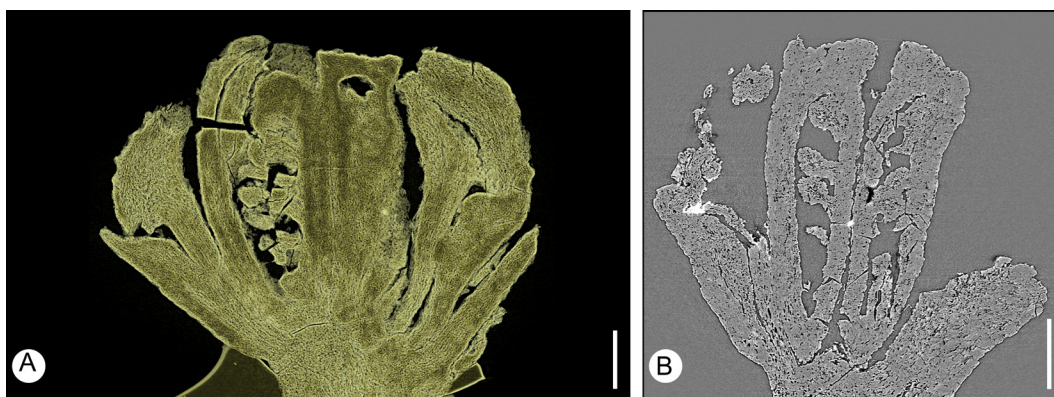
ESTAMPA V

Imagens de microscopia electrónica de varrimento de frutos de *Canrightia resinifera* do Cretácico Inferior da jazida de Chicalhão (Juncal). **A.** Fruto com duas sementes (espécime P0298). **B.** Fruto em que se podem observar cicatrizes dos estames (espécime P0299). **C-D.** Pormenor dos grãos de pólen de tipo *Retimonocolpites* que se observam *in situ* na parte superior do espécime P0299. Escala: A, B – 500 μm ; C – 25 μm ; D – 10 μm .



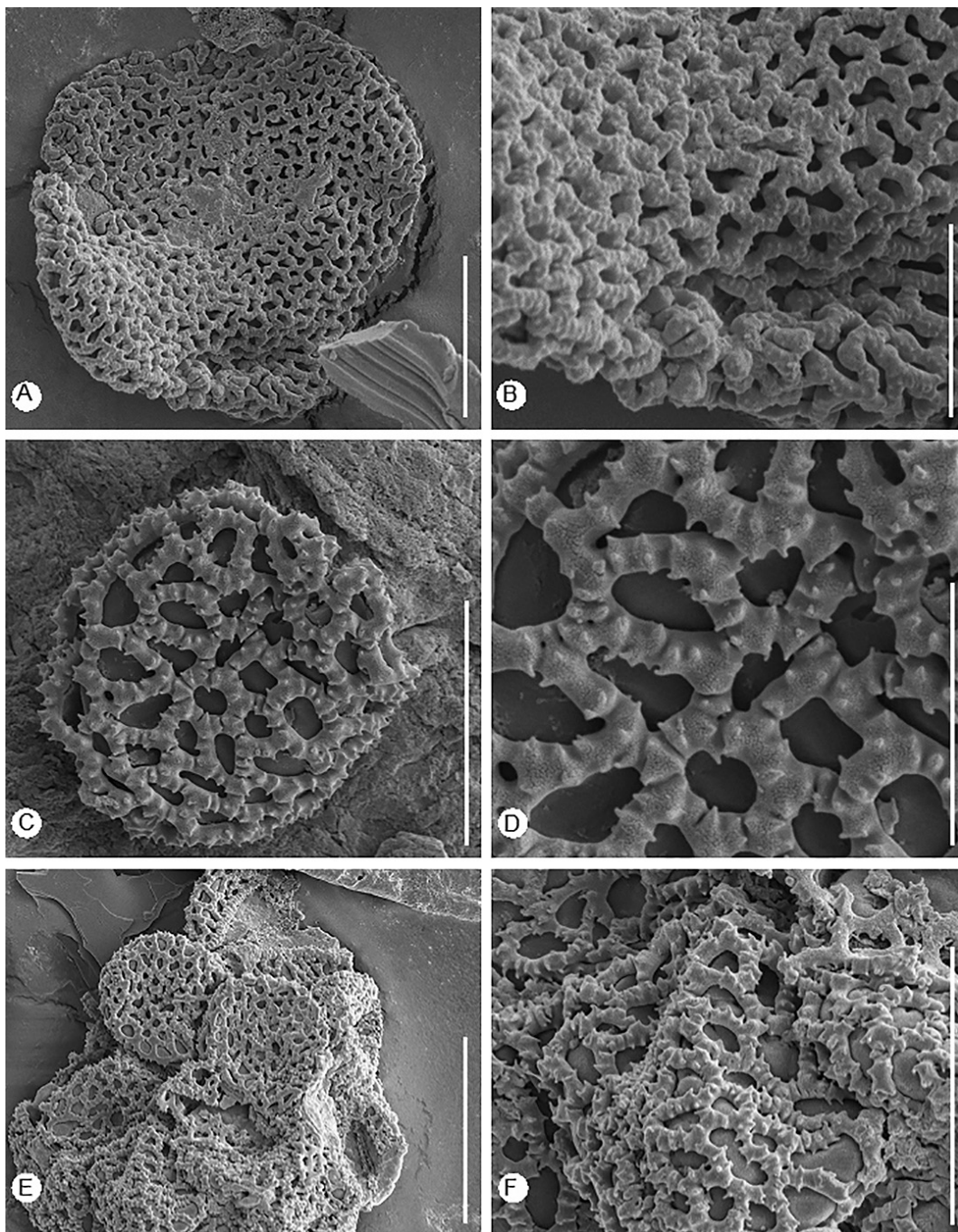
ESTAMPA VI

Imagens de microscopia electrónica de varrimento de flores de angiospérmicas do Cretáceo Inferior de Portugal. **A.** Flor de monocotiledónea com perianto indiferenciado (espécime P0270, Catefica). **B.** Pólenes estriados observados *in situ* no espécime P0270. **C.** Flor epígina (espécime P0084, Juncal). **D.** Pormenor dos grãos de pólen monolete observados *in situ* no espécime P0084. **E.** Flor de *Kajanthus lusitanicus* em que se observam restos do perianto, estames e carpelos (espécime P0093, Juncal). **F.** Pólenes tricolpados observados *in situ* no espécime P0093. Escala: A, C – 1 mm; B, D – 10 µm; E – 250 µm; F – 20 µm.



Estampa VII

Flor de *Kajanthus lusitanicus* (espécime P0093), do Cretácico Inferior do Juncal, Portugal. Reconstruções através de micro-tomografia de raios-X por radiação de sincrotrão. **A.** Corte longitudinal através da parte central da flor. Observam-se dois ou três carpelos ao centro e lateralmente dois estames com sacos polínicos fortemente projectados. **B.** Secção longitudinal através de dois carpelos permitindo a observação de óvulos encurvados. Escala: A, B – 100 μm



Estampa VIII

Imagens de microscopia electrónica de varrimento de pólenes de angiospérmicas, provenientes do Cretácico Inferior de Torres Vedras. **A-B.** Pólen de angiospérmica – *tipo 1*. **C-D.** Pólen de angiospérmica – *tipo 2*. **E-F.** Cluster de pólenes de angiospérmicas – *tipo 3*. Escala: A, C, F – 10 μm ; B, D – 5 μm ; E – 20 μm .

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 16 DE JULHO DE 2015)

REFERÊNCIAS

- Batten, D.J. (1986) – The Cretaceous Normapolles pollen genus *Vancampopollenites*: occurrence, form, and function. *Palaeontology, Special Papers* 35, 21–39.
- Batten, D.J., Morrison, L. (1987) – Morphology and occurrence of the Normapolles pollen genus *Papillopollis* in the Cretaceous of Portugal. *Palynology* 11, 133–154.
- Diniz, F. (1967) – Spores a flagelles nouvelles pour le Crétacé du Portugal. *Pollen et Spores* 9, 569–577.
- Diniz, F., Kedves, M., Simoncsics, P. (1974) – Les sporomorphes principaux de sediments crétacés de Vila Flor et de Carrajão, Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal* 48, 161–178.
- Fontaine, W.M. (1889) – The Potomac or younger Mesozoic flora. *U.S. Geological Survey Monograph* 15, 15, Washington, D.C, 377 p.
- Friis, E.M., Crane, P.R., Pedersen, K.R. (1997) – *Anacostia*, a new basal angiosperm from the Early Cretaceous of North America and Portugal with monocolpate/trichotomocolpate pollen. *Grana* 36, 225–244.
- Friis, E.M., Crane, P.R., Pedersen, K.R. (2011) – Early flowers and angiosperm evolution. Cambridge: Cambridge University Press.
- Friis, E.M., Crane, P.R., Pedersen, K.R., Bengtson, S., Donoghue, P.C.J., Grimm, G.W., Stampanoni, M. (2007) – Phase-contrast X-ray microtomography links Cretaceous seeds with Gnetales and Bennettitales. *Nature* 450, 549–552.
- Friis, E.M., Grimm, G.W., Mendes, M.M. & Pedersen, K.R. (2015) – *Canrightiopsis*, a new Early Cretaceous fossil with *Clavatipollenites*-type pollen bridge the gap between extinct *Canrightia* and extant Chloranthaceae, *Grana*, 54:3, 184–212.
- Friis, E.M., Pedersen, K.R., Crane, P.R. (1992) – *Esgueiria* gen. nov., fossil flowers with combretaceous features from the Late Cretaceous of Portugal. *Biologiske Skrifter. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab* 41, 1–45.
- Friis, E.M., Pedersen, K.R., Crane, P.R. (1994) – Angiosperm floral structures from the Early Cretaceous of Portugal. *Plant Systematics and Evolution* 8, 31–49.
- Friis, E.M., Pedersen, K.R., Crane, P.R. (1999) – Early angiosperm diversification: the diversity of pollen associated with angiosperm reproductive structures in Early Cretaceous floras from Portugal. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86, 259–296.
- Friis, E.M., Pedersen, K.R., Crane, P.R. (2000a) – Reproductive structure and organization of basal angiosperms from the Early Cretaceous (Barremian or Aptian) of Western Portugal. *International Journal of Plant Sciences* 161 (6 Suppl.), S169–S182.
- Friis, E.M., Pedersen, K.R., Crane, P.R. (2000b) – Fossil floral structures of a basal angiosperm with monocolpate, reticulate-acolumellate pollen from the Early Cretaceous of Portugal. *Grana* 39, 226–245.
- Friis, E.M., Pedersen, K.R., Crane, P.R. (2004) – Araceae from the Early Cretaceous of Portugal: evidence on the emergence of monocotyledons. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 101, 16565–16570.
- Friis, E.M., Pedersen, K.R., Crane, P.R. (2006) – Cretaceous angiosperm flowers: innovation and evolution in plant reproduction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleocology* 232, 251–293.
- Friis, E.M., Pedersen, K.R., Crane, P.R. (2009a) – Early Cretaceous mesofossils from Portugal and eastern North America related to the Bennettitales–Erdtmanithecaceae–Gnetales group. *American Journal of Botany* 96, 252–283.
- Friis, E.M., Pedersen, K.R., Crane, P.R. (2010) – Cretaceous diversification of angiosperms in western part of the Iberia Peninsula. *Review Palaeobotany Palynology* 162(3), 341–361.
- Friis, E.M., Pedersen, K.R., Schönenberger, J. (2003) – *Endressianthus*, a new Normapolles producing plant genus of fagalean affinity from the Late Cretaceous of Portugal. *International Journal of Plant Sciences* 164 (5 Suppl.), S201–S223.
- Friis, E.M., Pedersen, K.R., von Balthazar, M., Grimm, G.W., Crane, P.R. (2009b) – *Monetianthus mirus* gen. et sp. nov., a nymphaealean flowers from the Early Cretaceous of Portugal. *International Journal of Plant Sciences* 170, 1086–1101.
- Groot, J.J., Groot, C.R., (1962) – Plant microfossils from Aptian, Albion and Cenomanian deposits of Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal* 46, 133–176
- Hasenboehler, B., (1981) – *Étude paléobotanique et palynologique de l'Albien et du Cenomanien du "Bassin occidental Portugais" au sud de l'accident de Nazaré (Province d'Estremadura, Portugal)*. Université Pierre et Marie Curie, Paris, 319 p.
- Heimhofer, U., Hochuli, P.A., Burla, S., Dinis, J., Weissert, H. (2005) – Timing of Early Cretaceous angiosperm diversification and possible links to major paleoenvironmental change. *Geology* 33, 141–144.
- Heimhofer, U., Hochuli, P.A., Burla, S., Oberli, F., Adatte, T., Dins, J., & Weissert, H. (2012) – Climate and vegetation history of western Portugal inferred from Albion near-shore deposits (Galé Formation, Lusitanian Basin). *Geol. Mag.* 149(6), 1046–1064.
- Heimhofer, U., Hochuli, P.A., Burla, S., Weissert, H., (2007) – New records of Early Cretaceous angiosperm pollen from Portuguese coastal deposits: implications for the timing of the early angiosperm radiation. *Review of Palaeobotany and Palynology* 144(1–2), 39–76

- Kedves, M., Diniz, F. (1967) – Quelques types sporomorphes de sédiments crétacés d'Aveiro, Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal* 52, 17–26.
- Kedves, M., Diniz, F. (1981) – Probrevaxones, a new pollen group for the first Brevaxones form-genera from the Upper Cenomanian of Portugal. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* 27, 383–402.
- Kedves, M., Diniz, F. (1983) – Les Normapolles du Crétacé supérieur en Europe: Implications Paléobiogéographiques. *Geobios* 16, 329–345.
- Kedves, M., Hegedüs, M. (1975) – Pollen grains of the Interporopollenites fgen. From sediments of the Upper Cretaceous period in Portugal. *Acta Biologica Szeged* 21, 43–62.
- Kedves, M., Pittau, P. (1979) – Contribution à la connaissance des Pollens des Normapolles du Crétacé Supérieur du Portugal. *Pollen et Spores* 21, 169–209.
- Lauverjat, J. & Pons, D. (1978) – Le gisement sénonien d'Esgueira (Portugal): stratigraphie et flore fossile. *C.R. 103e Congrès National des Sociétés Savantes*, 119–137.
- Medus, J. (1981) – Pollens Normapolles de coupes stratotypiques du Crétacé supérieur des Charentes et du Sénonien du Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal* 67, 19–28.
- Medus, J. & Berthou, P.Y. (1980) – Palynoflores dans la coupe de l'Albien de Foz do Falcão (Portugal). *Geobios* 13, 263–269.
- Medus, J., Boch, A., Parron, C., Lauverjat, J. & Triat, J.M. (1980) – Turonian Normapolles from Portugal and Southern France; correlations: a contribution to Project Mid-Cretaceous Events. *Review of Palaeobotany and Palynology* 31, 105–153.
- Mendes, M.M., Dinis, J. L., Balbino, A. C. & Pais, J. (2012) – Bennettitales, Erdtmanithecales e Gnetales do Crétacé Inferior da Bacia Lusitânica (litoral Centro-Oeste de Portugal): síntese e enquadramento estratigráfico. *Comunicações Geológicas* 99(1), 11 – 18.
- Mendes, M.M., Dinis, J., Pais, J. & Friis, E.M. (2011) – Early Cretaceous flora from Vale Painho (Lusitanian Basin, western Portugal): An integrated palynological and mesofossil study. *Review of Palaeobotany and Palynology* 166(3-4), 152 – 162.
- Mendes, M.M., Dinis, J., Pais, J. & Friis, E.M. (2014a) – Vegetational composition of the Early Cretaceous Chicalhão flora (Lusitanian Basin, western Portugal) based on palynological and mesofossil assemblages. *Review of Palaeobotany and Palynology* 200(1), 65 – 81.
- Mendes, M.M., Grimm, G.W., Pais, J. & Friis, E.M. (2014b) – Fossil *Kajanthus lusitanicus* gen. et sp. nov. from Portugal: floral evidence for Early Cretaceous Lardizabalaceae (Ranunculales, basal eudicot). *Grana* 53, 4, 1 – 19.
- Mendes, M.M., Pais, J. & Friis, E.M. (2008) – *Raunsgaardispermum lusitanicum* gen. et sp. nov., a new seed with in situ pollen from the Early Cretaceous (probably Berriasian) of Portugal: further support for the Bennettitales–Erdtmanithecales–Gnetales link. *Grana* 47, 211–219.
- Mendes, M.M., Pais, J., Pedersen, K.R. & Friis, E.M. (2010) – *Erdtmanitheca portugalensis*, a new pollen organ with Eucommiidites Erdtman pollen type from the Early Cretaceous (Aptian–Albian). *Grana* 49, 26–36.
- Mohr, B.A.R., Bernardes-de-Oliveira, M.E.C., Barale, G. & Ouaja, M. (2006) – Palaeogeographic distribution and ecology of *Klitzschophyllites*, an early Cretaceous angiosperm in southern Laurasia and northern Gondwana. *Cretaceous Research* 27, 464–472.
- Pais, J. & Reyre, Y. (1981) – Problèmes posés par la population sporo-pollinique d'un niveau à plantes de la série de Buarcos (Portugal). *Boletim Sociedade Geológica de Portugal* 22, 35–40.
- Pais, J., Trincão, P.R. (1983) – Contribuições para o estudo estratigráfico e paleobotânico dos “Grés Grosseiros Inferiores (Arenitos dos Carrascal). I – A jazida de Almas do Juncal. *Ciências da Terra* 7, 7, 141 – 160.
- Pedersen, K.R., von Balthazar, M., Crane, P.R. & Friis, E.M. (2007) – Early Cretaceous floral structures and in situ tricolpate-striate pollen: new early eudicots from Portugal. *Grana* 46, 176–196.
- Qiu, Y.L. (1999) – The earliest angiosperms: evidence from mitochondrial, plastid and nuclear genomes. *Nature* 402, 404–407.
- Rey, J., Dinis, J.L., Callapez, P. & Cunha, P.P. (2006) – *Da rotura continental à margem passiva. composição e evolução do Crétacé de Portugal*. *Cadernos de Geologia de Portugal*. 1–75.
- Saporta, G.d. (1894) – *Flore fossile du Portugal*. *Nouvelles contributions à la flore Mésozoïque. Accompagnées d'une notice stratigraphique par Paul Choffat*. Imprimerie de l'Académie Royale des Sciences.
- Teixeira, C. (1945) – Nymphaeacées Fossiles du Portugal. *Memória Serviços Geológicos de Portugal*, 13 p.
- Teixeira, C., 1946) – Flora cretácica de Esgueira (Aveiro). *Portugaliae Acta Biologica*, 1, 235–242.
- Teixeira, C. (1947) – Nouvelles recherches et revision de la flore de Cercal. *Brotéria – Sér. de Ciênc. Naturais* I, 5–15.
- Teixeira, C. (1948) – Flora mesozóica portuguesa Part I. *Memória Serviços Geológicos de Portugal* Serviços Geológicos de Portugal. 119 p.
- Teixeira, C. (1950) – Flora mesozóica portuguesa. Part II. *Memória Serviços Geológicos de Portugal*. 33 p.
- Teixeira, C. (1952) – *Notes sur quelques gisements de végétaux fossiles du Crétacé des environs de Leiria*. *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa*. 2. Série C 2, 133–154.

- Trincão, P. (1985) – *Estudo palinostratigráfico do Cretácico inferior Português ante- Albiano*. Edição do Centro de Geociências da Universidade de Coimbra (INIC). Dissertação de Mestrado, 103 p.
- Trincão, P.R.P. (1990) – *Esporos e pólenes do Cretácio inferior (Berriasiano–Aptiano) de Portugal: paleontologia e biostratigrafia*. Dissertação de doutoramento, Universidade Nova de Lisboa, 312 p.
- Trincão, P.R., Reis, R. P., Pais, J. & Cunha, P.P. (1990) – Palinomorfos ante-cenomanianos do “Grés do Buçaco. *Ciências da Terra* 10, 10, 51 – 64.
- von Balthazar, M., Pedersen, K.R., Friis, E.M. (2005) – *Teixeiraea lusitanica* gen. et sp. nov., a ranunculalean flowers from the Early Cretaceous of Portugal. *Plant Systematics and Evolution* 255, 55–75.

A passagem do tempo em Ciência

MARIA DE SOUSA

PREÂMBULO

Deveria talvez prefaciар esta intervenção fazendo referência à razão que este Verão provocou o meu pedido para mudança do título desta apresentação. O título que tinha submetido originalmente à Secretária Geral da Academia era “Imunologia antes de Imunidade”. Mas este Verão, durante a minha estadia e participação na finalização de trabalho feito por membros do Laboratório em Cornell Medical College a que estou ligada em parte pela co-orientação com David Lyden de um aluno de Doutorado em Nova Iorque, tive uma experiência que me obrigou a pensar na natureza da passagem do tempo em Ciência. Assim, um título talvez mais apropriado para esta intervenção seria contraste entre a passagem do tempo em Ciência e a passagem do tempo no cientista ou simplesmente passagens do tempo em Ciência.

MARCAS DA PASSAGEM DO TEMPO

Nos seres vivos

A marca da passagem do tempo num(a) cientista no meu caso, ocorrendo num ser vivo deixa marcas que nesta Academia todos conhecemos: uma perda subtil e progressiva das funções cognitivas, rugas, a que as mulheres são particularmente sensíveis, o enriquecimento de poder lembrar coisas distantes e passadas, por que todos estamos gratos, a contribuição com a procriação de filhos e filhas de novas gerações marcadas por datas de nascimento, bolos de aniversário e um número crescente e, com o tempo, decrescente, de velas nos bolos.

Por outras e mais simples palavras o tempo para um ser vivo, cientista ou não, é uma qualidade que se conta. Marcada pelo número de novas camadas de netos e bisnetos, pelo número de velas nos bolos de aniversário, pelo número de nomes de pessoas e lugares cujos nomes nos começam a falhar, pelo número crescente de amigos e conhecidos que vão desaparecendo das nossas agendas, até ao nosso mortal fim.

A passagem do tempo para um ser vivo tem assim marcas claras de princípio e fim.

No que se sabe.

A minha pergunta hoje é se passagem do tempo em Ciência conduz o que se sabe a ter rugas como numa mulher velha, a transformar-se em ruínas como acontece com os palácios, ou a ficar só ossos como acontece com os seres vivos mortos e enterrados. Ou se, pelo contrário, qual *milagre*, o conhecimento uma vez começado nunca mais morre, no sentido que sabemos acontecer aos seres vivos.

Esse “milagre” pode talvez ser melhor apreciado por cientistas com uma vida longa, como é o meu caso.

A experiência deste verão teve a sua origem numa descoberta no laboratório dirigido pelo meu colega David Lyden na área da metastização tumoral. A análise proteómica da expressão de integrinas em exosomas derivados de células tumorais com diferentes tropismos metastáticos revelou diferenças no tipo de integrinas expressas ligadas a diferentes tropismos (Hoshino *et al.*, 2015¹). Resultados já por si poderosos, com a observação adicional de poder educar o destino das células tumorais com o pré-tratamento do hospedeiro com exosomas contendo estas ou aquelas integrinas. Como se tudo isto não fosse só por si de considerável importância básica para a compreensão do mecanismo de migração e destino de células malignas, acesso a histórias e relatórios de autópsia de doentes vindos de outros grupos permitiram demonstrar a sua aplicação em poder prever quem iria ter ou não metástases.

Porque é que de um ponto vista pessoal, estes resultados com as integrinas me levaram a pensar e a ser tão sensível à questão da passagem do tempo em Ciência?

1976

A minha primeira contribuição científica foi no domínio da migração e destino de linfócitos em 1966² que levou à publicação em 1981 de um livro que poderão encontrar na biblioteca da Academia publicado em 1981, precisamente sobre “Experimental and Clinical aspects of Lymphocyte circulation”³.

Em 1976, eu publiquei um artigo de revisão que poderão encontrar também hoje na biblioteca sobre tráfico celular⁴. Nele dediquei uma das secções ao tráfico de células a que chamei em inglês: “unwanted”, sendo talvez a expressão “não desejada” a melhor tradução em português. O subtítulo dessa secção era *O problema das metástases*. Terminava assim:

“Thus adhesive interactions between circulating and resident cells seem to play an important role in the control of metastatic spread.”

Imaginava então semelhanças entre a circulação dos linfócitos e a circulação de células malignas, dizendo:

“In essence, however, the mechanism determining the ultimate destination of a lymphocyte or a tumor cell must be the same resulting from the interaction of the circulating cell with resident cells...”⁴

Em 1976 não se sabia que as integrinas viriam a ser as responsáveis pelas interacções adesivas mencionadas. Com efeito, as moléculas de adesão que viriam a ser integrinas vieram primeiramente a chamar-se *very late antigens* (VLAs). As VLA foram primeiramente identificadas por Takada, Strominger e Hemler, onze anos mais tarde, em 1987 num artigo publicado por Takada, Strominger e Hemler no Proceedings of National Academy of Sciences⁵:

“as having evolved as four subgroups in a highly conserved supergene family of receptors involved in fundamentally important functions, such as cell adhesion, migration, and embryogenesis”

Mais tarde, veio a reconhecer-se a sua importância na interacção com componentes da Matrix Extra Celular tais como laminina, fibronectina, os colagénios e outros (revisto nas referências 6 e 7).

1991

Em 1991, num trabalho que também está hoje na biblioteca, publicado com o meu colega George Kupiec Weglinski⁸, demonstrámos que o pré-tratamento de ratos com um anticorpo anti-laminina diminuía a entrada de linfócitos nos gânglios linfáticos e num enxerto de coração sublinhando a importância das interações dos linfócitos com componentes da matriz extracelular na determinação do seu destino. Os modelos de transplantação têm sido extremamente úteis para a compreensão dos mecanismos de migração e posicionamento de linfócitos dependentes da interação das integrinas com componentes da matriz extracelular. Dá-me particular alegria poder dizer nesta assembleia que muito desse trabalho em migração de linfócitos em aloenxertos tem sido feito com algum impacto por uma antiga aluna do Mestrado de Imunologia no Porto, seus alunos e colaboradores. A. J. Coito é hoje Professora Catedrática na Universidade da Califórnia em Los Angeles, UCLA⁹⁻¹¹.

De 1975 a 2015

De 1975 a 2015 vão 40 anos. Uma vida dentro de uma longa vida. Mesmo assim, a impressão reavivada e reavivida pelo trabalho demonstrando a importância das integrinas na metastização é de que o tempo não passou.

Embora a impressão pessoal e uma pequena e curta história numa vida longa sejam importantes. Mais importante é o facto que grandes descobertas em Ciência dão a ilusão de que o tempo não passa.

SERÁ ASSIM COM TODAS AS CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS?

Ou, repito, a passagem do tempo em Ciência pode também levar o que se sabe, a ter rugas, a transformar-se em ruínas e em ossos como acontece com os seres mortos e enterrados. Ou se, pelo contrário, qual milagre, um conhecimento uma vez adquirido, nunca mais morre, no sentido que sabemos acontecer aos seres vivos.

O que acontece ao *saber* que novas tecnologias fazem desaparecer? Entre os biólogos nesta audiência, todos nos lembramos de um tempo em que “factores” faziam parte do *saber*. Do *saber*, ou de saber?

“Factores”, “actividades” eram, em geral, produtos que se podiam isolar dos sobrenadantes de células, que se chamavam factores porque efectivamente só sabíamos o que faziam, não o que eram. O mesmo se pode dizer do que durante muito tempo para muitos se chamava estroma. O estroma era uma espécie de tapete, de estrutura no *background* que atapetava os órgãos; creio que não se imaginava ser uma estrutura imensamente complexa constituída por muitíssimos componentes com funções muito para além de servirem como infraestruturas inertes.

Portanto, alguma passagem do tempo em Ciência tem semelhanças ao envelhecer dos seres vivos. Das ruínas dos factores, de que não mais se fala hoje, apareceram, por exemplo, em Imunologia, nas citocinas e nas interleucinas foram identificadas proteínas bem definidas como a lactoferrina, a ferritina, etc. Do esqueleto do estroma, que hoje se designa matrix extracelular, veio a ser possível identificar um a um, um imenso número “de ossos”, proteínas com estruturas hoje conhecidas, com resíduos com funções bem definidas, longe, bem longe do que se pensava ser uma massa inerte com uma função exclusiva de suporte.

Como se a aurora da Biologia e Genética Molecular, influenciando a Bioquímica e a produção de anticorpos monoclonais, tivessem transformado, aquecendo e dando movimento a estátuas que em

geral se viam ao microscópio, ou actores invisíveis cujas acções na peça de teatro que estudávamos se adivinhavam *in-vitro* ou injectando-os na forma de fluídos em animais experimentais.

O MOMENTO FLEMING

Debrucemo-nos agora sobre a incontestável contribuição de uma grande descoberta científica em Biomedicina a que chamarei “O momento Fleming”.

O momento Fleming com a observação de um fungo que afectava o crescimento de algumas bactérias em placas que Fleming tinha deixado em cima da bancada enquanto em férias. O artigo, em que Fleming descreve detalhadamente essas observações, foi publicado em 1929¹². Todos nos lembramos como se esse momento tivesse acontecido na semana passada. Em 1944, numa Oração de Robert Campbell, dada em Belfast, Fleming conta a sua história desde estudante de Medicina, à descoberta, à impossibilidade de testar o valor terapêutico da penicilina até à contribuição da equipa de Howard Florey em Oxford que em 1938 dedicou a recuperá-la e a transformá-la num dos maiores avanços na prática da medicina dos últimos cem anos, num trabalho publicado anos mais tarde, em 1940¹⁵ pelo que vieram a receber o prémio Nobel de Fisiologia e Medicina, Florey, Chain e Fleming em 1945.

O tempo em Ciência parece assim não passar com descobertas que vão tocar a vida humana e a sua sobrevivência de uma forma decisiva.

A não passagem do tempo da observação cuidada.

Curiosamente o tempo em Ciência também não passa com a descrição cuidada de uma observação, que o aparecimento de novas tecnologias de revelação não faz desaparecer como no caso dos factores e actividades, reforçando e clarificando pelo contrário a sua existência. O caso talvez mais famoso de uma observação cuidada que não passou com o tempo é o estudo da “textura” do sistema nervoso por Ramón y Cajal^{16,17}, trabalho também premiado com o Prémio Nobel da Fisiologia e Medicina em 1906.

Menos famoso mas mais relevante para esta apresentação é mais uma vez a experiência pessoal do tempo que não passa com uma observação cuidada e nova. Uma experiência, que, mais uma vez, eu tive surpreendentemente com o mapeamento daquilo a que chamámos originalmente a área dependente do timo, que hoje é geralmente conhecida por área T, que eu descrevi e desenhei pela primeira vez em 1964/65, no artigo já referido publicado em 1966². O artigo fará 50 anos no próximo dia 1 de Janeiro de 2016. E como podem ver novas tecnologias com anticorpos monoclonais e marcadores fluorescentes só a vieram cristalizar e embelezar no tempo¹⁸.

A IMUNOLOGIA ANTES DA IMUNIDADE

Para terminar vou voltar ao título que comecei por submeter à Academia: “A Imunologia antes da Imunidade”. Um perigo inerente ao tempo não passar em Ciência, é não passar também na forma como pensamos. Pensa-se, tem-se pensado desde Jenner (1749-1823), no século XVIII a imunidade como uma função, que tal como a penicilina, nos afeta a todos e que todos percebemos. O poder do conceito de imunidade tem sido tal, que tanto no séc. XIX, como no século XX, tudo o que se foi sabendo sobre anticorpos, células e moléculas associadas à resposta a patógenos foi sendo incorporado num sistema que se veio a chamar sistema imunitário. No entanto, hoje sabe-se que a complexidade dos

componentes desse sistema é tal que é provável que o sistema tenha muito mais funções de regulação e manutenção da homeostasia para além da defesa de infecções, incluindo interações funcionais com o sistema neurológico dando origem a uma área denominada neuroimunologia.

Mas um conceito forte em Ciência, apoiado pela sensação do tempo que não passa, corre o risco de se transformar num dogma que acaba por reduzir as oportunidades de mudança, o financiamento dos mais criativos e o aparecimento de verdadeiras novas formas de pensar.

Em conclusão, nem tudo tem o sabor de milagre quando o tempo não passa em Ciência. Pelo contrário, a paragem de conceitos científicos no tempo, na minha perspectiva, deveria ser hoje motivo de alguma preocupação.

HEMUNOLOGIA

Vou dar um último exemplo relativo só a uma das células do sistema imunológico, o macrófago. Eu estou muito interessada na fronteira entre o sistema imunológico e o metabolismo do ferro, uma fronteira tão larga que se pode considerar um país de conhecimentos novos a que dei o nome de Hemunologia em De Sousa e Brock, 1989¹⁹.

O macrófago é uma célula chave nessa fronteira por fagocitar as células vermelhas envelhecidas, contribuindo para a manutenção dos valores do ferro circulante. Se, no entanto, fizemos uma busca na base de dados *PubMed* de número de publicações perguntando quantas publicações há sobre eritrofagocitose, o valor é 323, se fizemos a mesma pesquisa para macrófagos a resposta imune é o número 18, 214 (ver nota pessoal com dados actualizados em Junho de 2016).²⁰

O papel das Academias.

Deveria ser o dever de organizações como esta Academia contrariar o poder que transforma conceitos em dogmas, dogmas em financiamento de projectos e resultados esperados, numa espécie de encurralar intelectual, perigoso para sociedades que se dizem querer estimular a inovação e que clamam ser democracias modernas.

Nada inovador poderá acontecer se não se estimular a participação dos mais novos nas Academias, isto é, de gente entre os 30 e 40 anos como eu tinha há 40 anos, com contribuições claras e prometedoras.

Gente que anos mais tarde, poderá ter surpreendentes histórias para contar como as que pacientemente tiveram a amabilidade de acabar de ouvir. Muito obrigada.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 8 DE OUTUBRO DE 2015)

REFERÊNCIAS

- ¹. Hoshino A¹, Costa-Silva B¹, Shen TL^{1,2}, Rodrigues G^{1,3}, et al., 2015 Tumour exosome integrins determine organotropic metastasis. *Nature*. 2015 Nov 19; 527 (7578):329-35. doi: 10.1038/nature15756. Epub 2015 Oct. 28.
- ². Parrott DV, De Sousa MA, East J. 1966 Thymus-dependent areas in the lymphoid organs of neonatally thymectomized mice. *J Exp. Med.* 1966 Jan 1;123(1):191-204
- ³. De Sousa, M. 1981 Lymphocyte Circulation. Experimental and Clinical Aspects of the Circulation of Lymphocytes. John Wiley, Chichester.
- ⁴. De Sousa, M. 1976 Cell traffic. in Receptors and Recognition, PC Cuatrecasas and M Greaves, Springer Science.

5. Takada Y, Strominger JL, Hemler ME. 1987 The very late antigen family of heterodimers is part of a superfamily of molecules involved in adhesion and embryogenesis. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 84(10):3239-43.
6. de Sousa M¹, Tilney NL, Kupiec-Weglinski JW. Recognition of self within self: specific lymphocyte positioning and the extracellular matrix. *Immunol Today.* 1991 Aug; 12 (8):262-6.
7. de Sousa M¹ 1994 Lymphocyte traffic and positioning in vivo: an expanded role for the ECM, the VLA proteins and the cytokines. *Pathol Res Pract.* 190 (9-10):840-50.
8. Kupiec-Weglinski JW¹, De Sousa M.1991 . Lymphocyte traffic is modified in vivo by anti-laminin antibody *Immunology.* 72(2):312-3.
9. Coito AJ, de Sousa M, Kupiec-Weglinski JW.2000 Fibronectin in immune responses in organ transplant recipients. *Dev Immunol.* 2000;7(2-4):239-48. Review.
10. Duarte S¹, Baber J¹, Fujii T¹, Coito AJ². 2015 Matrix metalloproteinases in liver injury, repair and fibrosis *Matrix Biol.*;44-46:147-56. doi: 10.1016/j.matbio.2015.01.004. Epub 2015 Jan 16.
11. Coito AJ¹. 2011 Leukocyte transmigration across endothelial and extracellular matrix protein barriers in liver ischemia/reperfusion injury. *Curr Opin Organ Transplant.* 2011 16(1):34-40. doi: 10.1097/MOT.0b013e328342542e.
12. Fleming A., 1929 On the antibacterial action of cultures of a penicillium, with special reference to their use in the isolation of B.Influenzae. *Brit.J expt Pathol.* 10; 226-236.
13. Fleming A. 1944. Penicillin: The Robert Campbell Oration. *Ulster Med J.*13 (2):95-122.2.
14. In Fleming A. 1944. *You may then say: "Why was there a gap of ten years between these findings and the real use of penicillin as a therapeutic agent?" As regards myself the reason was quite simple. I was a bacteriologist working in a laboratory where there was no skilled chemist. We made some amateur efforts at concentrating the penicillin without much success. The crude filtrate was very weak. We made some tentative trials of it as a dressing, chiefly on old sinuses, and the results were good, but not miraculous. When we asked the surgeons if they had any septic cases, they never had any, and then perhaps a septic case would turn up and we had no penicillin, for it was an unstable substance, and if left at room temperature for a week its activity had disappeared. When we had penicillin we could not find suitable cases, and when a suitable case presented itself we had- no penicillin.*
 In this way therapeutic use lapsed, but I continued during these ten years to have a small amount of penicillin in the laboratory for purposes of differential culture, and exceedingly valuable I found it, especially for the isolation of the influenza and whooping-cough bacilli.
 In 1930 Raistrick and his collaborators made some important observations. They showed that the mould would make penicillin in a simple synthetic medium, and that it could be extracted with acid ether. Lack of bacteriological co-operation, however, hampered their work, and having obtained certain results they published them, and transferred their attention to other problems.
 So the matter rested until in 1938 Chain and Florey at Oxford, having completed their work on lysozyme, took up a study of antibiotics and, having consulted the literature, -considered that penicillin offered promise. They used my culture of the mould and Raistrick's synthetic medium, and by rapid extraction with acid ether at a low temperature they were able to concentrate penicillin and to dry the final product so that it remained relatively stable. They then showed that a very small amount of the concentrated penicillin would cure mice of experimental infections. They continued their work and succeeded in preparing sufficient to treat a certain number of patients.
15. Chain, E., H. W. Florey, A. D. Gardner, N. G. Heatley, M. A. Jennings, J. Orr-Ewing, and A. G. Sanders: Penicillin as a chemotherapeutic agent. *Lancet*, 1940, ii, 226. 7. L
16. CAJAL, S.R. (1894). Consideraciones generales sobre la morfología de la célula nerviosa. Moya. Madrid.
17. CAJAL, S.R. (1899-1904). Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados. Moya, Madrid. CAJAL SR (1903a). Sobre un sencillo pro
18. Bajénoff M¹, Glaichenhaus N, Germain RN.2008 Fibroblastic reticular cells guide T lymphocyte entry into and migration within the splenic T cell zone. *J Immunol.*181:3947-54.
19. De Sousa, M and Brock J (eds) 1989 Iron in Immunity, Cancer and Inflammation. John Wiley and Sons, Inc.
20. Nota pessoal em Junho de 2016. Os números obtidos na base de dados Pubmed em Junho de 2016 eram os seguintes: erythrophagocytosis, 1734; Macrophage and immunity: 48 809.

Biologia de Sistemas

Potencialidades e limitações da interdisciplinariedade

RUI MALHÓ

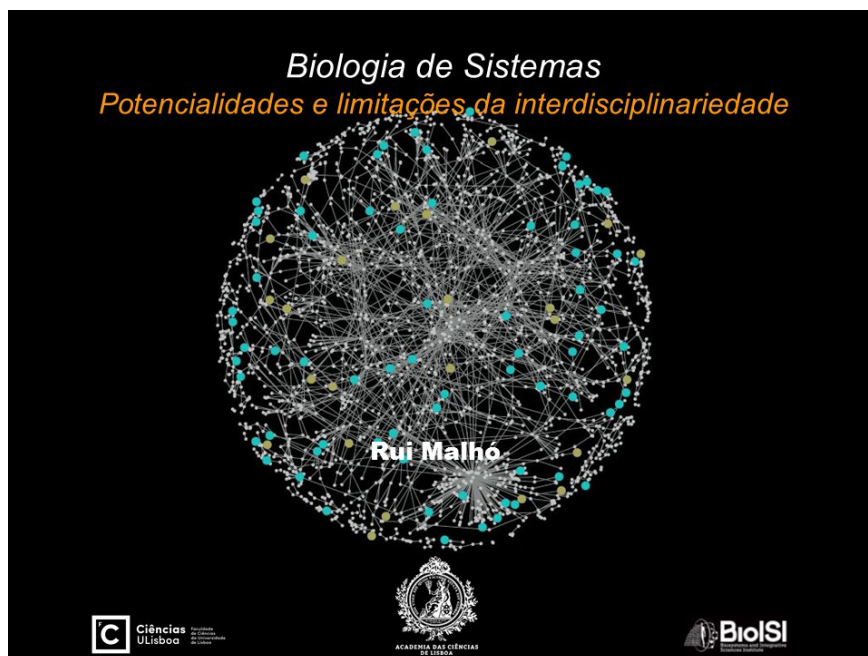


FIGURA 1
Foto ilustrando rede de sinalização ou interação entre componentes de sistema

A elaboração desta apresentação surge na sequência de uma reflexão do autor sobre a área disciplinar da Biologia de Sistemas, ramo da Biologia que envolve a modelação e análises computacionais de sistemas dito complexos (*vide* https://en.wikipedia.org/wiki/Systems_biology). Como tal, é uma área onde a interdisciplinariedade é crucial, o que naturalmente coloca tanto desafios como as potencialidades que alberga.

Os estudos de Biologia de Sistemas são inerentemente, de carácter fundamental mas o desenvolvimento científico e tecnológico tem sido de tal forma célere que começam já a surgir análises com impacto diverso, nomeadamente económico. Isto porque o conhecimento das propriedades essenciais de um sistema começam a permitir modelar e prever determinados comportamentos complexos, à semelhança do que se verifica já com os modelos de previsão meteorológica.

No âmbito desta apresentação, escolheu-se como exemplo paradigmático, por próximo da sua área principal de investigação, as descobertas e aplicações associadas à resistência versus susceptibilidade de diferentes castas de videira (*Vitis vinifera*) ao fungo *Plasmopara viticola* (fungo responsável pela doença do míldio). Os resultados que se tem obtido nestas pesquisas e a forma como esses resultados

influenciam o procedimento experimental subsequente foram também analisados na apresentação em termos de Filosofia de evolução da Ciência e seus impactos sociais.

A palestra iniciou-se com a apresentação/revisão de algumas das principais correntes filosóficas sobre como EVOLUI a Ciência, perspectivando-as num tempo presente em que o enorme investimento humano e material feito em Ciência (em termos absolutos e quando comparados com o último meio século) recomenda uma revisão dessas correntes em prol de boas políticas.



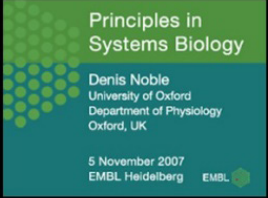
FIGURA 2

Prosseguiu-se com o estabelecimento de um paralelo com as principais correntes filosóficas sobre como se FAZ a Ciência, utilizando para o efeito uma analogia com a construção dos teclados e de como uma limitação tecnológica (mecânica) persiste numa época em que tal não se justifica. De facto, verifica-se que há um enraizamento de tal forma profundo na nossa forma de encarar a disposição de letras num teclado que, não só o consideramos o mais eficaz, como somos bastante avessos a eventuais mudanças nessa disposição. Este tipo de viés cognitivo aplica-se a muitas outras formas de pensamento e modula/condiciona também a nossa forma de planear investigação e, neste caso concreto, a evolução do campo da Biologia de Sistemas.

Como se faz Ciência?
(relevante na definição de procedimentos experimentais)

Descartes → racionalismo (sécs XVII e XVIII)

Newton → Empiricismo - Método científico e reducionismo

Auguste Comte (séc XIX) → Visão holística

Hodgkin & Huxley (séc XX) → Modelos matemáticos (potencial de acção)
Alan Turing – “the chemical basis of morphogenesis”

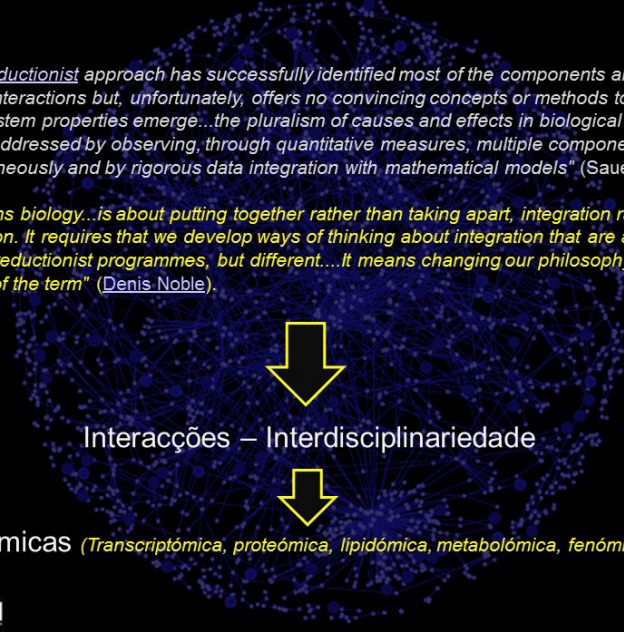
 BioISI

FIGURA 3

Atente-se para isso nas palavras de Denis Noble, um dos pioneiros nesta área sobre as dificuldades de fazer Ciência com uma abordagem holística, por oposição à visão tradicional, reducionista, com todas as suas vantagens, eloquentemente descritas por Saeuer e colaboradores (“*Genetics: Getting Closer to the Whole Picture*”. *Science* 316: 550–551):

*"The **reductionist** approach has successfully identified most of the components and many of the interactions but, unfortunately, offers no convincing concepts or methods to understand how system properties emerge...the pluralism of causes and effects in biological networks is better addressed by observing, through quantitative measures, multiple components simultaneously and by rigorous data integration with mathematical models" (Sauer et al.).^[5]*

"Systems biology...is about putting together rather than taking apart, integration rather than reduction. It requires that we develop ways of thinking about integration that are as rigorous as our reductionist programmes, but different....It means changing our philosophy, in the full sense of the term" (Denis Noble).



↓

Interacções – Interdisciplinariedade

↓

-Ómicas (*Transcriptómica, proteómica, lipidómica, metabolómica, fenómica*)

 BioISI

FIGURA 4

A palestra prosseguiu com uma descrição sumária da abordagem experimental requerida para se poder classificar um trabalho como de “Biologia de Sistemas”, abordagem essa que envolve 3 fases: experimental, modelação e análise de dados para ulterior validação.

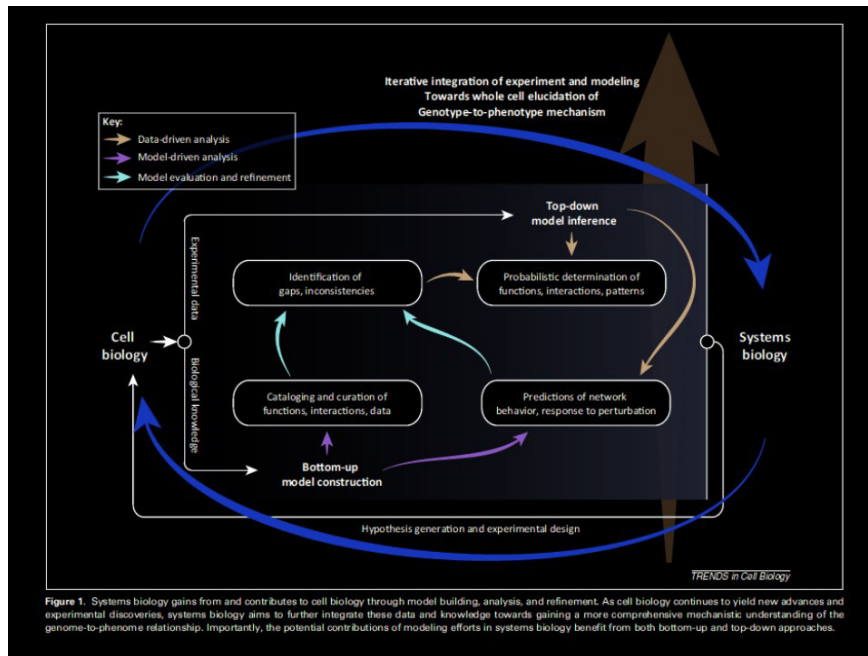


FIGURA 5

A implementação de estudos envolvendo estas 3 fases é tão mais complexa quanto mais componentes existirem num sistema. Mostrou-se a título de exemplo a complexidade genómica e metabólica de alguns organismos ditos “modelo” e de alguns trabalhos publicados em anos recentes nas melhores revistas da especialidade – a “simplicidade” ainda patente nestes trabalhos traduz bem a dificuldade de lidar com organismos e redes de interação tão complexas.

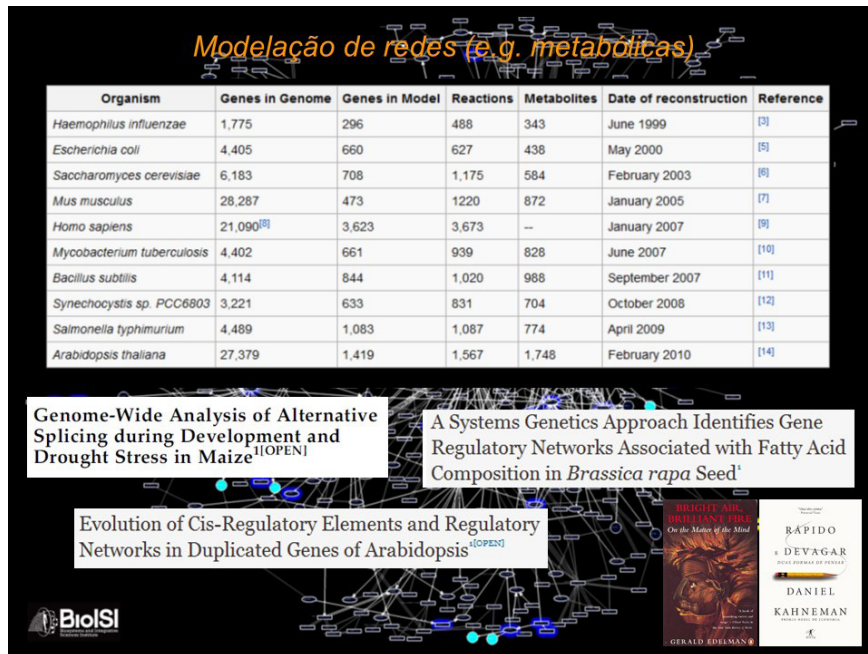


FIGURA 6

Com um outro exemplo – a regulação do crescimento e morfogénese de um tubo polínico – ilustrou-se como algo muito mais simples como o estudo de uma única célula que necessita do envolvimento de múltiplas equipas a caracterizar e modelar múltiplos processos.

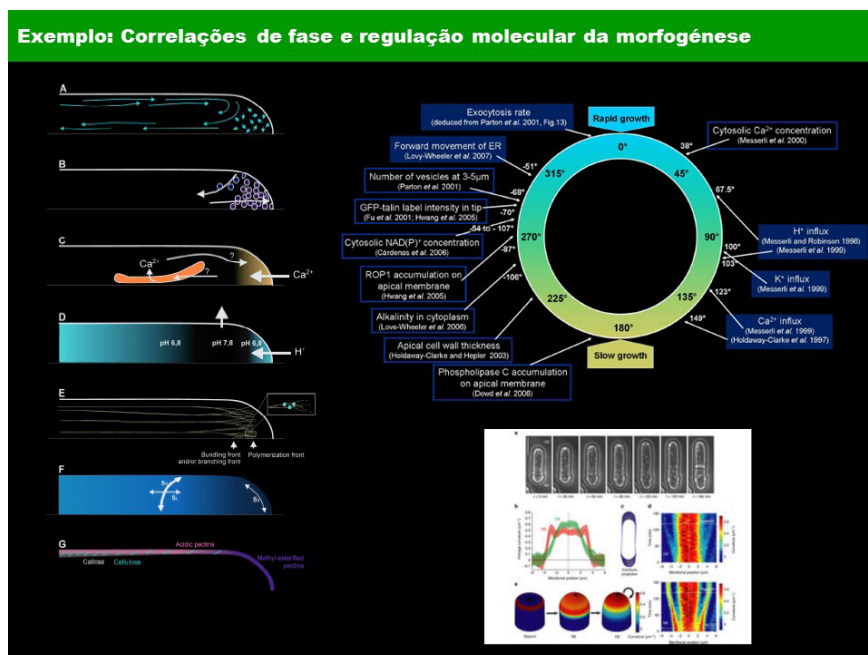


FIGURA 7

Seguidamente, o autor apresentou um outro exemplo de estudos a decorrer no laboratório por si coordenado em que a abordagem sistémica pode já apresentar aplicabilidade e ser utilizada na resolução de problemas sociais. O exemplo em questão foi o processo de resposta à infecção da videira pelo fungo *Plasmopara viticola*, vulgo e míldio. É conhecido que diferentes castas apresentam diferentes graus de resistência (ou susceptibilidade) a este fungo pelo que, a caracterização funcional deste processo (e.g. os genes e metabolitos envolvidos na resistência) tem uma relevância biológica, agrícola e económica.

Os estudos no grupo de investigação tem-se centrado na análise comparativa de duas castas, uma susceptível à infecção (Trincadeira) e outra resistente (Regent). A análise inclui estudos genómicos, transcriptómicos, proteómicos e metabolómicos de plantas das duas castas, em condições de controlo e infectadas pelo fungo. Em ambos os casos seguiu-se o desenvolvimento da planta e o amadurecimento do fruto.

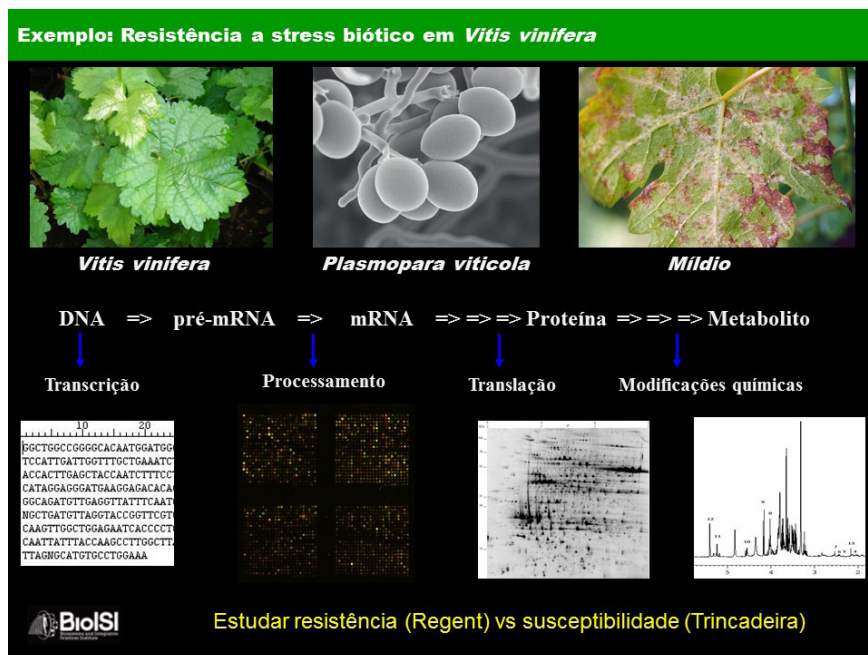
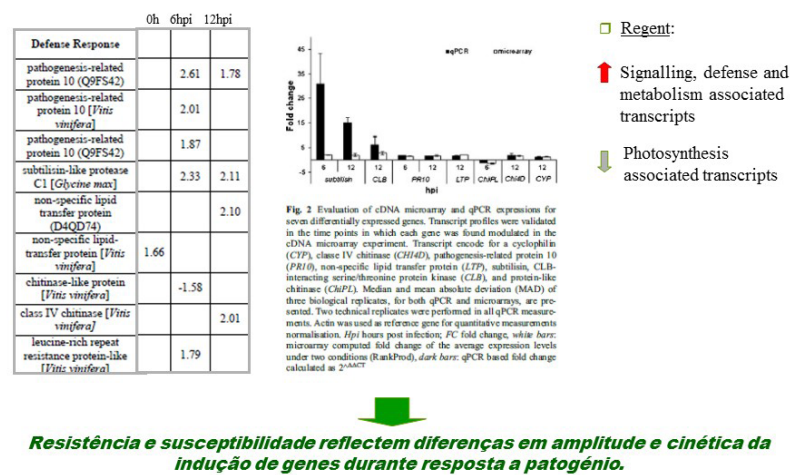


FIGURA 8

Foram então apresentados resultados destas análises comparativas (resumidos nos três diapositivos seguintes – nrs 9-11) onde se mostra que:

- a casta resistente apresenta um maior número de transcriptos (RNAm) associados a genes de defesa e sinalização; em oposição, apresenta menor número de transcriptos associados a genes da fotossíntese.
- a casta resistente apresenta um maior número de metabolitos correlacionados com defesa e sinalização; em oposição, apresenta menor concentração de alguns açúcares.
- a casta resistente apresenta uma maior concentração de espécies reactivas de oxigénio (envolvidas em respostas a stress); em oposição, apresenta menor concentração de anti-oxidantes.

Exemplo: Resistência a stress biótico em *Vitis vinifera*



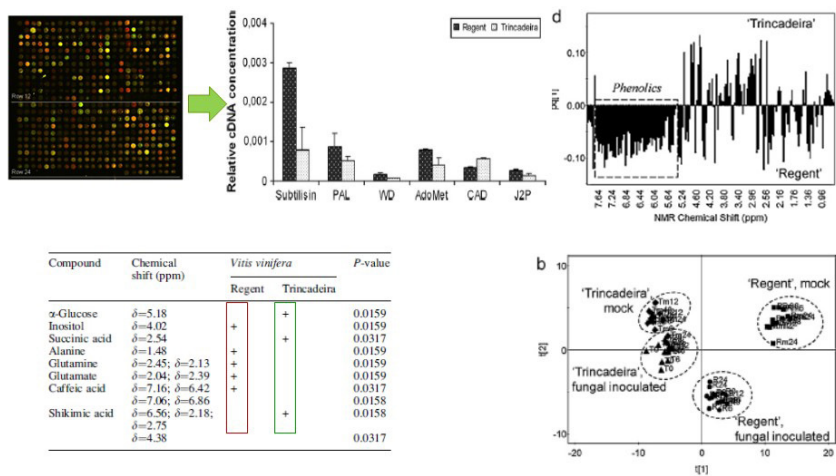
Resistência e susceptibilidade reflectem diferenças em amplitude e cinética da indução de genes durante resposta a patógeno.



Figueiredo A, et al. (2012) Functional and Integrative Genomics, 12(2): 379-386

FIGURA 9

Exemplo: Resistência a stress biótico em *Vitis vinifera*



Figueiredo A, et al. (2008). Journal of Experimental Botany, 59, 3371-3381; Ali K et al. (2012) Plant Science, 191-192: 100-107

FIGURA 10

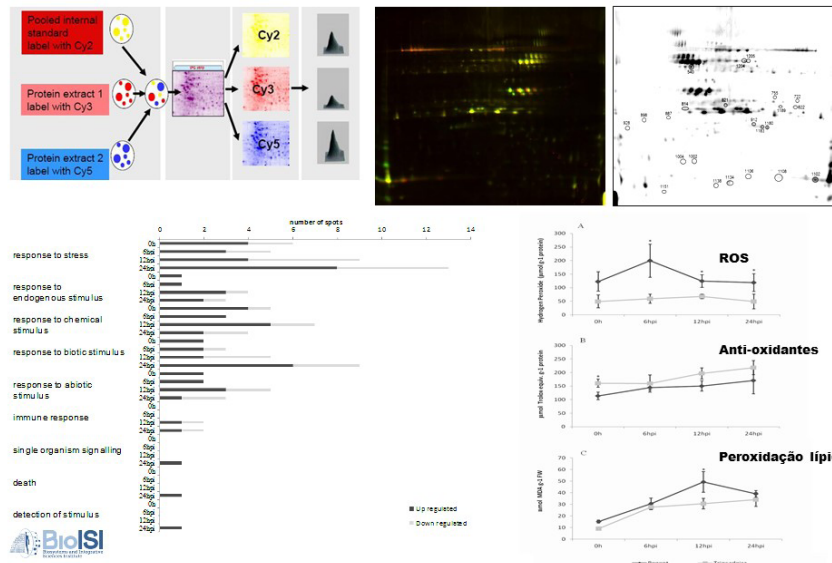
Exemplo: Resistência a stress biótico em *Vitis vinifera*

FIGURA 11

Este conjunto de dados, só por si, é ainda incipiente. Contudo, se cruzado com informação publicamente disponível de outros modelos, a sua relevância é majorada. Neste contexto importa ao experimentador saber definir vários parâmetros nomeadamente:

- que genes referenciar?
- que vias biosintéticas mapear?
- que literatura seleccionar?
- que bases de dados utilizar?
- que modelos computacionais testar?

Quando se trabalha com organismos cujo ciclo de vida é de meses/anos (e não minutos/horas como em alguns procaríotas), uma escolha acertada pode significar não somente um bom resultado científico mas uma enorme poupança de recursos e quiçá uma eficiente transferência K2B (“*knowledge to business*”).

Numa época em que a disponibilização de dados desta índole cresce quase exponencialmente, nalguns casos provenientes de fontes cuja credibilidade não é facilmente mensurável, a analogia do teclado é pertinente. Teremos abertura de espírito e capacidade crítica para sair das abordagens convencionais? Ou estaremos já demasiado “formatados” para quebrar paradigmas de pensamento?

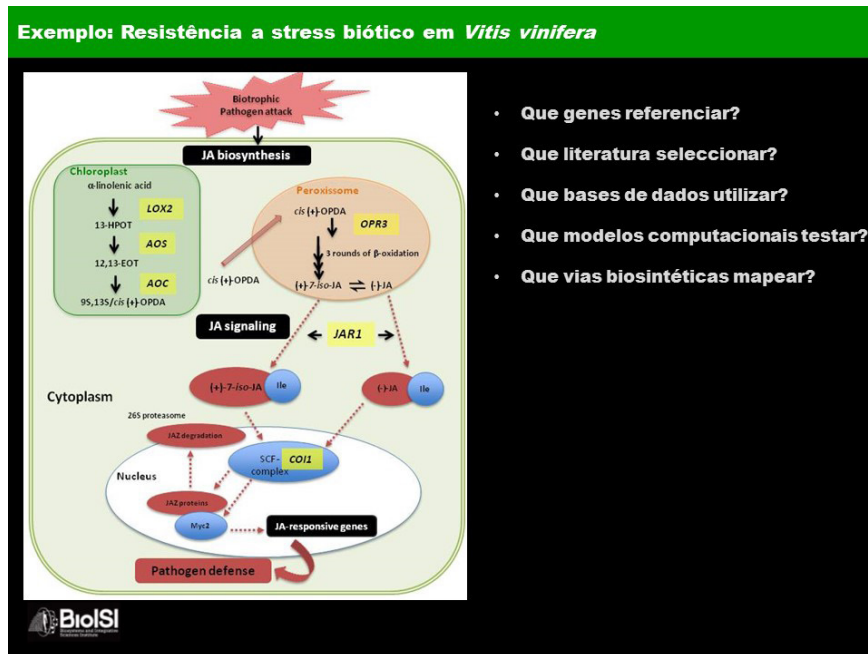


FIGURA 12

Deram-se alguns exemplos de bases de dados onde este tipo de informação pode ser pesquisado e destacou-se para o efeito o consórcio europeu de fenotipagem de plantas (European Plant Phenotyping Network – EPPN)



FIGURA 13

A palestra terminou com algumas perspectivas futuras da área e paralelos com outros modelos não biológicos como, por exemplo, as redes de tráfego rodoviário. Foi dado destaque às novas possibilidades de edição de genoma (através da tecnologia CRISPR – <https://en.wikipedia.org/wiki/CRISPR>) que, num futuro próximo irão permitir agilizar o desenho de organismos modificados com todas as implicações éticas, sociais e económicas que isso acarreta.

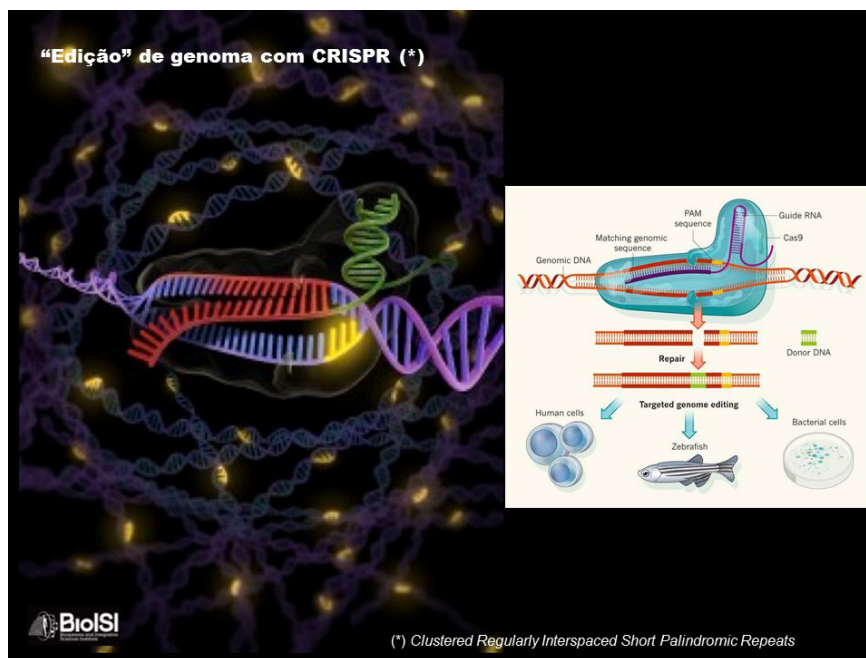
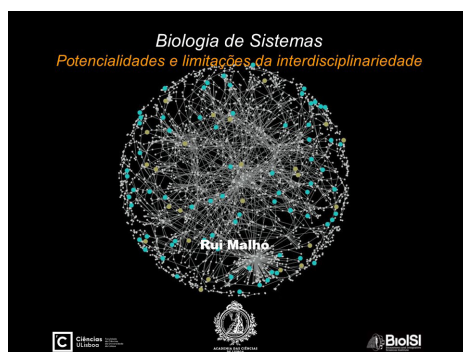


FIGURA 14



(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 7 DE JANEIRO DE 2016)

A investigação da antiguidade do Homem no Portugal de Oitocentos

JOÃO LUÍS CARDOSO¹

ABSTRACT

After tracing the history of the emergence of Prehistory studies on a scientific basis in the second quarter of the nineteenth century, a synthesis of the archaeological research in Portugal is presented. These studies may be seen mainly as result of excavations carried out in caves and open air deposits, particularly in those of the Somme valley by Boucher de Perthes.

In Portugal too the importance given to these findings was remarkable for the development of field research that led to the first scientific publications by geologists of the 2nd Geological Commission of Portugal (1857-1868). This remarkable boost in the investigation of the most ancient archaeological evidence continued for about 25 years, culminating in the holding in Lisbon of the 9th session of the International Congress of Anthropology and Prehistoric Archaeology in September 1880.

Keywords: Second Geological Commission of Portugal; Prehistory; History of Archaeology.

1. ANTECEDENTES

Alguns portugueses do século XVIII não foram indiferentes aos testemunhos pré-históricos existentes no nosso País, embora dessem, como seria de esperar, maior importância aos vestígios da antiguidade clássica, mais fáceis de identificar e de estudar, proporcionando, além disso, fértil campo para cultivar e desenvolver os mais diversos e eruditos considerandos, por vezes fantasiosos, na sequência do que se vinha verificando desde o século XVI, quando se realizaram as primeiras escavações de monumentos pré-históricos (CARDOSO, 2017).

Gerónimo Contador de Argote publicou, no segundo volume das suas “Memorias para a Historia Ecclesiastica do Arcebisado de Braga” (ARGOTE, 1734), bela gravura sobre cobre, representando, ao gosto barroco da época, um painel insculturado, com representações artísticas esquemáticas e abstractas, patente em uma rocha sobre o Douro no “termo da villa

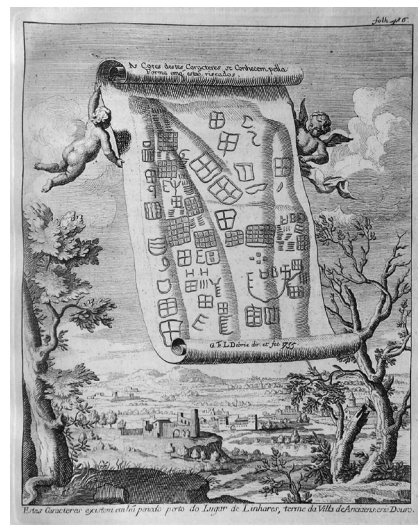


FIGURA 1
Insculturas rupestres do Cachão da Rapa
(ARGOTE, 1734, p. 486). Arquivo do Autor.

¹ Académico Correspondente. cardoso18@netvisao.pt.

de Anciaens” (Fig. 1). Trata-se da célebre estação de arte rupestre do Cachão da Rapa, referenciada pela primeira vez pelo Padre António Carvalho da Costa no volume 1 (1706), p. 436, da “Chorografia portuguesa e descripçam topográfica do famoso Reyno de Portugal” (COSTA, 1706/1712), sendo, sabemo-lo hoje, integrável no ciclo artístico esquemático do Calcolítico/Idade do Bronze da região galaico-portuguesa.

A estação, que se julgava perdida depois de ter sido de novo registada graficamente em meados do século XIX, foi redescoberta por J. R. dos Santos Júnior e por este, finalmente, adequadamente publicada (SANTOS JÚNIOR, 1934).

Esta gravura setecentista corresponde à primeira representação da arte pré-histórica europeia; bastava isso, para além da sua beleza artística, para justificar que fosse internacionalmente conhecida, como merece; o esquecimento verificado explica-se, como em outros casos, pela periférica posição de Portugal no âmbito da circulação de ideias científicas, desde o século XVII até aos nossos dias. A rocha em causa adquiriu celebridade entre a elite letrada da época, logo após ser dada a conhecer por Carvalho da Costa: assim, em 1719, foi descrita por Cristóvão Jesão Barata, anagrama de João Baptista de Castro na sua “Recreação proveytosa” (BARATA, 1719), obra de divulgação dos conhecimentos científicos de então, apresentados, muito ao gosto do “século das luzes”, por três amigos que entre si discutiam sobre os mais diferentes assuntos. No caso, é por Teodósio que o autor transmite a informação: “melhor sera (...) convertermos os olhos para aquella celebre, & grande lage, que está no sitio do Cachaõ junto ao Douro. Nella se vem certas pinturas negras, & vermelhas matizadas pela disposição de Xadrez, & em dous quadros, com huns sinaes, & riscos malformados, que de tempo immemoravel se conservaõ da mesma forma; & dizem os naturaes, que estas pinturas se envelhecem humas, & renovaõ outras. Vede que prodigio” (BARATA, 1719, p. 257, 258).

Portugal dispunha, então, de uma Academia Real dedicada aos estudos históricos, a Academia Real da História Portuguesa, fundada em 8 de Dezembro de 1720 por D. João V, uma das mais antigas da Europa no seu género, com o objectivo de realizar “a Historia Ecclesiastica destes Reynos, e depois tudo o que pertencer a Historia delles, e de suas Conquistas”. A Academia funcionou com grande pujança, vindo porém a sua actividade a decair, cessando as manifestações públicas ao longo da segunda metade do século XVIII; os últimos académicos sobreviventes da mesma vieram a ser integrados na novel Academia Real das Ciências de Lisboa.

Logo no ano seguinte ao da criação daquela Academia, é publicado, a 17 de Agosto de 1721, um “Alvara de Ley” que previa a obrigação de, tanto as entidades privadas como públicas, com destaque para as Câmaras Municipais, promoverem a defesa e salvaguarda de bens patrimoniais móveis e imóveis,

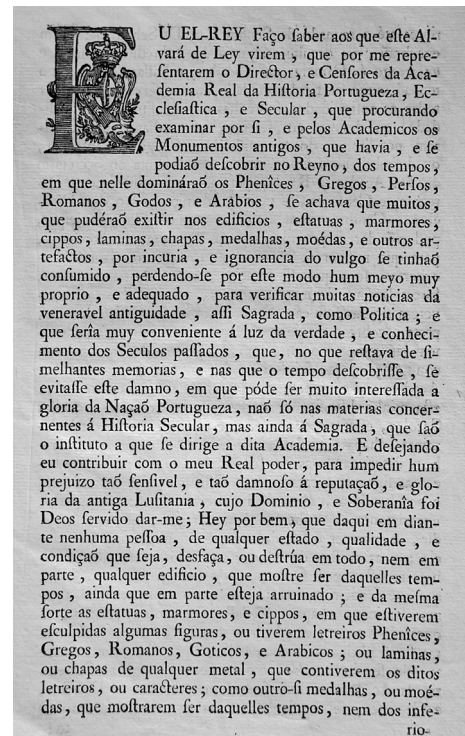


FIGURA 2

Alvará de Lei de 1721, de D. João V, que outorga à Academia Real da História Portuguesa poderes e obrigações na defesa do património histórico-arqueológico português. Arquivo do Autor.

desde que com interesse para a História pátria, incluindo os da antiguidade” (Fig. 2). Assim, nele se determinava o seguinte:

“... que daqui em diante nenhuma pessoa, de qualquer estado, qualidade, e condição que seja, desfaça, ou destrúa em todo, nem em parte, qualquer edificio, que mostre ser daquelles tempos, ainda que em parte esteja arruinado; e da mesma sorte as estatuas, marmores, e cippos, em que estiverem esculpidas algumas figuras, ou tiverem letreiros Phenices, Gregos, Romanos, Goticos e Arabicos; ou laminas, ou chapas de qualquer metal, que contiverem os ditos letreiros, ou caracteres; como outro-si medalhas, ou moédas, que mostrarem ser daquelles tempos, nem dos inferiores até o reynado do Senhor Rey D. Sebastião.”

Tais disposições, que se integram entre as primeiras que na Europa emanaram do Poder Real, não abrangiam os testemunhos pré-históricos, ainda então completamente desconhecidos como tal: a maior antiguidade do nosso território é atribuída à presença fenícia. No documento “Reflexoens sobre o estudo Academico”, datado de Lisboa de 18 de Dezembro de 1720, estabelecia-se que as matérias seriam divididas pelos académicos por ordem cronológica, *“escrevendo o primeiro as memorias da antiga Lusitania até a Conquista dos Romanos...”*. Com o objectivo de se recolherem informações de todo o reino sobre as matérias do âmbito académico, organizou-se um extenso questionário, cujas respostas deveriam ser enviadas ao Secretário da Academia.

Os resultados que entretanto se obtiveram, no respeitante à Pré-História, foram em parte objecto de uma memória, publicada em 1733, de Martinho de Mendonça de Pina e de Proença, sobre as antas, que atribuiu a altares (PINA, 1733). No ano seguinte, o Padre Afonso da Madre de Deus Guerreiro apresentou à mesma Academia um inventário de 315 monumentos desse tipo, o qual infelizmente se perdeu (SANTOS, 1987).

2. NA MADRUGADA DE UMA NOVA CIÊNCIA

Foi preciso esperar mais de 120 anos para que o estudo dos vestígios da época pré-histórica fosse retomado em Portugal, agora de forma sustentada e por via de especialistas já devidamente apetrechados. Com efeito, ainda em 1746 se publicaram os achados de uma sepultura pré-histórica, encontrada a 7 de Junho de 1591 na foz da ribeira da Junqueira, a sul de Sines, como sendo de São Torpes, onde se recolheram artefactos então desconhecidos, como uma placa de xisto decorada, o primeiro exemplar dos muitos que, a partir dos meados do século XIX viriam a ser recolhidos e publicados em Portugal (VELHO, 1746; CARDOSO, 2017).

Logo no início do século XIX despontou, com bases científicas, a Geologia, ciência nova vocacionada para o estudo da Terra e para o conhecimento das características e antiguidade dos seres vivos que a habitaram, com base nos vestígios conservados nos terrenos. Contudo, os próprios dados geológicos observados em diversos países, tanto do Velho como do Novo Mundo, serviram, inicialmente, de argumento para rebater a ideia de uma alta antiguidade da espécie humana. Os mais sólidos considerandos nesse sentido foram aduzidos por Cuvier, que demonstrou que os restos supostamente humanos (conforme julgava Scheuchzer) pertencentes a uma vítima do Dilúvio Universal, encontrados no século XVIII nos calcários mesozóicos dos Alpes suíços – o *Homo diluvii testis* – pertenciam na verdade a uma salamandra.

Cuvier, que se notabilizou pelas reconstituições anatómicas de espécies extintas há muitos milhões de anos, com base nas suas semelhanças anatómicas com animais vivos, lançando assim as bases da Anatomia Comparada (CUVIER, 1812), postulou que a evolução da crosta terrestre fora pautada por curtos períodos de convulsões generalizadas, interrompendo longas épocas de acalmia (a teoria catastrofista), muito anteriores à presença do Homem, visto que, de entre os milhares de restos observados oriundos de camadas geológicas anteriores às da época actual, jamais reconheceu um, que se pudesse atribuir à espécie humana. Na sexta edição da sua obra mais conhecida, “Discours sur les révolutions de la surface du Globe”, a última editada ainda em vida do Autor, este é claro a tal respeito (CUVIER, 1830, p. 135, 136):

“Il est certain qu’on n’a pas encore trouvé d’os humains parmi les fossiles (...). Je dis que l’on n’a jamais trouvé d’os humains parmi les fossiles, bien entendu parmi les fossiles proprement dits, ou, en d’autres termes, dans les couches régulières de la surface du globe; car dans les tourbières, dans les alluvions, comme dans les cimetières, on pourrait aussi bien déterrer des os humains que des os de chevaux ou d’autres espèces vulgaires (...); mais dans les lits qui recèlent les anciennes races, parmi les palaeothériums, et même parmi les éléphants et les rhinocéros, on n’a jamais découvert le moindre ossement humain.”

Nestes termos, facilmente se compreende a polémica que estalou em França, onde a autoridade de Cuvier era indiscutível, quando se pretendeu, pela primeira vez, comprovar a antiguidade da espécie humana, pela associação de produtos da sua actividade – os artefactos talhados em sílex – com restos de espécies extintas, nos depósitos aluviais do vale do Somme, perto de Abbeville, onde, por essa mesma época, começaram a ser recolhidos em grande quantidade. Com efeito, tais peças ocorriam associadas a restos de espécies extintas – precisamente elefantes e rinocerontes, entre outras, realidade que, poucos anos antes, fora negada por Cuvier – primeiro por Casimir Picard, logo depois por Boucher de Perthes, que se pode considerar, na sequência dos estudos pioneiros de Paul Tournal (GUILAINE & ALIBERT, 2016) o primeiro pré-historiador; este justo título baseia-se na sua monumental obra, “Antiquités celtiques et antédiluviennes”, na qual, a par de reproduções fantasistas de artefactos supostamente talhados, apresentou outros inquestionavelmente afeiçãoados, retirados das camadas geológicas onde jaziam (PERTHES, 1847-1864).

Face a estes resultados, a Academia das Ciências de Paris decidiu nomear uma comissão, a qual, não obstante as diligências de Boucher de Perthes, nunca se deslocou ao terreno. O empenho deste não esmoreceu. Em 1859, uma delegação de geólogos ingleses visitou os locais em causa e, de impugnadores, passam a defensores das descobertas; entre eles destaca-se Charles Lyell, que, depois de ter publicado os “Principles of Geology (1.^a Edição, 1833), que o celebrizou, deu à estampa outra obra directamente ligada à discussão da antiguidade do Homem, “The geological evidences of the antiquity of Man” (LYELL, 1863), em resultado de muitas observações que compilou, tanto pessoais, como obtidas por outros geólogos e naturalistas.

Esta discussão não era estranha à publicação, no final do ano de 1859, da célebre obra de Charles Darwin, “On the origins of species by means of natural selection” (DARWIN, 1859), a que a hierarquia da Igreja Anglicana prontamente reagiu. Em Portugal, ainda no último quartel do século XIX se publicava, com o patrocínio do clero conimbricense, obra que negava a simples existência do Homem Pré-Histórico (AZEVEDO, 1889), bem como a das três Idades, da Pedra, do Bronze e do Ferro, já há muito claramente demonstradas por Thomsen desde 1837.

Em 1863, um fragmento de mandíbula humana foi encontrado na base de um corte nos depósitos de terraço do vale do Somme em Moulin-Quignon, perto de Abbeville (Fig. 3) (PERTHES, 1864); este achado assumia, assim, importância primordial, pois era o primeiro resto humano que poderia demonstrar, de forma directa, a antiguidade da espécie humana, caso se confirmasse pertencer à camada geológica onde foi recolhido, assunto que constituiu polémica, como seria previsível.

Poucos dias depois de efectuado o achado, Boucher de Perthes acompanhou uma alta personalidade inglesa (que não identifica) ao local do achado, tendo esta declarado:

“Je crois à votre fossile et vous félicite de tout mon cœur de cette découverte, mais ne vous flattez pas qu’elle passera facilement en Angleterre: la science peut y admettre l’ancienneté de l’homme, mais notre public n’en veut pas, et chez nous le public a toujours raison, même contre la science. Préparez-vous au combat” (PERTHES, 1864, p. 30). Com efeito, como o próprio declara (op. cit., p. 50, 51), uma coisa era a descoberta de artefactos lascados, cuja idade ninguém sabia precisar, mesmo quando associados a restos de animais extintos. Outra coisa, completamente diferente, era a descoberta de um resto humano num depósito que fora situado numa idade ante diluviana. Com efeito, o *Times*, seguindo a opinião pública, declarou a mandíbula como recente, pondo em causa as conclusões a que em 1859 chegaram os eminentes geólogos ingleses Falconer, Prestwich e John Evans que, após a apreciação *in loco* dos achados de artefactos líticos, anteriormente à descoberta da mandíbula, se declaram a favor da sua antiguidade e autenticidade.

A importância do novo achado justificou a reunião, em Paris, e depois em Abbeville, no próprio local, de uma comissão constituída pelos mais eminentes académicos franceses e ingleses, cujos nomes são conhecidos (op. cit., p. 61, nota infrapaginal).

De Quatrefages, prestigiado membro do Instituto, considerou-a da mesma época dos depósitos onde jazia, e manteve tal posição ao longo dos debates, reunindo o consenso dos seus colegas franceses, incluindo Milne-Edwards, o relator do processo verbal da memorável sessão realizada na Academia das Ciências de Paris a 18 de Maio de 1863, ao contrário da generalidade dos britânicos, que negaram a autenticidade tanto da mandíbula, como das peças líticas provenientes da camada negra onde aquela foi encontrada.

Assim, enquanto a comunidade científica francesa aceitava a autenticidade das descobertas de Boucher de Perthes, os sábios ingleses recuaram, como Prestwich, Busk, Evans, Carpenter e Falconer no juízo favorável anteriormente emitido. Não existindo consenso, decidiu a comissão deslocar-se de imediato a Moulin-Quignon, para ali continuar a discussão.

A apreciação feita no terreno das condições do achado, conjuntamente com diversos paleontólogos franceses que quiseram associar-se ao grupo, como de Vibraye, Gaudry, e Bourgeois, envolveu o

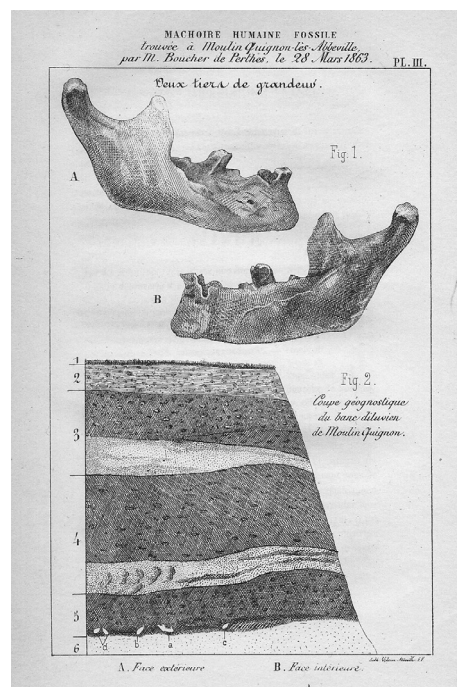


FIGURA 3

Corte de Moulin-Quignon, assinalando-se, na base do mesmo, o local onde supostamente jazia a mandíbula humana (PERTHES, 1864). Arquivo do Autor.

alargamento, por sectores verticais, da escavação já existente. Tal procedimento conduziu à recolha de cinco artefactos *in situ*, cuja autenticidade não foi posta em causa por ninguém, concluindo-se unanimemente que, dadas as condições da realização da escavação, seria impossível qualquer introdução de tais objectos nas camadas onde jaziam. Por outro lado, verificou-se que o sedimento arenoso acinzentado que preenchia o fundo do alvéolo onde se conservava o único dente da mandíbula era semelhante a fino leito dessa mesma cor situado a poucos centímetros acima da camada negra onde aquela jazia, concluindo-se que tal fenómeno tiraria credibilidade ao argumento anteriormente apresentado por alguns membros da comissão no sentido da mandíbula ser originária de outro local. Assim, apesar de, na altura, não se ter recolhido mais nenhum resto humano, a comissão, por unanimidade, concluiu que a mandíbula jazia em um nível geológico que não tinha sido remexido, e cuja alta antiguidade era comprovada pelos achados das peças líticas recuperadas pelos próprios membros da comissão. Milne Edwards, concluiu assim o seu relatório, do seguinte modo:

“La nouvelle découverte de M. Boucher de Perthes pourra donc, sans contestation ultérieure, prendre place à côté de celles de Schmerling, de Tournal, de M. Lartet, de M. de Vibraye, et des autres paléontologistes qui ont constaté précémemt des faits du même ordre” (MILNE-EDWARDS, 1863).

Eis como um rotundo erro científico, se veio a revelar, afinal, altamente favorável ao progresso dos conhecimentos da ciência nascente, pela motivação acrescida que conferiu aos investigadores, incitando-os a intensificarem as pesquisas de terreno e à publicação dos respectivos resultados.

No entanto, pouco tempo volvido, a descoberta começou a levantar dúvidas por parte de eminentes geólogos. Charles Lyell, em adenda à sua obra de 1863, *“The antiquity of Man”*, publicada no mesmo ano da identificação da mandíbula, que por tal razão nela ainda não é referida, considerou, logo no ano seguinte, que não estavam reunidas todas as condições para atribuir autenticidade à mandíbula de Moulin Quignon: *“Le doute émis par plusieurs géologues anglais, qui ont visité Abbeville depuis que le véritable état du fossile en question a été discuté, me semble tout à fait naturel”* (LYELL, 1864, p. 19).

Não se esqueçam, por outro lado, as preocupações de concatenar os progressos científicos com os dogmas da Igreja, que ocuparam desde o início do século XIX vários membros das elites políticas liberais, e não apenas os teólogos. De entre os Portugueses daquela época que se interessaram pela discussão de tão sensível assunto, merece referência especial o Marechal-Duque de Saldanha, que, na sua obra *“Concordancia das Sciencias Naturaes e principalmente da geologia com o Génesis”*, publicada sucessivamente em Viena de Áustria (SALDANHA, 1845) e em Roma (SALDANHA, 1863), declarou (1845, p. 48): *“Mas a possibilidade de serem as regioens que o homem habitava submergidas não é uma idea nova de Cuvier, não é uma supposição gratuita; porque, se a sciencia prova evidentemente que muitas das regioens que os homens hoje habitam já foram mares, que os mares occupam agora terrenos que já foram habitados pelos homens é um facto provado pelas palavras de Moises, que clara e positivamente assim affirma no v. 3 c. 14 do Genesis: “Todos estes Reis se ajuntáram no Valle das Arvores, aonde agora é o Mar Salgado.”*

Nesta obra, o autor admitiu a existência de uma Humanidade antediluviana, considerada aliás à luz do texto sagrado.

Data também dessa época a afirmação da Arqueologia nos Países Nórdicos, onde os testemunhos de várias épocas se conservaram excelentemente nas turfeiras, exibindo características próprias, sem

influências das culturas clássicas, uma vez que ali jamais chegaram Gregos ou Romanos. Assim, seria natural que fosse naquelas regiões boreais, onde o texto de Lucrécio, sobre a existência das três idades sucessivas na marcha da Humanidade: da Pedra; do Bronze; e do Ferro, melhor se comprovava, ali pela primeira vez cabalmente confirmadas por Thomsen (1836), tornando evidentes a qualidade e o avanço da arqueologia nórdica.

Por todo o lado, os nacionalismos encontravam-se então em plena formação. Não espanta que as descobertas arqueológicas, enquanto fornecedoras de argumentos científicos devidamente creditados por prestigiados investigadores, também fossem utilizadas para os justificar, legitimando prioridades ou diferenças, sem esquecer que os primórdios da Humanidade a todas as nações cultas dizia respeito, sendo, assim, um contributo que estas deviam prestar para viverem em comunhão.

3. A SEGUNDA COMISSÃO GEOLÓGICA DE PORTUGAL E OS SEUS CONTRIBUTOS PARA O CONHECIMENTO DA ANTIGUIDADE DO HOMEM EM SOLO PORTUGUÊS

Em Portugal, o espírito que animava os pioneiros da Segunda Comissão Geológica, desde o momento da sua criação, em 1857, não diferia muito do vivido, pela mesma altura, pelos seus colegas além Pireneus. Não ignoravam os progressos produzidos na Arqueologia além-fronteiras: disso é prova a abundante correspondência de âmbito arqueológico trocada com os seus pares (CARDOSO & MELO, 2001) e, ainda, a abundância de citações que pontua as suas obras, resultado de leituras que denotam a actualização dos seus conhecimentos.

Deste modo, os trabalhos de Carlos Ribeiro (1813-1882) (Fig. 4), Pereira da Costa (1809-1889) (Fig. 5) e Nery Delgado (1835-1908) (Fig. 6), todos membros da Classe de Ciências desta Academia, vieram provar que, também em Portugal, à semelhança de outros países europeus onde os estudos pré-históricos tinham começado há mais tempo e se encontravam mais desenvolvidos, era possível alcançar o conhecimento de um passado humano muito para além dos documentos escritos, ou da tradição

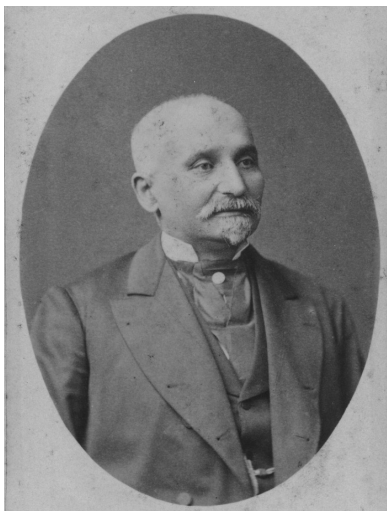


FIGURA 4
Carlos Ribeiro (1813-1882).

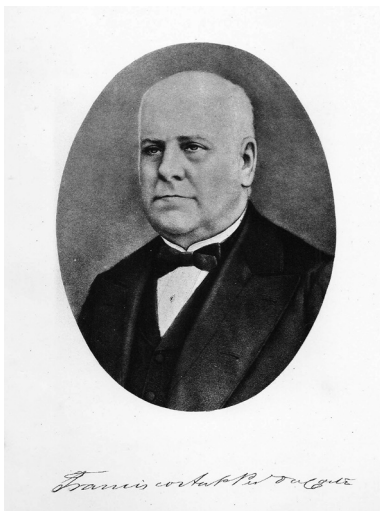


FIGURA 5
Francisco António Pereira da Costa
(1809-1889).



FIGURA 6
Joaquim Filipe Nery Delgado (1835-1908).

oral, apoiado nos testemunhos materiais que nos chegaram, os quais eram então pela primeira vez retirados dos vastos arquivos das grutas e dos terrenos onde jaziam, e interpretados, tal como hoje, respectivamente, com base nos métodos estratigráfico e tipológico, revelando-se assim a notável modernidade dos referidos investigadores.

3.1. A exploração das grutas

Cabe a Nery Delgado a autoria, em 1865, da primeira escavação arqueológica em Portugal de uma gruta ocupada pelo homem pré-histórico, onde os testemunhos paleontológicos de espécies extintas aparentemente coexistiam com os arqueológicos. O rigor científico seguido por Nery Delgado, evidenciado na escavação e na monografia dedicada à referida gruta, designada Casa da Moura (Óbidos), patenteava as preocupações em fundamentar adequadamente a antiguidade da presença humana ali documentada (DELGADO, 1867), com pronta repercussão além-fronteiras. Logo no ano seguinte, os resultados referidos foram noticiados por Gabriel de Mortillet nos “*Matériaux pour l’Histoire de l’Homme*”, evidenciando a rápida difusão da publicação portuguesa pelos centros científicos mais relevantes da época (MORTILLET, 1868 a). É interessante sublinhar que o achado de um crânio humano, reproduzido por Nery Delgado (Fig. 7) (DELGADO, 1867, Pl. 1), foi devidamente valorizado pelo ilustre arqueólogo francês, sublinhando, a partir das informações por aquele publicadas que “*pourrait bien être plus ancien et appartenir à l’assise inférieure.*” (MORTILLET, 1868 a, p. 59). Caso essa situação se confirmasse, como admitiu João Zilhão, tratar-se-ia do mais antigo testemunho do Paleolítico Superior conhecido, retirando a prioridade à gruta de Cro-Magnon como sítio-tipo do Homem moderno europeu, cujos restos foram publicados apenas no ano seguinte ao do exemplar português (ZILHÃO, 1991, p. 114). Tal crânio encontra-se hoje desaparecido, dele apenas sobrevivendo um molde em gesso, realizado por Pereira da Costa para representar a Comissão Geológica na Exposição Universal de Paris de 1867, pelo que nenhuma confirmação da sua antiguidade será possível (CARDOSO, 2008).

Mercê da publicidade dada a esta descoberta foi a mesma logo noticiada em obras de síntese por essa época publicadas. É o caso de W. Boyd Dawkins, na sua bem conhecida obra, “*Cave Hunting, researches on the evidence of caves respecting the early inhabitants of Europe*”, publicada em Londres em 1874, onde apresenta uma desenvolvida referência não só a esta descoberta, mas aos trabalhos efectuados na gruta e principais resultados obtidos (DAWKINS, 1874).

A monografia arqueológica dedicada à Casa da Moura (DELGADO, 1867), publicada apenas um ano depois de finalizada a primeira série de intervenções ali efectuadas por Nery Delgado em 1865 e 1866, conforme mostram as datadas das etiquetas apostas a algumas peças do espólio ainda hoje conservado no Museu do LNEG (Fig. 8), desde logo evidencia a principal preocupação do autor, aliás em sintonia com uma das questões científicas mais candentes na sua época, a que já se fez referência: a demonstração

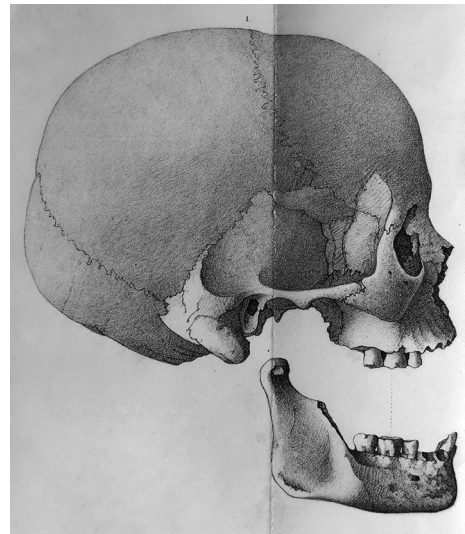


FIGURA 7
Crânio humano supostamente paleolítico
proveniente da gruta da Casa da Moura
(DELGADO, 1867).

científica da antiguidade da espécie humana, através de critérios geológicos e paleontológicos. O próprio título: “Da existencia do Homem no nosso solo em tempos mui remotos provada pelo estudo das cavernas – primeiro opusculo, Noticia acerca das grutas da Cesareda”, é bem expressivo de tal preocupação, em total sintonia com o espírito dos seus colegas que, por toda a Europa, procuravam coligir provas daquela antiguidade. Nesta obra, é notório o cuidado dispensado à própria exploração, decapando os depósitos, camada por camada, prática a que não era estranha a sua formação geológica, como acontecia com a maioria dos pré-historiadores europeus da sua época: “*Levantando o entulho, uma camada após outra, fácil nos foi recolher todos estes objectos, sabendo-se sempre a altura a que tinham sido achados n’um ou n’outro ponto da gruta*” (DELGADO, 1867, p. 46).

Outra evidência da qualidade científica de Nery Delgado é a sua intervenção na gruta da Furninha (Peniche), cuja exploração inicial, tal como a da Casa da Moura, remonta a 1865, conforme à data das etiquetas coladas a alguns dos exemplares então recuperados. A técnica de escavação ali adoptada, ainda hoje se pode considerar modelar. Tal conclusão é, com efeito, apoiada pela forma como as peças se encontram individualmente etiquetadas, com menção das respectivas camadas e profundidades de colheita. Tal realidade é sublinhada, no caso da gruta da Casa da Moura, cujas etiquetas apostas em muitas das peças recuperadas na segunda fase das escavações, em 1879/1880, mostram ter sido o espaço escavado previamente dividido por quadrícula, em relação à qual foram referenciadas as peças encontradas. Desta forma, foi Nery Delgado, a par de Pengelly, o primeiro a registar, a nível mundial, a referência tridimensional dos achados em uma escavação arqueológica, décadas antes de o método ter sido aplicado por Mortimer Wheeler.

Finda a segunda fase das escavações nas grutas da Furninha e da Casa da Moura, em 1880, os resultados foram prontamente publicados internacionalmente, na revista “*Matériaux pour l’Histoire Primitive de l’Homme*”, sob a forma de síntese (DELGADO, 1880).

Com efeito, a importância internacional granjeada pelas investigações arqueológicas desenvolvidas pela Segunda Comissão Geológica de Portugal encontra-se bem evidenciada pela correspondência mantida pelos seus dirigentes com os mais importantes investigadores da época, a qual se estendia, frequentemente, à troca de espécimes arqueológicos entre as diversas instituições. Foi essa prática, então comum, que justificou o envio a John Evans, eminente arqueólogo inglês, de uma colecção de objectos pré-históricos portugueses (CARDOSO & MELO, 2001, carta n.º 8), entre os quais alguns da Casa da Moura. Essas peças ainda hoje se encontram conservadas no Ashmolean Museum, em Oxford.

3.2. Os concheiros das ribeiras de Magos e de Muge

No ano de 1863 efectuaram-se as primeiras identificações de estações pré-históricas de ar livre do território português, os concheiros mesolíticos das ribeiras de Magos e de Muge (concelho de Salvaterra



FIGURA 8
Etiquetas apostas em fragmentos cerâmicos conservados no Museu Geológico do LNEG, comprovativas da exploração da gruta da Casa da Moura nos anos de 1865 e 1866, correspondentes à primeira fase dos trabalhos ali dirigidos por Nery Delgado (foto do Autor).

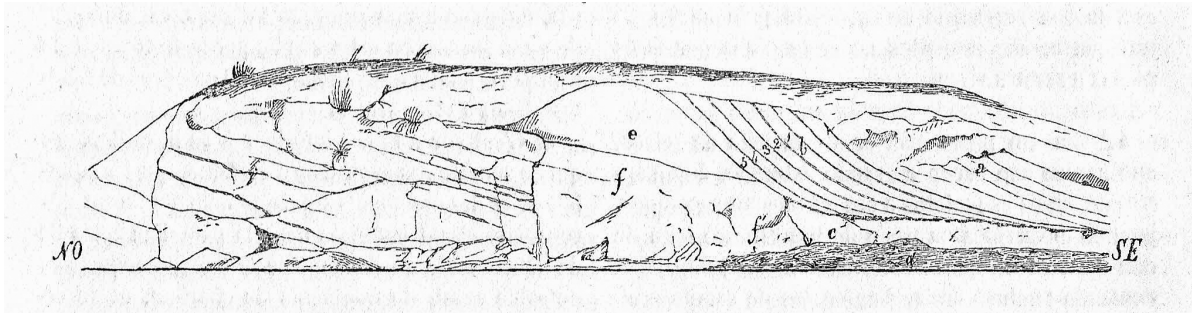


FIGURA 9

Estratigrafia do concheiro do Cabeço da Arruda, publicada por Pereira da Costa (COSTA, 1865, Fig. 2), mas registada de facto por Carlos Ribeiro.

de Magos), afluentes da margem esquerda do rio Tejo, por iniciativa de Carlos Ribeiro, seu descobridor (CARDOSO & ROLÃO, 1999/2000; CARDOSO, 2015). Os trabalhos ali prosseguidos até à actualidade, tornaram aquelas estações o mais notável núcleo do Mesolítico europeu.

Logo em 1864 Carlos Ribeiro mandou realizar ali a primeira escavação arqueológica, que com método estratigráfico foi efectuada em Portugal (Fig. 9), escolhendo para tal efeito o concheiro do Cabeço da Arruda, tendo os resultados daqueles trabalhos sido publicados por F. Pereira da Costa (COSTA, 1865), beneficiando das informações que lhe foram fornecidas pelo seu colega da Comissão Geológica.

No título da publicação: “Da existencia do Homem em epochas remotas no valle do Tejo – primeiro opusculo. Noticia sobre os esqueletos humanos descobertos no Cabeço da Arruda” era patente a preocupação da demonstração da antiguidade do povoamento humano do território hoje português. Pereira da Costa mostrou possuir pleno domínio do objecto do seu estudo, estando bem informado dos progressos efectuados além-fronteiras no estudo deste tipo de depósitos, bem como das características antropológicas dos seus ocupantes, assim se evidenciando a alta valia científica do seu trabalho.

3.3. O estudo do megalitismo

Tendo sido nomeado membro correspondente do Congresso Internacional de Antropologia e de Arqueologia Pré-Históricas, realizado em Paris em Agosto de 1867, Pereira da Costa enviou uma Memória ao Congresso, intitulada “Monuments mégalithiques du Portugal”. A Memória abordou, no entanto, temática muito mais abrangente, distribuída por seis questões principais; a relativa aos dólmenes correspondia à mais desenvolvida de todas, apresentando-se o inventário de trinta e nove monumentos distribuídos por todo o país (MORTILLET, 1868 d, p. 181 e seg.). As questões apresentadas, em plena sintonia com as discutidas na referida reunião, foram as seguintes:

- 1.^a – *Traces les plus anciennes de l’existence humaine;*
- 2.^a – *Habitation des cavernes, etc., etc.;*
- 3.^a – *Monuments mégalithiques;*
- 4.^a – *Apparition du bronze;*
- 5.^a – *Époque du fer;*
- 6.^a – *Races humaines préhistoriques.*

Os comentários apresentados relativos a cada um destes itens correspondem à primeira síntese sobre os tempos pré-históricos no território português, ao nível do melhor que então se fazia além-Pirenéus, já que a qualidade e a diversidade da investigação então produzida em Portugal não era acompanhada pela efectuada em Espanha, na década de 1860.

A apresentação oral desta Memória ilustrada por moldes em gesso expressamente preparados em Lisboa para o efeito – como o crânio da casa da Moura, antes referido – seguiu-se da sua publicação no volume das actas, sob a forma de notícia, por Gabriel de Mortillet (MORTILLET, 1868 b, c).

Embora tenha resultado em boa parte de trabalhos de campo realizados por outros membros da Comissão Geológica, designadamente Carlos Ribeiro e Nery Delgado, e também o injustamente esquecido Frederico de Vasconcelos Pereira Cabral, é inegável a capacidade de Pereira da Costa para compilar tão díspare informação e apresentar um discurso original e sustentado cientificamente.

Em 1868 Pereira da Costa publicou monografia sobre temática cuja tradição remonta à Academia Real da História, a qual bem evidencia a actualização dos conhecimentos do seu autor (COSTA, 1868). Esta obra constitui a primeira tentativa de registo e discussão dos monumentos dolménicos do território português e uma das mais precoces efectuadas na Europa. Declarou então Pereira da Costa: *“desejoso de dar ao congresso uma noticia sobre estes monumentos do nosso paiz, fiz uma digressão, em que empreguei apenas treze dias, e fui ver e explorar as Antas, que ainda hoje se acham em melhor ou peor estado no concelho de Castello de Vide, na provincia do Alemtejo.”* (COSTA, 1868, p. VII). Desta missão resultou uma lista de treze antas, das quais visitou 8 e promoveu a escavação de quatro, ainda que com fracos resultados. Além daqueles dados, coligiu ainda informações de outros cinquenta sepulcros megalíticos, baseando-se noutros autores, aparentemente, sem a sua confirmação in loco. Daí a importância do seu desafio:

“Oxalá que este fraco começo disperte nas pessoas que se acharem em condições oportunas para ampliar os conhecimentos a este respeito, o desejo de fazerem conhecidos a existencia, e o estado d’estes monumentos, que apesar da devastação a que teem estado sujeitos, ainda abundam em algumas das nossas provincias, principalmente no Alemtejo e nas Beiras. Só depois de bem conhecida a distribuição d’estes monumentos no nosso paiz, é que se poderá conhecer a marcha que n’elle executou o povo que os construiu.” (COSTA, 1868, p. VIII).

Esta memória mereceu análise e divulgação além-fronteiras; com efeito, logo no mesmo ano, Gabriel de Mortillet apresenta notícia da mesma nos seus *“Matériaux pour l’Histoire de l’Homme”* reproduzindo o inventário dos dólmenes identificados em Portugal segundo a lista apresentada por Pereira da Costa (MORTILLET, 1868 b). Foi pena que o diferendo que se estabeleceu nessa altura entre os dois membros-Directores da Comissão Geológica, ele próprio e Carlos Ribeiro (CARDOSO, 2015) tivesse, a curto prazo, ditado, a 1 Fevereiro de 1868, o fim da instituição (CARDOSO, 2013 a; CARNEIRO, MOTA & LEITÃO, 2013) e, com ele, o da intensa investigação que Francisco Pereira da Costa nela vinha desenvolvendo. Com efeito, a dissensão já teria antecedentes, que explicam a suspensão da execução dos trabalhos tipográficos de um álbum ilustrado por litografias coloridas de exemplares pré-históricos coligidos pela Comissão Geológica, o qual se destinava a apresentação na Exposição Universal de Paris de 1867. É o próprio Pereira da Costa que o declara (COSTA, 1868 b, p. V). Esse conjunto de estampas, foi, entretanto publicado (CARREIRA & CARDOSO, 1996), permanecendo ainda inédito um belíssimo

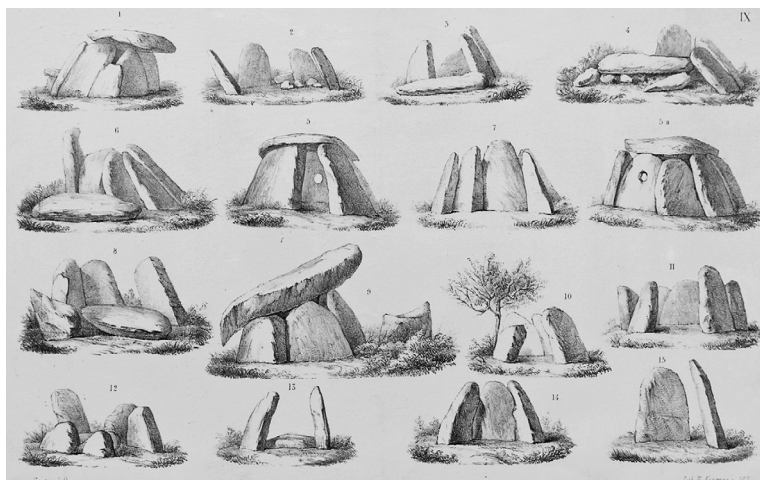


FIGURA 10
Gravura de dólmens portugueses, integrando conjunto de dez folhas litografadas executado por iniciativa de Pereira da Costa no âmbito da Comissão Geológica de Portugal, extinta em Fevereiro de 1868. Arquivo do Autor.

conjunto de dez litografias representando dólmens, e outros artefactos neles recuperados (Fig. 10), cuja localização exacta em geral se desconhece.

Finda assim, de forma abrupta, a actividade arqueológica de Pereira da Costa, no domínio do megalitismo e no quadro da Comissão Geológica de Portugal, vindo tal lugar a ser preenchido posteriormente por Carlos Ribeiro, na recém-criada (1869) Secção dos Trabalhos Geológicos de Portugal, de que passou a ser o único Director.

O interesse de Carlos Ribeiro pelo estudo dos dólmens remonta à década de 1870, tendo publicado em 1880 os resultados das escavações por si conduzidas nos dólmens da região de Belas (RIBEIRO, 1880), antecédidos por comunicação apresentada à Secção de Antropologia da Associação Francesa para o Progresso das Ciências, reunida em 1878 em Paris, intitulada “Dolmens et grottes sépulcrales du Portugal” (RIBEIRO, 1878 a). Nela dá notícia do início das escavações dos monumentos da região de Belas:

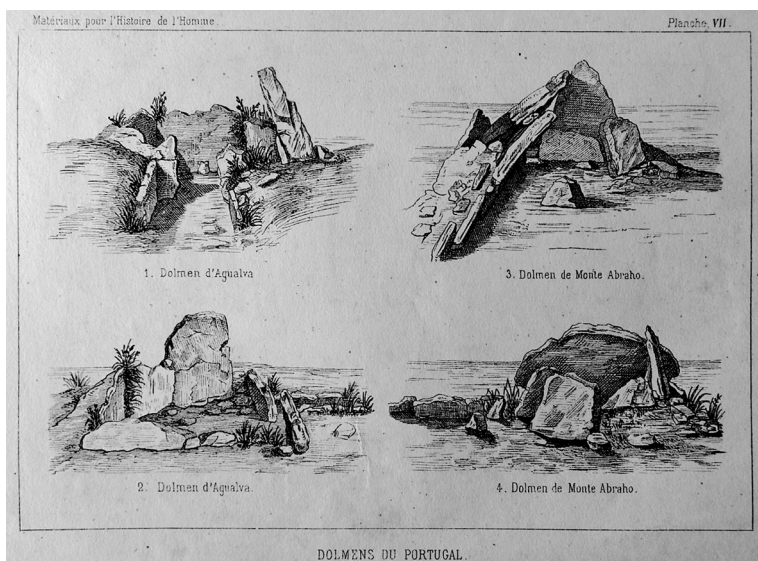


FIGURA 11
Dólmens da região de Belas, reproduzidos na revista internacional “Matériaux pour l'Histoire Primitive de l'Homme” (RIBEIRO, 1878 a). Arquivo do Autor.

A présent on a commencé des fouilles dans le groupe de Bellas, à 15 kilomètres N.-O. de Lisbonne; un dolmen est sans galerie au lieu dit Pedra dos Mouros, trois sont avec galerie, à Monte Abrao, à Estria, d'Agualva. Tal notícia encontra-se ilustrada por duas estampas, uma delas alusiva aos dólmenes de Carrascal/Agualva e de Monte Abraão (Fig. 11), outra aos objectos neles encontrados.

As antas referidas somam-se a outras, também identificadas no decurso dos reconhecimentos geológicos então efectuados por Carlos Ribeiro desde a década de 1850 na região de Lisboa, como as de Pedras Grandes, Alto da Toupeira 1, Batalhas, Casal do Penedo e Carcavelos. Também a publicação das quatro grutas artificiais do Casal do Pardo (Palmela), exploradas pelo colector António Mendes em 1876, tinha sido planeada por Carlos Ribeiro, mas não foi concretizada, ao contrário da publicação da gruta artificial da Folha das Barradas, na Granja do Marquês. Esta estação foi dada à estampa em 1880 tal como o *tholos* do Monge, situado na crista da serra de Sintra conjuntamente com os resultados detalhados das escavações efectuadas nos dólmenes de Monte Abraão, Agualva e Pedra dos Mouros, em bela memória apresentada à Classe de Ciências desta Academia (RIBEIRO, 1880).

A par destas estações, foram exploradas no final da década de 1870 as grutas naturais da Cova da Raposa/Cova Grande² e Cova do Biguino, na região de Olelas (Sintra), só publicadas muito mais tarde e de forma genérica (NOGUEIRA, 1931), do Moinho da Moura (associada ao povoado de Leceia) (RIBEIRO, 1878 b), da Ponte da Laje, Oeiras (CARDOSO, 2013 b), e das grutas de Porto Covo e do Poço Velho, Cascais (GONÇALVES, 2008 a, 2008 b).

Merece destaque a identificação do povoado pré-histórico de Leceia (Oeiras), e a sua ulterior exploração sumária, já que Carlos Ribeiro se limitou à recolha de objectos dispersos à superfície do solo; a publicação dos resultados obtidos corresponde a um novo passo no conhecimento do homem pré-histórico no território português, já que constituía, então, o único sítio de carácter habitacional de época neolítica conhecido em Portugal, publicado sob a forma de uma bem documentada memória igualmente apresentada à Classe de Ciências desta Academia (RIBEIRO, 1878 b).

3.4. O Homem Terciário

Plenamente comprovada na Europa a antiguidade quaternária (ou antediluviana) da espécie humana na década de 1860 importava ir ainda mais longe na busca das origens da Humanidade. É nessa preocupação, comum a investigadores diversos da Europa Ocidental, que se devem inscrever as investigações de Carlos Ribeiro sobre o “Homem Terciário português”. Com efeito, Carlos Ribeiro contava-se entre os poucos pré-historiadores de então que tinham contribuído, com achados efectivos, para a discussão do Homem Terciário, que se tinha instalado na Europa na segunda metade do século XIX. Remonta a 1866 a primeira publicação sobre os depósitos quaternários das bacias cenozóicas do Tejo e do Sado (RIBEIRO, 1866). A importância destas investigações, associando as minuciosas observações de terreno a uma cartografia geológica de qualidade, levaram De Verneuil, então Presidente da Sociedade Geológica de França a convidar Carlos Ribeiro a apresentar comunicação àquela Sociedade, a qual se realizou no dia 17 de Junho de 1867 (RIBEIRO, 1867). Mas a inclusão no Quaternário de espessas séries de depósitos, que atingiam cerca de 400 m de potência, para além das assinaláveis deformações neles evidenciadas, estando alguns deles deslocados até à vertical, levou o referido

² No estudo que se espera dar à estampa em breve, concluiu-se que as grutas de Cova da Raposa e Cova Grande serão uma mesma realidade.

geólogo, em carta pouco depois remetida a Carlos Ribeiro, a duvidar daquela classificação. Compreende-se que Carlos Ribeiro, com base nos critérios então vigentes, tenha classificado como quaternárias a totalidade daquelas formações, dado que, nas assentadas mais antigas das mesmas, encontrou artefactos supostamente talhados pelo Homem.

A incorporação no Quaternário da totalidade dos depósitos que faziam parte do seu Grupo Inferior, Médio e Superior, manteve-a Carlos Ribeiro até aos finais da década de 1860. Data dessa altura a redacção de um manuscrito no qual defendia minuciosamente a cronologia proposta, só recentemente publicado (CARDOSO, 2013 a).

Quando tomou pleno conhecimento da possibilidade de, já no Terciário, ter existido um ser inteligente, autor dos exemplares que ele admitia serem intencionalmente talhados, mudou de posição. Com efeito, Carlos Ribeiro, em memória publicada em 1871, onde retoma muitas das observações contidas no manuscrito que não chegou a dar à estampa, incluiu, pela primeira vez, os terrenos do Grupo inferior e do Grupo médio no Terciário (Miocénico e Pliocénico, respectivamente), reservando ao Quaternário apenas os terrenos do Grupo Superior, declarando a tal propósito o seguinte, em Memória apresentada à Classe de Ciências desta Academia:

“Hoje acabaram para nós todas as hesitações e dúvidas, que se tinham levantado no nosso espirito, nascidas unicamente da idéa preconcebida – que a espécie humana não tinha precedido na serie dos tempos geológicos o período diluvial ou quaternário –; e assim devia acontecer, depois dos estudos que ultimamente fizemos.” (RIBEIRO, 1871, p. 53).

Admite-se que a mudança de paradigma tenha resultado, não de novas observações de terreno, mas simplesmente de um amadurecimento das ideias por via de leituras entretanto efectuadas. Com efeito, o aparecimento de materiais por si considerados intencionalmente lascados nos depósitos do Grupo inferior deixou de constituir impedimento, a partir da segunda metade da década de 1860, para que eles pudessem ser terciários: por toda a Europa, comprovada a antiguidade do Homem quaternário, procuravam-se afanosamente vestígios de uma humanidade muito mais antiga, remontando ao Terciário. E as leituras de obras dedicadas à questão, citadas exaustivamente na sua Memória de 1871, como o estudo do Abade Bourgeois sobre os sílex lascados da base do calcário de Beauce, apresentado em 1867 (RIBEIRO, 1871, p. 47), acabaram por dissipar no espírito do eminente geólogo e arqueólogo as derradeiras dúvidas sobre a verdadeira idade das camadas dos seus Grupos inferior e médio.

Mas, mesmo antes, quando ainda admitia que tais camadas pudessem apenas remontar aos primeiros tempos do Quaternário, não deixava de exprimir o seu entusiasmo sobre a antiguidade da presença humana nestas regiões, como se pode ler noutra passagem do referido manuscrito (2.º Caderno) (in CARDOSO, 2013 a):

“É realmente admiravel extrahir um sílex ou um quartzite do seio d’uma camada que tem por cima, assentadas de outras camadas com 50, 100 e 200 metros de espessura em cujas peças se reconhece que antes de ali se sepultarem já tinham passado pela mão do homem! Citaremos para exemplo: 1.º um sílex trabalhado extrahido por nós de uma camada de grés com pasta calcarea das visinhanças d’Alenquer e ao Norte desta villa, cuja camada vai metter por (baixo) da assentada de camadas de calcareo mais antiga do grupo. 2.º uma faca de sílex por nós tambem extrahida de uma camada de grés vermelho que afflora ao Sul e proximo da ponte d’Otta e pertencente à primeira assentada arenosa que cobre aquellas camadas de calcareos; 3.º diversas peças de sílex trabalhadas e colligidas tanto por nós como pelos Collectores da Comissão Geologica nas assentadas arenosas mais inferiores entre Rio Maior e Malaqueijo no Caminho de Santarem; 4.º quartzites trabalhadas

e nucleos da mesma rocha que servio para extrahir aquellas peças encontradas por nós em muitas diversas camadas que affloram na trincheira do Caminho-de-ferro entre as estações d'Abrantes e do Crato."

Estas observações mereciam divulgação internacional, potenciada pela projecção do seu autor. Uma selecção dos melhores destes exemplares foi por ele apresentada na Sexta Sessão do Congresso Internacional de Antropologia e de Arqueologia Pré-Históricas, reunida em 1872 em Bruxelas, logo no ano seguinte ao da publicação portuguesa (RIBEIRO, 1873) (Fig. 12). Os resultados foram, no entanto, recebidos globalmente com cepticismo, levantando-se dúvidas, ou sobre a autenticidade das peças apresentadas, ou, cumulativamente, sobre a idade dos próprios terrenos onde jaziam, os quais, para alguns congressistas, poderiam ser mais recentes do que julgava Carlos Ribeiro. O esclarecimento desta questão motivou outra intervenção, no mesmo congresso, igualmente publicada nas Actas.

Por ocasião da Exposição de Ciências Antropológicas de Paris, realizada no âmbito do respectivo Congresso Internacional de 1878, Carlos Ribeiro levou consigo 95 exemplares que então ali foram expostos. Deste conjunto, Cartailhac, separou vinte e dois, nos quais admitiu vestígios irrefutáveis de trabalho humano, reproduzindo oito deles em 1879 (CARTAILHAC, 1879) (Fig. 13). Também em 1885, na segunda edição do seu manual de Arqueologia Pré-Histórica, de larga difusão internacional, "Le Préhistorique" Gabriel de Mortillet referiu que, já em 1878 tinha considerado os mesmos artefactos como possuindo vestígios de trabalho intencional (MORTILLET, 1885, p. 99, nota 1). Começava, pois, a dar frutos, a persistência de Carlos Ribeiro: era o próprio que, a tal respeito, declarava, em 1871, o seguinte:

"A indiferença, e mais ainda a opposição que, no animo da maior parte das pessoas dedicadas ao estudo des sciencias e de litteratura, encontraram as descobertas relativas ao homem primitivo ou ante-diluviano, tiveram diversas causas entre as quais podemos mencionar: a duvida que se manifesta sempre em receber factos e descobertas novas, quando se não harmonizam ou estão em desaccordo com as idéas geralmente recebidas; os preconceitos e o fanatismo cego que muitos homens teem pelas theorias, preferindo antes morrer abraçados a ellas do que prestar homenagem à evidencia dos factos e à verdade; e por fim a pouca vontade do maior numero em trocar os gozos e confortos domesticos pelos incommodos inevitaveis das viagens e explorações, quando teem um fim puramente scientifico" (RIBEIRO, 1871, p. 33).

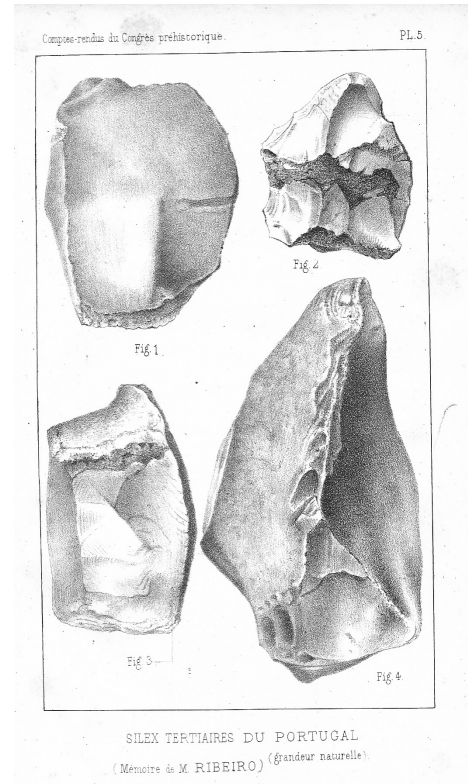


FIGURA 12

Materiais supostamente talhados intencionalmente provenientes dos depósitos terciários da bacia do Tejo (RIBEIRO, 1873, Pl. 5). Arquivo do Autor.

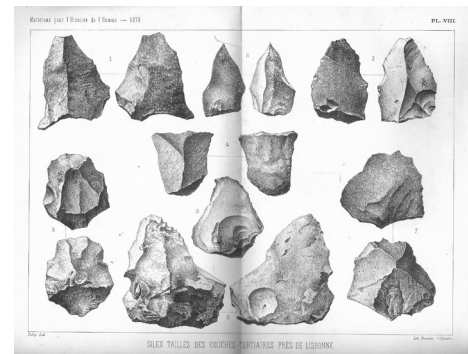


FIGURA 13

Materiais supostamente talhados provenientes dos depósitos terciários da bacia do Tejo, misturados com outros verdadeiramente trabalhados, recolhidos em retalhos de terraços quaternários que não foram diferenciados dos anteriores (CARTAILHAC, 1879, Pl. VIII). Arquivo do Autor.

A predisposição da comunidade científica para a discussão mais pormenorizada desta questão tinha sido, assim, plenamente conseguida, justificando a efectivação em Lisboa, em 1880, da Nona Sessão do Congresso Internacional de Arqueologia e de Antropologia Pré-Históricas, na qual Carlos Ribeiro assumiu as funções de Secretário-Geral (Fig. 14).

A história deste Congresso que reuniu os mais notáveis pré-historiadores e antropólogos europeus da época (Fig. 15), já foi descrita (GONÇALVES, 1980; CARDOSO, 1999/2000). É de destacar o papel no Congresso dos membros da então designada Secção dos Trabalhos Geológicos de Portugal, onde Nery Delgado apresentou notável estudo da gruta da Furninha, Peniche (DELGADO, 1884), tendo Carlos Ribeiro, nomeado Secretário-Geral da reunião, encerrado a sua contribuição para o conhecimento dos concheiros de Muge com comunicação, publicada postumamente (RIBEIRO, 1884 a), onde apresentou fotografia das extensas escavações realizadas nesse mesmo ano no concheiro do Cabeço da Arruda, visitado pelos congressistas, e que bem evidencia a qualidade com que as mesmas foram realizadas.

A 21 de Setembro de 1880, Carlos Ribeiro apresentou a comunicação “L’Homme tertiaire en Portugal” (RIBEIRO, 1884 b), a única a que o Rei D. Luís assistiu. No final, foi constituída uma comissão que reuniu, após a excursão à região de Ota, realizada no dia seguinte.



FIGURA 14
Sessão inaugural da IX Sessão do Congresso Internacional de Antropologia e de Arqueologia Pré-Históricas, realizado na biblioteca da Academia das Ciências de Lisboa em Setembro de 1880 (revista *Occidente*, de 15 de Outubro de 1880).



FIGURA 15
Foto de grupo dos participantes na IX Sessão do Congresso Internacional de Antropologia e de Arqueologia Pré-Históricas, realizada no terraço da Academia das Ciências de Lisboa em Setembro de 1880.

Nela, já não participou Carlos Ribeiro, devido à doença que o viria a vitimar dois anos depois. Foi então recolhida uma lasca de sílex, por um dos congressistas, o italiano Bellucci, considerada inquestionavelmente talhada, oriunda do interior do depósito detritico, para além de muitas outras, que jaziam à superfície.

Reunida a Comissão, o resultado saldou-se a desfavor da intencionalidade de talhe das peças consideradas como recolhidas *in situ* e portanto da legitimidade do “Homem terciário português”, por seis votos contra cinco. Virchow, o eminente professor de Antropologia da Universidade de Berlim e declarado opositor da autenticidade das descobertas, na qualidade de presidente da Comissão, encerrou o memorável debate – pormenorizadamente transcrito por P. Choffat (CHOFFAT, 1884) – nos seguintes termos (p. 118):

“Personne ne demandant la parole, la séance va être levée. Ce n’est par une méthode scientifique que de trancher les questions a la majorité des votants. Il faut donc remettre la décision à un autre Congrès.”

Declarado defensor do Homem terciário português, Gabriel de Mortillet, autor da já referida obra de larga divulgação internacional “Le Préhistorique”, levou tal convicção ao extremo de baptizar o autor destes supostos artefactos (os eólitos), com o nome científico de *Anthropopithecus ribeiroi* (MORTILLET, 1885, p. 105), convicção que explica a reprodução de um dos exemplares, já apresentado por Cartailhac em 1879, e ainda mantida em 1905 pelo próprio, na edição mais recente da referida obra.

O nome arrevesado desta latinização forçada não passou despercebido ao humor ácido de Camilo Castelo-Branco, num livrinho intitulado “O General Carlos Ribeiro (recordações da mocidade)” (CASTELLO-BRANCO, 1884).

As questões científicas discutidas tiveram larga repercussão na opinião pública da época, merecendo especialmente extensas reportagens na revista “Occidente” e no jornal humorístico “O Antonio Maria” onde, pela pena de Rafael Bordalo Pinheiro, os diversos acontecimentos ocorridos e os próprios congressistas foram implacavelmente retratados, merecendo Carlos Ribeiro e o seu Homem Terciário uma especial atenção, de respeito afectuoso (Fig. 16). Tal perspectiva encontra-se também patente numa outra caricatura, em que Carlos Ribeiro tenta furtar um osso da sacola de outro Congressoista, o Prof. Pigorini, entretido a admirar com outro colega o conteúdo de uma vitrina, por ser a única prova que faltava para demonstrar cabalmente a autenticidade do Homem Terciário.

A questão do Homem Terciário, no que respeita ao nosso país só foi encerrada definitivamente em 1941/1942, por Henri Breuil e Georges Zbyszewski (BREUIL & ZBYSZEWSKI, 1942), conforme se descreveu recentemente (CARDOSO, 1999/2000).

Uma das mais importantes consequências, no plano científico, da célebre reunião de Lisboa, foi a criação da Cadeira de Antropologia, Paleontologia Humana e Arqueologia Pré-Histórica, em 1885, na Universidade de Coimbra: era, na



FIGURA 16
Caricatura de Carlos Ribeiro, da autoria de R. Bordallo Pinheiro (in O António Maria, de 30 de Setembro de 1880).

verdade, a síntese programática da própria actuação da Segunda Comissão Geológica de 1857 no domínio do Homem Fóssil. Foi seu primeiro “lente proprietário” Bernardino Machado, a quem se deve, enquanto Ministro das Obras Públicas, a fundação, em 1893, do Museu Ethnológico Português, o actual Museu Nacional de Arqueologia, sob a direcção de José Leite de Vasconcellos (1858-1941). Assim se encerrou a primeira fase da investigação da Arqueologia Pré-histórica portuguesa, corporizada pelos membros da segunda Comissão Geológica de Portugal – cuja investigação se desenvolveu em estreita ligação a esta Academia, onde a publicaram – talvez a mais inovadora, original e brilhante de todas elas até à actualidade, apesar da sua fugaz duração, luminoso momento que, por ser tão intenso, mais destacou o prestígio e a excepionalidade dos seus escassos protagonistas.

AGRADECIMENTOS

Ao Doutor Miguel Ramalho e ao Dr. José António Anacleto por, respectivamente, terem autorizado e ajudado a obtenção de registos fotográficos de espólios arqueológicos recolhidos por iniciativa de Nery Delgado na gruta da Casa da Moura, conservados no Museu Geológico do LNEG.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 3 DE MARÇO DE 2016)

REFERÊNCIAS

- ARGOTE, J. Contador de (1732-1747) – *Memorias para a historia ecclesiastica do arcebispado de Braga*. 4 vols. Lisboa: Officina de Joseph Antonio da Silva.
- AZEVEDO, E. (1889) – *O Homem prehistorico*. Coimbra: Typographia das instituições christãs.
- BARATTA, C. Jesam (1718-1719) – *Recreação proveytosa*. 2 vols. Lisboa: Antonio Pedrozo Galram.
- BREUIL, H. & ZBYSZEWSKI, G. (1942) – *Contribution à l'étude des industries paléolithiques du Portugal et de leurs rapports avec la géologie du Quaternaire*. 1 – *Les principaux gisements des deux rives de l'ancien estuaire du Tage*. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal (Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, 26).
- CARDOSO, J. L. (2008) – Joaquim Filipe Nery Delgado, arqueólogo. In *Nery Delgado (1835-1908), geólogo do reino*. Lisboa: INETI/Centro de História e Filosofia da Ciência – FCT/UNL.
- CARDOSO, J. L. (1999/2000) – As investigações de Carlos Ribeiro e de Nery Delgado sobre o “Homem Terciário”: resultados e consequências na época e para além dela. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras, 8, p. 33-54.
- CARDOSO, J. L. (2013 a) – Carlos Ribeiro, a “Breve noticia acerca do terreno quaternário de Portugal”, e a questão do Homem terciário em Portugal. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras, 20, p. 27-88.
- CARDOSO, J. L. (2013 b) – Carlos Ribeiro e Oeiras. Razões de uma homenagem. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras, 20, p. 11-20.
- CARDOSO, J. L. (2015) – Carlos Ribeiro and Francisco António Pereira da Costa: dawn of the Mesolithic shellmiddens of Muge (Salvaterra de Magos). In BICHO, N., DETRY, C.; PRICE, T. D. & CUNHA, E., *Muge 150th: The 150th Anniversary of the Discovery of Mesolithic Shellmiddens*. Cambridge Scholars Publishing, p. 1-18.
- CARDOSO, J. L. (2017) – O mais antigo registo conhecido da escavação de uma estação pré-histórica em Portugal. São Torpes e a sua sepultura da foz da ribeira da Junqueira (Sines). *Al-Madan*. Almada. Série II, 21, p. 132-141.
- CARDOSO, J. L. & MELO, A. A. (2001) – Correspondência anotada de Carlos Ribeiro e de Nery Delgado: contribuição para a história da Arqueologia em Portugal. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*. Lisboa, 88, p. 309-346.
- CARDOSO, J. L. & ROLÃO, J. M. (1999/2000) – Prospekções e escavações nos concheiros mesolíticos de Muge e de Magos (Salvaterra de Magos): contribuição para a história dos trabalhos arqueológicos efectuados. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras, 8, p. 83-240.

- CARREIRA, J. R. & CARDOSO, J. L. (1996) – Um conjunto de litografias arqueológicas inéditas da Comissão Geológica de Portugal. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*. Lisboa. 82, p. 145-168.
- CARTAILHAC, E. (1879) – L'Homme tertiaire. *Matériaux pour l'Histoire Primitive de l'Homme*. Toulouse. 11, p. 433-439.
- CASTELLO-BRANCO, C. (1884) – O general Carlos Ribeiro (recordações da mocidade). Porto: Livraria Civilização.
- CHOFFAT, P. (1884) – Excursion a Mugem. *Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistoriques (Lisbonne, 1880)*. Compte-Rendu de la neuvième session. Lisbonne: Typographie de l'Académie Royale des Sciences, p. 68-72.
- COSTA, A. Carvalho da (1706, 1708, 1712) – *Chorografia portuguesa e descripçam topográfica do famoso Reyno de Portugal*. Lisboa: Officina de Valentim da Costa Deslandes, 3 vols.
- COSTA, F. A. Pereira de (1865) – *Da existencia do Homem em epochas remotas no valle do Tejo*. Noticia sobre os esqueletos humanos descobertos no Cabeço da Arruada. Lisboa, Comissão Geológica de Portugal.
- COSTA, F. A. Pereira da (1868) – *Descripção de alguns dolmens ou antas de Portugal*. Lisboa: Typographia da Academia Real das Sciencias.
- CUVIER, G. (1812) – *Recherches sur les ossemens fossiles de quadrupèdes*. 4 vols. Paris: Deterville.
- CUVIER, G. (1830) – *Discours sur les révolutions de la surface du Globe*. 6.^a edição. Paris: Edmond d'Ocagne.
- DARWIN, C. (1859) – *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. Londres: John Murray.
- DAWKINS, Boyd (1874) – *Early man in Britain and his place in the Tertiary Period*. London: Macmillan & Co.
- DELGADO, J. F. Nery (1867) – *Notícia acerca das grutas da Cesareda*. Lisboa: Typographia da Academia Real das Sciencias.
- DELGADO, J. F. Nery (1880) – Les grottes de Peniche et Casa da Moura, Portugal. Station et sépulture néolithique. *Matériaux pour L'Histoire Primitive de l'Homme*. Toulouse. 11, p. 241-247.
- DELGADO, J. F. Nery (1884) – La grotte de Furninha a Peniche. *Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistoriques (Lisbonne, 1880)*. Compte-Rendu de la neuvième session. Lisbonne: Typographie de l'Académie Royale des Sciences, p. 207-278.
- GUILAINE, J. & ALIBERT, C. (2016) – *Paul Tournal, fondateur de la pré-histoire*. Paris: Odile Jacob.
- GONÇALVES, V. S. (1980) – O IX Congresso Internacional de Antropologia e Arqueologia Pré-Históricas (Lisboa, 1880): uma leitura, seguida da "crónica" de Bordalo Pinheiro. Lisboa: Centro de História da Universidade de Lisboa.
- LYELL, C. (1863) – *The antiquity of Man with remarks on theories of the origin of Species by variation*. London: John Murray.
- LYELL, C. (1864) – Découverte supposé d'un os maxillaire inférieure humain dans la couche supérieure du terrain de Moulin-Quignon, dans les environs d'Abbeville. In *L'Ancienneté de l'Homme. Appendice*. Paris: J. B. Baillièrre et Fils, p. 14-19.
- MILNE EDWARDS, H. (1863) – Sur les résultats fournies par une enquête relative à l'authenticité de la découverte d'une Mâchoire humaine et de Haches en silex, dans le terrain diluvien de Moulin-Quignon. Note. *Compte-rendus de l'Académie des Sciences Paris*. Paris, 56, séance du 18 mai 1863.
- MORTILLET, G. de (1868 a) – Objets préhistoriques de Portugal. In *Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistoriques. Deuxième Session (Paris, 1867)*. Paris: C. Reinwald, p. 31-33.
- MORTILLET, G. de (1868 b) – Grottes de Cesareda, Portugal. *Matériaux pour l'Histoire Primitive de l'Homme*. Paris. 4, p. 57-60.
- MORTILLET, G. de (1868 c) – Dolmens de Portugal. *Matériaux pour l'Histoire Primitive de l'Homme*. Paris. 4, p. 336-339
- MORTILLET, G. de (1868 d) – Monuments mégalithiques du Portugal. *Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistoriques. Deuxième Session (Paris, 1867)*. Paris: C. Reinwald, p. 180-185.
- MORTILLET, G. de (1885) – *Le Préhistorique*. 2.^a edição. Paris: C. Reinwald.
- NOGUEIRA, A. M. (1931) – Estação prehistórica de Olelas. Elementos para o seu estudo. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*. Lisboa. 17, p. 105-124.
- PERTHES, Boucher de (1847, 1857, 1864) – *Antiquités celtiques et antédiluviennes. Mémoire sur l'industrie primitive et les arts a leur origine*. Paris: Treuttel & Wurtz, Libraires. 3 vols.
- PERTHES, Boucher de (1864) – *De la mâchoire humaine de Moulin-Quignon: nouvelles découvertes en 1863 et 1864*. Paris: Jung-Treuttel, Derache, Dumoulin, V. Didron.
- PINA, Martinho de Mendonça de (1733) – Noticias da conferencia que a Acdemia Real da Historia Portuguesa fez em 30 de Julho de 1733. *Collecçam dos documentos e memorias da Academia Real da História Portuguesa*. Parte segunda. Lisboa: Joseph António da Sylva.
- RIBEIRO, C. (1866) – *Estudos geologicos. Descripção do solo quaternario das bacias hydrographicas do Tejo e Sado*. Lisboa: Typographia da Academia Real das Sciencias.

- RIBEIRO, C. (1867) – Note sur le terrain quaternaire du Portugal. *Bulletin de la Société Géologique de France*. Paris. Série 2, 24, p. 692-717.
- RIBEIRO, C. (1871) – *Descrição de alguns sílex e quartzites lascados encontrados nas camadas dos terrenos terciário e quaternário das bacias do Tejo e Sado*. Nemoria apresentada à Academia Real das Sciencias de Lisboa. Lisboa: Typographia da Academia.
- RIBEIRO, C. (1873) – Sur des sílex taillés découverts dans les terrains miocène et pliocène du Portugal. *Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistoriques* (Bruxelles, 1872). Compte-Rendu de la sixième session. Bruxelles: C. Muquardt, p. 95-100.
- RIBEIRO, C. (1878 a) – Dolmens et grottes sépulcrales du Portugal. *Matériaux pour L'Histoire Primitive de L'Homme*. Paris, Série II, 9, p. 446-447.
- RIBEIRO, C. (1878 b) – *Estudos prehistoricos em Portugal. Notícia de algumas estações e monumentos prehistoricos. I – Notícia da estação humana de Licêa*. Lisboa: Academia Real das Sciencias de Lisboa. Reedição de 1991 – *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras: Câmara Municipal de Oeiras. 1. Notas e comentários de J. L. CARDOSO.
- RIBEIRO, C. (1880) – *Estudos prehistoricos em Portugal. Notícia de algumas estações e monumentos prehistoricos. II – Monumentos megalithicos das visinhanças de Bellas*. Lisboa: Academia Real das Sciencias de Lisboa.
- RIBEIRO, C. (1884 a) – Les Kioekkenmoeddings de la vallée du Tage. *Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistoriques* (Lisbonne, 1880). Compte-Rendu de la neuvième session. Lisbonne: Typographie de l'Académie Royale des Sciences, p. 279-289.
- RIBEIRO, C. (1884 b) – L'Homme tertiaire en Portugal. *Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistoriques* (Lisbonne, 1880). Compte-Rendu de la neuvième session. Lisbonne: Typographie de l'Académie Royale des Sciences, p. 81-92.
- SALDANHA, Marechal Marquez de (1845) – *Concordancia das Sciencias Naturaes e principalmente da Geologia com o Genesis*. Vienna d'Austria: Typographis dos PP. Mechitaristas.
- SALDANHA, Marechal Duque de (1863) – *Concordanza delle Scienze Naturali e principalmente della Geologia com la Genesi*. Roma: Tipografia Salviucci.
- SANTOS, M. Farinha dos (1987) – Os estudos de Pré-História e Arqueologia na Academia Portuguesa da História. *Actas do Cinquentenário da Academia Portuguesa de História*. Lisboa: Academia Portuguesa de História, p. 313-332.
- SANTOS JUNIOR, J. R. (1934) – As pinturas pré-históricas do Cachão da Rapa. *Trabalhos da Sociedade Portuguesa de Antropologia e Etnologia*. Porto. 6 (3), p. 185-222.
- VELHO, E. de Liz (1746) – *Exemplar da constancia dor martyres em a vida do glorioso S. Torpes, mordomo, e valido de Nero*. Lisboa: Na oficina de Miguel Manescal da Costa.
- ZILHÃO, J. (1993) – As origens da arqueologia paleolítica em Portugal e a obra metodologicamente precursora de J. F. Nery Delgado. *Arqueologia e História*. Lisboa. Série X, 3, p. 111-125.

Role of mitochondria in the oxidative stress of Alzheimer disease

GEORGE PERRY, PhD¹, GERMÁN PLASCENCIA-VILLA, PhD²

ABSTRACT

The leading cause of dementia in adults is Alzheimer's disease (AD), which accounts for more than 60% of age-related dementia cases worldwide. This progressive neurodegenerative disorder is defined by cognitive loss and accumulation of amyloid- β plaques and neurofibrillary tangles in the brain, accompanied by synapse abnormalities and neuron loss. The deposits are composed of misfolded protein aggregates, AD is therefore commonly characterized as a protein-misfolding disease. Remarkably, increased oxidative stress and mitochondrial dysfunction are prominent in neurons of affected regions of the brain and recognized as critical components of AD. Consequently, neurons are oxidatively damaged by free radicals triggering the course of this chronic neurodegenerative disease.

SIGNIFICANCE OF ALZHEIMER'S DISEASE

Alzheimer's disease (AD) is the sixth leading cause of death in the US and the main cause of dementia in the elderly, with no effective therapeutic approach to treat or slow down the progression of the chronic neurodegeneration (1). AD is a progressive neurodegenerative disorder that affects wide areas of the brain cortex and hippocampus (Figure 1). Besides abnormal accumulation of hyperphosphorylated tau, formation of amyloid- β aggregates and neuroinflammation, progressive synaptic abnormalities and neuronal death linked to oxidative stress and failure of mitochondria are persistent pathological hallmarks related to development and progression of AD (2). Over the last years, oxidative stress, free radical damage, altered patterns and deposition of transition metals, and mitochondrial dysfunction are documented in neurodegenerative processes by our studies (3-11).

¹ Professor of Biology and Chemistry, Semmes Foundation Distinguished University Chair in Neurobiology, The University of Texas at San Antonio (UTSA), 1 UTSA Circle, San Antonio Texas, 78249, USA, Phone: 1-210-458-8660, Email: george.perry@utsa.edu

² Assistant Professor of Research, Department of Biology, The University of Texas at San Antonio (UTSA), 1 UTSA Circle, San Antonio Texas, 78249, USA, Phone: 1-210-458-7043, Email: german.plascenciavilla@utsa.edu

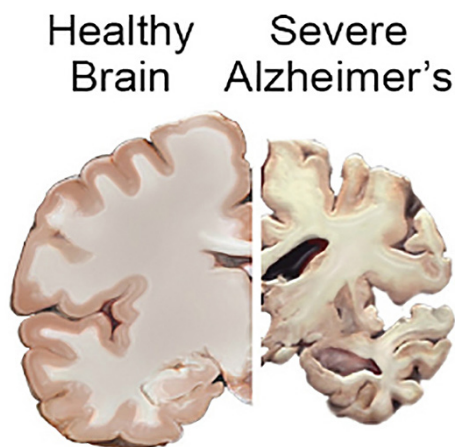


FIGURA 1

Changes of the brain in advanced Alzheimer's disease. Cross sections of the brain show atrophy, or shrinking, of brain tissue caused by Alzheimer's disease. (www.nia.nih.gov/health/alzheimers-disease-fact-sheet).

OXIDATIVE STRESS IN ALZHEIMER'S DISEASE

Oxidative stress is a redox state resulting from altered cellular homeostasis of the antioxidant mechanisms or an overall imbalance between the generation and detoxification of reactive oxygen species (ROS). The brain is particularly susceptible to oxidative stress due to its high energy demand and high consumption of oxygen that consequently produces enormous amounts of ROS in the presence of high levels of oxidation prone poly-unsaturated fatty acids (4, 8). Increased oxidative stress is implicated in accelerating the aging processes, by oxidizing cellular components such as DNA, RNA, structural proteins, enzymes and membrane lipids. In fact, excessive lipid peroxidation and protein oxidation are increased in AD in comparison with healthy age-matched subjects, especially in neurons of the brain regions affected by AD: hippocampus, cortex and amygdala (Figure 2). Remarkably, the oxidative damage in the brain impacts the genetic information of neurons, causing breaks in DNA strands, cross-linking and mutations, as demonstrated with increased levels of 8-hydroxydeoxyguanosine (8-OHdG) and 8-hydroxyguanosine (8-OHG) which are typical biomarkers of DNA and RNA oxidation (12, 13). The widespread oxidative stress in AD is related with significant global decrease in antioxidants of affected neurons including glutathione, NAD, vitamins A, C and E, among others (14). Oxidative stress is caused by a dramatic reduction in the activity of key antioxidant enzymes in the AD affected brain, such as superoxide dismutase (SOD) (15), glutathione peroxidase (GPx), free sulfhydryls and glucose phosphate dehydrogenase (16, 17) and heme oxygenase (18), indicating a possible altered homeostatic balance in AD subjects.

Before appearance of symptoms and confirmation of AD diagnosis, the brain exhibits a period of significant oxidative imbalance correlated with mild cognitive impairment (MCI). Overall, subjects with MCI show increased oxidative damage and decreased levels of antioxidants, increased lipid peroxidation, protein glycation, and oxidation of DNA/RNA that exceed that of advanced AD (4, 8). This phase of oxidative stress appears at the very early stage of AD, even before appearance significant neuropathological hallmarks of AD. These complex mechanisms in neurons derived of high oxidative stress seem to be an early and critical event in the initiation and progression of AD pathology.

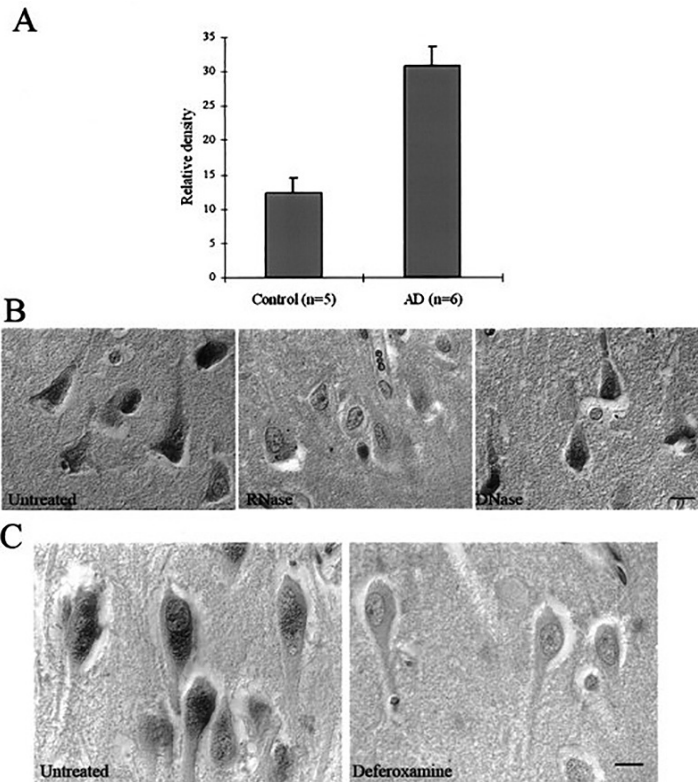


FIGURE 2

Oxidative stress in Alzheimer's disease. Redox activity is increased in CA1 pyramidal neurons in AD. (A) tissue sections of hippocampus from AD and age-/PMI-matched control brains (control, n = 5; AD, n = 6) were examined by redox staining. (B) Redox staining of AD with RNase treatment. (C) Tissue section with deferoxamine reducing redox staining. Scale bar 10 μ m. From: Kazuhiro Honda et al. J. Biol. Chem. 2005; 280: 20978-20986

MITOCHONDRIAL DYSFUNCTION

Mitochondria are the neuronal organelles that most extensively contribute to oxidative stress, mainly through overproduction of ROS through inefficiencies in respiration (**Figure 3**). Another prominent and early feature of AD is mitochondrial dysfunction, which is characterized by an inefficient production of ATP from glucose and overproduction of ROS due to alterations in antioxidant systems and transport mechanisms (19). The early decline in glucose metabolism in the brain during AD correlates with changes in cognition in MCI and AD, mainly by under-expression of key genes that code for the mitochondrial electron transport chain (4, 19). Consequently, the calcium transport mechanisms suffer dyshomeostasis, and sporadic mutations in the mtDNA arise in the brain of AD subjects due to presence of ROS and failure of DNA repair machinery in affected neurons. Ultimately, mitochondrial dysfunction can trigger neuronal death by activation of cell death pathways (4, 19).

Structural integrity and dynamics of mitochondria are compromised in AD, as observed through immunohistochemistry and electron microscopy. Particularly, tissue sections of AD subjects revealed significant alterations in internal substructures, enlargement and reduction of number of mitochondria in affected neurons (4, 19). These observations correlate with altered expression of fundamental mitochondrial fission and fusion proteins DLP1, OPA1, Mfn1/2 and Fis1 in the brain from AD subjects, confirming that alterations and structural damage in mitochondria are accompanied with progression of AD pathology. Alterations in mitochondrial systems and dynamics are directly linked with increased

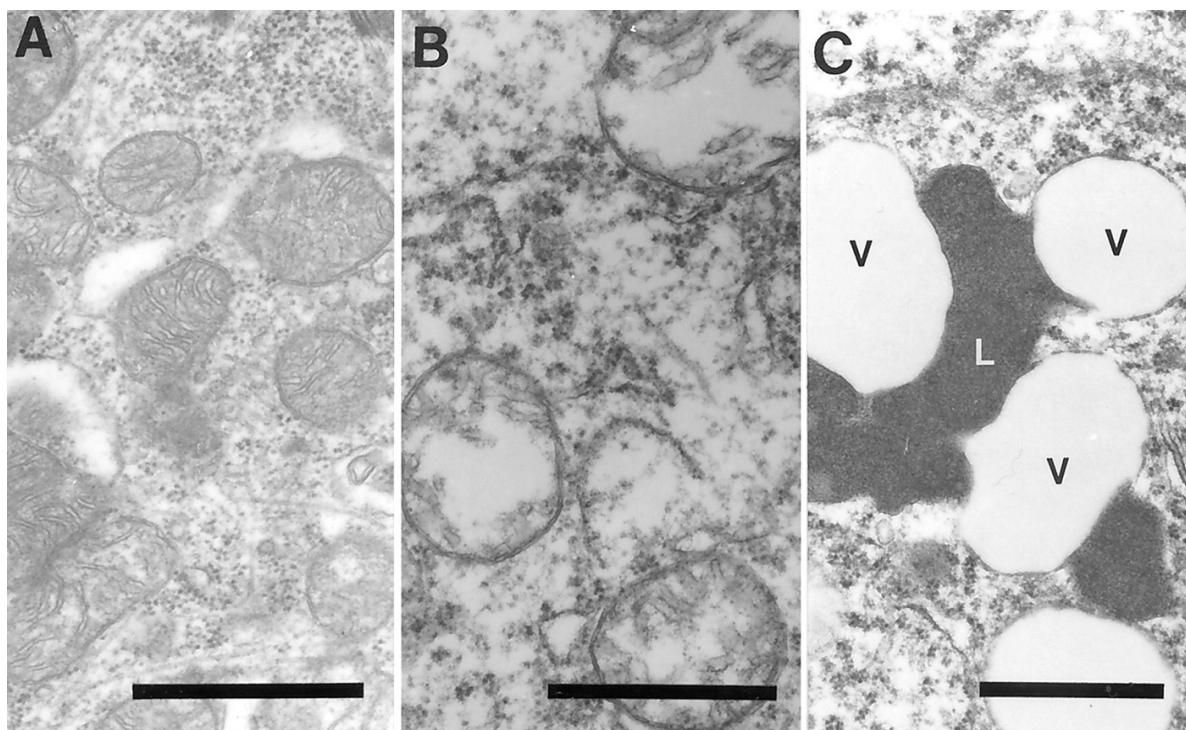


FIGURE 3

Mitochondrial dysfunction in Alzheimer's disease. Electron microscopy imaging of tissue sections revealed the morphology of mitochondria and lipofuscin in specimens removed at biopsy showed intact mitochondria (A), mitochondria with broken cristae (B), and vacuoles associates with lipofuscin indicated by a V and lipofuscin indicated by an L (C). Scale bar 1 μ m.

From: Keisuke Hirai et al. J. Neurosci. 2001; 21:3017-3023

ROS, overall modification of brain bioenergetics, altered calcium transport and compromised integrity of mtDNA (20, 21).

CONCLUSION

There are not effective treatments for AD and the few available are limited to slowing the progression and symptomatic relief. Over the last years, the role of oxidative stress in the pathogenesis of AD has been confirmed with observation of significant increase in lipid peroxidation, DNA/RNA damage and protein oxidation over the course of the disease. Similarly, mitochondrial dysfunction plays a critical role in overproduction of ROS and oxidative stress in affected areas of the brain. Understanding of the complex responses of neurons to oxidative stress and consequent mitochondrial dysfunction will open possibilities to identify new molecular targets closely related with development of AD, that could be used as diagnostic and prognostic indicators for Alzheimer's disease.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 17 DE MARÇO DE 2016)

REFERENCES

- ¹. National Institute on Aging – Alzheimer’s and related Dementias Education and Referral (ADEAR) Center. *Alzheimer’s disease fact sheet*. NIH Publication. 2016;16-AG-6423:1-8.
- ². Masters CL, Bateman R, Blennow K, Rowe CC, Sperling RA, Cummings JL. *Alzheimer’s disease*. Nature Reviews Disease Primers. 2015;1:15056.
- ³. Andersen JK. *Oxidative stress in neurodegeneration: cause or consequence?* Nature Medicine. 2004;10 Suppl:S18-25.
- ⁴. Wang X, Wang W, Li L, Perry G, Lee H-g, Zhu X. *Oxidative stress and mitochondrial dysfunction in Alzheimer’s disease*. Biochimica et Biophysica Acta. 2014;1842(8):1240-7.
- ⁵. Bonda DJ, Wang X, Lee HG, Smith MA, Perry G, Zhu X. *Neuronal failure in Alzheimer’s disease: a view through the oxidative stress looking-glass*. Neuroscience Bulletin. 2014;30(2):243-52.
- ⁶. Bonda DJ, Wang X, Perry G, Nunomura A, Tabaton M, Zhu X, et al. *Oxidative stress in Alzheimer disease: a possibility for prevention*. Neuropharmacology. 2010;59(4-5):290-4.
- ⁷. Mondragon-Rodriguez S, Perry G, Zhu X, Moreira PI, Acevedo-Aquino MC, Williams S. *Phosphorylation of tau protein as the link between oxidative stress, mitochondrial dysfunction, and connectivity failure: implications for Alzheimer’s disease*. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2013;2013:940603.
- ⁸. Zhu X, Lee HG, Casadesus G, Avila J, Drew K, Perry G, et al. *Oxidative imbalance in Alzheimer’s disease*. Molecular Neurobiology. 2005;31(1-3):205-17.
- ⁹. Plascencia-Villa G, Ponce A, Collingwood JF, Arellano-Jimenez MJ, Zhu X, Rogers JT, et al. *High-resolution analytical imaging and electron holography of magnetite particles in amyloid cores of Alzheimer’s disease*. Scientific Reports. 2016;6:24873.
- ¹⁰. Everett J, Collingwood JF, Tjendana-Tjhin V, Brooks J, Lermite F, Plascencia-Villa G, et al. *Nanoscale synchrotron X-ray speciation of iron and calcium compounds in amyloid plaque cores from Alzheimer’s disease subjects*. Nanoscale. 2018;10(25):11782-96.
- ¹¹. Plascencia-Villa G, Perry G. *Iron: facts about dementia*. Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry. 2018;89(5):446-7.
- ¹². Honda K, Smith MA, Zhu X, Baus D, Merrick WC, Tartakoff AM, et al. *Ribosomal RNA in Alzheimer disease is oxidized by bound redox-active iron*. The Journal of Biological Chemistry. 2005;280(22):20978-86.
- ¹³. Nunomura A, Perry G, Pappolla MA, Wade R, Hirai K, Chiba S, et al. *RNA oxidation is a prominent feature of vulnerable neurons in Alzheimer’s disease*. The Journal of Neuroscience. 1999;19(6):1959-64.
- ¹⁴. Kim TS, Pae CU, Yoon SJ, Jang WY, Lee NJ, Kim JJ, et al. *Decreased plasma antioxidants in patients with Alzheimer’s disease*. International Journal of Geriatric Psychiatry. 2006;21(4):344-8.
- ¹⁵. Furuta A, Price DL, Pardo CA, Troncoso JC, Xu ZS, Taniguchi N, et al. *Localization of superoxide dismutases in Alzheimer’s disease and Down’s syndrome neocortex and hippocampus*. The American Journal of Pathology. 1995;146(2):357-67.
- ¹⁶. Kim HT, Russell RL, Raina AK, Harris PL, Siedlak SL, Zhu X, et al. *Protein disulfide isomerase in Alzheimer disease*. Antioxidants & Redox Signaling. 2000;2(3):485-9.
- ¹⁷. Russell RL, Siedlak SL, Raina AK, Bautista JM, Smith MA, Perry G. *Increased neuronal glucose-6-phosphate dehydrogenase and sulfhydryl levels indicate reductive compensation to oxidative stress in Alzheimer disease*. Archives of Biochemistry and Biophysics. 1999;370(2):236-9.
- ¹⁸. Smith MA, Kutty RK, Richey PL, Yan SD, Stern D, Chader GJ, et al. *Heme oxygenase-1 is associated with the neurofibrillary pathology of Alzheimer’s disease*. The American Journal of Pathology. 1994;145(1):42-7.
- ¹⁹. Hirai K, Aliev G, Nunomura A, Fujioka H, Russell RL, Atwood CS, et al. *Mitochondrial abnormalities in Alzheimer’s disease*. The Journal of Neuroscience. 2001;21(9):3017-23.
- ²⁰. Wang X, Su B, Lee HG, Li X, Perry G, Smith MA, et al. *Impaired balance of mitochondrial fission and fusion in Alzheimer’s disease*. The Journal of Neuroscience. 2009;29(28):9090-103.
- ²¹. Zhu X, Perry G, Smith MA, Wang X. *Abnormal mitochondrial dynamics in the pathogenesis of Alzheimer’s disease*. Journal of Alzheimer’s Disease. 2013;33 Suppl 1:S253-62.

A “História Natural de Portugal” de Leonhard Thurneysser zum Thurn, ca. 1555-1556¹

BERNARDO JEROSCH HEROLD², THOMAS HORST³, HENRIQUE LEITÃO⁴

RESUMO

A existência de um manuscrito alemão de Leonhard Thurneysser zum Thurn (1531–1596), natural de Basileia, iniciado em 1555 “em casa do nobre senhor e cavaleiro lusitano, Senhor Damião de Gois”, tinha caído, durante algumas décadas, no esquecimento dos historiadores. Contém relatos sobre numerosas plantas e “animaizinhos” observados pelo autor durante a sua estada em Portugal. Um outro aspeto muito curioso é uma descrição dos negros que observou em Lisboa. Embora o texto esteja escrito no alemão da época, a maior parte das designações das espécies vegetais e animais estão mencionadas em português. A transcrição completa deste extenso documento é apresentada aqui na primeira vez como anexo da edição digital deste artigo.

Palavras-chave: Thurneysser; Damião de Góis; História Natural; Farmacologia quinhentista; Negros em Lisboa; Plantas medicinais.

ABSTRACT

The existence of a German manuscript by Leonhard Thurneysser zum Thurn (1531–1596) from Basel, started 1555 in Lisbon “in the house of the noble lord and Lusitanian knight Master Damiani de Goes”, had fallen into the oblivion of historians for several decades. It contains reports on a number of plants and animals observed by the author during his stay in Portugal. Another very curious aspect is his description of the black Africans he met in Lisbon. In spite of the text being written in early-modern high German, most of the names of the vegetal or animal species are mentioned in Portuguese. The complete transcription of the extensive text is presented here for the first time as an annex to the digital edition.

Keywords: Thurneysser; Damião de Góis; Natural History; 16th Century Pharmacology; Black People in Lisbon; Medicinal Plants.

¹ Comunicação apresentada por B.J. Herold na sessão académica da Classe de Ciências de 7 de Abril de 2016. Publicada na revista *Ágora. Estudos Clássicos em Debate* 19 (2017) 305-343. Agradece-se a cedência graciosa dos direitos de autor desta revista.

² CQE Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa e Academia das Ciências de Lisboa

³ CIUHCT Centro Interuniversitário de História da Ciência e da Tecnologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

⁴ CIUHCT Centro Interuniversitário de História da Ciência e da Tecnologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e Academia das Ciências de Lisboa. herold@tecnico.ulisboa.pt; thorst@fc.ul.pt; leitao.henrique@gmail.com

ZUSAMMENFASSUNG

Die Existenz eines deutschsprachigen Manuskripts, das Leonhard Thurneysser zum Thurn (1531–1596) aus Basel 1555 in Lissabon anfang “Inn der Behausung dess Edlen Herren vnnd Lusitanischen Ritters Herren Damiani de Goës” zu schreiben, war während einiger Jahrzehnte von den Historikern vergessen worden. Es enthält Berichte über zahlreiche Pflanzen und Tiere, die Thurneysser während seines Aufenthalts in Portugal beobachtet hat. Ein sehr kurioser Aspekt ist seine Beschreibung der schwarzen Afrikaner, die er in Lissabon angetroffen hat. Obwohl der Text auf frühneuhochdeutsch geschrieben ist, benutzt er für den größten Teil der pflanzlichen und tierischen Arten die portugiesischen Bezeichnungen. Die vollständige Transkription dieses ausführlichen Dokuments wird hier zum ersten Mal als Anhang der digitalen Ausgabe dieses Beitrags veröffentlicht.

Schlüsselworte: Thurneysser; Damião de Góis; Naturgeschichte; Pharmakologie im 16. Jahrhundert; Schwarze in Lissabon; Heilpflanzen.

UM MANUSCRITO REDESCOBERTO E A SUA HISTÓRIA

Ter redescoberto recentemente, para a comunidade científica portuguesa, um manuscrito alemão iniciado – segundo aparece escrito na sua própria página de rosto – em casa de Damião de Góis em 1555-1556, constituiu uma surpresa e ao mesmo tempo um desafio.

O manuscrito em causa encontra-se na *Staatsbibliothek zu Berlin*, com a cota *Ms. Germ. Fol. 97*, e pertence ao espólio de Leonhard Thurneysser zum Thurn (1531-1596), natural de Basileia. As partes que maior curiosidade despertam num lusitanista são naturalmente as constituídas pelos diversos comentários e observações, aparentemente feitas por Thurneysser, quando em Portugal.

A existência deste manuscrito já tinha sido assinalada em 1925 por Hermann Degering (1886-1942), na altura diretor da secção de manuscritos da então denominada *Preußische Staatsbibliothek*⁵. No seu levantamento das partes que dizem respeito a Portugal, intitulou-as como *Zur Naturbeschreibung von Portugal*, isto é, “acerca da descrição da natureza de Portugal”. Mais tarde, o geógrafo alemão Otto Quelle (1879-1959), catedrático da Universidade de Bona desde 1920, interessou-se por este manuscrito, numa altura em que era consultor científico do *Ibero-Amerikanisches Institut* e editor do *Ibero-Amerikanisches Archiv. Zeitschrift für Sozialwissenschaft und Geschichte*, que fundara em 1924⁶. Quelle trabalhou sobre a história cultural espanhola e portuguesa publicando diversos livros⁷, e artigos, em dois dos quais revela o conhecimento da existência do manuscrito de Thurneysser, bem como apontando o seu desejo de o publicar em moldes científicos.⁸ Esta informação teria levado os autores de “Oito Séculos de História Luso-Alemã” a referir-se a esse documento⁹.

⁵ DEGERING (2007).

⁶ A primeira referência a este interesse data de 1941 e encontra-se na tese de doutoramento na Universidade de Coimbra de Albin Eduard Beau, BEAU (1941) 176–177.

⁷ QUELLE (1940) e QUELLE (1942).

⁸ QUELLE (1944a): *Die Ergebnisse seiner Forschungen – der ersten wissenschaftlichen auf portugiesischem Boden – sind niedergelegt in einem mehrere hundert Seiten umfassenden Folioband, dessen wissenschaftliche Veröffentlichung mir hoffentlich bald ermöglicht wird.* Comparar QUELLE (1944b) 116.

⁹ STRASEN (1944) 163–164.

Tal desejo não se conseguiu satisfazer, porque, na altura em que foi manifestado, já os maiores tesouros culturais dos museus e bibliotecas de Berlim estavam a ser embalados e transportados para locais seguros, longe dos bombardeamentos, por exemplo em minas de sal-gema. Este manuscrito, em particular, parece ter estado depositado na Arquibadia de Beuron. Assim, levou anos até voltar a estar disponível para os investigadores: primeiro, na Universidade de Tübingen, como foi referido em 1960 por Henry Béat de Fischer (1901-1984)¹⁰, então enviado extraordinário e ministro plenipotenciário da Suíça em Portugal, segundo o qual o Instituto de Alta Cultura adquirira um microfilme do manuscrito, para possibilitar a Albin Eduard Beau (1907-1969), professor da Universidade de Coimbra, e à sua esposa Ursula, a edição e tradução do mesmo; mas esse projeto também não chegou a ser concretizado. Posteriormente, desde que foi possível reunir na *Staatsbibliothek zu Berlin* vários espólios que se tinham dispersado em consequência da 2.ª Guerra Mundial, o manuscrito tornou-se acessível com maior comodidade.

Não foi, porém, em Portugal que este manuscrito voltou a ser referido, tendo a sua existência sido assinalada, em 1996, por Gabriele Spitzer (hoje de apelido Kaiser), e, em 2011, por Yves Schumacher, nos livros que escreveram sobre Thurneysser, “astrólogo, alquimista, médico e impressor”¹¹. Foi o segundo destes livros que chamou acidentalmente a atenção de um dos presentes autores (BJH) para a existência deste manuscrito e, sobretudo, para a descrição da natureza de Portugal nele contida. Isto levou à constituição da presente equipa que conta com o apoio da *Staatsbibliothek zu Berlin* e do CIUHCT, Centro Interuniversitário de História da Ciência e da Tecnologia, da Universidade de Lisboa.

O manuscrito de Thurneysser tem múltiplos motivos de interesse para os historiadores portugueses, pois além de conter descrições de Lisboa por um viajante estrangeiro, apresenta ainda notícias várias de grande interesse antropológico e cultural e preciosos elementos acerca do mundo natural português. Nesta medida, acrescenta-se à já considerável lista de relatórios de viagem de estrangeiros que passaram por Lisboa no século XVI¹², mas, como ficará mais claro adiante, apresenta características que, de certa maneira, o tornam único neste importante *corpus* documental.

Dada a grande extensão do manuscrito, num alemão da época (*Frühneuhochdeutsch*) semelhante ao usado por Martinho Lutero na sua tradução da Bíblia, prevê-se que a transcrição, edição crítica e tradução completa venham a demorar alguns anos. Além disso, subsistem ainda algumas interrogações acerca da biografia de Thurneysser, da sua estadia em Lisboa, da origem deste manuscrito e de algumas informações nele contidas, dúvidas essas que só uma investigação mais apurada permitirá resolver. Contudo, pareceu-nos que não se deveria deixar de noticiar publicamente a redescoberta deste documento e a existência deste projeto para o estudar, bem como alguns dos primeiros resultados, antes mesmo de os trabalhos terem progredido ao ponto de se proceder à sua publicação, mesmo que apenas parcial.

¹⁰ FISCHER (1960) 149–151.

¹¹ SPITZER (1996), SCHUMACHER (2011).

¹² Uma lista recentemente aumentada com o importante relato da passagem por Lisboa em 1514 de Jan Tacoen de Zillebeke: STOLS (2014) 77–131.

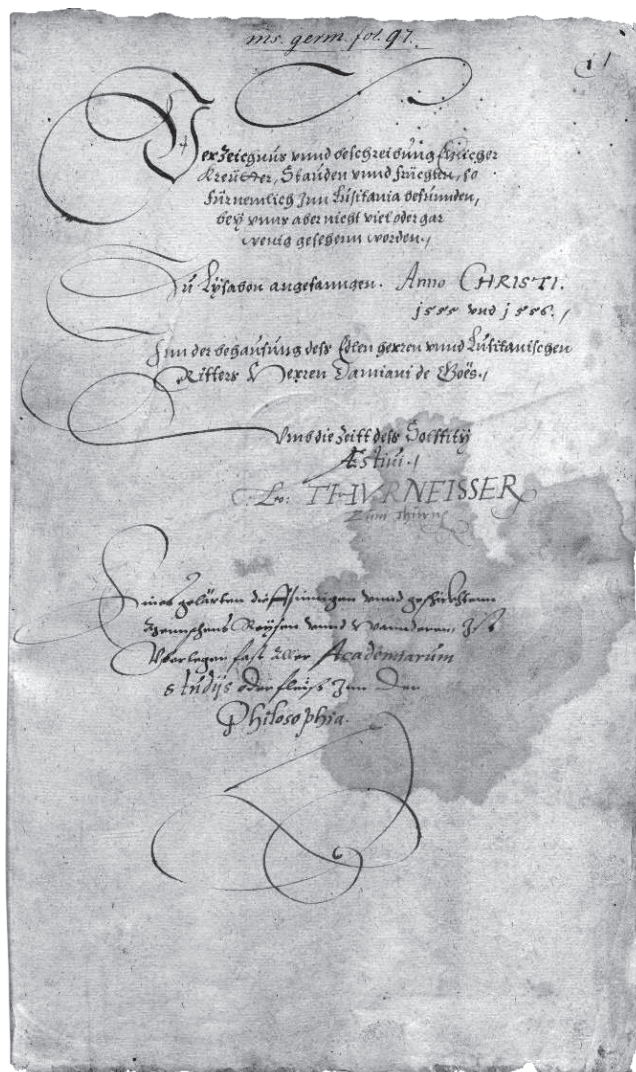


FIGURA 1

Página de rosto da “História Natural de Portugal”. Cortesia: Staatsbibliothek zu Berlin, Ms. Germ. fol. 97, fol. 1r.

LEONHARD THURNEYSSER E A SUA ESTADA EM LISBOA

O autor, Leonhard Thurneysser zum Thurn (1531-1596), natural de Basileia, aí aprendeu o ofício de ourives; mais tarde dirigiu minas no Tirol e fez viagens extensas, inclusivamente a Portugal¹³. Embora não tenha estudado em nenhuma universidade, considerava-se um continuador das doutrinas paracelsianas e praticava a alquimia e a medicina, tornando-se médico pessoal do Príncipe Eleitor de Brandenburgo. Em Berlim, este príncipe cedeu-lhe as instalações de um convento franciscano que tinha sido abandonado em consequência da reforma protestante. Verdadeiro polímato, usou os seus conhecimentos adquiridos autodidaticamente para produzir uma extensa obra impressa sobre assuntos que vão

¹³ Esta informação biográfica é recolhida das obras de SPITZER (1996) e SCHUMACHER (2011).

desde a alquimia e a astrologia até à farmacologia e medicina, passando por vocabulários “onomásticos” políglotas. Para imprimir essas obras com a perfeição gráfica que para elas exigia, fundou nos edifícios do convento mencionado a sua própria tipografia. No mesmo lugar também funcionava a sua botica, em que produzia as drogas que administrava aos seus pacientes, vendia a farmácias e também exportava para uma série de estados alemães e de países limítrofes. Na sua empresa empregava perto de duzentos trabalhadores, desde amanuenses de farmácia a copistas, gravadores, tipógrafos e toda a espécie de criados. Na sua prática médica, usava paralelamente aos métodos tradicionais transmitidos desde a Antiguidade e através da Idade Média, a astrologia e a uromancia. Fazia diagnósticos à distância das doenças das mais distintas cabeças coroadas em toda a Europa, examinando amostras de urina e relatórios que lhe eram enviados. A astrologia e a uromancia eram na altura aceites pela sociedade como boas práticas amalgamadas com a medicina. Na sua atividade de impressor, uma grande parte da sua receita provinha da venda de almanaques com horóscopos. O autor do manuscrito revelava-se assim como uma figura verdadeiramente renascentista e ao mesmo tempo um hábil empresário industrial capitalista *avant la lettre*.

O manuscrito com a história natural de Portugal, que nunca foi impresso, parece ter resultado da sua estada em Lisboa, numa altura em que ainda era bastante novo.

DESCRIÇÃO E CONTEÚDO DO MANUSCRITO

O manuscrito, que fazia parte da *Kurfürstliche Bibliothek*, isto é, da biblioteca do Príncipe Eleitor de Brandemburgo, tem mais de 900 páginas (contando também as que estão em branco) em papel de formato *folio*, encadernadas. Consta de onze partes de tipologia muito diversa, havendo, além de quatro partes com a descrição da natureza de Portugal, cuja autoria se atribui a Thurneysser (fols. 1r-143v e 317[217]r-353[253]v)¹⁴, outras sete partes com conteúdos de natureza diferente (fols. 145r-315[215]r e 355[255]r-449[349]r).

Nem todas as partes do manuscrito foram escritas pela mesma mão. Sem prejuízo de uma análise mais completa das caligrafias, pode-se afirmar que uma grande parte deve ter sido escrita por um servidor de Thurneysser chamado Adam Seidel, mencionado na obra já citada de Gabriele Kaiser, como esta autora nos provou, baseada em amostras da letra deste criado de Thurneysser. A maioria das folhas do manuscrito tem marca de água de um papeleiro da cidade de Bautzen, fornecedor habitual da tipografia de Thurneysser.

Antes de descrever em mais pormenor as partes relativas à história natural de Portugal, enumeram-se e resumem-se as outras seguintes:

- Um breve índice alfabético¹⁵ (fol. 145r a 148v) de designações extraídas do livro *Gifftiager, das ist von ursach, reinigung, bewarung und Cur Pestilenzischer lufft*¹⁶, impresso em Frankfurt em 1567, do autor Gulielmo Klebitius, o mesmo que Wilhelm Klebitz (1533-1568), teólogo protestante Zwingliano.

¹⁴ Os números colocados entre parênteses retos são os que figuram de facto no manuscrito. Aqueles que os antecedem são os que deveriam figurar se não tivesse havido um erro moderno do organizador do manuscrito, que se traduziu num recuo de 100 unidades, a partir do fôlio que se segue a 284v. Este erro de contagem repercute-se através de todas as páginas seguintes até à última do manuscrito.

¹⁵ *Aüssziug ettzlicher vornemer Hanndlungen auss dem Gifftiager H. Wilhelmi Triphyllodacni.*

¹⁶ Tradução do título: “Caçador de veneno, isto é, da causa, purificação, prevenção e cura do ar pestilento”.

- Um índice alfabético de nomes latinos de plantas (fol. 151r a 159v) extraídos dum herbário de Rembert Dodoens (1517-1585) intitulado *Extractio oder Auszug Dodonei*, seguido duma lista poliglota em latim, grego, alemão, brabant (neerlandês) e galês (francês), por vezes acrescentado duma segunda designação latina, quando a usada pelos boticários diferia daquela preferida por Dodoens¹⁷ (fol. 161r a 206r). Cada entrada de uma das listas remete para a página correspondente da outra.
- Um vasto receituário de mais de 60 páginas (fol. 209r a 240r) que, embora invoque, como título na primeira página, *Pedanius Dioscorides Anazarbus*¹⁸, mais parece ser uma compilação de apontamentos retirados da já referida obra *Gifftiager* de Klebitz. Está organizado por capítulos, começando pelos respeitantes à “purificação do ar” como prevenção da peste, percorrendo seguidamente muitas maleitas que se pensava serem causadas por venenos, seguindo a ordem pela qual aparecem no *Gifftiager*. Para cada uma dá uma lista de antídotos. É de notar que não transcreve as partes do *Gifftiager* de Klebitz relativas às “causas teológicas e astronómicas das pestes”, preferindo citar remédios aplicáveis na prática médica.
- Seguem-se excertos dum herbário de Paracelso (fol. 241r a 255r)¹⁹. Estes excertos remetem para páginas dum manuscrito que, como tudo indica, se encontrava na posse de Thurneysser. De facto, numa carta datada de 3 de Janeiro de 1578, que recebeu dum médico de Anhalt, Johann Franke (1545-1617), este manifesta a esperança de que Thurneysser publique em breve esse herbário, o que, no entanto, nunca chegou a acontecer²⁰.
- Um texto de natureza médica (fol. 257r a 263v), seguido duma série de parágrafos de natureza botânica da letra A a H (fol. 265r a 269v), seguidos de mais parágrafos (mas escritos por punho diferente, de I a Z (fol. 270r a 274v). Uma outra série de folhas tem descrições de plantas acompanhadas de desenhos (fol. 275r a 283v), presumivelmente da mão do próprio Thurneysser.
- Um índice de ervas (fol. 285[185]r a 287[187]v)²¹ seguido de textos de natureza botânica (fol. 289[189]r a 315[215]r).
- Finalmente, um índice de drogas (fol. 355[255]r a fol. 374[274]r) seguido de uma tábuia de doenças e lesões, com a indicação das drogas indicadas para a cura de cada uma, com o título *Tabvla medicinarum simplici[um], quæ perclucunt[ur] Cathartica ipsa ad membra, quæ peculiariter intendimus evacvuare* (fol. 374[274]v a 393[293]v). Segue-se ainda um índice alfabético de drogas (fol. 395[295]r a 449[349]r) com muitas folhas em branco.

Na secção seguinte descrevem-se com mais pormenor aquelas quatro partes referentes a Portugal que passamos a designar por “História Natural de Portugal”.

¹⁷ Dodoens, médico e botânico flamengo, publicou vários herbários em neerlandês, sendo o mais célebre o *Cruijde boeck* (Antuérpia 1554). Naquela época foi o livro que, a seguir à Bíblia, foi traduzido em mais línguas. A própria edição neerlandesa já contém as designações em todas as línguas mencionadas.

¹⁸ *Pedanius Dioscorides Anazarbus* (ca. 40–90 d.C.), o famoso autor da precursora de todas as farmacopeias, *De materia medica*.

¹⁹ *Extractio oder Auszug der Beschreibung. Beschreibung etlicher Kreütter auss dem Herbario Theophrasti Paracelsi Bombast, beider Artzney Doctoris*.

²⁰ O original da carta encontra-se na secção de manuscritos da *Staatsbibliothek zu Berlin* com a referência Ms. Germ. Fol. 422a. A mesma está transcrita e comentada em KÜHLMANN (2013) Nr. 120, 474–488.

²¹ *Register der Kreütern Thierenn Vogeln vnnnd andere Naturliche[n] Kunstenn vnnnd Historien vnd Kranckheiten*.

A história natural de Portugal

Introdução

A *história natural de Portugal* divide-se em quatro partes.

Uma primeira versa as plantas e arbustos que o autor observou em Portugal e que lhe pareceram diferentes dos que conhecia da sua pátria, ao norte dos Alpes (fol. 1r a 109v).

Uma segunda parte trata de *Thierlein* (animaizinhos), incluindo peixes e moluscos (fol. 111r a 127v).

Uma terceira parte consta de uma miscelânea de relatos de observações ou testemunhos recolhidos durante a sua estada em Lisboa. Estes incluem descrições dos rituais de iniciação de novos membros na comunidade dos mercadores noruegueses, bem como uma descrição muito extensa e pormenorizada dos negros e “etíopes” que encontrou em Lisboa, as suas características morfológicas conforme as suas várias origens, os produtos que traziam consigo e a forma como aqueles que vieram como escravos eram vendidos no mercado de Lisboa (fol. 129r a 143v).

Há ainda uma quarta parte que se inicia com descrições e observações sobre animais domésticos e exóticos começando com aves, seguida de quadrúpedes, incluindo lagartos à mistura com cobras e aranhas, mas a maior proporção é dedicada à descrição de plantas medicinais (fol. 317r a 353v).

No texto alemão, o autor designa as plantas, animais, etc. muitas vezes pelos nomes portugueses que recolheu *in loco*. Além do óbvio interesse botânico, farmacológico, zoológico, geográfico, paleoecológico e antropológico das suas observações, também são de salientar certos aspetos comerciais e industriais que entremeia com os citados temas principais. As designações portuguesas que recolheu dos seus interlocutores (“dos Lusitanos”, nas suas palavras) também são fontes potenciais de estudos linguísticos, na medida em que alguns destes interlocutores podem ter sido pessoas com quem conversou nos mercados, nos campos e nas praias e não apenas os eruditos, como era o caso do seu anfitrião, Damião de Góis, que chega a citar literalmente. Está ainda por se fazer uma análise mais profunda dos seus relatos que vai requerer a colaboração de investigadores das várias áreas em que incidem os textos desta história natural.

Primeira parte – plantas (fol. 1r a 109v)

Tradução da página de rosto redigida em alemão (Fig. 1): “Índice e descrição de várias ervas, arbustos e frutos que se encontram sobretudo na Lusitânia e que na nossa terra se veem raramente ou nunca. Iniciado em Lisboa no ano de Cristo 1555 e 1556 na casa do nobre senhor e cavaleiro lusitano senhor Damião de Góis. Na época do solstício de Verão. Leo[nhard] Thurneisser zum Thurn. As viagens e caminhadas de uma pessoa pensadora profunda e hábil são superiores a quase todos os *Academiarum Studijs* ou dedicação à filosofia.”²²

Citam-se a seguir os títulos dos capítulos transcritos no idioma original (em itálico), que pode tanto ser latim, alemão como português (dão-se, quando possível, eventuais traduções entre parênteses curvos; os títulos que não estão destacados no manuscrito, mas só aparecem nas primeiras linhas do

²² Verzeichnis vnnnd Beschreibung etzlicher Kreütter, Stauden vnnnd Früchten, so fürnemlich inn Lusitania befunden, bey vnns aber nicht viel oder gar wenig gesehen worden. Zu Lysabon angefangen Anno CHRISTI 1555 und, 1556. Inn der Behausung dess Edlen Herren vnnnd Lusitanischen Ritters Herren Damiani de Goës, umb die Zeitt des Solstity AEstiui. Leo[nhard] THVRNEISSER Zum Thurn. Eines gelärten dieffsinnigen vnnnd geschickthenn Menschens Reysen vnnnd Wannderer, ist oberlegen fast aller Academiarum Studijs oder Fleiß inn der Philosophia.

corpo de texto de cada capítulo, estão colocados entre parênteses retos). Nos vários capítulos descrevem-se em alemão as espécies citadas nos respetivos títulos e mencionam-se por vezes as suas aplicações em medicina, cosmética ou outros domínios.

Index (fol. 2r a 2v).

[*Agrysis und Split*] (fol. 4v).

1 – *Malmakiis* (malmequer) (fol. 5r a 11r).

2 – *Gladiolvs* (fol. 11v a 12r).

3 – [*Medronho*] (fol. 13r a 13v).

4 – *Titymallvs Minima* (eufórbia?) (fol. 15r a 15v).

5 – [*Marmelos*] (fol. 17r a 17v).

6 – *Vervs Tamariscvs* (fol. 19r).

7 – [*Numularia*] (fol. 22r a 24v).

8 – *Narcissvs Albvs Minor* (fol. 25r a 26r).

9 – [*Inhame, Banana, Dracuncolvs, Cucumerus, Cibolla Albaran, Rhabarbarvm*] (fol. 27r a 28v).

10 – *Perfoliata Montona* (fol. 29r a 29v).

11 – [*Lemtisco*] (fol. 31r).

12 – [*Darvera*] (daroeira?, tramazeira) (fol. 33r a 34r).

13 – [*Pandecocv*] (fol. 35r a 35v).

14 – [*Scabiosæ*] (fol. 37r a 38v).

15 – [*Antirrhinon Hijacinthinum*] (fol. 39r a 40v).

16 – *Species Savinae* (fol. 41r a 41v).

17 – *Historia Coccini Hispanici* (carrasco, *quercus coccifera*) (fol. 43r a 50v).

18 – *Centavrium Minvs Albvm* (fol. 51r).

19 – *Sijderitis Montana Minor* (morugem, erva-estrela) (fol. 53r a 53v).

20 – *Sangvis Orba Rotvnda* (fol. 55r a 55v).

21 – *Orches Lusitanicae, Lusitanische Hunndtshödlein* (testículos-de-cão lusitanos) (fol. 57r a 77r).

Prima species (fol. 57r a 59r).

Species Altera (fol. 61r a 61v).

Species Orchis Tertia (fol. 63r a 64v).

Species Orchis Quarta (fol. 65r).

Quinta Species Orchis (fol. 67r).

Sexta Species Orchis (fol. 69r).

Nota Bene (fol. 69v).

Orchis Coervlea (fol. 71r a 72r).

Species Orchis (fol. 73r a 74r).

Orchis Alba (fol. 75r a 77r).

22 – *Flos Iari Medii* (fol. 79r a 80r).

23 – *Flos Narcissi* (fol. 81r a 83r).

24 – [*Flosira*] (fol. 85r a 86r).

25 – *Marguaca* (margaça, camomila) (fol. 87r a 88r).

- 26 – *Xiphion Montanum vel Hyacinthus Montanus* (fol. 89r a 90r).
- 27 – *Lamerina* (fol. 91r a 91v).
- 28 – *Silphium Vellaser Lusitanicum* (fol. 93r a 94v).
- 29 – *Narcissus Ferrogineus* (fol. 95r a 99r).
- 30 – *Phv Bulbosum Montanum* (fol. 101r).
- 31 – *Melilotus Pungens* (fol. 103r).
- 32 – *Proseves vel vngves Marini Item Pes de Capra* (percebes) (fol. 106r a 109v).

A descrição das plantas é feita com bastante pormenor. Muitos nomes que o autor dá às plantas caíram entretanto completamente em desuso. Nestes casos, mesmo tendo procurado esses nomes em herbários medievais e renascentistas, nem sempre se encontram estas designações. As dúvidas que subsistem podem vir a ser esclarecidas pela comparação da descrição da planta em causa com descrições modernas, em obras que designam essas plantas com o nome usado atualmente. As propriedades e aplicações medicinais, cosméticas e industriais mencionadas são por vezes bastante surpreendentes, pelo que se registam aqui alguns exemplos curiosos:

A propósito do medronho (cap. 3) o autor relata: “Este fruto tem um gosto bastante doce, mas nenhum cheiro e um sabor parecido com a *fraga* ou morango, mas fazem mal ao estômago e à cabeça...” (fol. 13v)²³.

Ao descrever o marmeleiro (cap. 5), menciona: “Os lusitanos preparam e confeccionam os seus marmelos com o suco ou sumo das laranjas, o que os torna transparentes, puros ou claros, à qual confeção chamam “marmolla[da]” (fol. 17v)²⁴.

No capítulo referente a *Inhame, Banana, Draconcolus, Cucumers, Cibolla Albaran, Rhabarbarum* (cap. 9), em lugar duma descrição verbal, remete para figuras em determinadas páginas dum manuscrito. Infelizmente esses desenhos perderam-se. Como tudo indica que o manuscrito é uma cópia de Adam Seidel feita a partir dum original de Thurneysser, percebe-se a razão de os desenhos não terem sido também copiados. O autor deve ter observado estes frutos no mercado de Lisboa e menciona as regiões ultramarinas de onde são importados.

Quando descreve o lentisco (cap. 11), assinala: “Dos raminhos deste *fruticis* fazem vassouras com que varrem” (fol. 31r)²⁵.

Ao descrever o que chama “darvera”²⁶ (cap. 12), a que no corpo do texto dá o nome alemão *Eberesche*, em português “tramazeira” (*Sorbus aucuparia*), o autor faz uma descrição curiosa das suas utilizações: “Dá umas baguinhas que primeiro são vermelhas e depois se tornam pretas e que são muito úteis para a face e os olhos, pelo que as mulheres lusitanas besuntam as faces com o unguento das mesmas; porque primeiro espremem o seu suco e expõem o mesmo ao sol. Por último besuntam com o mesmo a cara e apreciam-no muito e dão-lhe grande valor. Com a madeira do mesmo, esfregam e afiam os dentes depois de comerem, porque quando se mete um pau na boca e se mastiga e assim se esfregam

²³ Es hatt diese Frucht ein gar süessen Geschmackh, aber gar keinen Geruch, vnnd schmeckht fast wie die *fraga* oder Erdtbeer. Sie seindt aber dem Haupt, vnnd dem Magen schedlich ... (fol. 13v).

²⁴ Die Lusitani richten zu vnd machen diese ire Marmellen ein mit dem succo oder Safft der Arantien darvon sie dann gar durchsichtig vnnd lauter oder klar werden, vnnd welche confectio vonn inen Marmolla[da] genannndt wierdt (fol. 17v).

²⁵ Von den Zweiglein aber dieses *fruticis* machet sie Bösen damit man feget (fol. 31r).

²⁶ Possivelmente ouviu dizer “daroeira”.

os dentes, estes ficam brancos. Por isso, os *nigritis*, os mouros pretos ou povos etíopes, os usam muito” (fol. 33r)²⁷.

O capítulo 17, intitulado *Coccini hispanici*, diz respeito ao carrasco ou quermes (*Quercus coccifera*) e descreve o arbusto, a bolota e as galhas, a colheita e a utilização das mesmas para extração do carmesim. Descreve os costumes das mulheres que faziam a colheita das galhas: “As mulheres que apanham e colhem a citada *Grana coccinea* besuntam ou friccionam os seus pés e botas com alho e, além disso, comem-no por causa das cobras e dos vermes peçonhentos que se costumam encontrar por baixo”²⁸. Descreve ainda as várias qualidades e o preço do carmesim, a tinturaria do pano de lã e a exportação para Castela e Itália e discorre sobre a riqueza agrícola do Alentejo, os trajes e o caráter dos alentejanos: “Os habitantes desta província usam ou vestem trajes todos brancos com cintos e calças brancas. Os lavradores da mesma terra são gente forte, orgulhosa, hospedeira e franca. Um filho não deixará a morte dum pai sem ser vingada, tal como os pais não gostam de deixar a morte dos filhos sem ser vingada, pois são certos e bons atiradores” (fol. 49v)²⁹.

No capítulo 21, intitulado *Orches Lusitanicæ*, sem prejuízo de uma análise pormenorizada, ainda por fazer, torna-se evidente que o termo *orches* nem sempre foi usado com o mesmo significado que hoje tem, como designação dum género, incluindo-se neste capítulo uma série de plantas bastante diversas, cujas descrições terão de ser estudadas para que se possa traduzir corretamente os seus nomes.

O capítulo 32 da primeira parte da História Natural de Portugal tem o título *Proseves vel Vngves Marini, item Pes de Capra*. Embora esteja integrado na parte referente a plantas, não trata de nenhuma planta, mas dum marisco, o percebe. Este pormenor bizarro não resulta de uma ignorância completa de Thurneysser sobre a natureza animal deste ser vivo, mas antes da opção de, ao arrumar este capítulo, dar prioridade mais às suas aparências do que à natureza do percebe. O autor começa por constatar que é imóvel por estar agarrado à rocha por algo que se assemelha a um rizoma, possuindo uma espécie de ramos que se assemelham a caules, que transportariam o nutrimento até à ponta de cada ramo. Pouco a pouco, ao longo de três parágrafos, acaba por concluir que, apesar das aparências sugerirem o contrário, se trata afinal dum animal.

Segunda parte – animaizinhos (fol. 111r a 127v)

Tradução da página de rosto redigida em alemão e latim: “Índice e Descrição de vários Animais e especialmente de Animaizinhos Aquáticos que se encontram na Lusitânia, mas que na nossa Terra não se costumam ver. Iniciado em Lisboa. Ano de Cristo 1555 e 1556. As viagens e caminhadas de uma pessoa pensadora profunda e hábil são superiores a quase todos os *Academiæ Studij* ou

²⁷ Es bringt Berlein, welche erstlich roth, darnach aber schwartz werden, vnnnd seindt zu dem Gesicht oder Augenn sehr nützlich, doher die lusitanischen Weiber mitt denselbigen Olitet das Angesicht schmieren, denn sie truckh[en] erstlich auß inen den Safft vnnnd setzen denselbigen ein Zeitt lannng an die Sohnnen. Letztlichen schmieren sie das Angesicht darmit vnnnd wierdt vonn inen sehr lieb vnnnd wertht gehalltten. Mit desselbigen Holtze wetzen oder scherpffen sie auch ire Zehnen, dann wenn man dasselbige nach dem Essen in den Mund nimbt vnnnd zerkauet vnnnd also die Zeenen damit reibet, so werdenn sie gar schon weiß davonn. Sogar es von den Nigritis, den schwartzen Mohren oder ætjopischen Völckheren sehr gebraucht wierdt (fol. 33r).

²⁸ Die Weiber die dieselbige Grana Coccinea einsamlen vnd colligieren die schmieren oder salben ire Füëß vnnnd Stifel mit Knoblauch, vnnnd essen denselbigen auch dazumahl, vonn wegen der Ötteren vnnnd giftigen Würmer so sie gemeiniglich vnnnder denselbigenn zu verhallten pflegen (fol. 45v).

²⁹ Die Einwohner derselbigen Lanndschaft brauchen oder tragen eittel weisse Kleider, weisse Gürtt vnd Hosen. Es seindt auch die Ackher Leütt desselbig[en] Lanndes starcke, firche[?], vnnnd kostfey, ja freymuetige Mennschen. Es last auch bey inen der Sohn gar selten den Todt seines Vatters ungeroch[en], wie dann der Vätter der Kinnder Todt auch nicht bey inen gernn ungerochen lassen hingehen, dann sie seindt gewisse vnnnd guette Schützenn (fol. 49v).

dedicação à filosofia. Plutarco: *Peregrinatio alit sapientiam*. Quem caminha por país estrangeiro, fica a conhecer muitas coisas estranhas; alcança assim sabedoria, compreensão e muitas vezes grande fortuna”³⁰.

Os títulos seguintes dizem respeito a parágrafos curtos em que o manuscrito dá referências, sob a forma de números de folhas de uma coleção de gravuras que se desconhece. Reproduzem-se em itálico, sem tradução dos termos, que tanto podem ser latinos, alemães como portugueses. Nalguns casos juntam-se traduções portuguesas entre parênteses curvos.

[I] – *Vonn den Thierlein vnnnd Fischen* (Dos animaizinhos e peixes) (fol. 112r a 112v):

I. Coitus.

II. Partus.

III. Pugna et Amicitia.

IV. Motus.

V. Vox.

VI. Captura.

VII. Caro.

VIII. Bonitas in tempore.

[II] – *Schleyen* (tencas) e notas acerca de *Biber* (castores), *die Charauschen* (carpas?), *Savella* (sável?), *Sardinia* (sardinha) (fol. 112v a 113r).

III – Lamprea Lvsitanica (fol. 113r a 116v).

IV – Mucharos (fol. 116v a 117v).

V – Rvivo (fol. 117v a 118v).

[VI] – *Pisces in Lusitania et præcipue ad Ostium Tagi Olispone* (Peixes na Lusitânia principalmente em Lisboa na foz do Tejo; menciona *Tønium*, *Stier*, *Caninus Piscis*, *Raiarvm*, *Solii* e *Rikem*, querendo dizer provavelmente atum, esturção, lúcio, raia, solha e cherne, respetivamente) (fol. 118v a 122v).

As secções VII a XII seguintes têm apenas uma enumeração de espécies, cujos nomes portugueses foram manifestamente recolhidos oralmente e grafados tal como um falante da língua alemã o faria, no desconhecimento da grafia portuguesa.

VII – *Marinæ Conchæ* – menciona entre outras *Busio*, *Brigignaun*, *Camoninas Jacobs Muschelen*, *Antigia*, *Maxilhaon*, *Ostræ* e *Lapas* – (fol. 122v a 127v).

[VIII] – *Conchæ et Buccinæ Terrestres* (fol. 123v).

[IX] – *Carocol, Cancrorum Species inn Lusitania* (fol. 124r):

1. *Cangeios*;

2. *Centolas*;

3. *Capatenpes*;

4. *Lagonsta*;

³⁰ PARS SECVNDA. [Ver]zeichnus vnnnd Beschreibung etzlicher Tierenn, vnnnd sunnderlich Wasserthierleinn, so inn Lusitania erfunden, bey vnns aber nicht viel gesehenn werdenn. Zu Lysabon angefangenn Anno Christi 1555 vnnnd 1556. Eines gelartenn dieffsinnigen vnnnd geschicktem Mennschens Reysen vnnnd Wannnderer, ist oberlegen fast aller Academiarum Studijs vnnnd Fleiß inn der Philosophia. Plutarchus. *Peregrinatio alit sapientiam*. Wer Wanderenn thuet durch frembde Lanndt, Dem wierdt viel seltzam Dinngs bekanntt, Erreicht dardurch Weissheit, Verstanndt vnnnd kumbt im oft gros Glick zuhannndt (fol. 111r).

5. Lagostins;
6. Camerons;
7. Mouros.

[X] – *Semianimalia, marina et reptilia* (fol. 124r a 124v):

Polippus maximus

1. *Polypus medius*;
2. *Polypus minimus*;
3. *Bulla uel uesica marina*;
4. *Bullæ Lusitanicæ*;
5. *Bullæ maximæ*;
6. *Crystallus marina*;
7. *Puluinar marinum*;
8. *De lapidium piscium pitris*.

Pisces in Portugallia (fol. 124v a 127v):

1. *Balena*;
2. *Balena altera Species Balenæ*;
3. *Sardinia*;
4. *Sambala*;
5. *Pataroxa*;
6. *Sauelha*;
7. *Macarenæ sarda Anglica*;
8. *Chicharcino Macarænæ Lusitanicæ*;
9. *Mugem*;
10. *Bordalo*;
11. *Robalo*;
12. *Chuopa*;
13. *Xyphion*;
14. *Salmoneta*;
15. *Salmoneta grander*;
16. *Budiam*;
17. *Goras*;
18. *Cachuncho*;
19. *Sarues*;
20. *Pargo*;
21. *Cabra Ruiuo*;
22. *Cabra altera*;
23. *Remora*;
24. *Savel*;
25. *Papagei*;
26. *Truta*;

27. *Pargo camelitis*;
28. *Bunita*;
29. *Lamprea*;
30. *Bonga marina*;
31. *Murea*;
32. *Murea altera*;
33. *Eiros*;
34. *Erigiens*;
35. *Agutha*;
36. *Agutha*;
37. *Carapuos*;
38. *Piscis uolucer*;
39. *Piscis doolunda*;
40. *Pisce spanda*;
41. *Raiæ oder der Rochenn*;
42. *Rodoualho*;
43. *Solha*;
44. *Linguadæ*;
45. [Sem título];
46. *Pastinacæ*;
47. *Litous*;
48. *Pisce puta*;
49. *Pampano*;
50. *Douranda*;
51. *Gallina*;
52. *Pisce porco*;
53. *Tunum vnd Tuninna*;
54. *Delphines*;
55. *Cassaun*;
56. *Lixa*;
57. *Lisam*;
58. *Tubaraunn*;
59. *Tartaniga*;
60. *Piscis Caninus*;
61. *Tamburill et Sargo*;
62. *Phaneco et Prengo*;
63. *Albacora*;
64. *Pisce Gallo*;
65. *Barbo*;
66. *Crongu*;
67. *Rana Piscatrix*;

- 68. *Coruina*;
 - 69. *Chernæ*;
 - 70. *Siba*;
 - 71. *Os septæ Fischlein*;
 - 72. *Chocus*;
 - 73. *Cera et Ruinaco*;
 - 74. *Pisce Rey*;
 - 75. *Enscona*;
 - 76. *Enxaraco*;
 - 77. *Bacalhao*;
 - 78. *Euxaroco altera*;
 - 79. *Rapelau*;
 - 80. *Bufo uenenatus*;
 - 81./82. *Aselli subterranei*;
 - 83. *Phocæ Maris septentrionalis*.
- XII – *De monstris marinis* (fol. 127v):

- 1. *De Syrenis*;
- 2. *De Tritonibus*;
- 3. *Animal septem Capitibus*;
- 4. *Monachus Marinus*;
- 5. *Gauallus marinus*;
- 6. *Pes de capra proseues vel vngues marini*.

XIII – *Vonn Lusitanischen Schiffen vnnd Schiffgeradt* – Dos barcos lusitanos e seus apetrechos – (fol. 127v).

Terceira parte – miscelânea – (fol. 129r a 143v)

Tradução da página de rosto redigida em alemão: “Miscelânea. Parte Terceira, histórica, geográfica, médica e de várias [matérias] mixtas. O que foi tudo depreendido e consignado por um excelente e mui douto senhor caminhante em viagem. Ano de Cristo 1555 e 1556. As viagens e caminhadas de uma pessoa pensadora profunda e hábil são superiores a quase todos os *Academiæ studijs* ou dedicação à filosofia. Plutarco: *Peregrinatio alit sapientiam*. Quem caminha por país estrangeiro, fica a conhecer muitas coisas estranhas; alcança assim sabedoria, compreensão e muitas vezes grande fortuna” (fol. 129r)³¹.

Títulos dos capítulos em itálico e possíveis traduções entre parênteses curvos:

I – *Nebvlgea. Rotte wolriechennde Steinflechten* (Líquenes vermelhos aromáticos?) (fol. 130r).

II – *Conservam rosarum* (Conservas de rosas) (fol. 130r).

III – *Ritus depositionis Mercatorum Noruegiæ. Wie die Bergische Kauffleut vnnd Hendler eingeweicht und gemustert werdenn* (Ritos de iniciação dos mercadores noruegueses) (fol. 130v a 133v).

³¹ MISCELLANEA. PARS TERTIA. Historica, Geographica, medica et varie mixta. Welches sembtlich inn eines vortrefflichenn vnnd hichgelartenn Herren Wannderen vnnd Reysenn vonn ime ist deprehendiret vnnd consigniret wordenn. Anno CHRISTI 1555 vnd 1556. Eines gelarten dieffsinnigen vnnd geschickht[en] Mennschens Reysenn vnd Wannderen ist oberlegenn fast aller Academia[rum] studijs vnnd Fleiß in Philosophia. Plutarchus. Peregrinatio alit sapientiam. Wer Reysen thu[e]t durch frembde Lanndt, Dem wierdt viel seltzams Ding bekannt, Erreicht dardurch Weissheit, Verstanndt, Kumbt im auch offft gros Glick zuhannndt (fol. 129r).

IV – *Æthiopum Vel Nigritarum d[e]scriptio. Beschreibung der Mohren, Nigri-ten vnnd Aethiopier* (Descrição dos mouros, negros e etíopes) (fol. 133v a 141v).

V – *Aestus Maris* (As marés) (fol. 142r a 143v).

VI – *De marmoribus Lusitanicis* (Acerca dos mármore lusitanos) (fol. 143v).

VII – *Mensure aridorum et pannorum* (Medidas de secos e pães) (fol. 143v).

Algumas notas sobre cada um dos capítulos:

I – O autor descreve líquenes de cor amarela ou avermelhada que recobrem rochas expostas a nevoeiros.

II – O autor descreve um tratamento que os lusitanos dão a certas rosas.

III – O autor descreve os rituais de iniciação dos noviços na comunidade de mercadores da cidade norueguesa de Bergen no reino da Dinamarca. Trata-se de praxes nojentas, escabrosas e humilhantes que são descritas em pormenor, sem revelar de onde obteve essas informações.

IV – Este capítulo começa pela descrição pormenorizada e mesmo drástica daqueles caracteres físicos que mais distinguem os negros dos europeus. Distingue vários tipos físicos conforme a sua origem das costas da Mina ou da Arábia e do Mar Vermelho. Regista as cicatrizes de mutilações que muitos traziam nos seus corpos, em consequência dos usos a que nos seus povos sujeitavam as pessoas jovens. O autor admira a sua força, resistência e paciência para suportarem esforços pesados, mas também menciona que se zangam muitas vezes uns com os outros e que se batem entre eles com muita violência.

Nas suas terras de origem não se usaria moeda propriamente dita, mas, em vez disso, utilizavam-se umas conchinhas para transacionarem valores pequenos. Aos navegadores e mercadores lusitanos davam pepitas de ouro em troca de roupas e diversos utensílios de que necessitavam. O autor descreve os costumes desses negócios. Afirma que se alimentam de legumes, tal como inhame, banana e batata, ora cozidas, ora fritas. Esses legumes também são trazidos das suas terras para Lisboa, onde são vendidos publicamente.

Para beber, os nativos servem-se de água ou vinhos que preparam a partir dos frutos das palmeiras e das suas cascas, bebidas essas que são muito mais fortes que os vinhos que se bebem na Europa.

O autor afirma que negros são extraordinariamente lascivos, desinibidos e desavergonhados, e que as mulheres são divertidas, mexidas e deliciosas *in opere venereo* e muito mais atrevidas que as da terra dele. Têm um grande desejo de copularem com homens brancos e de se miscigenarem.

Anota ainda que nas suas terras não cresce o gengibre, mas que há muita malagueta.

No final deste capítulo, o autor relata que muitos destes mouros ou negros são levados todos os anos das suas terras para Lisboa, onde são vendidos, citando os preços dos jovens e mulheres que são primeiro exibidas, sendo apregoados os seus preços de venda. Descreve ainda a forma como os compradores avaliam a robustez e o estado de saúde das pessoas que estão a ser oferecidas para venda, o seu estado de nudez, as apalpações a que são sujeitas, incluindo das partes íntimas, a execução de exercícios físicos destinados a avaliar as suas forças. Na apreciação dos seios das mulheres, o comprador também quer saber se é virgem e, no caso de já ter parido, quantas vezes pariu.

Além disso, constata que a cor da pele é algo que têm desde que nasceram e que não é o resultado de terem nascido numa determinada terra, mas que depende dos pais de que nasceram. Nota que das uniões entre uma pessoa de cor mais negra com outra mais clara nascem crianças com um tom de pele

intermédio. Cita o termo “mulato” usado pelos lusitanos e compara com o facto de se criarem mulas através do cruzamento de cavalos com burros, mas nota que contrariamente ao que acontece com as mulas, não há perda de fertilidade.

Conclui que a negritude não pode resultar exclusivamente da elevação do sol e do calor violento do estio nos países de origem. Para causar a negritude completa haverá algo que se encontra no sêmen e por este se transmite. “O mui douto e nobre senhor Damião de Góis é da mesma opinião e o supremo governador lusitano da Índia também considera que a negritude tem três causas, sendo uma o resultado do escurecimento pelo calor excessivo, uma segunda da combustão dos sémenes nos pais, causada também pelo calor, e a terceira a humidade das regiões. Nas migrações dos povos etíopes de pele relativamente clara através de outras regiões, estes teriam ficado mais escuros” (fol. 140v).

Reflete sobre a pele mais clara dos índios do Brasil, embora também venham duma zona tórrida, abaixo da linha dos equinócios.

Menciona que o rei dos etíopes, isto é, dos mouros negros, é adepto da religião da igreja romana, por ter visto uma carta em que este pede à santidade papal e ao rei dos lusitanos o envio de oficiais e mestres de várias artes e em que confessa a sua fé e lamenta o facto de os reis e príncipes da Europa se guerrearem, quando deviam ser todos do mesmo corpo, cuja cabeça é Cristo. E, tal como o grande rei das Índias, estima os francos por terem protegido e defendido a cidade de Cambaia, rechaçando centenas de milhares de turcos. Conclui: “Deus está connosco”.

Relata que finalmente viu em Lisboa uma pessoa que foi concebida e nascida não longe da Mina de pais de cor negra de carvão que era todo branco, “ainda mais branco que um alemão”, mas cujos membros permaneceram semelhantes aos de Mouros, egípcios ou negros.

V – O autor afirma que em cada dia de 24 horas o mar enche duas vezes e vaza outras duas vezes. Relata este fenómeno e o seu ritmo de seis em seis horas em pormenor e que observou que, na lua cheia, a altura da maré é maior que na lua nova. Considera que as marés têm origem no grande e bravo oceano e menciona que o *Mare Dantiscanum*³² (mar báltico) não tem marés. No *Belgicum Mare* e o *Mare Anglicum* (não é claro se se está a referir ao canal da Mancha ou ao mar do Norte) a altura das marés varia conforme os sítios. Informa que na Hibérnia (Irlanda) a altura das marés é especialmente elevada.

VI – O Capítulo refere brevemente que existe uma variedade de mármore na Lusitânia e remete para uma descrição num manuscrito desconhecido, possivelmente um anterior, do qual este é uma cópia incompleta.

VII – Refere-se um manuscrito desconhecido, possivelmente o mesmo que o referido na secção anterior, em que são descritas as medidas de géneros e frutos secos, bem como de panos.

Quarta parte (fol. 317[217]r a 353[253]v)

Esta quarta parte da *história natural de Portugal* não tem folha de rosto e está escrita por um punho diferente daquele das partes anteriores. Começa com a descrição de diversas aves. Seguem-se descrições de alguns quadrúpedes e finalmente uma secção extensa sobre plantas medicinais. Apresenta-se a seguir a transcrição dos títulos dos capítulos em itálico, seguida por uma tradução portuguesa nos casos em que isso é possível com relativa facilidade.

³² *Dantiscum* é uma das designações latinas da antiga cidade hanseática Danzig situada na foz do rio Vístula, fazendo hoje parte da Polónia, com o nome actual de Gdańsk.

Capítulo sem numeração, sem título, nem página de rosto, com **descrições de aves** (fol. 317r a 322v).³³

Solitarius (melro azul, seguido da descrição de outro pássaro cujo nome se desconhece) (fol. 317r).

Staren (estorninhos) (fol. 317v).

Raben (corvos, seguido da descrição de outros pássaros cujo nome se desconhece) (fol. 317v a 318r).

Batarda (abetarda) (fol. 318r a 318v).

Mergi pulli (mergulhão?) (fol. 318v a 319r).

Psitacus totus cinereus (papagaio, com descrição de várias espécies de papagaios e aparentemente um periquito) (fol. 319v a 320v).

Schneppff (galinhola?) (fol. 320v a 321r).

Sisaum (sisão) (fol. 321r).

Aquila Regalis (águia real) (fol. 321r a 321v).

Coveschæ (grouse) (fol. 321v a 322r).

Gense (gansos) (fol. 322r).

Reschinol (rouxinol) (fol. 322v).

Rolas (fol. 322v).

Regulus (estrelinha de poupa?) (fol. 322v).

Ao capítulo das aves segue-se um novo capítulo:

De quadrupedibus, Von vierfüßsigen Thieren – dos animais quadrúpedes (fol. 323r a 328v):

Simia non caudatæ (símios sem cauda; além da sua descrição, o autor menciona relatos que deve ter ouvido acerca destes símios na terra dos mouros e das proezas dum macaco que se libertara em Lisboa; descreve espécies de macacos com pelos de diversas cores) (fol. 323r a 324v).

Mulæ (mulas) (fol. 324v).

Asinus Indicus (“burro da Índia”, provavelmente zebra. O autor menciona um exemplar que fora oferecido ao rei de Portugal pelo “rei da Índia” e que ele viu várias vezes em Lisboa) (fol. 324v a 325r).

Lewen (leões) (fol. 325r a 325v).

*Hegetissen*³⁴ (lagartos. O autor menciona que em Portugal há lagartos verdes que têm quase o tamanho de gatos e descreve-os; descreve outros lagartos que seriam peçonhentos e de cor escura, provavelmente osgas) (fol. 326r a 327r).

Ziegen (cabras) (fol. 327r a 327v).

Katzen (gatos) (fol. 327v).

Addern (serpentes. O autor menciona *Pullæt*, que seriam criadas em casa na Galiza e na Lusitânia e comidas depois de cozinhadas –provavelmente trata-se de enguias, porque estas eram consideradas na Idade Média como uma espécie de serpentes) (fol. 327v a 328r).

Spinnen (aranhas) (fol. 328r a 328v).

³³ A numeração usada nesta descrição da Quarta Parte é a que se obtém adicionando 100 unidades à numeração que figura de facto no manuscrito (veja-se a nota 11 correspondente, na secção “Descrição e conteúdo do manuscrito”).

³⁴ O étimo da palavra alemã atual *Eidechse* é *egidhesa* (em *Althochdeutsch*).

Mille pes (centopeias?) (fol. 328v).
Waltt Meuse (ratos-do-mato) (fol. 328v).
Cuniculi, Kanninichen (coelhos) (fol. 328v).

Segue-se um conjunto de **descrições de plantas medicinais**: no caso das espécies botânicas, as traduções portuguesas propostas estão afetadas de muitas incertezas. Só um estudo mais aprofundado, que os autores não estão ainda em condições de apresentar, poderá confirmar se estas traduções estão corretas. Note-se também que, nos casos *Coubras e Scorpiones*, o autor foi obviamente inconsequente (fol. 329r a 353v):

Geranium (fol. 329r).
Perexil – funcho-do-mar (fol. 329r).
Herba scopalis (fol. 329v).
Trouisquo (trovisco) (fol. 330r).
Camomilla satiua (camomila) (fol. 330r a 330v).
Altera camilla (fol. 330v a 331r).
Millefolium Lusitanicum, Macela (fol. 331r).
Macela guallega (fol. 331r a 331v).
Satyron (satirião) (fol. 331v).
Belis minor (margarida menor?) (fol. 331v a 332r).
Belis maior (margarida maior?) (fol. 332 v).
Rumex, Labaca (labaça) (fol. 332r a 332v).
Species dentis leonis (dente-de-leão) (fol. 332v a 333r).
Blitum, Mangoldt (acelga) (fol. 333r).
Origanum Lusitanicum (orégão lusitano) (fol. 333r).
Pseudo Origanum (fol. 333v).
Iarum Lusitanicum (árum) (fol. 333v).
Porrum sylvestre (alho porro) (fol. 333v a 334r).
Fratres Arisarum (capuz-de-fradinho) (fol. 334r a 334v).
Serpentina (serpentária, dracúnculo) (fol. 334v).
Coronopus Rappenfues (erva-da-lua) (fol. 335r).
Matulam (?) (fol. 335v).
Myrtus (mirtilo) (fol. 335v).
Myrtus gallica (fol. 335v a 336r).
Myrtus sylvestris (mirtilo comum) (fol. 336r).
Herba pinheira (erva-pinheira) (fol. 336r a 336v).
Sedum Haufswurtz, Sedum maius Lusitanicum (arroz-das-paredes) (fol. 336v a 337v).
Sedum medium (arroz-dos-telhados, pinhões-de-rato) (fol. 337 v).
Sedum minus (arroz-dos-muros) (fol. 337 v).
Nota (fol. 338r).
Thitymalus, Wolffsmilch (eufórbia) (fol. 338r).

Thytymalus alter (fol. 338v).

Geranium (gerânio) (fol. 338v).

Coubra (cobra, descreve uma serpente, provavelmente do género pitão) (fol. 339r).

Scorpiones (não se pode traduzir por escorpiões, porque a descrição parece ser mais a de uma víbora) (fol. 339r a 340r).

Herba pini (linária?) (fol. 343r).

Cibolla alba hortensis (cebola) (fol. 343r).

Cibolla agrestis (cebolinho) (fol. 343r).

Ruta communis (arruda) (fol. 343v).

Ruta (arruda) *Leptophyllos* (fol. 343v).

Pulegium (poejo) (fol. 343v).

Pulegium (poejo) *montanum* (fol. 343v a 344r).

Orminy sylvestris species (sálvia?) (fol. 344r).

Hastula regia (verbasco?) (fol. 344r).

Asparagus communis (espargo) (fol. 344r a 344v).

Asparagus sylvestris (fol. 344v).

Asparagus species (fol. 344v).

Erica lusitanica (urze-branca) (fol. 344v).

Beta sylvestris (acelga brava) (fol. 344v a 345r).

Lappatum latum (trevo-bardana?) (fol. 345r).

Acetosam (azedra) (fol. 345r).

Irio (fol. 345r a 345v).

Draba (fol. 345v).

Acantus (acanto) (fol. 345v).

Branca ursina (branca-ursina) (fol. 346r).

Χαμαίτ ρυβόλος (?) *Erdtdistel* (?) (fol. 346r).

Luinaria (fol. 346v).

Cynoglossa cerulea (língua-de-cão?) (fol. 346v).

Cynoglossa minor (fol. 346v).

Iris illyrica (íris) (fol. 346v).

Buglossa communis (língua-de-vaca?) (fol. 346v a 347r).

Rubra tinctorum (ruiva-dos-tintureiros) (fol. 347r).

Mater silua Lusitanis (madressilva) (fol. 347r).

Capillus veneris (avenca) (fol. 347r).

Salsaperilla (salsaparrilha) (fol. 347v).

Anchusa (anchusa) (fol. 347v).

Anchusa cerulea (anchusa-azul?) (fol. 347v).

Herba nitri (alfavaca-de-cobra?) (fol. 347v).

Hiosciamus albus (meimendro-branco) (fol. 348r).

Lirium (lírrio) *cerulium* (fol. 348r).

Herba conte (heléboro?) (fol. 348v).

Platanus Wacholderbaum (plátano?) (fol. 348v a 349r).
Ficus indica (figueira-de-bengala) (fol. 349r).
Draco (dragoeiro) (fol. 349r a 349v).
Palma (palmeira) (fol. 349v).
Scrophularia maior (escrofulária, erva-de-são-pedro) (fol. 350r).
Minor scrophularia (escrofulária, erva-de-são-pedro) (fol. 350v a 351r).
Tamarindus (tamarindeira) (fol. 351r a 351v).
Ruscus Meußdorn (gilbardeira) (fol. 351v).
Ruscus alter (fol. 351v).
Parietaria (alfavaca-de-cobra?) (fol. 352r).
Urtica (urtiga) *mortua* (fol. 352r). *Jasmin* (jasmim) (fol. 352r).
Umbilicus veneris (umbigo-de-vénus) (fol. 352r a 352v).
Mercurialis (ortiga) *mas* (fol. 352v).
Mercurialis (ortiga) *foemina* (fol. 352v).
Jame rubra (?) (fol. 352v a 353r).
Species Cynoglosæ (língua-de-cão) (fol. 353r).
Jame (inhame?) *alba* (fol. 353r).
Echiiij species (língua-de-vaca?) (fol. 353v).

CONCLUSÃO E PERSPETIVAS FUTURAS

Subsistem muitas questões acerca do conteúdo deste importante manuscrito, sobretudo no que diz respeito às suas fontes, que só uma investigação mais detalhada poderá resolver. Esse não era o nosso propósito aqui, pois, como explicámos de início, quisemos apenas trazer ao conhecimento do público português a existência de um documento notável que as vicissitudes dos tempos haviam atirado para o esquecimento.

A transcrição completa das quatro partes do manuscrito respeitantes ao que designámos por *História Natural de Portugal* constitui a nossa prioridade para os próximos meses de trabalho. Só depois de concluída essa transcrição se pode encarar a possibilidade de traduzir o texto alemão. Antes ou simultaneamente com um eventual trabalho de tradução, procuraremos editar a transcrição do texto. Embora a leitura do alemão da época (*Frühneuhochdeutsch*) não seja de uma dificuldade transcendente para quem conheça o alemão que hoje se fala, uma publicação da transcrição terá de ser acompanhada de muitas notas, necessárias para esclarecer as passagens mais obscuras, notas essas que serão redigidas preferivelmente em alemão. Esse trabalho obrigará também, muito possivelmente, à colaboração de biólogos e zoólogos profissionais, de modo a identificar corretamente e nomear com rigor as espécies vegetais e animais descritas, de acordo com a taxonomia atual.

Os leitores potencialmente mais interessados em ter acesso a uma tradução do texto alemão serão os investigadores portugueses ou os lusitanistas estrangeiros que, todavia, conhecem a língua portuguesa. Ao optar por uma tradução portuguesa, não descartamos, porém, a opção de uma tradução inglesa, sobretudo devido ao facto de haver partes cujo interesse transcende muito o conjunto de estudos que dominam a língua portuguesa. As partes de maior interesse para leitores da comunidade

científica global que não dominam o português serão provavelmente as descrições, verdadeiramente excepcionais, dos “negros e etíopes” que Thurneysser teria visto em Lisboa e da compra e venda dos que chegavam trazidos como escravos.

Uma tradução portuguesa de outras partes poderia ser mais útil que uma inglesa, por exemplo, para os investigadores da história da flora e fauna portuguesa (isto é, também do ambiente), no caso das partes referentes às plantas locais (muitas delas medicinais), dos “animaizinhos” (incluindo peixe e marisco) e das aves. O mesmo se aplica aos estudiosos da história da etnobotânica e da etnofarmacologia portuguesa, bem como da etimologia e da linguística histórica (considerando as muitas designações portuguesas recolhidas por Thurneysser).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Gabriele Kaiser da *Staatsbibliothek zu Berlin*, autora de livros sobre Thurneysser, o interesse e a ajuda ao abrir-nos as portas do departamento de manuscritos da instituição, em que exerce as funções de bibliotecária, e ao fornecer-nos preciosas indicações biográficas, tanto acerca de Thurneysser, como do seu escrivão Adam Seidel, bem como sobre os fornecedores de papel à oficina de Thurneysser em Berlim. A Yves Schuhmacher, *Zürich*, também autor duma biografia de Thurneysser, agradecem a ajuda na decifração de certas expressões usadas por Thurneysser, oriundas do seu dialeto alemânico natal. A Henrique Tavares e Castro, do *Centro de Humanidades Antigas e Modernas, Universidade Nova de Lisboa*, agradecem a ajuda na identificação das marcas de água do papel do manuscrito. Os resultados destas averiguações serão desenvolvidos na projetada edição da transcrição completa e tradução do manuscrito. Também queremos deixar aqui os nossos agradecimentos pelas discussões estimulantes que tivemos com Annemarie Jordan Gschwend do *Centro de História d'Aquém e d'Além-Mar* e com Kate Lowe da *Queen Mary University* de Londres.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 7 DE ABRIL DE 2016)

BIBLIOGRAFIA

- BEAU, A. E. (1941), *As Relações Germânicas do Humanismo de Damião de Góis*. Coimbra, Instituto Alemão da Universidade de Coimbra.
- DEGERING, H. (1925), *Kurzes Verzeichnis der germanischen Handschriften der Preussischen Staatsbibliothek* (Berlin), vol. I: *Die Handschriften in Folioformat*. Leipzig, Hiersemann.
- FISCHER, B. (1960), *Dialogue Luso-Suisse: Essai d'une histoire des relations entre la Suisse et le Portugal du 15e siècle à la Convention de Stockholm de 1960*. Lisbonne, Ramos Afonso & Moita.
- KÜHLMANN, W. – TELLE, J. (2013), *Corpus Paracelsisticum*, Vol. III; *Dokumente frühneuzeitlicher Naturphilosophie in Deutschland*. Sub-vol. I (*Frühe Neuzeit, Studien und Dokumente zur deutschen Literatur und Kultur im europäischen Kontext*). Band 170, Berlin et alii, De Gruyter.
- QUELLE, O. (1940), *Der spanisch-portugiesische Kulturkreis auf Wiener Gobelins. Eine kulturgeschichtliche Darstellung [Festschrift zum zehnjährigen Bestehen des Ibero-Amerikanischen Instituts Berlin, 12. Oktober 1940]*. Leipzig, Harrassowitz.
- QUELLE, O. (1942), *Geschichte von Iberoamerika* (Die große Weltgeschichte 15: Geschichte Amerikas außer Kanada). Leipzig, Bibl. Institut Leipzig.

- QUELLE, O. (1944), “Leonhard Thurneysser zum Thurn”: *Revista do Instituto de Cultura Alemã. Zeitschrift des Deutschen Kulturinstituts*, 1/1 (1944) 99-102.
- QUELLE, O. (1944b), “Deutsch-Portugiesische Kulturbeziehungen”: *Zeitschrift für Politik* 34 (março/abril 1944) 115-121.
- SCHUMACHER, Y. (2011), *Leonhard Thurneysser, Arzt – Alchemist – Abenteurer*. Zürich, Römerhof Verlag.
- SPITZER, G. (1996), ... und die Spree führt Gold: *Leonhard Thurneysser zum Thurn, Astrologe – Alchemist – Arzt und Drucker im Berlin des 16. Jahrhunderts* (Beiträge aus der Staatsbibliothek zu Berlin, Preußischer Kulturbesitz 3). Ausstellungskatalog. Wiesbaden, Reichert.
- STOLS, E. – FONSECA, J. – MANHAEGE, S. (2014) *Lisboa em 1514. O relato de Jan Tacoen van Zillebeke*. Lisboa, Húmus.
- STRASEN, E. A. – GÂNDARA, A. (1944), *Oito séculos de História Luso-Alemã, Com 320 ilustrações no texto, 3 iluminuras, índice de 1800 personagens, e 2 quadros genealógicos anexos*. Berlim, Instituto Ibero-Americano de Berlim.

Response and tolerance to stress: the power of the analyses at the genome and the microbial system levels

Resposta e tolerância a stresse: o poder das análises à escala do genoma e do sistema microbiano

ISABEL SÁ-CORREIA¹

ABSTRACT

This communication addresses a topic of paramount importance in Biology and Biotechnology: the microbial responses and tolerance to environmental stresses, at a systems level. The focus is on the contemporary approach of Microbial Physiological Genomics that is proving to be vital in providing the indispensable holistic understanding of the complex adaptive responses and tolerance determinants to relevant stresses, at a genome-wide scale. The knowledge thus achieved can be explored to guide the rational design of more robust microbial strains with improved performance for Industrial and Environmental Biotechnology or to overcome and control the deleterious activities of microorganisms in the Food Industry and in the Health sector. Moreover, using a microbial toxicogenomics approach, it can contribute to the understanding of mechanisms underlying the toxicity of and resistance to, a wide range of drugs and xenobiotics and other stresses, in more complex and less accessible eukaryotes, in particular in Plants and Humans. Throughout this communication, examples will be given on the research work carried out in the referred context by my research team, in the Biological Sciences Research Group (BSRG) of the iBB- Institute for Bioengineering and Biosciences at Instituto Superior Técnico (IST), Universidade de Lisboa (ULisboa).

RESUMO

Esta comunicação aborda um tópico de extrema importância em Biologia e Biotecnologia: as respostas e a tolerância de microrganismos a agressões ambientais, ao nível de todo o sistema microbiano. O seu foco é na abordagem contemporânea da Genómica Fisiológica Microbiana, que tem provado ser vital para se alcançar a indispensável compreensão holística das complexas respostas adaptativas e dos determinantes de tolerância a stresses relevantes, à escala do genoma. O conhecimento assim obtido pode ser explorado para guiar o desenho racional e construção de estirpes microbianas mais robustas e com melhor desempenho para aplicações em Biotecnologia Industrial e Ambiental ou para desenhar novas estratégias para controlar as suas atividades prejudiciais quer na Indústria Alimentar quer no

¹ Grupo de Ciências Biológicas, iBB-Instituto de Bioengenharia e Biociências, Departamento de Bioengenharia, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

setor da Saúde. Acresce que tem elevado potencial para contribuir para a compreensão dos mecanismos subjacentes à toxicidade e resistência a uma vasta gama de fármacos e xenobióticos e outros stresses, usando uma abordagem de Toxicogenómica Microbiana, em eucariontes mais complexos e menos acessíveis, em particular em Plantas e Humanos. Ao longo desta comunicação serão apresentados alguns exemplos do trabalho de investigação realizado, no referido contexto, pela minha equipa de investigação, no Grupo de Investigação em Ciências Biológicas (BSRG) do iBB - Instituto de Bioengenharia e Biociências do Instituto Superior Técnico (IST), Universidade de Lisboa (ULisboa).

MICROBIAL PHYSIOLOGICAL GENOMICS OF THE RESPONSE AND TOLERANCE TO STRESS: INTRODUCTION TO THE TOPIC

What is the interest of studying the response and tolerance to stress?

There are certainly strong scientific reasons for understanding the complexity of the cellular responses and tolerance to stress. Indeed, this is one of the great challenges in Biology because the survival and performance of living beings depend on their ability to sense environmental changes and to respond adequately through the remodeling of genomic expression.

However, there are also reasons from the economic, environmental and public health point of views for studying the response and tolerance to stress. In fact, the failure of therapeutic actions (use of antimicrobial and antitumor agents), conservation of foods (use of preservatives), protection of agricultural crops (use of pesticides) results from adaptive responses and tolerance to environmental aggressions of different nature (drugs, xenobiotics, toxic metabolites and other chemical or physical stresses) (Sá-Correia, 2019).

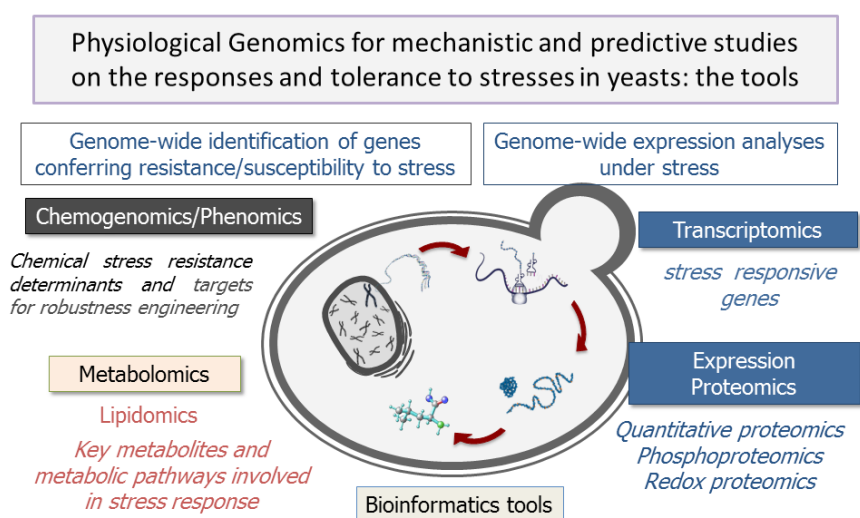
Moreover, the improvement of the productivity of biotechnological processes and the efficacy of bioremediation processes in environmental recovery/cleaning strongly depend on the use and construction of efficient and robust microbial strains capable of coping with multiple stresses and other challenges.

The bibliographic references in the very broad field of R&D on microbial stress responses and tolerance, even when the contemporary strategies of Functional and Comparative Genomics are used, are immense. Therefore, and because there are obvious limitations to the indication of an extremely high number of references in a text of this nature that is largely an opinion article about the area, a large part of the introductions to the different topics do not include references. Even in the case of examples selected from the scientific contributions of my research group, review articles were cited instead of the corresponding numerous original articles. Also, only a very small number of selected articles among the many that, strictly speaking, should have been indicated, are listed among the references.

Why are the genome-based analyses so powerful?

The recent rapid development of DNA and RNA sequencing techniques and the continued reduction of their costs to very low values implicate that the systematic and large-scale sequencing of genomes is no more out of reach of many research laboratories. However, the comparative analysis of all the genomes available and the functional analysis of novel genomic sequences will certainly continue to be a challenge as well as a precious source of information. The proper exploitation of this information will not only allow the gain of new biological knowledge but also to guide and leverage innovation in biotechnology (dos Santos *et al.* 2012; dos Santos and Sá-Correia 2015). Indeed, the acceleration of genome sequencing has

stimulated the understanding of genomic expression remodeling in response to environmental challenges, the identification of mRNA and non-coding RNA profiles, protein-nucleic acid interactions at a global scale, and the discovery of the most hidden aspects of the regulation of gene and genomic expression. In other words, it has boosted functional, structural and comparative genomics, metagenomics, epigenomics and metabolomics analyses. The exploitation and integration of data coming from the use of all the *Omics* technologies (e.g. chemogenomics, transcriptomics, proteomics, in particular quantitative proteomics and phosphoproteomics, interactomics, metabolomics, lipidomics, comparative genomics and metagenomics) to understand microbial responses and tolerance to stresses require the development and use of a wide range of bioinformatics tools (Fig 1). Genome-based Biology is currently a reality and vital to boost biological research and applications and the understanding of the cellular behavior at the system level.



S. dos Santos, M.C. Teixeira, T.R. Cabrito, I. Sá-Correia, *Frontiers in Genetics*, 3: 63, 2012
 S. dos Santos, M.C. Teixeira, P.J. Dias, I. Sá-Correia, *Frontiers in Physiology*, 5:180 2014
 S. dos Santos, I. Sá-Correia, *Current Opinion in Biotechnology* 33:183–191, 2015
 M. Palma, J.F. Guerreiro, I. Sá-Correia, *Frontiers in Microbiology*, 9, 274, 2018

FIGURE 1

Omics analyses applied to Yeast to obtain mechanistic insights on the responses and tolerance to stresses, at a system's level.

Why studying the response and tolerance to stress in microorganisms is so important, even when they are not the true targets for specific stresses?

Microorganisms are essential to solve society's most pressing problems towards a sustainable bioeconomy. They are required to allow biotechnological developments for the substitution of fossil combustibles and other chemicals by biofuels and added-value chemicals produced by microorganisms from renewable resources and residues (the Petroleum Refinery *versus* the Biorefinery). They also are biological agents for environmental recovery/cleaning through bioremediation and for the biotechnological production of foods, beverages and drugs. Moreover, it is estimated that a quarter of all deaths in the world result from infectious diseases caused by pathogenic microorganisms. Therefore, the understanding of the mechanisms of action and adaptive responses to specific stresses occurring either during the

corresponding bioprocesses or in the human host environment and their relevance to biotechnological productivity or to pathogenesis is essential to allow the development of more efficient bioprocesses or effective therapies.

Recent advances in Modern Biology, namely in the fields of Functional and Comparative Genomics and Systems and Synthetic Biology, would not have been possible without the use of model microorganisms. The most studied eukaryotic model is the yeast species *Saccharomyces cerevisiae* with a dual role also as a microbial cell factory of high relevance in Biotechnology, for the production of foods (e.g., bread), alcoholic beverages (e.g., wine and beer), bioethanol and other value-added chemicals, biopharmaceutical recombinant proteins. The budding yeast shares with human and plant cells many essential biochemical and physiological functions that were conserved during evolution.

Yeast has the full genome sequence available since 1996 having, since then, pioneered all post-genomic analyses (Goffeau *et al.* 1996; Goffeau 2000) (Fig 1, Fig 2). Coordinated by André Goffeau, a consortium of almost one hundred laboratories and private companies dispersed all over Europe took part in the yeast sequencing work sponsored by the European Commission. This effort was followed by another European Initiative to Uncover the Cellular Function of New Yeast Gene funded by the European Commission (the EUROFAN projects) (Fig 2). The success of this paradigmatic European research strategy, based on a distributed model of scientific collaboration, allowed my research group to join the EUROFAN projects. In this framework, a research programme, still active in my group, was started envisaging the functional analysis of novel yeast transporters of the major facilitator superfamily (MFS) (mediating active solute transport dependent on the transmembrane electrochemical potential) required for resistance to multiple drugs (MDR) (Sá-Correia and Tenreiro 2002a). Today, after more than two decades of post-genomic research in *S. cerevisiae*, a more comprehensive understanding of the molecular mechanisms underlying this species response and adaptation to a very wide range of stresses is a reality (Botstein and Fink 2011).

European network for the Functional Analysis of the yeast genes discovered by systematic DNA sequencing (EUROFAN)

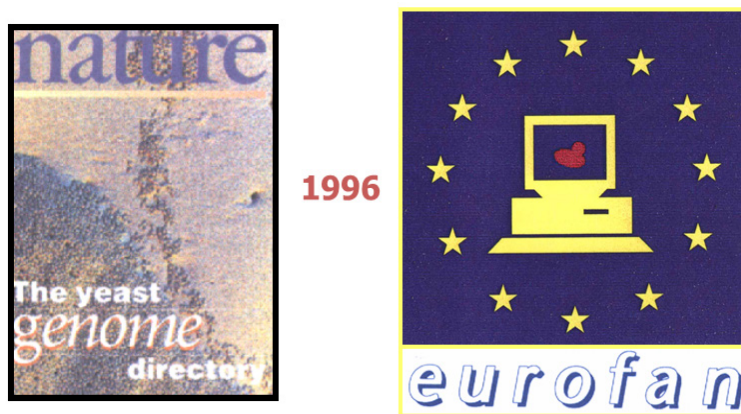


FIGURE 2

The EUROFAN projects funded by the European Commission followed the release of *S. cerevisiae* genome sequence, in 1996.

Despite the increased ability to conduct molecular and genomic research in more complex eukaryotes in the recent years, the yeast *S. cerevisiae* is still a powerful model eukaryote, both as a single cell experimental model organism and as a host cell for the expression and functional analysis of proteins from more complex and less accessible eukaryotes, including humans. As a proof of concept, a few examples on the translation of the knowledge obtained in the response and tolerance to herbicides in the yeast model to the plant model *Arabidopsis thaliana* will be reported later in this communication.

What is the power of Systems and Synthetic Biology strategies?

Microbial cells respond in a highly complex way to changes occurring in their environment and in their genomes. Despite all the progress made and the enormous wealth of data obtained during two decades of post-genomic research, a detailed understanding of all cellular functions remains unveiled. The challenge of trying to understand the complexity of biological systems is enormous, requiring a non-traditional view of molecular biology that bridges the genotype to the phenotype, given that the products of the various genes are not isolated functional units in a cell (Fig 3). Indeed, they work in molecular complexes, are sequentially organized in cascades and signaling pathways and in protein networks interacting physically and biochemically. The physical characterization of these networks, their regulation in space and time, and the response to different stimuli determine the function and dynamic characteristics of biological systems at the cellular level.

The new interdisciplinary area of Molecular Systems Biology aims to understand and predict the functioning of such complex biological systems considering all their molecular components and interactions (Fig 3). It is based on the integrative application of the principles and experimental strategies of molecular and cellular biology, functional genomics, chemogenomics, transcriptomics, proteomics, metabolomics, mathematics, computational biology. Understanding and control the complexity of cellular behavior is essential for the resolution of complex biological questions and for the treatment of diseases and for solving the most pressing problems of our society in food production and conservation, energy production, and in health and agriculture.

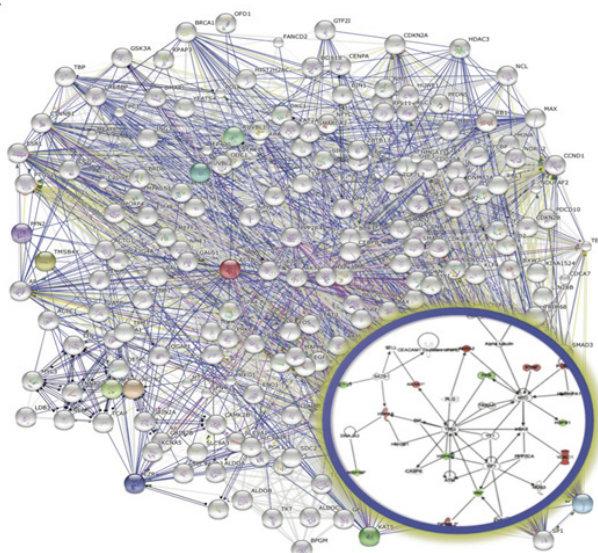


FIGURE 3
The products of single genes are not isolated functional units in a cell but work in protein networks interacting physically and biochemically. The figure was obtained using STRING (<https://string-db.org/>).

The contemporary use of genome-based approaches is also crucial for the exploration of Synthetic Biology strategies envisaging a more complete and integrated understanding of biological systems and the redesign and reconstruction of microbial strains capable of exhibiting functions more appropriate to specific biotechnological applications to achieve a sustainable bioeconomy or for understanding and explore the mechanisms of microbial pathogenicity control. Current advances in the Synthetic Biology field have resulted from the biological knowledge revealed by functional genomic strategies and from novel genomic manipulation techniques based on the CRISPR system that are allowing genome editing in an unprecedented way (Doudna and Charpentier 2014; Tian *et al.* 2017).

Microbial Physiological (Toxico) Genomics

Physiological Genomics exploits a wide variety of experimental and computational approaches, in particular the so-called Omics analyses and bioinformatics, to link genes to functions of complex biological pathways, as it is the case of those involved in the response and resistance to stress in microorganisms (Fig 1).

A number of recent studies demonstrate the power of Microbial Toxicogenomics approaches to directly assess the earliest stages of the toxicological response to cytotoxic insults and its potential for predictive toxicology and for guiding bioremediation strategies. In particular, Yeast Physiological Toxicogenomics (dos Santos *et al.* 2012; dos Santos and Sá-Correia 2015) provides a holistic assessment of the complex cellular adaptive responses to chemical toxicants in this eukaryotic model and cell factory. Such knowledge is instrumental for mechanistic insights to find targets for synthetic pathway engineering in yeasts (*S. cerevisiae* and non-conventional yeasts) for cell robustness manipulation for biotechnological applications or for designing novel strategies to control the deleterious activities of pathogenic or food spoiling yeasts in the presence of antifungal agents (clinical and agricultural fungicides and food preservatives). Since the majority of the chemical compounds in commercial use have not been comprehensively tested for human toxicity, Yeast Toxicogenomics is important to obtain such genome-wide view on the responses to chemical stresses and other environmental alterations relevant in Environmental Health, Pharmacology and Biotechnology (Fig 1). The use of the eukaryotic model *S. cerevisiae* has been instrumental to characterize new signalling pathways, understand and model gene regulatory networks under chemical stress, and identify molecular biomarkers of drug/toxicant exposure (Fig 1).

PHYSIOLOGICAL GENOMICS STRATEGIES TO UNDERSTAND MICROBIAL RESPONSE AND TOLERANCE TO STRESS: RECENT EXAMPLES FROM OUR RESEARCH

Response and tolerance to multiple stresses in yeasts: impact in Biotechnology, Food Industry, Agriculture and Environmental Health

The improvement of the capacity of industrially relevant yeast strains to tolerate toxic substrates or products combined with operating conditions that do not allow maximum stress tolerance, is an important challenge of modern Biotechnology (Fig 4) (dos Santos *et al.* 2012; dos Santos and Sá-Correia 2015; Godinho and Sá-Correia 2019). For example, the major challenge in the production of next-generation biofuels via yeast fermentation is to improve production yields and overcome the

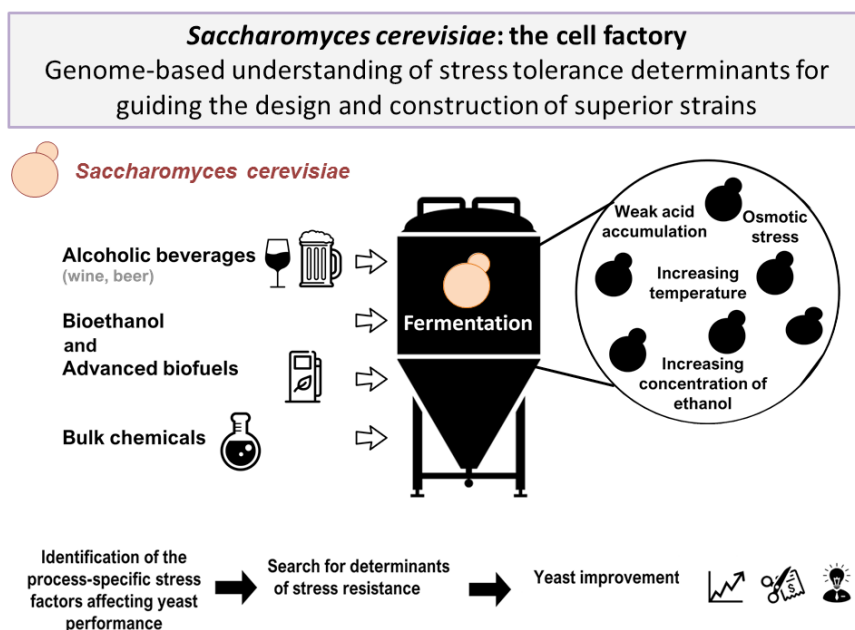


FIGURE 4

The improvement of the capacity of industrially relevant yeast strains to tolerate toxic substrates or products, combined with operating conditions that do not allow maximum stress tolerance, is an important challenge of modern Biotechnology. Prepared by Cláudia P. Godinho, BSRG – iBB.

technical and scientific challenges posed by lignocellulose-based processes, including fermentation inhibition by end-products and other compounds generated during hydrolytic treatment of raw materials (Fig 4) (Teixeira *et al.* 2009b; Mira *et al.* 2010c; Pereira *et al.* 2011; dos Santos *et al.* 2012; Remy *et al.* 2012; Pereira *et al.* 2014; dos Santos and Sá-Correia 2015). In this context, yeast toxicogenomic strategies have been fundamental to provide a more in-depth understanding of the mechanisms involved in yeast tolerance to relevant stresses and essential to identify their molecular targets and guide the design of more robust industrial strains. This knowledge is instrumental to guide synthetic pathway engineering for increased cell robustness manipulation either for the sustainable production of fuels and chemicals or for the control of growth and activity of food and beverage spoilage yeasts (Teixeira *et al.* 2011; Palma *et al.* 2015; Palma *et al.* 2018).

Chemogenomic, transcriptomic (quantitative- and phospho-) proteomic, lipidomic and genome sequence analyses, complemented by the use and development of the required bioinformatics tools and molecular and cell biology studies, have been explored in our laboratory to unveil genome-wide adaptive response programs and tolerance/susceptibility determinants to single and multiple relevant stresses in the cell factory *S. cerevisiae* (Teixeira *et al.* 2009b; Mira *et al.* 2010c; Pereira *et al.* 2011; Teixeira *et al.* 2011; Teixeira *et al.* 2012b; dos Santos and Sá-Correia 2015; Palma *et al.* 2018) and, more recently, in the highly weak acid tolerant food spoilage yeast *Zygosaccharomyces bailii* (Mira *et al.* 2014; Palma *et al.* 2015; Palma *et al.* 2017; Palma *et al.* 2018). These physiological genomics studies are identifying candidate molecular targets for genetic manipulations to endure/sensitize yeast cells against multiple stresses expected to occur during biotechnological and food industry processes to construct superior

yeast strains (Teixeira *et al.* 2009a; Mira *et al.* 2010b; Teixeira *et al.* 2010; Pereira *et al.* 2011; Teixeira *et al.* 2012a; Pereira *et al.* 2014; Palma *et al.* 2015; Godinho *et al.* 2018).

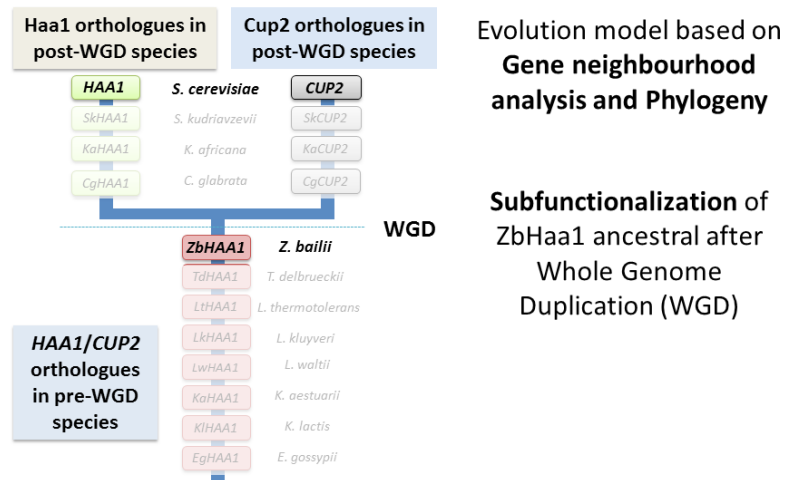
The toxicological outcome of sudden or chronic exposure to environmental pollutants is scarcely understood at the molecular and cellular levels. Our Toxicogenomics studies on environmental pollutants involved agricultural agrochemicals, the fungicide mancozeb and the herbicide 2,4-D (Teixeira *et al.* 2005; Teixeira *et al.* 2006a; Teixeira *et al.* 2007; Santos *et al.* 2009; Dias *et al.* 2010; Cabrito *et al.* 2011). Mancozeb, a mixture of manganese- and zinc-ethylene-bis-dithiocarbamate (Mn:Zn, 9:1), is widely used against phytopathogenic fungi in several crops and vineyards. Although displaying low acute toxicity, the chronic exposure to this fungicide has recently been related to the development of environmentally-induced Parkinson's disease and certain forms of cancer. Our yeast toxicogenomic studies indicate that mancozeb acts as a thiol-reactive compound leading to massive protein oxidation and showed that 70% of the proteins differently expressed in response to mancozeb in the yeast model and 53% of the determinants of yeast resistance to this fungicide possess human orthologs (Santos *et al.* 2009; Dias *et al.* 2010; dos Santos and Sá-Correia 2015). Among them, are the targets of the major oxidative stress regulator in yeast, Yap1. Remarkably, the human orthologs of Yap1, Jun, and Jdp2, are activated during acute and chronic phases of several neurodegenerative diseases.

Although 2,4-D, an auxin-like synthetic herbicide, is one of the most successfully and widely used herbicides, its intensive use has led to the emergence of resistant weeds and might give rise to severe toxicological problems. Mechanistic insights into the global analysis of 2,4-D toxicity and the corresponding adaptive responses were obtained based on studies carried out using *S. cerevisiae* and *Arabidopsis thaliana* as model organisms (Teixeira *et al.* 2007). Studies also highlight the similarities of toxicological effects of these pesticides from yeast to higher eukaryotes, such as humans and plants. Hence, the use of the yeast model system is expected to continue to contribute to the understanding of the molecular mechanisms underlying pesticide toxicity in more complex and less easily accessible eukaryotes.

Transcription regulation of Gene and Genomic expression in Yeasts

The rapid and adequate reprogramming of yeast genomic expression in response to environmental alterations, in particular to stresses, is essential for cell survival or metabolic efficiency. We have been examining and defining yeast regulons dependent on specific transcription factors based on transcriptomic analysis and identifying the corresponding DNA-binding sites and manipulating the corresponding regulons to increase stress tolerance. The most important example is the transcription factor Haa1 required for *S. cerevisiae* response to acetic acid stress, a highly important microbial inhibitory compound in Food Industry and Biotechnology (Fernandes *et al.* 2005; Mira *et al.* 2010a; Mira *et al.* 2010c; Mira *et al.* 2011a; Swinnen *et al.* 2017). In the non-conventional yeast species *Z. bailii* (Palma *et al.* 2018), remarkably tolerant to acetic acid, ZbHaa1, the functional homologue of *S. cerevisiae* Haa1 was found to be a bifunctional transcription factor able to modulate *Z. bailii* adaptive response to acetic acid and copper stresses, assuming the functions of *S. cerevisiae* paralogues Haa1 and Cup2 originated after the whole genome duplication (WGD) event (Fig 5) (Palma *et al.* 2017; Antunes *et al.* 2018; Palma and Sá-Correia 2019).

Haa1 orthologues evolution in hemiascomycetous yeasts



Palma MP, Dias PJ, Roque FC, Luzia L, Guerreiro JF and Sá-Correia I, *BMC Genomics*, 18: 75, 2017

FIGURE 5

The spoiling yeast *Zygosaccharomyces bailii* bifunctional transcription factor ZbHaa1, able to modulate the adaptive response to acetic acid and copper stresses, assumes the functions of *S. cerevisiae* paralogs Haa1 and Cup2 originated after the whole genome duplication (WGD) event.

The YEASTRACT database, (YEAST Search for Transcriptional Regulators And Consensus Tracking) www.yeasttract.com

Yeastract

TÉCNICO LISBOA

bSrg iBB

inesc id

Rank Genes by TF

Regulations Filter

Transcription factors

Target ORF/Genes

163,000 unique regulatory associations, extracted from 1600 bibliographic references

268 specific DNA binding sites

118 transcription factors

Teixeira et al., *Nucleic Acids Research* 34: D446-D451, 2006

Monteiro et al., *Nucleic Acids Research* 36: D132-D136 2008

Abdulrehman et al., *Nucleic Acids Research*, 39: D136-D140, 2011

Teixeira et al., *Nucleic Acids Research*, 42: D161-D166, 2014

Teixeira, Monteiro et al, *Nucleic Acids Research*, 46: D348-D353, 2018

FIGURE 6

The public YEASTRACT database (<http://www.yeasttract.com/>). YEASTRACT provides a set of queries to search and retrieve important biological information from the gathered data and to predict transcription regulation networks in yeast from data emerging from gene-by-gene analysis or genome-wide approaches. YEASTRACT was very recently extended to the other Yeasts of clinical and biotechnological interest in the YEASTRACT + portal (<http://www.yeasttract.com/>) for cross-species comparative genomics of transcriptional regulation in Yeasts.

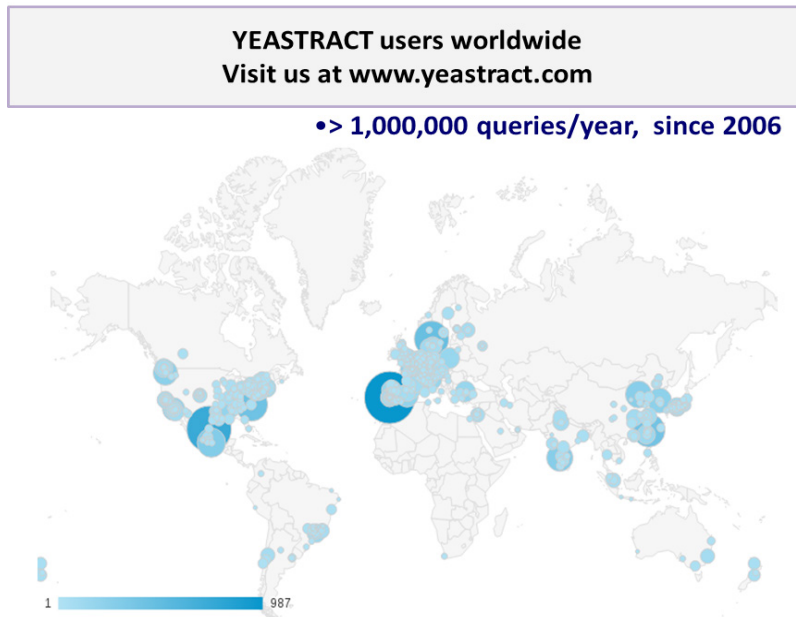


FIGURE 7
World-wide distribution of YEASTRACT users.

In collaboration with a research team affiliated to INESC-ID, we have developed and are regularly upgrading and updating the YEASTRACT (YEASt Search for Transcriptional Regulators And Consensus) database (www.yeastract.com) (Fig 6) (Teixeira *et al.* 2006b; Teixeira *et al.* 2014; Teixeira *et al.* 2017), an information system that has been providing free access to all published information on transcriptional regulation in the model eukaryote and cell factory *S. cerevisiae*, curated by experts in the field, for more than a decade. It is a key tool for the analysis and prediction of transcription regulatory associations at the gene and genomic levels in *S. cerevisiae*, very useful to analyze datasets coming from genome-wide expression experiments. Bioinformatics tools that enable the user to exploit the existing information to predict the transcription factors involved in the regulation of a gene or genome-wide transcriptional response and promoter analysis tools and interactive visualization tools for the representation of transcription factor regulatory networks are also provided. YEASTRACT has become an essential tool not only for yeast molecular biologists but also for systems biologists working worldwide to develop models of regulatory networks, as suggested by this World-wide distribution of YEASTRACT users (Fig 7).

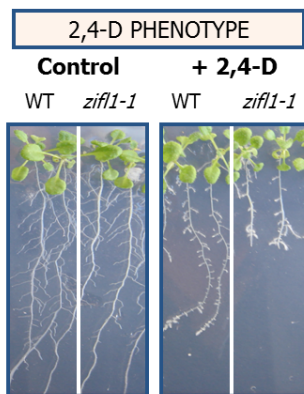
Yeastract was very recently extended to the pathogenic yeasts *Candida albicans* and *C. glabrata* in the PathoYeastract (<http://pathoyeastract.org/>) (Monteiro *et al.* 2017) and later to the pathogenic species *C. parapsilosis* and *C. tropicalis* and the other non-conventional yeasts of biotechnological relevance: *Zygosaccharomyces bailii*, *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces marxianus*, *Yarrowia lipolytica* and *Kamagataella phaffii* (N. C. Yeastract; <http://ncyeastract.org/>). These extensions were conducted in the frame of the Portuguese distributed infrastructure for biological data BioData.pt, included in Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT-funded) Infrastructure Road Map of 2013 (<https://biodata.pt/>). The resulting YEASTRACT+ platform for gene and genomic transcription regulation in yeasts is a service of the Portuguese Node of ESFRI-ELIXIR (European Distributed Infrastructure for Life Science Information).

Multidrug resistance transporters: biological function, regulation and evolution

Multidrug/Multixenobiotic resistance (MDR/MXR) is a widespread phenomenon with clinical, agricultural and biotechnological implications, where MDR/MXR transporters (of the major facilitator superfamily -MFS and the ATP-binding cassette Superfamily (ABC) play a key role in the acquisition of resistance (Balzi and Goffeau 1994; Sá-Correia *et al.* 2009). Although these proteins have been traditionally considered drug exporters, their physiological function and involvement in resistance to cytotoxic compounds are still open to debate (Godinho *et al.* 2018; Linton 2007; Sá-Correia *et al.* 2009; dos Santos *et al.* 2014). We have been contributing to the field since the release of *S. cerevisiae* genome sequence in 1996 by examining the biological function, regulation and evolution of poorly characterized MDR/MXR transporters (Sá-Correia and Tenreiro 2002b; Sá-Correia *et al.* 2009; dos Santos *et al.* 2014). In particular cases, the potential biotechnological application of these transporters to improve yeast robustness was also explored.

Heterologous expression of *S. cerevisiae* MDR/MXR transporters encoding genes in the plant model *Arabidopsis thaliana* and vice-versa was also explored to enlighten the biological role of these proteins in planta, in collaboration with the Plant Molecular Biology group of Instituto Gulbenkian de Ciência (Fig 8) (Cabrito *et al.* 2009; Remy *et al.* 2012; Remy *et al.* 2013; Remy *et al.* 2017). Particular attention was given to the response and resistance to agriculturally-relevant stresses (e.g. herbicides and other agrochemicals, high concentrations of toxic cations, phosphate limitation, drought) exploring the knowledge obtained in the yeast model and using yeast as an expression host system to characterize the role of plant membrane MDR/MXR transporters (Remy *et al.* 2012; Remy *et al.* 2013; Remy *et al.* 2015; Remy *et al.* 2017). Given the conservation of transport mechanisms from *S. cerevisiae* to plants, our results validate the exploitation of the model yeast to uncover the function of plant MDR/MXR transporters an essential knowledge for the development of efficient strategies to improve crop productivity (Godinho and Sá-Correia 2019) (Fig 8).

ZIFL1.1 expression increases tolerance to the herbicide 2,4-D and the auxin (IAA) in the model plant



Heterologous expression of *A. thaliana* *ZIFL1* gene in *S. cerevisiae* increases resistance to the synthetic auxin herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) by reducing its concentration inside the yeast cell.

Cabrito TR, Teixeira MC, Duarte AA, Duque P, and Sá-Correia I., *Applied Microbiology and Biotechnology* 84:927-936, 2009.

Using a combination of functional analyses in *A. thaliana* and yeast, the important role for the MFS transporter *Zifl1* in modulating both polar auxin transport and drought stress tolerance in planta was demonstrated. This dual function is determined by alternative splicing of the *ZIFL1* gene.

Remy E, Cabrito TR, Baster P, Batista RA, Teixeira MC, Friml J, Sá-Correia I and Duque P, *Plant Cell*, 25:901-926, 2013

FIGURE 8

Phenotypic effects of the herbicide 2,4-D in *Arabidopsis thaliana* plant model, showing the in vivo protective role of the expression of the major facilitator superfamily (MFS) transporter *Zifl1*, demonstrated to play a dual role in auxin transport and drought stress tolerance.

***Burkholderia cepacia* complex bacteria in cystic fibrosis respiratory infections and as contaminants of pharmaceutical products**

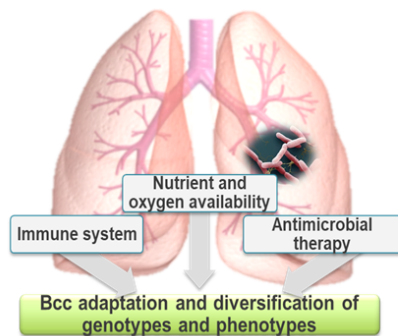
The *Burkholderia cepacia* complex (Bcc) comprises more than 20 closely related bacterial species that require a combination of molecular procedures for correct classification. These bacteria have a widespread environmental distribution, exhibit an extraordinary metabolic versatility, a complex genome with 3 chromosomes, an inherent resistance to multiple antibiotics and antiseptics and capacity to grow in nutritionally limited environments and for rapid mutation and adaptation. Due to this remarkable tolerance to multiple stresses, this group of bacteria adapt to the stressing cystic fibrosis (CF) lung environment being virtually impossible to eradicate and generally leading to a more rapid decline in lung function and, in some cases, to a fatal necrotizing pneumonia. Bcc bacteria are inherently resistant to multiple antibiotics severely limiting their eradication from the CF lung and antibiotic resistance of the early infecting strain of different Bcc species increases in late isolates (Leitão *et al.* 2008; Coutinho *et al.* 2011; Madeira *et al.* 2011; Mira *et al.* 2011b). The myriad of stresses encountered in the pathogens' hosts, may elicit a variety of adaptive protective responses with impact in innate antimicrobial susceptibility (Fig 9).

Also, several Bcc outbreaks were linked to their resistance to antiseptics, in particular benzalkonium chloride, commonly used in pharmaceutical formulations. Indeed, Bcc bacteria are feared as contaminant of pharmaceutical and personal care products and the frequent microbial contaminant in non-sterile products recalls (Cunha *et al.* 2007; Coutinho *et al.* 2015). Contaminations with Bcc have caused nosocomial outbreaks in healthcare facilities and pose a health threat for susceptible individuals, in particular cystic fibrosis (CF) patients (Cunha *et al.* 2007; Coutinho *et al.* 2015).

Our research group has a long-term experience in the elucidation of relevant aspects of Bcc-mediated respiratory infections in CF patients, resulting from a two-decade long collaboration with the major

Genome-wide approaches to understanding *Burkholderia cepacia* complex (Bcc) bacteria adaptation to stresses in the cystic fibrosis (CF) lung: retrospective studies

Recurrent and chronic respiratory infections of the lung of CF patients with Bcc bacteria, as the result of adaptation and resistance to the stresses occurring in the host lung, are associated with a worse prognosis and increased risk of death.



Transcriptomics, Quantitative Proteomics, Metabolomics and Genome Sequencing are being explored for understanding how Bcc bacteria retrieved from CF patients during long term infection evolved under the stresses imposed in the CF lungs.

Coutinho, C. P. *et al*, *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 1, 12, 2011

FIGURE 9
Pathogenomics of *Burkholderia cepacia* complex bacteria in lung infections in cystic fibrosis patients.

Portuguese CF Centre at Hospital Sta Maria, in Lisbon, and in the availability of around one thousand clinical isolates recovered from Bcc-infected patients during chronic infection (Cunha *et al.* 2003; Cunha *et al.* 2007; Correia *et al.* 2008; Leitão *et al.* 2008; Coutinho *et al.* 2011; Coutinho *et al.* 2015). Clones from the poorly represented *B. cepacia* and *B. contaminans* species among the CF populations characterized worldwide, were epidemiologically related with clones detected, in 2003 and 2006 in non-sterile saline solutions for nasal application (Cunha *et al.* 2007; Coutinho *et al.* 2015). For the last decade our studies contributed to increase our understanding on the mechanisms underlying Bcc bacteria capacity for causing persistent and devastating respiratory infections in CF patients. Retrospective studies focused on long term adaptive evolution of different species in the CF lung using functional comparative and genomics have been performed (Fig. 9). An integrated molecular systems microbiology strategy, including genome-wide expression analysis (by transcriptomics and quantitative proteomics profiling), metabolomics, high-throughput sequencing, phenotypic and biochemical characterization and molecular and physiological studies on selected isolates has been explored (Madeira *et al.* 2011; Mira *et al.* 2011b; Madeira *et al.* 2013; Moreira *et al.* 2016; Hassan *et al.* 2017; Moreira *et al.* 2017). More recently, our attention is also focusing on the mechanism behind the success of Bcc bacteria, especially the rarer and less studied species, as health products' contaminants.

FINAL REMARKS

The new Biology is based on the synergy of interdisciplinary research at the intersection of biological sciences with engineering, computer science, mathematics, physics and chemistry, among other areas of knowledge. Such revolution in the way how scientific knowledge is currently obtained and in how innovation in the field of Life Sciences develops, also presupposes a change in the way modern biology is taught and the scientific knowledge is obtained. Concerning the broad field of the responses and tolerance to stresses, the exploitation of cutting-edge post-genomic approaches is vital to ensure research competitiveness and leverage innovation in Industrial, Environmental and Health Biology and Biotechnology areas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os que contribuíram, ao longo dos anos, para o desenvolvimento da abordagem de fisiologia genómica de microrganismos no meu grupo de investigação, bem como aos colaboradores científicos e às agências que financiaram a investigação.

Um pedido de desculpa por todas as referências bibliográficas que ficaram por citar.

(UMA VERSÃO ATUALIZADA DA COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 19 DE MAIO DE 2016)

REFERENCES

- Antunes M, Palma M, Sá-Correia I (2018) *Transcriptional profiling of Zygosaccharomyces bailii early response to acetic acid or copper stress mediated by ZbHaa1*. Sci Rep 8:14122. doi: 10.1038/s41598-018-32266-9
- Balzi E, Goffeau A (1994) *Genetics and biochemistry of yeast multidrug resistance*. BBA - Bioenerg 1187:152–162 . doi: 10.1016/0005-2728(94)90102-3
- Botstein D, Fink GR (2011) *Yeast: An experimental organism for 21st century biology*. Genetics 189:695–704 . doi: 10.1534/genetics.111.130765
- Cabrito TR, Teixeira MC, Duarte AA, Duque P, Sá-Correia I (2009) *Heterologous expression of a Tpo1 homolog from Arabidopsis thaliana confers resistance to the herbicide 2,4-D and other chemical stresses in yeast*. Appl Microbiol Biotechnol 84:927–936 . doi: 10.1007/s00253-009-2025-5
- Cabrito TR, Teixeira MC, Singh A, Prasad R, Sá-Correia I (2011) *The yeast ABC transporter Pdr18 (ORF YNR070w) controls plasma membrane sterol composition, playing a role in multidrug resistance*. Biochem J 440:195–202 . doi: 10.1042/BJ20110876
- Correia S, Nascimento C, Pereira L, Cunha M V, Sá-Correia I, Barreto C (2008) *The clinical course of Burkholderia cepacia complex bacteria respiratory infection in cystic fibrosis patients*. Rev Port Pneumol, vol XIV, 1, 22-26. doi: 10.1016/S2173-5115(09)70241-6
- Coutinho CP, Barreto C, Pereira L, Lito L, Cristino JM, Sá-Correia I (2015) *Incidence of Burkholderia contaminans at a cystic fibrosis centre with an unusually high representation of Burkholderia cepacia during 15 years of epidemiological surveillance*. J Med Microbiol 64:927-935. doi: 10.1099/jmm.0.000094
- Coutinho CP, de Carvalho CCCR, Madeira A, Pinto-de-Oliveira A, Sá-Correia I (2011) *Burkholderia cenocepacia phenotypic clonal variation during a 3.5-year colonization in the lungs of a cystic fibrosis patient*. Infect Immun 79:2950-2960. doi: 10.1128/IAI.01366-10
- Cunha M V., Leitão JH, Mahenthalingam E, Vandamme P, Lito L, Barreto C, Salgado MJ, Sá-Correia I (2003) *Molecular analysis of Burkholderia cepacia complex isolates from a Portuguese cystic fibrosis center: A 7-year study*. J Clin Microbiol 41:4113–4120 . doi: 10.1128/JCM.41.9.4113-4120.2003
- Cunha M V., Pinto-de-Oliveira A, Meirinhos-Soares L, Salgado MJ, Melo-Cristino J, Correia S, Barreto C, Sá-Correia I (2007) *Exceptionally high representation of Burkholderia cepacia among B. cepacia complex isolates recovered from the major Portuguese cystic fibrosis center*. J Clin Microbiol 45:1628-1633. doi: 10.1128/JCM.00234-07
- Dias PJ, Teixeira MC, Telo JP, Sá-Correia I (2010) *Insights into the mechanisms of toxicity and tolerance to the agricultural fungicide mancozeb in yeast, as suggested by a chemogenomic approach*. OMICS 14:211–227 . doi: 10.1089/omi.2009.0134
- dos Santos SC, Sá-Correia I (2015) *Yeast toxicogenomics: Lessons from a eukaryotic cell model and cell factory*. Curr. Opin. Biotechnol 33:183-91. doi:10.1016/j.copbio.2015.03.001
- dos Santos SC, Teixeira MC, Cabrito TR, Sá-Correia I (2012) *Yeast toxicogenomics: Genome-wide responses to chemical stresses with impact in environmental health, pharmacology, and biotechnology*. Front Genet 3:1–17 . doi: 10.3389/fgene.2012.00063
- dos Santos SC, Teixeira MC, Dias PJ, Sá-Correia I (2014) *MFS transporters required for multidrug/multixenobiotic (MD/MX) resistance in the model yeast: Understanding their physiological function through post-genomic approaches*. Front Physiol 5:1–15 . doi: 10.3389/fphys.2014.00180
- Doudna JA, Charpentier E (2014) *The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9*. Science 346: 6213, 1258096. doi: 10.1126/science.1258096
- Fernandes AR, Mira NP, Vargas RC, Canelhas I, Sá-Correia I (2005) *Saccharomyces cerevisiae adaptation to weak acids involves the transcription factor Haa1p and Haa1p-regulated genes*. Biochem Biophys Res Commun 337:95–103 . doi: 10.1016/j.bbrc.2005.09.010
- Godinho CP, Prata CS, Pinto SN, Cardoso C, Bandarra NM, Fernandes F, Sá-Correia I (2018) *Pdr18 is involved in yeast response to acetic acid stress counteracting the decrease of plasma membrane ergosterol content and order*. Sci Rep 8:7860
- Godinho CP, Sá-Correia I (2019) *Physiological genomics of multistress resistance in the yeast cell model and factory: focus on MDR/MXR transporters*. Prog Mol Subcell Biol; 58:1–35. doi: 10.1007/978-3-030-13035-0-1
- Goffeau A (2000) *Four years of post-genomic life with 6000 yeast genes*. FEBS Lett. 480:37–41
- Goffeau A, Barrell G, Bussey H, Davis RW, Dujon B, Feldmann H, Galibert F, Hoheisel JD, Jacq C, Johnston M, Louis EJ, Mewes HW, Murakami Y, Philippsen P, Tettelin H, Oliver SG (1996) *Life with 6000 genes*. Science 274:546–567 . doi: 10.1126/science.274.5287.546
- Guerreiro JF, Muir A, Ramachandran S, Thorner J, Sá-Correia I (2016) *Sphingolipid biosynthesis upregulation by TOR Complex 2-Ypk1 signaling during yeast adaptive response to acetic acid stress*. Biochem J 473:4311–4325 . doi: 10.1042/BCJ20160565

- Hassan AA, Maldonado RF, dos Santos SC, Lorenzo F Di, Silipo A, Coutinho CP, Cooper VS, Molinaro A, Valvano MA, Sá-Correia I (2017) *Structure of O-antigen and hybrid biosynthetic locus in Burkholderia cenocepacia clonal variants recovered from a cystic fibrosis patient*. Front Microbiol 8:1027. doi: 10.3389/fmicb.2017.01027
- Leitão JH, Sousa SA, Cunha M V., Salgado MJ, Melo-Cristino J, Barreto MC, Sá-Correia I (2008) *Variation of the antimicrobial susceptibility profiles of Burkholderia cepacia complex clonal isolates obtained from chronically infected cystic fibrosis patients: A five-year survey in the major Portuguese treatment center*. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 27:1101-1011. doi: 10.1007/s10096-008-0552-0
- Madeira A, Dos Santos SC, Santos PM, Coutinho CP, Tyrrell J, McClean S, Callaghan M, Sá-Correia I (2013) *Proteomic profiling of Burkholderia cenocepacia clonal isolates with different virulence potential retrieved from a cystic fibrosis patient during chronic lung infection*. PLoS One 8:e53065. doi: 10.1371/journal.pone.0083065
- Madeira A, Santos PM, Coutinho CP, Pinto-de-Oliveira A, Sá-Correia I (2011) *Quantitative proteomics (2-D DIGE) reveals molecular strategies employed by Burkholderia cenocepacia to adapt to the airways of cystic fibrosis patients under antimicrobial therapy*. Proteomics 11:1313-1328. doi: 10.1002/pmic.201000457
- Mira NP, Becker JD, Sá-Correia I (2010a) *Genomic expression program involving the Haa1p-regulon in Saccharomyces cerevisiae response to acetic acid*. OMICS 14:587-601. doi: 10.1089/omi.2010.0048
- Mira NP, Henriques SF, Keller G, Teixeira MC, Matos RG, Arraiano CM, Winge DR, Sá-Correia I (2011a) *Identification of a DNA-binding site for the transcription factor Haa1, required for Saccharomyces cerevisiae response to acetic acid stress*. Nucleic Acids Res 39:6896-907. doi: 10.1093/nar/gkr228. doi: 10.1093/nar/gkr228
- Mira NP, Madeira A, Moreira AS, Coutinho CP, Sá-Correia I (2011b) *Genomic expression analysis reveals strategies of Burkholderia cenocepacia to adapt to cystic fibrosis patients' airways and antimicrobial therapy*. PLoS One 6: e28831. doi: 10.1371/journal.pone.0028831
- Mira NP, Münsterkötter M, Dias-Valada F, Santos J, Palma M, Roque FC, Guerreiro JF, Rodrigues F, Sousa MJ, Leão C, Güldener U, Sá-Correia I (2014) *The genome sequence of the highly acetic acid-tolerant zygosaccharomyces bailii-derived interspecies hybrid strain ISA1307, isolated from a sparkling wine plant*. DNA Res 21:299-313. doi: 10.1093/dnares/dst058
- Mira NP, Palma M, Guerreiro JF, Sá-Correia I (2010b) *Genome-wide identification of Saccharomyces cerevisiae genes required for tolerance to acetic acid*. Microb Cell Fact 9:79. doi: 10.1186/1475-2859-9-79
- Mira NP, Teixeira MC, Sá-Correia I (2010c) *Adaptive response and tolerance to weak acids in Saccharomyces cerevisiae: A genome-wide view*. Omics 14:525-540. doi: 10.1089/omi.2010.0072
- Monteiro PT, Oliveira J, Pais P, Antunes M, Palma M, Cavalheiro M, Galocha M, Godinho CP, Martins LC, Bourbon N, Mota MN, Ribeiro RA, Viana R, Sá-Correia I, Teixeira MC (2020) *YEASTRACT+: a portal for cross-species comparative genomics of transcription regulation in yeasts*. Nucleic Acids Res 48(D1):D642-D649. doi: 10.1093/nar/gk2859
- Monteiro PT, Pais P, Costa C, Manna S, Sá-Correia I, Teixeira MC (2017) *The PathoYeast database: An information system for the analysis of gene and genomic transcription regulation in pathogenic yeasts*. Nucleic Acids Res 45(D1): D597-D603. doi: 10.1093/nar/gkw817
- Moreira AS, Lourenço AB, Sá-Correia I (2016) *1H-NMR-based endometabolome profiles of burkholderia cenocepacia clonal variants retrieved from a cystic fibrosis patient during chronic infection*. Front Microbiol 7: 2024.. doi: 10.3389/fmicb.2016.02024
- Moreira AS, Mil-Homens D, Sousa SA, Coutinho CP, Pinto-de-Oliveira A, Ramos CG, dos Santos SC, Fialho AM, Leitão JH, Sá-Correia I (2017) *Variation of burkholderia cenocepacia virulence potential during cystic fibrosis chronic lung infection*. Virulence 8:782-796. doi: 10.1080/21505594.2016.1237334
- Palma M, Dias PJ, Roque F de C, Luzia L, Guerreiro JF, Sá-Correia I (2017) *The Zygosaccharomyces bailii transcription factor Haa1 is required for acetic acid and copper stress responses suggesting subfunctionalization of the ancestral bifunctional protein Haa1/Cup2*. BMC Genomics 18:75. doi: 10.1186/s12864-016-3443-2
- Palma M, Guerreiro JF, Sá-Correia I (2018) *Adaptive response and tolerance to acetic acid in Saccharomyces cerevisiae and Zygosaccharomyces bailii: a physiological genomics perspective*. Front Microbiol 9:274. doi: 10.3389/fmicb.2018.00274
- Palma M, Roque F de C, Guerreiro JF, Mira NP, Queiroz L, Sá-Correia I (2015) *Search for genes responsible for the remarkably high acetic acid tolerance of a Zygosaccharomyces bailii-derived interspecies hybrid strain*. BMC Genomics 16:1070. doi: 10.1186/s12864-015-2278-6
- Palma M, Sá-Correia I (2019) *Physiological genomics of the highly weak-acid-tolerant food spoilage yeasts of Zygosaccharomyces bailii sensu lato*. Prog Moll Subcell Biol; 58:85-109. doi: 10.1007/978-3-30-13035-0-4
- Pereira FB, Guimarães PM, Gomes DG, Mira NP, Teixeira MC, Sá-Correia I, Domingues L (2011) *Identification of candidate genes for yeast engineering to improve bioethanol production in very high gravity and lignocellulosic biomass industrial fermentations*. Biotechnol Biofuels 4:57. doi: 10.1186/1754-6834-4-57

- Pereira FB, Teixeira MC, Mira NP, Sá-Correia I, Domingues L (2014) *Genome-wide screening of Saccharomyces cerevisiae genes required to foster tolerance towards industrial wheat straw hydrolysates*. J Ind Microbiol Biotechnol 41:1753–1761 . doi: 10.1007/s12095-014-1519-z
- Remy E, Cabrito TR, Baster P, Batista RA, Teixeira MC, Friml J, Sa-Correia I, Duque P (2013) *A Major Facilitator Superfamily Transporter Plays a Dual Role in Polar Auxin Transport and Drought Stress Tolerance in Arabidopsis*. Plant Cell 25:901–926 . doi: 10.1105/tpc.113.110353
- Remy E, Cabrito TR, Batista RA, Teixeira MC, Sá-Correia I, Duque P (2012) *The Pht1;9 and Pht1;8 transporters mediate inorganic phosphate acquisition by the Arabidopsis thaliana root during phosphorus starvation*. New Phytol 195:356–371 . doi: 10.1111/j.1469-8137.2012.04167.x
- Remy E, Cabrito TR, Batista RA, Teixeira MC, Sá-Correia I, Duque P (2015) *The major facilitator superfamily transporter ZIFL2 modulates cesium and potassium homeostasis in arabidopsis*. Plant Cell Physiol 56:148–162 . doi: 10.1093/pcp/pcu157
- Remy E, Niño-González M, Godinho CP, Cabrito TR, Teixeira MC, Sá-Correia I, Duque P (2017) *Heterologous expression of the yeast Tpo1p or Pdr5p membrane transporters in Arabidopsis confers plant xenobiotic tolerance*. Sci Rep 7: 4529. doi: 10.1038/s41598-017-04534-7
- Sá-Correia I, dos Santos SC, Teixeira MC, Cabrito TR, Mira NP (2009) *Drug:H⁺ antiporters in chemical stress response in yeast*. Trends Microbiol 17:22–31 . doi: 10.1016/j.tim.2008.09.007
- Sá-Correia I, editor. *Yeasts in biotechnology and human health. Progress in molecular and subcellular biology* (2019). Springer International Publishing . doi: 10.1007/978-3-030-13035-0
- Sá-Correia I, Tenreiro S (2002) *The multidrug resistance transporters of the major facilitator superfamily, 6 years after disclosure of Saccharomyces cerevisiae genome sequence*. J Biotechnol 98:215–226 . doi: 10.1016/S0168-1656(02)00133-5
- Santos PM, Simões T, Sá-Correia I (2009) *Insights into yeast adaptive response to the agricultural fungicide mancozeb: A toxicoproteomics approach*. Proteomics 9:657–670 . doi: 10.1002/pmic.200800452
- Swinnen S, Henriques SF, Shrestha R, Ho PW, Sá-Correia I, Nevoigt E (2017) *Improvement of yeast tolerance to acetic acid through Haa1 transcription factor engineering: Towards the underlying mechanisms*. Microb Cell Fact 16:7. doi: 10.1186/s12934-016-0621-5
- Teixeira MC, Duque P, Sá-Correia I (2007) *Environmental genomics: mechanistic insights into toxicity of and resistance to the herbicide 2,4-D*. Trends Biotechnol. 25:363–370
- Teixeira MC, Fernandes AR, Mira NP, Becker JD, Sá-Correia I (2006a) *Early transcriptional response of Saccharomyces cerevisiae to stress imposed by the herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid*. FEMS Yeast Res 6:230–248 . doi: 10.1111/j.1567-1364.2006.00041.x
- Teixeira MC, Godinho CP, Cabrito TR, Mira NP, Sá-Correia I (2012b) *Increased expression of the yeast multidrug resistance ABC transporter Pdr18 leads to increased ethanol tolerance and ethanol production in high gravity alcoholic fermentation*. Microb Cell Fact 11:98 . doi: 10.1186/1475-2859-11-98
- Teixeira MC, Mira NP, Sa I (2011) *A genome-wide perspective on the response and tolerance to food-relevant stresses in Saccharomyces cerevisiae*. Curr Opin Biotechnol 22:150–156 . doi: 10.1016/j.copbio.2010.10.011
- Teixeira MC, Monteiro P, Jain P, Sandra Tenreiro ARF, Mira NP, Alenquer M, Freitas AT, Oliveira AL, Sá-Correia I (2006b) *The YEASTRACT database: a tool for the analysis of transcription regulatory associations in Saccharomyces cerevisiae*. Nucleic Acids Res 34:D446–D451 . doi: 10.1093/nar/gkj013
- Teixeira MC, Monteiro PT, Guerreiro JF, Gonçalves JP, Mira NP, Dos Santos SC, Cabrito TR, Palma M, Costa C, Francisco AP, Madeira SC, Oliveira AL, Freitas AT, Sá-Correia I (2014) *The YEASTRACT database: An upgraded information system for the analysis of gene and genomic transcription regulation in Saccharomyces cerevisiae*. Nucleic Acids Res 42:D161–6. doi: 10.1093/nar/gkt1015
- Teixeira MC, Monteiro PT, Palma M, Costa C, Godinho CP, Pais P, Cavalheiro M, Antunes M, Lemos A, Pedreira T, Sá-Correia I (2018) *YEASTRACT: an upgraded database for the analysis of transcription regulatory networks in Saccharomyces cerevisiae*. Nucleic Acids Res 46:D348–D353. doi: 10.1093/nar/gkx842
- Teixeira MC, Raposo LR, Mira NP, Lourenço AB, Sá-Correia I (2009b) *Genome-wide identification of Saccharomyces cerevisiae genes required for maximal tolerance to ethanol*. Appl Environ Microbiol 75:5761–5772 . doi: 10.1128/AEM.00845-09
- Teixeira MC, Raposo LR, Palma M, Sá-Correia I (2010) *Identification of genes required for maximal tolerance to high-glucose concentrations, as those present in industrial alcoholic fermentation media, through a chemogenomics approach*. OMICS 14:201–210 . doi: 10.1089/omi.2009.0149
- Teixeira MC, Santos PM, Fernandes AR, Sá-Correia I (2005) *A proteome analysis of the yeast response to the herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid*. Proteomics 5:1889–1901 . doi: 10.1002/pmic.200401085
- Tian P, Wang J, Shen X, Rey JF, Yuan Q, Yan Y (2017) *Fundamental CRISPR-Cas9 tools and current applications in microbial systems*. Synth. Syst. Biotechnol. 2: 219–225. doi 10.1016/j.synbio.2017.08.006

Anatomia artística do Renascimento em Itália (II)

Pintura do Proto-Renascimento no Século XV

em Florença (I)

1.^a Geração de Pintores (1400-1429)

J. A. ESPERANÇA PINA

A 1.^a geração, entre 1400 e 1429, foi marcada por Juan de Médici, fundador da casa e da fortuna familiar, falecido em 1429.

1. TOMMASO MASACCIO (1401-1428)

Masaccio nasceu em San Giovanni Valdarno, em Arezzo, na Toscana, a 21 de Dezembro de 1401 e faleceu em 1428, apenas com 27 anos. Masolino foi o seu principal colaborador. Em Florença estudou a arte de Giotto e conheceu Alberti, Brunelleschi e Donatello. Foi o pintor do Proto-Renascimento Italiano a libertar-se da pintura do gótico internacional, e a criar a aplicação da perspectiva, utilizando um estilo mais naturalista e real. Os seus frescos são monumentos ao Humanismo e introduziram uma plasticidade nunca antes vista na pintura.

Pinturas diversas

A Santíssima Trindade (1425-28). Santa Maria Novella, Florença. O mistério da Santíssima Trindade torna-se real devido à colocação das figuras dentro do espaço, devido ao talento ilusionista de Masaccio, que cria a impressão de uma capela recuada no mural, com as figuras dispostas numa composição piramidal. Inferiormente está um esqueleto num sarcófago, com a inscrição “Aquilo que sou, vós também sereis”. Superiormente estão os doadores, no limiar do mundo real, e o mundo espiritual, com São João e a Virgem, como mulher madura, a quem foi deixada a juventude de lado. A Santíssima Trindade é representada pela fusão entre a fâcies de Deus, a cabeça de Cristo e a pomba símbolo do Espírito Santo.

Tríptico de São Juvenal (1422). Museu Masaccio, Igreja de San Pedro, Cascia di Reggello, Florença. O painel central representa a Virgem entronizada com o Menino comendo uvas, símbolo da Eucaristia, e dois anjos de costas. O painel esquerdo tem São Bartolomeu e São Brás. O painel direito tem Santo Ambrósio e São Juvenal. As mímicas da Virgem e do Menino sugerem alguma insatisfação, enquanto os Santos revelam receio e inquietação.

Retrato de homem jovem (1426-27). Isabella Stewart Gardner Museum, Boston. O busto de perfil com turbante vermelho ultrapassa os contornos da calvária. As referências cutâneas das regiões frontal e facial sugerem uma mímica tranquila com reflexão ponderada e meditação.

Pintura de frescos

Capela Brancacci. Santa Maria del Carmine, Florença (1426-27).

Capela Brancacci e frescos dos muros esquerdo e direito. A Capela Brancacci está situada no transepto direito da Igreja Santa Maria del Carmine, em Florença. A capela está pintada com frescos de Masaccio, Masolino e Filippino Lippi.

A expulsão de Adão e Eva do Paraíso. Os raios sobre as costas curvadas de Adão simbolizam a cólera de Deus sobre os pecadores, enquanto a mão esquerda do anjo aponta para a saída do Paraíso, dando cumprimento ao castigo divino. O exterior do Paraíso mostra uma paisagem árida, com duas colinas, confundindo-se com as duas figuras desnudadas. O dinamismo nos passos de Adão e de Eva parecem sincronizados, acentuando a rapidez do movimento, pressionados pela decisão categórica de Deus. O ritmo dos passos intensifica as suas expressões. Adão, com as mãos encobre a fâcies, exprimindo dolorosa reflexão e arrependimento. Eva, com mímica de choro doloroso, transmite o seu incontrolável sofrimento.

Pagamento do tributo. Ao centro, Cristo está rodeado pelos apóstolos e pelo cobrador de impostos, que lhe exige o pagamento do tributo. Jesus ordena a Pedro para se dirigir ao lago, e retirar da goela de um peixe a moeda necessária ao pagamento do imposto. À esquerda, Pedro retira da goela do peixe a moeda. À direita, Pedro entrega a moeda ao cobrador de impostos. Os apóstolos olham Cristo esperando a obtenção da moeda. As mímicas exprimem inquietação expectante, em comparação com a figura sublime de Cristo.

Ressurreição do filho de Teófilo. Depois da libertação de São Pedro, este foi conduzido ao túmulo do filho de Teófilo, governador de Antioquia. Com a intervenção de São Paulo, e a presença de Teófilo, e de numerosas personagens, São Pedro ressuscita o jovem falecido há 14 anos. As mímicas das numerosas personagens revelam contemplação e espanto, conduzindo a numerosas conversões.

Distribuição de esmolas e a morte de Ananias. A composição apresenta uma vila florentina ao anoitecer, com edifícios medievais. Ao fundo entre colinas destaca-se um castelo luminoso. Ananias e sua mulher Safira venderam os bens, e de comum acordo esconderam uma parte da venda. A atitude foi severamente reprimida por São Pedro, pois a cobiça gera o pecado e Ananias acaba por cair morto aos pés do apóstolo. São Pedro, absorvido, distribui uma esmola à mulher com turbante branco segurando uma criança, enquanto outras personagens esperam a sua vez. A mímica de São Pedro revela ponderação cautelosa.

O baptismo dos neófitos. São Pedro baptiza um neófito, genuflectido na água do rio, numa paisagem montanhosa. Atrás, um neófito já desnudado treme de frio e outro vestido, espera pelo baptismo. As personagens assistem à cerimónia em contemplação expectante.

Deformados físicos curados pela sombra de São Pedro. São Pedro avança numa rua de casas medievais, acompanhado por São João e seguido por um enérgico velho. Dos dois homens em pé, um observa, indiferente, enquanto o outro, se vira suplicando a realização do milagre da cura dos doentes. O doente genuflectido olha São Pedro intensamente, com mímica exprimindo sujeição, convencido da sua cura. O doente completamente deformado fixa São Pedro com mímica insinuando contemplação e a esperança da sua cura.

2. MASOLIMO DA PANICALE (1383-1447)

Masolimo foi um pintor do início do Proto-Renascimento Italiano. Nasceu em Úmbria em 1383, estudou escultura e foi colaborador de Lorenzo Ghiberti. Os seus primeiros trabalhos estavam dentro do estilo tardo-gótico. Estudou perspectiva, com Masaccio, e colaborou nos frescos da Capela Brancacci, Santa Maria del Carmine, Florença.

Pintura de frescos

Capela Brancacci. Santa Maria del Carmine, Florença (1426-27).

A cura de um deficiente e a ressurreição de Tabitha. Os dois episódios miraculosos, a cura de um estropiado e a ressurreição de Tabitha, estão separados por dois jovens elegantemente vestidos, passeando e sem nenhuma relação com os milagres. As figuras situadas ao fundo, próximo das casas, dão à cena o aspecto quotidiano numa clássica praça florentina.

A cura de um deficiente. O paralítico pede esmola aos apóstolos Pedro e Paulo que se dirigem ao templo. Pedro olha para o pedinte e pede-lhe para o olhar, dizendo-lhe não ter ouro, nem prata. Em nome de Cristo, ordenou que se levantasse e andasse.

A ressurreição de Tabitha. A cena representa o instante seguinte à ressurreição feita por São Pedro. Tabitha está sentada com os olhos abertos, rodeada de personagens reagindo à ressurreição com mímicas denunciando receio e admiração.

A pregação de São Pedro. É um sermão de São Pedro em Jerusalém, terminando a pedir o arrependimento dos ouvintes, e que cada um seja baptizado em nome de Cristo, para obter o perdão dos pecados e receber o dom do Espírito Santo. A mímica dos ouvintes expressa atenção muito concentrada e profunda meditação.

O pecado original. Adão e Eva são esbeltos e elegantes. A serpente com cabeça humana enrola-se na árvore e convence-os à emancipação, para poderem experimentar a natureza humana, com conhecimento do bem e do mal. O tratamento do nu feito por Masolino, revela uma razoável anatomia de superfície, e volta as figuras de um mundo real para um mundo ideal, reflectidas nos seus gestos e atitudes.

3. FRA ANGÉLICO (1400-1455)

Giovanni da Fiesole conhecido por Fra Angélico nasceu em Vicchio di Mugello em 1387 e faleceu em Roma a 18 de Fevereiro de 1455. Em 1982 foi beatificado por João Paulo II, e dois anos mais tarde foi declarado *Padroeiro Universal dos Artistas*. Foi considerado o mais importante pintor da transição do Tardo-Gótico para o Proto-Renascimento. A sua pintura essencialmente religiosa está dominada por um espírito contemplativo, pois concebe a pintura como uma espécie de oração. A maioria das suas obras são frescos realizados no Convento de São Marcos, nos murais da Capela Nicolina e na pintura de altares, como o Juízo Universal.

Pintura de altares

Tríptico Fiesole (1424-1425). Convento de San Domenico, Fiesole.

Os santos rodeiam a Virgem e o Menino. A Madona e o Menino Jesus que desnudado olha para as rosas que sua mãe tem na mão. À esquerda, estão São Tomás de Aquino e São Barnabás e à direita, São Pedro

de Verona e São Domingos, todos pertencentes à Ordem Dominicana, à exceção de São Barnabás. As mímicas dos santos sugerem meditação expectante.

Os membros da Ordem Dominicana, do Tríptico Fiesole, encontram-se na sua prelada existente na National Gallery, em Londres, os numerosos dominicanos, com túnica branca e capa negra, todos genuflectidos e com a mesma mímica, exprimem contemplação e obediência.

Dos quatro santos, de dez painéis que decoravam as colunas laterais, os dois primeiros encontram-se em colecções privadas e os dois últimos no Museu Conde, Chantilly. As mímicas sugerem: em São Nicolau de Bari, temor: em São Miguel, contemplação; em São Marco, sujeição; e em São Mateus, perturbação.

Tabernáculo Liniaoli (1433). Museu de São Marcos, Florença.

O tabernáculo fechado mostra São Marcos absorvido na leitura não mostrando completamente o leão, a seus pés e São Pedro com o livro sagrado e a chave da Igreja. *O tabernáculo aberto* apresenta a Madona, majestosa no trono, abençoando com o Menino nos braços. O Salvador tem gravado a vermelho, na auréola dourada o sinal da cruz. A predela do tabernáculo tem o sermão de São Pedro, a adoração dos Magos e o martírio de São Marcos.

O sermão de São Pedro mostra o apóstolo pregando no púlpito, rodeado de várias personagens. Mulheres sentadas a seus pés ouvem atentamente as suas palavras, enquanto São Marcos escuta com meditação, pronto a tomar notas das palavras do seu mestre. A personagem da esquerda, um erudito, parece olhar as notas escritas por São Marcos.

A adoração dos Magos apresenta uma composição estruturada em círculo. O grupo central de três homens, em reflexão com meditação, olha a estrela apontada por um. À esquerda, o séquito dos Magos com camelos e cavalos. À direita, um dos reis que já adorou o Menino segura as mãos de São José num gesto tranquilizador. Um rei beija os pés de Jesus e outro já genuflectido espera a sua vez.

Tríptico de Perúgia (1437). Galleria Nazionale dell'Úmbria, Perúgia.

A Madona no trono olha o Menino no regaço rodeada por quatro anjos. À esquerda, São Domingos e São Nicolau. À direita, São João Baptista e Santa Catarina de Alexandria. Os santos estão distantes da cena, pelas mímicas, que expressam pensamentos pessoais e diversificados. A predela representa o nascimento, vocação e milagres de São Nicolau: São Nicolau salva o barco; a libertação de três inocentes e a morte de São Nicolau.

A morte de São Nicolau. O interior de uma habitação sem tecto tem o corpo de São Nicolau sem vida, rodeado por personagens com mímicas revelando sofrimento doloroso e uma em choro com a fécies tapada com o hábito. Os anjos elevam a alma do santo.

Retábulo de São Marcos (1439-1442). Museu de São Marcos, Florença.

Altar de São Marcos. A Virgem sentada no trono revestido com um brocado a ouro e negro, tem o Menino no regaço. Maria olha Jesus, que abençoa com a mão direita, e segura a bola do mundo com a mão esquerda. No primeiro plano, sobre um tapete decorado com motivos geométricos, estão genuflectidos São Damião e São Cosme. São Damião dirige-se a Maria numa atitude de súplica, e tem a seu lado São Lourenço, São João Evangelista e São Marcos. São Cosme olha de frente, numa atitude de

veneração e tem a seu lado São Domingos, São Pedro Mártir e São Tomás de Aquino. A predela do retábulo apresenta seis cenas da vida de São Damião e São Cosme.

A cura de Paládia. Galeria Nacional, Washington. Os santos médicos curam Paládio, com a admiração de duas personagens. À porta da casa, Damião com mímica aparentando receio e temor, recebe o preço da cura.

Cosme e Damião perante Lísias. Alta Pinacoteca, Munique. Lísias sentado tem à sua esquerda uma estátua pagã e quatro conselheiros. No lado oposto estão Cosme e Damião e os três irmãos mais novos. Lísias e os conselheiros com mímicas austeras e determinantes indicam aos cristãos para adorarem a divindade.

Cosme e Damião na fogueira. Galeria Nacional, Dublin. Os santos médicos e os três irmãos dispostos circularmente estão na fogueira, cujas chamas alcançam o exterior atingindo os guardas aterrorizados. Lísias e os conselheiros assistem ao sacrifício.

Decapitação de Cosme e Damião. Museu do Louvre, Paris. Fora da cidade o algoz decapita Cosme, Damião e os três irmãos. Lísias e conselheiros assistem à execução, rodeados de soldados. Apresentam mímicas naturais e tranquilas, num acto para eles natural e habitual.

Sepulturas de Cosme e Damião. Museu de São Marcos, Florença. Quando Cosme soube que Damião tinha recebido valores pela cura de Paládia, não quis ser sepultado a seu lado. O seu corpo próximo de um camelo afasta-se para ser cumprida a sua vontade.

Cura do Diácono Justiniano. Museu de São Marcos, Florença. Cosme e Damião tratam uma entidade nosológica de Justiniano, enquanto o diácono dorme tranquilamente. Pela posição das mãos dos médicos, parece tratar-se da redução de uma fractura.

Lamentação por Cristo morto. Alta Pinacoteca, Munique. Cristo morto está seguro por José de Arimateia, depois de ter sido retirado do sepulcro. Maria e São João, de perfil, beijam as mãos de Jesus numa atitude de oração. Cristo com mímica incaracterística contrasta com as pregas do sudário que tapa os membros inferiores.

Tríptico da deposição da cruz (1437-1440). Museu de São Marcos, Florença.

A deposição da cruz apresenta o corpo de Jesus a ser retirado da cruz pelos seus discípulos, apoiados em escadas. À esquerda, Maria contempla o sudário de seu filho, Madalena beija os pés e as restantes mulheres guardam silêncio. À direita, o grupo masculino, com uma personagem segurando a coroa de espinhos e os cravos da Paixão.

São João, José de Arimateia e Nicodemos seguram Jesus e Madalena beija-lhe os pés. José de Arimateia com capuz negro é o auto-retrato de Fra Angélico. É uma mímica perfeita de reflexão com inquietação. Tem sulcos metópicos bem desenvolvidos, sulcos frontais pouco marcados, e sulcos nasogenianos e génio-labiais assinalados.

O juízo universal (1432-1436). Museu de São Marcos, Florença.

Inferiormente, um cemitério com o sarcófago de Cristo disposto transversalmente separa os túmulos abertos dos bem-aventurados, à esquerda, e dos condenados, à direita. Os bem-aventurados esperam a sua vez de entrarem no paraíso, onde aguardam a serenidade e a tranquilidade. Os condenados dirigem-se para a porta do Inferno, onde esperam o sofrimento e a tortura, sob as ordens de Satanás.

Cristo preside, rodeado pela Virgem e São João Baptista, e circundado por anjos dispostos em semicírculo, e por santos e profetas.

Cristo sentado no trono e rodeado de anjos dispostos em semicírculo julga os ressuscitados. Duas filas de santos e de profetas com expressões variadas, e revestidos com mantos de cores resplandecentes estão sentados nas nuvens. A Virgem Maria e São João Baptista intercedem pelos julgados.

Os bem-aventurados esperam a sua vez de entrarem no paraíso, onde aguardam com serenidade e tranquilidade. No paraíso uns estão ajoelhados em oração, com fâcies resplandecentes voltadas para o amor de Deus, enquanto outros dançam.

Os condenados dirigem-se para a porta do Inferno, onde esperam o sofrimento e a tortura. Os demónios com forquilhas arrastam os condenados, nus, para a tortura representada por labaredas. O inferno está representado em sete registos correspondentes aos pecados capitais. Inferiamente, Satanás emerge de um lago gelado carregando o inferno aos ombros.

Pintura de frescos

Frescos do Convento de São Marcos (1438-1446). Museu de São Marcos, Florença.

Crucificação. Trata-se de uma crucificação com numerosas figuras exibindo posturas e atitudes de dor e aflição. Maria próxima de Jesus crucificado exterioriza a sua dor e está rodeada por santas mulheres. À esquerda, por baixo do bom ladrão, aparecem João Baptista, olhando para fora da cena, Marcos mostra o evangelho, Lourenço, Cosme e Damião. À direita, próximo do mau ladrão, estão genuflectidos os santos Domingos, Jerónimo, Francisco de Assis, Bernardo de Claraval, Juan Gualberto e Pedro Mártir. Atrás em pé estão os santos Ambrósio, Agostinho, Benito, Romualdo e São Tomás de Aquino.

Santo Agostinho e São Benito. A mímica de Santo Agostinho exprime sofrimento com insatisfação. A mímica de São Benito sugere sofrimento com nostalgia.

O escárnio de Cristo. Jesus aparece como *ecce homo*, com a coroa de espinhos, veste uma túnica branca e segura a vara e a bola. À esquerda, uma personagem escarnece-o, e em baixo a Virgem Maria e São Domingo, alheios ao acontecimento, em reflexão com meditação.

A coroação de Maria. Jesus realiza a coroação de Maria, sentados num banco de nuvens. Em veneração contemplativa, estão São Domingos e São Francisco no centro, São Benito e São Tomás de Aquino, à esquerda, e São Pedro Mártir e São Marcos Evangelista, à direita.

A transfiguração. Jesus Cristo tem uma postura recordando a forma da cruz. De cada lado aparecem as cabeças de Moisés e de Elias. A Virgem e São Domingos estão genuflectidos, em oração. Em baixo três apóstolos, deslumbrados, expressam mímicas de sobressalto e espanto.

Frescos da Capela Nicolina (1447-1449). Palácio Pontifício, Vaticano.

Frescos do mural oeste

O mural oeste apresenta: em cima, na luneta a ordenação de Santo Estêvão e a distribuição de esmolas; em baixo, a ordenação de São Lourenço como diácono.

À esquerda, a ordenação de Santo Estêvão é feita por São Pedro como símbolo da autoridade pontifícia, mas nem todas as personagens estão atentas à cerimónia. À direita, Santo Estêvão de pé sobre um degrau distribui esmolas, havendo uns esperando a sua vez e outros retiram-se depois de contemplados.

A ordenação de São Lourenço como diácono, pelo Papa Sisto II, tem como cenário o interior de uma basílica, estando as duas personagens principais rodeadas por clérigos. Alguns clérigos parecem estar ausentes da ordenação, enquanto outros trocam impressões.

Frescos do mural norte

O mural norte apresenta: em cima, na luneta a pregação de Santo Estêvão e o julgamento; em baixo, São Lourenço recebe do Papa Sisto II tesouros da igreja, e distribui esmolas.

À esquerda, a pregação de Santo Estêvão, mostra o santo de pé gesticulando para dar maior força às suas palavras, e um grupo de mulheres sentadas com mímicas de contemplação, escutam-no atentamente. À direita, Santo Estêvão está sendo julgado num Alto Tribunal, em que as mímicas dos juízes sugerem arrogância e altivez.

À esquerda, no exterior de um convento, São Lourenço recebe das mãos do Papa Sisto II tesouros da Igreja. À direita, São Lourenço distribui esmolas a um paralítico, enquanto alguns doentes, velhos e mães têm mímicas de dependência e ansiedade e esperam a sua vez.

Frescos do mural este

O mural este apresenta: em cima, na luneta o martírio de Santo Estêvão; em baixo, São Lourenço perante Valeriano e o martírio de São Lourenço.

O martírio de Santo Estêvão apresenta duas cenas separadas por uma muralha dando sequência a dois acontecimentos de Santo Estêvão, a condução ao martírio e a lapidação.

À esquerda, cidadãos e soldados com atenção prudente rodeiam o Imperador Valeriano, esperando o seu veredicto sobre São Lourenço. À direita, os evangelistas no cimo da capela observam os algozes a martirizar São Lourenço, enquanto o carcereiro se arrepende.

4. ANTONIO PISANELLO (1395-1455)

O pintor foi um dos mais importantes do início do *quattrocento* italiano, sendo muito popular nas cortes nobres, mas poucas obras sobreviveram. Nasceu em Pisa e viveu sessenta anos, sendo durante cinco anos assistente de Gentile da Fabriano, de quem adquiriu o seu estilo. Realizou frescos resplandecentes, retratos elegantes, e sobretudo medalhas.

Aparição da Virgem a Santo António Abade e a São Jorge (1446). National Gallery, Londres. A Virgem e o Menino estão incluídos no sol. São Jorge, com o terrível dragão a seus pés, ostenta uma portentosa armadura. Santo António, abade ou o egípcio, está encapuzado e apresenta-se com os seus atributos, o porco e o sino. As mímicas dos santos parecem revelar surpresa e espanto pela aparição.

Retrato de Leonello d'Este (1448). Academia Carrara, Bergamo. O busto de Leonello a três quartos destaca-se sobre um fundo florido, salpicado de rosas. O nariz tem a margem lateral direita bem referenciada pelos sulcos naso-palpebral, naso-geniano e naso-labial, enquanto o dorso do nariz é atípico, e irregular com as margens mediais dos ossos nasais proeminentes.

Retrato da Princesa da Casa de Este. Museu do Louvre, Paris. Representa uma mulher de perfil, muito jovem, contra um fundo com borboletas, rosas e columbinas. O dorso do nariz muito atípico continua-se directamente para a glabella do frontal, constituindo uma longa curvatura anterior.

Retrato do Imperador Sigismund de Luxemburgo (1433). Kunsthistorisches Museum, Viena. Foi rei da Hungria e Imperador do Império Sacro-Romano. Usa uma veste de brocado debruado a pele e na cabeça um chapéu de pele com tapa-orelhas. O cabelo e a barba são grisalhos, o nariz é comprido, e os lábios estão semi-abertos. Os olhos de íris azul olham à distância, realçando uma mímica de benevolência piedosa.

Medalha de Leonello d'Este (anverso e reverso) (1441). Coleção Privada. António Pisanello foi conhecido como confeccionador de medalhas com retratos comemorativos.

5. FRA FILIPPO LIPPI (1406-1469)

Fra Filippo Lippi nasceu em Florença em 1406 e morreu em Spoleto em 9 de Outubro de 1469. Educado pelos frades carmelitas de Santa Maria de Carmino, recebeu a influência de Masaccio e foi mestre de Botticelli, sendo patrocinado pelos Médici. Apesar de ser monge, teve vários casos amorosos, um deles com Lucrezia Buti, de que nasceu Filippino Lippi, que também se tornou pintor. As suas obras mostram devoção a Deus, através da interpretação do Novo Testamento. Pintor da cor e do natural, sempre procurou soluções originais, com realce da perspectiva, proporção e comunicação entre as figuras.

Pintura (1430-1440)

Madona Trivulzio (*Madona com anjos e santos carmelitas*) (1430). Pinacoteca do Castelo Sforzesco, Milão. A fâcies dos anjos que rodeiam a Virgem, pomposamente vestidos e ajoelhados, e os dois santos carmelitas situados mais atrás, parecem atentos para não serem ocultados. Jesus, uma criança agitada, que escapa ao controlo de sua mãe, uma Virgem jovem com fâcies de mulher do povo, com olhar desatento fixado num lugar longínquo.

Madona e o Menino com anjos, santos e um doador (1437). Coleção Vittorio Cini, Veneza. As figuras são gorduchas e rechonchudas e as silhuetas pouco naturais, com naturalismo nos movimentos. A Virgem e o Menino numa posição pouco habitual estão rodeados por numerosos anjos e santos. No primeiro plano, estão o doador e um anjo desprovido de asas.

Madona e o Menino com Santo Frediano e Santo Agostinho (*Retábulo Barbadori*) (1437-38). Museu do Louvre, Paris. O retábulo representa a Virgem e o Menino rodeados de anjos e pelos Santos Frediano e Santo Agostinho. A Virgem de pé parece sair do trono com Jesus de lado, rodeada por seis anjos, estando no primeiro plano dois santos genuflectidos. A individualização das fâcies tende a alterar a rigidez tradicional e a conduzir a uma encenação humana.

Madona e Menino. Museu do Palácio Médici-Riccardi, Florença. A Virgem e seu filho com os pés descalços sobre um parapeito, apenas vestido com uma pequena camisa de manga comprida, envolve os braços no pescoço da mãe e têm as fâcies encostadas. A repartição das sombras e da luz transmite uma atmosfera de intensa devoção e grande ternura.

Pintura (1440-1450)

Retrato de mulher e homem à janela (1440). Metropolitan Museum of Art, Nova Iorque. Pintura de forte influência flamenga, em que a mulher de perfil sumptuosamente vestida e penteada está no interior

de uma habitação rodeada de um jardim. A mulher ocupa quase todo o espaço, enquanto a cabeça do homem destaca-se na abertura da janela.

Retrato de mulher (1440-42). Staatliche Museen, Berlim. Pintura de forte influência flamenga, ignorando-se a identidade da jovem, devendo ser realizada na altura do seu casamento. O dorso do nariz continua-se directamente para a glabella do frontal.

Anunciação com doadores ajoelhados (1440). Galeria Nazionale d'Arte Antica, Roma. A Virgem avança diante de uma rica colunata em direcção ao anjo ajoelhado que lhe estende uma flor-de-lis, símbolo da pureza e da virgindade de Maria. Atrás, um pórtico permite observar um jardim, a cama ricamente forrada e duas mulheres. À direita, dois doadores ajoelhados em meio corpo, surpreendem pela sua estatura, com mímicas exprimindo reflexão expectante.

Coroação da Virgem (Coroação Maringhi) (1471-77). Galeria dos Uffizi, Florença. A coroação da Virgem é feita por Deus-Pai. Em volta do trono da Virgem, dispõem-se numerosos anjos, carregados de flores-de-lis, símbolo da Virgem, e santos, em pé ou ajoelhados. Nas extremidades do retábulo estão Santo Ambrósio e São João Baptista, o padroeiro do doador. À esquerda, o mais jovem ajoelhado, vestido com hábito branco é Fillipo Lippi. Nas figuras do primeiro plano encontram-se Maria Madalena, Santo Eustáquio e os filhos em contemplação da mãe, com mímica sugerindo reflexão cautelosa.

Adoração dos Magos (1445). National Gallery of Art, Washington. Trata-se de uma pintura, muito elaborada, destinada à oração privada. A Virgem sentada num rochedo tem o Menino no regaço. Ajoelhados estão os magos, seguidos por uma multidão em cortejo, que reaparece na parte súpero-direita, fora dos muros de Belém. A pintura recorda além da história da epifania, outros temas da vida de Cristo. O pavão pode simbolizar a ressurreição. As figuras semi-nuas de pé, nas ruínas, relembram o momento do baptismo e a vitória sobre o pecado.

A visão de São Bernardo (1447). National Gallery, Londres. Numa paisagem árida, as personagens não têm uma organização espacial rigorosa. Representa a visão de São Bernardo com o aparecimento da Virgem e dos anjos, e dois monges visíveis ao fundo. São Bernardo com mímica revelando alguma inquietação, contrasta com a Virgem mais pequena e frágil.

Pintura (1450-1460)

Virgem e Menino (Tondo Bartolini) (1452). Galleria Palatina, Palácio Pitti, Florença. Ao fundo à esquerda, Jesus acaba de nascer. Ao fundo à direita, os pais de Maria, Ana e Joaquim encontram-se nos degraus de uma escada. À direita, Maria, com sinais de gravidez, está acompanhada por duas mulheres e uma criança. Sentados num trono de encosto arredondado, a Virgem com Jesus nos joelhos que lhe oferece um grão de romã, símbolo da ressurreição. A Virgem parece reflectir em meditação nos episódios referidos.

Pintura (1460-1470)

Adoração do Menino Jesus (Adoração do Palácio Medici) (1460). Staatliche Museen, Berlim. A Virgem adora o Menino estendido na relva com flores brancas. Deus-Pai e os raios dourados e a pomba representando o Espírito Santo.

Madona com o Menino e dois anjos (1465). Galeria dos Uffizi, Florença. Os dois anjos parecem elevar Jesus para a Virgem que o recebe com as mãos em prece. As fâcias são muito expressivas, especialmente a do anjo que olha com um sorriso cúmplice o observador, para envolvê-lo no episódio.

Frescos da Catedral de Santo Stefano (1452-66), Prato.

Os frescos que decoram a Capela Maior da Catedral do Prato versam nos murais laterais os episódios da vida de Santo Estevão e de São João Baptista; e na abóbada os quatro evangelistas, Marcos, Mateus, Lucas e João.

São Lucas Evangelista parece nostálgico e *São João Evangelista* meditativo na sua leitura.

Os frescos do mural esquerdo representam: o nascimento e a troca de Santo Estêvão; debate na sinagoga; e a morte de Santo Estêvão.

O nascimento e a troca de Santo Estêvão. Um demónio alado troca o recém-nascido, futuro santo, por um pequeno diabo. À direita observa-se um encontro, entre o jovem Santo Estêvão e o bispo Julião, que de acordo com a lenda tomou conta do santo durante a adolescência.

Debate na sinagoga. À esquerda, Santo Estêvão está sendo ordenado para iniciar a sua missão na Cilícia; no centro, o regresso do santo à casa paterna; e à direita, o santo está em disputa na sinagoga com os fariseus.

Morte de Santo Estêvão. No centro de uma basílica paleo-cristã o santo está sendo velado por numerosas personagens. À esquerda, um bispo e clérigos vão iniciar o funeral. À direita, destacam-se com roupagem vermelha, o Papa Pio II, atrás Carlo di Cosimo di Médici, presbítero católico, membro da família Médici. Isolado está o auto-retrato de Fra Filippo Lippi.

Os frescos do mural direito representam: nascimento de São João Baptista e a imposição do nome de João; São João despedindo-se de seus pais; e o banquete de Herodes.

Nascimento de São João Baptista e imposição do nome de João. À esquerda, João Baptista acaba de nascer. À direita, o sacerdote Zacarias, sentado, está pronto de escrever num pergaminho o nome de seu filho e de Isabel, prima de Maria.

São João despedindo-se dos pais. À direita, São João Baptista despede-se dos pais; atrás está orando no deserto; à esquerda, realiza uma pregação.

Banquete de Herodes. No centro, Salomé dança para o rei e a mulher. À esquerda, Salomé desvia o olhar do prato que irá recolher a cabeça do santo decapitado. À direita, Salomé apresenta a cabeça ao rei, que parece desinteressado da cena, enquanto a rainha está satisfeita ao ver a cabeça de João Baptista.

Frescos da Catedral de Santo Maria del'Assunto (1466-69), Spoleto.

A abside da catedral apresenta os frescos de Fra Filippo Lippi. O mural em hemicírculo tem três cenas: no centro, a morte da Virgem; à esquerda, a Anunciação e à direita, a Natividade. A abóbada representa a Coroação da Virgem, entre anjos e santos.

Dormition. O termo exprime a crença segundo a qual a Virgem morre sem sofrimento, num estado de paz espiritual. À direita, um sarcófago branco destina-se a acolher o seu corpo. A Virgem muito pálida está numa posição pouco natural, e atrás os apóstolos rezam. Na outra extremidade, está Filippo Lippi, com o dedo indicador esquerdo, indicando a proximidade da sua morte, estando acompanhado por assistentes.

Coroação da Virgem. No halo central, Deus-Pai, com um manto de cores resplandecentes, sentado num trono abençoa e faz a coroação da Virgem, ajoelhada diante do sol dourado com raios ondulados. Estão envolvidos por anjos músicos e cantores, por anjos dançando ou tendo uma flor-de-lis. Mais em baixo, personagens orando formam dois grupos: à esquerda, situam-se profetas com Adão e João Baptista; e à direita, mulheres e duas sibilas conduzidas por Eva.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 16 DE JUNHO DE 2016)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaide, Victor Nieto (1996), *Tommaso Masaccio*. Madrid: Historia 16.
- Baldini, Umberto (2001). *Massacio*. Paris: Maîtres de l'art. Gallimard.
- Baldinotti, Andrea, Cecchi, Alessandro & Farinella, Vincenzo (2002). *Masaccio et Masolino. L'art en partage*. Milan: 5 Continents Editions srl.
- Bartz, Gabriele (2007). *Guido di Piero, known as Fra Angelico ca. 1395-1455*. Kunst: h.f. ulmann.
- Brown, Patricia Fortini (1997), *La Renaissance à Venise*. Paris: Flammarion.
- Casazza, Ornella (1990). *Masaccio et la chapelle Brancacci*. Firenz: SCALA.
- Duchet-Suchaux & Pastoureau (2008), *La Bible et les Saints, Tout l'art*. Paris: Éditions Flammarion.
- Esperança Pina, J. A. (2010), *Anatomia Humana da Locomoção: Anatomia de Superfície e Artística*, 4.^a edição. Lisboa: Lidel.
- Fremantle, Richard (1998). *Masaccio*. New York: Smithmark, Publishers.
- Heydenreich, Ludwig H. (1972), *Écllosion de la Renaissance, Ttálie 1400-1460*. L'Univers des Formes, Éditions Galimard.
- Janson, H.W. (1998), *História da Arte*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Micheletti, Emma (976). *Gentile da Fabriano*. Milano: Rizzoli Editore.
- Molinié, Anne-Sophie (2009). *Filippo Lippi, la peinture pour vocation*. Garches: Éditions À Propos.
- Norton, John (1974), *Painting and Drawing Children*. New York: Watson-Guptill, Publications.
- Pijoán, José (1979), *Summa Artis, Historia General del Arte, volume XIII, Arte del Período Humanístico trecento y cuatrocento*. Madrid: Espasa-Calpe, S.A.
- Pope-Hennessy, John (1981). *Angelico*. Special Edition for the Vatican Museums and Galleries – Firenze: Instituto Fotografico Editoriale.
- Renault, Cristophe (2002), *Reconnaître les Saints et les personnages de la Bible*. Paris: Éditions Jean-Paul Gisserot.
- Russoli, Franco ((1976). *Masaccio*. Milano: Fratelli Fabri Editori.
- Toman, Rolf (2000), *A Arte da Renascença Italiana – Arquitectura, Escultura, Pintura e Desenho*. Köln: Könemann (Edição Portuguesa).
- Vegas, Liana Castelfranchi (1997). *El Arte en el Renacimiento*. Milano: M. Moleiro Editor, S.A.

A Fibrose Quística: da Bancada à Clínica

Cystic Fibrosis: From the Bench to the Bedside

MARGARIDA D. AMARAL¹

A Fibrose Quística (FQ) é uma das principais doenças genéticas que levam ao encurtamento da vida levando a sintomas respiratórios graves causados por mutações no gene CFTR (do inglês, “*Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator*”). Esta codifica para um canal transportador de iões cloreto/bicarbonato que é expresso na membrana apical das células epiteliais. A ausência de proteína CFTR funcional na superfície das células respiratórias reduz a limpeza (“*clearance*”) mucociliar, promovendo a obstrução das vias respiratórias, infeções crónicas e, por fim, insuficiência pulmonar [1]. Até à data, foram reportadas ~2.000 mutações no gene CFTR [2], mas uma única mutação – a F508del – que ocorre em ~80% dos pacientes com FQ em todo o mundo, está associada à retenção intracelular de proteína CFTR e um fenótipo clínico grave.

Os principais avanços no tratamento dos sintomas clínicos da FQ (com mucolíticos, antibióticos, etc) aumentaram significativamente a sobrevida dos pacientes para além da segunda década (~30 anos na Europa). No entanto, para aumentar ainda mais a esperança de vida dos pacientes, a FQ precisa ser tratada para além dos seus sintomas ou seja, através de tratamentos que corrijam o defeito básico associado a cada mutação no gene de CFTR [3,4]. Um novo fármaco, o potenciador VX-770 (ivacaftor/ Kalydeco) chegou recentemente à clínica, mas apenas se aplica a ~5% de todos os pacientes com FQ, isto é, aqueles que possuem a G551D e várias outras mutações, causadoras do mesmo defeito de abertura no canal CFTR [5]. Mais recentemente, novos medicamentos, que combinam um ou dois corretores VX-809, VX-661 ou VX-445 (lumacaftor, tezacaftor ou elexacaftor) resgatando a proteína F508del-CFTR para a superfície da célula, com o potenciador ivacaftor, chegaram já à clínica, após ter sido comprovada a sua eficácia em ensaios clínicos de fase III para pacientes com uma ou duas cópias do gene com a mutação F508del, embora com resultados variáveis [6].

À medida que estas terapias que corrigem os defeitos da proteína CFTR ficam disponíveis, devemos rapidamente pré-avaliar como outras mutações CFTR respondem a esses novos fármacos. Este é o caminho a seguir para alargar numa forma eficaz e rápida o âmbito destes fármacos a mais pacientes com Fibrose Quística, ou seja, aqueles com mutações ultra-raras (“órfãs”). De facto, para tais mutações, não é possível levar a cabo ensaios clínicos “clássicos” devido ao baixo número de pacientes com essas mutações e à sua dispersão geográfica. É, assim crucial usar métodos que permitam pré-avaliar diretamente nas células/tecidos do próprio paciente como cada indivíduo responderá a estes novos medicamentos. Estes métodos podem incluir um ensaio de inchamento (“*swelling*”) que depende da CFTR em organoides intestinais [7] ou a medição de correntes de cloreto mediadas

¹ Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, BioISI – Instituto de Biosistemas & Ciências Integrativas, Lisboa, Portugal
University of Lisboa, Faculty of Sciences, BioISI – Biosystems & Integrative Sciences Institute, Portugal

pela CFTR em culturas primárias de células nasais polarizadas [8]. Esta pré-avaliação pode tornar-se num ensaio padrão para o uso clínico de fármacos segundo uma aproximação de medicina personalizada, ou de “precisão”.

O trabalho no laboratório da autora é financiado pelo projeto estratégico UID/MULTI/04046/2019 (BioISI) pela FCT/MCTES, Portugal; e pelos projetos de investigação (MDA): “INOVCF” do CF Trust, Reino Unido (Ref SRC No. 003), Gilead Genese (Ref PGG/008/2015) e AMARAL15XX0, AMARAL15XX1, AMARAL16I0 da CFF-Cystic Fibrosis Foundation, EUA.

Cystic fibrosis (CF) is a major life-shortening genetic disease leading to severe respiratory symptoms caused by mutations in CF transmembrane conductance regulator (CFTR), a chloride/bicarbonate channel expressed at the apical membrane of epithelial cells. Absence of functional CFTR from the surface of respiratory cells reduces mucociliary clearance, promoting airways obstruction, chronic infections and ultimately lung failure [1]. To date ~2,000 CFTR mutations were reported [2] but one single mutation – F508del – occurring in ~80% of CF patients worldwide, is associated with intracellular CFTR protein retention and a severe clinical phenotype.

Major clinical advances in treating CF symptoms (with mucolytics, antibiotics, etc) have significantly increased survival beyond the second decade (~30 years in Europe). However, to further increase CF patients life expectancy, CF needs to be treated beyond its symptoms i.e., through treatments addressing the basic defect associated with each CFTR gene mutation [3,4]. One new drug, potentiator VX-770 (ivacaftor/Kalydeco) has hit the clinical setting but only for ~5% of all CF patients, i.e., those bearing G551D and several other mutations causing a similar defect in the channel [5]. More recently, additional new drugs which combine one or two correctors VX-809, VX-661 or VX-445 (lumacaftor, tezacaftor or elexacaftor) rescuing F508del-CFTR to the cell surface with potentiator ivacaftor, went into the clinic, following proven efficacy, albeit with variable results, in phase III clinical trial for patients who carry at least one copy of the CFTR gene with the F508del mutation [6].

As these therapies correcting defective CFTR become available, we should quickly pre-assess how other CFTR mutations respond to such new drugs. This is the way forward to extend them more patients with CF, namely to those with ultra-rare (“orphan”) mutations in an effective and expedite way. Indeed, for such mutations, “classical” clinical trials are not possible due to low numbers of patients and their geographic dispersion. It is thus crucial to use the novel methods to pre-assess directly on patient’s cells/tissues how each individual responds to these novel drugs. These can include a CFTR-dependent swelling assay in intestinal organoids [7] or measurement of CFTR-mediated Cl⁻ currents in polarized primary cultures of nasal cells [8]. Such pre-assessment may become a standardised assay for the clinical use of a drug in a precision medicine approach.

Work in the author’s lab is supported by strategic grant PEst-OE/BIA/UI4046/2011 centre grant (to BioISI) from FCT/MCTES, Portugal; and by research grants (to MDA): “INOVCF” from CF Trust, UK (SRC Award No. 003), Gilead GENESE (Ref PGG/008/2015) and AMARAL15XX0, AMARAL15XX1, AMARAL16I0 from CFF-Cystic Fibrosis Foundation, USA.

CLASSE DE CIÊNCIAS

- [1] Bell SC, De Boeck K, Amaral MD (2015) *Pharmacol Ther* **145**: 19-34
- [2] The CFTR Mutation Database. <http://www.sickkids.on.ca/cftr>. 2016
- [3] De Boeck K, Amaral MD (2016) *Lancet Respir Med*, accepted.
- [4] Amaral (2015) *J Intern Med* **277**:155-66
- [5] Ramsey *et al* (2011) *N Engl J Med* **365**:1663-72
- [6] Joshi *et al* (2019) *Pediatr Pulmonol* **54** Suppl 3:513-517
- [7] Dekkers *et al* (2013) *Nat Med* **19**: 939-45
- [8] Beekman *et al* (2014) *J Cyst Fibros* **13**: 363-72

(UMA VERSÃO ATUALIZADA DA COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 7 DE JULHO DE 2016)

Anatomia artística do Renascimento em Itália (III)

Pintura do Proto-Renascimento no Século XV em Florença (II)

2.^a Geração de Pintores (1429-1464)

J. A. ESPERANÇA PINA

A 2.^a geração de pintores, entre 1429 e 1464, foi marcada pela riqueza e talento de Cosme de Médicis, filho de Juan de Médicis, sendo chamado o pai da pátria, falecido em 1464.

1. PAOLO UCELLO (1397-1475)

Paolo Ucello nasceu em Florença em 1397 e faleceu na mesma cidade a 10 de Dezembro de 1475, sendo o apelido Ucello resultante do seu gosto por desenhar pássaros. Foi aprendiz de Lorenzo Ghiberti, cuja oficina era o fulcro da arte florentina na época. Destacou-se pela perspectiva, e pelo relevo que deu à pintura.

Pintura de retratos

Homem (1430). National Gallery of Art, Washington. O dorso do nariz forma, com a glabella muito convexa, um ângulo obtuso cujo vértice se situa na raiz do nariz. O seu dorso é rectilíneo e torna pouco proeminente o ápice do nariz. A asa do nariz está referenciada por um sulco nasogeniano bem marcado.

Homem jovem (1440-42). Museu de Belas-Artes, Chambéry. O nariz é do tipo recto. A asa do nariz está bem referenciada pelo sulco nasogeniano. A margem infra-orbital é bem marcada.

Dama (1450). Metropolitan Museum of Art, Nova Iorque. O dorso do nariz é rectilíneo e forma com a glabella um ângulo quase raso. A asa do nariz está bem referenciada por um sulco nasogeniano bem marcado.

Mulher (1440). Metropolitan Museum of Art, Nova Iorque. O nariz é disforme com o dorso irregular na porção inferior, tornando proeminente o ápice do nariz. A asa do nariz está referenciada pelo sulco nasogeniano marcado. As referências ósseas da maxila e do ramo da mandíbula são muito desenvolvidas, deixando a referência do músculo bucinador aprofundada.

Pintura de frescos

Catedral de Prato (1435). Frescos da Capela da Assunção.

Discurso de Santo Estêvão no Sinédrio. O santo recorda Moisés ao retirar os judeus do Egipto, mas estes durante o êxodo voltaram-se para deuses pagãos. Estêvão denuncia os ouvintes, tal como os seus antepassados fizeram ao resistirem ao Espírito Santo, matando um profeta que previu a vinda do Messias, e ao assassinares Jesus. As mímicas dos juízes judeus do Sinédrio exprimem dureza com agressividade.

Lapidação de Santo Estêvão. Após a condenação por blasfémia, os juízes do Sinédrio impõem-lhe a morte por lapidação. Foi levado para fora da cidade, onde a multidão, com mímicas revelando dureza

agressiva e malvadez, se precipita sobre Santo Estêvão, atirando-lhe pedras, enquanto o santo genuflectido reza para que o Senhor receba o seu espírito e os seus assassinos sejam perdoados.

Na cabeça masculina, a mímica sugere atenção contemplativa. *A cabeça feminina* revela a mímica de submissão.

Catedral de Santa Maria del Fiore, Florença. Frescos diversos.

Monumento funerário de John Hawkwood (Giovanni Acuto) (1436). A figura equestre representa o comandante do exército florentino, na vitória da batalha de Cascina em 1364. O fresco é um esplêndido exemplo de como Paolo Uccello encontrou um novo meio de expressão, através da qualidade escultural. O guerreiro e o cavalo mostram um movimento em que o cavalo levanta simultaneamente as pernas direitas.

Relógio com cabeças de profetas (1443). Sobre a porta de entrada da Catedral está um relógio colossal decorado com pinturas. Está desenhado de acordo com a *hora italica*, uma divisão do tempo empregada na Itália até o século XVIII, que dava o pôr-do-sol como o início do dia. O famoso relógio tem em quatro círculos as cabeças de profetas. O profeta tem mímica sugerindo nostalgia. O profeta tem mímica exprimindo tristeza. O profeta tem mímica sugerindo abatimento. O profeta tem mímica exprimindo inquietação.

2. ANDREA DEL CASTAGNO (1421-1457)

Andrea del Castagno nasceu em Castagno em 1421 e faleceu em Florença em 1457, com 37 anos vitimado pela peste. As suas pinturas são poucas mas revelam a influência de Masaccio. Parece ter sido estagiário de Fillippo Lippi e de Paolo Ucello e mestre de António Pollaiuolo. As personagens que pintou parecem estar esculpidas em cor.

Pinturas diversas

Cavalleiro. National Gallery of Art, Washington. O jovem retratado está ricamente vestido de vermelho e segura o capuz. A mímica revela altivez e superioridade.

David (1450). National Gallery of Art, Washington. É um escudo destinado à exibição em desfiles cerimoniais. David e Golias apresentam simultaneamente a acção e o seu resultado. A acção representa David preparado para atacar Golias, com uma pedra para a funda na mão direita. O resultado é a cabeça decepada do gigante, aos pés de David e a pedra cravada na testa. O herói é um jovem atleta, com uma anatomia de superfície nos membros inferiores bem marcada, através das referências musculares e venosas.

Pintura de frescos

Convento de Sant'Apollonia, Florença. Fresco da Última Ceia (1447)

Última Ceia (1477). Sant'Apollonia, Florença. As personagens parecem esculpidas em cor, dentro de um forte realismo e energia. A sala onde se desenrola a Última Ceia tem como fundo painéis de mármore colorido, em contraste com a austera cerimónia. As personagens estão organizadas atrás de uma longa e estreita mesa, à excepção de um apóstolo em cada extremidade e de Judas isolado à frente. As personagens apresentam um equilíbrio de gestos e expressões, particularmente no grupo central, onde se destaca a tristeza de Jesus, contrastando com o sono inocente de João, e a tensão e rigidez de Judas.

Galeria dos Uffizi, Florença. Frescos de homens e mulheres ilustres (1450).

Os homens e mulheres ilustres (reconstrução) foram pintados para o grande salão da Villa Carducci, em Soffiano (Legnaia). Os nove frescos representam três comandantes militares (Pippo Spano, Niccolò Acciaiuoli e Farinata degli Uberti), três mulheres famosas (Rainha Ester, Rainha Tomyris e Sibila Cumas), e três poetas toscanos (Dante, Petrarca e Boccaccio). As pinturas parecem estátuas em nichos, expressando o sentimento do orgulho humano.

Pippo Spano. Foi um *condottiero* florentino visto como o herói ideal. Entre as muitas missões, distinguiu-se na luta contra os turcos e tornou-se governador da Hungria. Apresenta-se numa pose natural com a arma segura nas duas mãos, com mímica sugerindo atenção expectante.

Niccolò Acciaiuoli. Foi membro de uma família de comerciantes e banqueiros. Amante das artes e da literatura era amigo de Petrarca e Boccaccio. Foi-lhe atribuído a administração da justiça e altos comandos militares no Reino de Nápoles e, mais tarde, vice-rei da Puglia. Segura nas mãos um bastão, com mímica revelando atenção contemplativa.

Farinata degli Uberti. Foi um aristocrata e líder militar, pertencente a uma das mais importantes famílias de Florença. Era o líder dos gibelinos, o partido imperial em relação aos guelfos, apoiantes do Papa. Uberti e outros ateus aparecem no Inferno de Dante, por negarem a imortalidade. Apoia-se num bastão, com mímica sugerindo atenção inquietante.

Rainha Ester. Era uma jovem órfã judia, que manteve a identidade secreta, e tornou-se mulher do Imperador persa Xerxes I. Não manteve as práticas de uma judia ortodoxa. A mímica revela atenção cativante.

Rainha Tomyris. Era a rainha de um povo nómada da Ásia Central. Segundo Heródoto, Ciro, o Grande, fundador do Império Persa, foi derrotado por ela numa batalha e pereceu no combate. Com armadura e uma seta na mão direita, a mímica sugere altivez arrogante.

Sibila Cumas. A mão esquerda segura um livro das profecias sibilinas, e a mão direita indica a gravidade do seu conteúdo. A mímica revela dignidade e altivez.

Dante Alighieri. É um dos poetas mais imponentes da literatura europeia ocidental, sendo destacado pelo seu poema épico, a *Divina Comédia*. A mímica sugere ponderação orgulhosa.

Giovanni Boccaccio. Foi um importante humanista, autor de um número notável de obras, como a *Amorosa Visione* e o *Decameron*. Com Petrarca, lançou as bases do humanismo renascentista. A mímica revela desconfiança.

Francesco Petrarca. Foi humanista cujos poemas dirigidos a Laura, uma amada idealizada, contribuiu para o florescimento renascentista da poesia lírica. Mente curiosa e amor pelos autores clássicos levaram-no a viajar, visitando homens de saber e bibliotecas monásticas à procura de manuscritos clássicos. A mímica sugere insatisfação.

3. DOMENICO VENEZIANO (1410-1461)

Domenico Veneziano parece ter nascido em Veneza, daí o seu nome. Mudou-se para Florença ainda criança, para se tornar discípulo de Gentile da Fabriano. Trabalhou com Pisanello em Roma, tendo sofrido a influência de Benozzo Gozzoli.

Pintura de altar

Madona, o Menino e Santos (1445). Galeria dos Uffizi, Florença. A Virgem no trono com o Menino, com São Francisco e São João Baptista, à esquerda e São Zenóbio e Santa Luzia, à direita. Cada uma das personagens tem a sua própria individualidade física e psíquica, realçada pelo relevo escultural. Os santos reflectem a solenidade do cenário transmitindo a serenidade do encontro. Os olhares são meditativos e os gestos estão suspensos, com São João Batista apontando, São Francisco orando, São Zenóbio abençoando, e Santa Luzia oferecendo a sua salva e a palma do martírio.

4. BENOZZO GOZZOLI (1420-1497)

Benozzo Gozzoli nasceu em Sant'Ilario e em 1427 mudou-se para Florença. Foi discípulo de Fra Angelico e trabalhou com Lorenzo e Vittorio Ghiberti. Em 1449, deixou Fra Angelico e mudou-se para Úmbria, Montefalco e Perúgia. Voltou para Florença, onde pintou a sua obra mais importante, os frescos da Procissão dos Magos, no Palácio Medici Riccardi. Revelou grande talento decorativo com inclinação para a paisagem e o retrato.

Pintura de frescos

Igreja do Mosteiro de San Francesco, Montefalco (Capela de São Jerónimo). Frescos de episódios da vida de São Jerónimo (1452).

Madona e Menino rodeados de Santos com aspectos da vida de São Jerónimo. A Madona e o Menino estão ladeados por Santo António, São Jerónimo, São João Baptista e São Luís de Toulouse. Por cima observa-se a crucificação e santos. Lateralmente estão representados dois episódios da vida de São Jerónimo.

Partida de São Jerónimo para Antioquia. São Jerónimo deixa Roma renunciando à riqueza e ao luxo.

São Jerónimo retira um espinho da pata do leão. O Santo interrompeu a explicação da Bíblia aos monges para tratar o animal.

Igreja do Mosteiro de San Francesco, Montefalco (Capela-mor). Frescos dos episódios da vida de São Francisco (1450-1452)

A Igreja do Mosteiro de San Francesco, em Montefalco, tem na capela-mor frescos dos episódios da vida de São Francisco de Assis, o fundador da ordem.

Frescos de episódios da vida de São Francisco (1450-1452). As cenas mostram aspectos da vida e da obra do santo desde o nascimento até à morte. Os painéis contêm 19 episódios dispostos em 12 painéis dispostos em três registos com uma leitura, da esquerda para a direita e de baixo para cima.

O nascimento de São Francisco, a profecia de um peregrino e a homenagem de um homem simples. À esquerda, Francisco recém-nascido está rodeado de observadores, com a presença de uma vaca e um burro, havendo um paralelismo entre o nascimento de São Francisco e de Jesus Cristo. No exterior do edifício estão representados dois episódios: a mãe de São Francisco, nas escadas, recebe a profecia de um peregrino e, à direita, São Francisco acompanhado por um jovem oferece a capa a um mendigo ajoelhado.

São Francisco a dar a sua capa e o sonho do palácio. À esquerda, São Francisco oferece a sua capa a um cavaleiro nobre, mas pobre. No centro, São Francisco sonha com um grande palácio com bandeiras ostentando uma cruz vermelha.

A renúncia dos bens terrenos e o Bispo de Assis a vestir São Francisco. À esquerda, São Francisco devolve os haveres ao pai, que com fâcies expressiva, assiste ao desnudamento do filho. À direita, o Bispo de Assis cobre a nudez de São Francisco com a sua estola.

A visão de São Francisco e o encontro de São Francisco com São Domingos. À esquerda, Cristo arremessa três lanças, que simbolizam a luxúria, a ambição e o orgulho. Maria aponta para o encontro de São Francisco com São Domingos, fundadores de duas ordens mendicantes.

O sonho de Inocência III e a confirmação da regra. À esquerda, o Papa Inocência III sonha com o desabamento da Igreja de Latrão, com São Francisco a sustê-la. À direita, o Papa Honório III, sucessor do Papa Inocência III, aprova as regras dos frades franciscanos.

A expulsão dos diabos de Arezzo. São Francisco e outro frade assistem fora da cidade de Arezzo à expulsão dos diabos.

A pregação aos pássaros e a bênção de Montefalco. À esquerda, São Francisco fala a treze espécies de pássaros e aponta para o céu. À direita, vê-se a cidade de Montefalco, com São Francisco e um discípulo abençoando personagens genuflectidas, sendo duas provavelmente membros da família Calvi, que fizeram doações para a Igreja do Mosteiro de São Francisco.

A morte do cavaleiro de Celano. À esquerda, com o fresco muito estragado, é narrado o almoço do cavaleiro de Celano com São Francisco, onde este prevê a morte do nobre. À direita, Celano pede perdão para os seus pecados e morre subitamente.

A cena da Natividade em Greccio. No Natal de 1223, São Francisco numa igreja recorda a atmosfera mística da Natividade em Belém, na presença de numerosos assistentes.

A conversão do Sultão Melek-el-Karmel. Trata-se de um dos milagres feitos em vida por São Francisco. Na corte do Sultão Melek-el-Karmel do Egito, o Santo ateia o fogo e não sofre queimaduras. O Sultão e uma mulher, que tentou seduzir o santo, convertem-se de imediato.

A estigmatização de São Francisco. O santo genuflectido e com as mãos erguidas é atingido por cinco raios emanados do crucifixo. São as cinco chagas de Cristo que o Santo recebeu na festa da Cruz, em La Verna, Toscana, em 1244.

A morte e a ascensão de São Francisco. As feridas da estigmatização do santo são observadas, enquanto os membros da congregação entoam cânticos. Em cima, dois anjos transportam a alma de São Francisco para o Céu.

Palácio Medici Riccardi, Florença. Frescos da Procissão dos Magos (1459-60).

A Capela dos Reis Magos é constituída por uma pequena sala com um altar portátil e uma sala principal quase quadrada, com o fresco mural oeste representando a Procissão dos Magos. As salas estão separadas por duas pilastras encimadas por capitéis coríntios. O altar tem uma cópia de um retábulo original da Madona, o Menino e São João, testemunhados por Deus-Pai e pelo Espírito Santo, pintado por Fra Filippo Lippi, agora no Staatliche Museen em Berlim. A sala principal apresenta o fresco mural este e o fresco mural sul da Procissão dos Magos.

Os frescos murais sobre a Procissão dos Reis Magos dispõem-se na parede este com Gaspar, na parede sul com Baltazar e na parede oeste com Belchior. O tema religioso foi um pretexto para retratar a procissão com personagens importantes que chegaram a Florença, por ocasião do Concílio de Florença.

Frescos do mural este

O Rei Mago Gaspar lidera a procissão montado num cavalo branco. É retratado como Lourenço de Médicis, o Magnífico, que era uma criança quando o fresco foi concluído. O jovem loiro lidera o cortejo dos Médicis, constituído por numerosas personagens, a quase totalidade inidentificáveis, à excepção de membros da família Médicis, aliados e convidados ilustres. No horizonte, a comitiva está a mover-se por baixo de rochedos escarpados, verdes pradarias, um caçador a cavalo e um cão de caça perseguindo um veado, e de uma fortaleza medieval.

Lourenço de Médicis, o Magnífico. Está montado num cavalo branco, escoltado por soldados armados, quatro a pé e dois a cavalo.

Lourenço de Médicis, o Magnífico. Foi um estadista e governante da República Florentina entre 1469 e 1492. O seu palácio transformou-se no centro do florescimento das artes e das letras e o Magnífico tornou-se o protector de escritores e artistas. Com cabelo encaracolado, ostenta uma coroa com uma banda adornada com pedras preciosas e de cuja margem partem ornamentos triangulares, com rubis e esmeraldas. A fâcies permite reconstruir um gesto e controlar uma atitude, com mímica sugerindo reflexão expectante.

O Rei Mago Gaspar é seguido por personagens, a quase totalidade não reconhecidas, mas identificam-se membros da família Médicis, liderados por dois servos, um branco ricamente vestido e um negro com um arco sem flechas. Reconhece-se Cosimo de Médicis, o Velho, numa mula castanha; Piero de Médicis, de gorro vermelho, num cavalo branco; Galeazzo Maria Sforza, num cavalo branco; e Sigismondo Pandolfo Malatèsta, num cavalo castanho.

Cosimo de Médicis, o Velho. Foi governador de Florença, de 1429 a 1464. Apresenta uma mímica de reflexão com atenção. É uma expressão do pensamento típica, traduzida por sulcos frontais incompletos e sulcos verticais pouco pronunciados. Os sulcos naso-genianos e génio-labiais estão bem marcados e unidos e a fenda da boca dispõem-se horizontalmente.

Piero di Cosimo de Médicis, o Gotoso. Foi o filho primogénito de Cosimo de Médicis, e pai de Lourenço e Julianos de Médicis, sendo governador de Florença de 1464 a 1469. A mímica sugere abatimento por sofrimento físico.

Galeazzo Maria Sforza. Foi duque de Milão de 1466 até ao seu assassinato em 1476, tendo dedicado parte da fortuna às artes e à música. Era conhecido por levar uma vida luxuosa e pela sua crueldade. A mímica insinua desconfiança com alguma dureza.

Sigismondo Pandolfo Malatèsta. Conhecido como o Lobo de Rimini, colocou-se ao serviço do Papa, do Reino de Nápoles, Milão, Veneza, Florença e Siena. Era oportunista, traiçoeiro, desleal e foi um patrono das artes. A mímica sugere arrogância com malvadez.

Atrás de Cosimo de Médicis, o Velho, a procissão é constituída por personagens, com as cabeças elegantemente cobertas em que as mímicas sugerem contemplação expectante. É de salientar o auto-retrato de Benozzo Gozzoli, autor do fresco, identificado pelo seu nome *OPUS BENOTTI*, escrito no gorro vermelho.

Frescos do mural sul

O Rei Mago Baltazar, de pele escura, montado num cavalo branco está rodeado de jovens. É retratado com as características faciais do imperador bizantino João VIII Paleólogo. Os cinco jovens, com cabelo

frisado, estão vestidos, com gibões adamascados debruados a ouro, em que dois seguram compridas lanças.

João VIII Paleólogo. Foi o penúltimo imperador da dinastia paleóloga do Império Bizantino, entre 1425 e 1448. O seu longo reinado ficou marcado pela dissolução gradual do poder imperial, tentando acabar com o cisma entre as igrejas católica e ortodoxa. O Imperador tem a coroa assente num gorro azulado, e é constituída por uma banda de ouro adornada com esmeraldas e rubis, e da margem da banda partem ornamentos triangulares, com pequenas pedras preciosas, e na ponta uma grande pérola. A mímica sugere inquietação e tristeza.

Frescos do mural oeste

O Rei Mago Belchior montado num cavalo branco tem à sua frente cavaleiros, diversos animais e numerosas personagens florentinas, com bonés vermelhos e mantos. O rei é retratado como José II, Patriarca de Constantinopla.

José II, Patriarca de Constantinopla. Apesar de muito velho e doente com cabelo e barba longa e grisalha, participou no Concílio de Florença. A sua morte durante o Concílio causou grande tristeza nos presentes, pois era um fervoroso defensor da união entre as igrejas. O Patriarca tem a coroa assente num gorro vermelho, adornada com esmeraldas e rubis. Da margem da banda partem ornamentos triangulares, com pequenas pedras preciosas e na ponta uma grande pérola. É uma fâcies doentia com mímica revelando tristeza e abatimento.

Personagens florentinas integradas na procissão, com gorros vermelhos e mantos, parecem olhar para o Rei Mago Belchior. As mímicas exprimem atenção contemplativa. É de salientar o segundo auto-retrato de Benozzo Gozzoli, autor do fresco, mostrando a palma da mão direita, que simboliza a sua destreza como pintor. Prepara-se para continuar na procissão, em direcção ao altar da Capela dos Reis Magos.

5. ALESSO BALDOVINETTI (1425-1499)

Foi um pintor do início do Renascimento, que nasceu em Florença em 1425. A sua pintura mostra a influência de Fra Angelico e Domenico Veneziano. Estudou na Academia de Belas-Artes de Florença e foi discípulo de Piero della Francesca.

Dama vestida de amarelo (1465). National Gallery, Londres. O dorso do nariz é rectilíneo e forma com a glabella verticalizada um ângulo muito obtuso. O cabelo está apanhado com uma fita ornamentada com uma pérola. A mímica de perfil sugere atenção contemplativa.

6. PIERO DELLA FRANCESCA (1416-1492)

Piero della Francesca foi um pintor italiano do *Quattrocento*. Nasceu em Sansepolcro entre 1416 e 1417 e morreu na mesma localidade em 1492. Pertenceu a uma das mais distintas famílias aristocráticas da Toscana, sendo filho de um riquíssimo comerciante de tecidos. Foi discípulo de Domenico Veneziano. A sua pintura primou sempre pela apresentação de técnicas inovadoras, misturando formas geométricas e cores intensas. O pintor destacou-se também na álgebra e na geometria.

Pintura de polípticos

Políptico da Misericórdia (1445-1462). Pinacoteca Cultural, Sansepolcro.

Políptico da Misericórdia. A pintura é centrada pela Madona, envolvendo oito personagens com o seu gesto protector. Em cima, a Crucificação, com a Mãe de Cristo estendendo as mãos e São João com os braços abertos, ambos exprimindo a sua dor. À esquerda da Madona, estão São Sebastião e São João Baptista. À direita, estão São João Evangelista e São Bernardino de Siena. A predela representa cenas da Paixão de Cristo.

A *Madona da Misericórdia* retrata a mãe e protectora da humanidade, num gesto misericordioso. Envolve com o manto membros da família Pichi ou Pitti que subsidiou a obra, sendo a personagem encapuçada de Piero della Francesca. *São Sebastião* foi utilizado pelos artistas do início do Renascimento para estudos de anatomia de superfície. *São João Baptista* apresenta-se com o bordão. *São João Evangelista* tem a barba longa e bifurcada e segura o Evangelho segundo João. *São Bernardino de Siena* da ordem dos franciscanos tem a fâcies edemaciada.

Políptico de Santo Agostinho (1460-1470). Museus diversos e colecção particular.

O painel central perdeu-se e os quatro painéis laterais encontram-se em vários museus. Indo da esquerda para a direita: Santo Agostinho, Museu Nacional de Arte Antiga, Lisboa; São Miguel, National Gallery, Londres; São João Evangelista, Colecção Frick, Nova Iorque; e São Nicolau de Tolentino, Museu Poldi Pezzoli, Milão.

Santo Agostinho tem mitra e um esplêndido pluvial. Apresenta uma harmonia entre a imponência do aspecto tridimensional e os pormenores das pinturas no pluvial com cenas da vida de Jesus, como se tratasse de pinturas de uma pequena predela. *São Miguel* é apresentado como um jovem guerreiro, com membros de atleta, tendo uma túnica graciosa, armadura e botas decoradas com pequenas pérolas. A sua postura não aparenta violência, após a matança do dragão, mostrado como uma cobra decapitada, com a cabeça segura na mão e o corpo no chão. *São João Evangelista*, com capa vermelha contrastando com o fundo azul. Os traços da fâcies enrugada, os cabelos e a grande barba branca, assemelham-se à fisionomia de Deus-Pai. E a mão tem referências cutâneas marcadas segura um grande livro. *São Nicolau de Tolentino* tem um hábito negro com cinto de coiro, bem como o livro, símbolo dos eremitas de Santo Agostinho. A fâcies é austera mas tranquila.

Pinturas religiosas

Batismo de Cristo (1448-50). National Gallery, Londres. Jesus está a receber o baptismo de São João Baptista no rio Jordão. À esquerda, três anjos observam o sacramento do baptismo. Mais longe e pouco visíveis estão um grupo de padres ortodoxos gregos. A fâcies de Cristo muito concentrado e as mãos em prece tem mímica de submissão. Os três anjos parecem participar intensamente no acontecimento, numa união traduzindo grande tranquilidade, que simboliza a harmonia divina. Expressam amizade representada pelo apoio da mão do anjo à direita sobre o ombro do anjo, com traje branco.

Flagelação de Cristo (1455). Galeria Nacional delle Marche, Urbino. À esquerda, num espaço fechado, Cristo com os braços amarrados a uma coluna encimada por um deus grego está sendo flagelado por dois carrascos romanos. Pilatos sentado no trono assiste impassível ao bárbaro castigo. Um personagem com um turbante e de costas, também assiste. À direita, três personagens elegantemente vestidas, com mímicas

ausentes, não prestam atenção ao que acontece nas suas costas. Para alguns, trata-se de um anjo no centro, ladeado por representantes das Igrejas Latina e Ortodoxa, cuja divisão criou conflitos em toda a cristandade.

Ressurreição (1463-65). Pinacoteca Comunal, Sansepolcro. Cristo ergue-se do sarcófago com uma atitude majestosa, num regresso à vida no triunfo sobre a morte. A túnica rósea faz sobressair a sua realzeza, onde o tórax apresenta uma boa anatomia de superfície. A luminosidade do amanhecer permite contrastar no fundo, a arborização invernal com a exuberante arborização primaveril. Os soldados romanos adormecidos aos pés do sepulcro representam a diferença entre o divino e o humano. O soldado com a cabeça apoiada no estandarte de Cristo é um auto-retrato de Piero della Francesca.

Madona e Menino com Santos e doador (1472-74). Pinacoteca Brera, Milão. Maria no trono tem o Menino no colo. Atrás estão quatro arcanjos: à esquerda, João Baptista, Bernardo de Siena e Jerónimo; à direita, São Pedro, São Francisco de Assis e São João Evangelista. O doador, duque de Frederico de Montefeltro está ajoelhado. Frederico de Montefeltro está com armadura, espada e uma rica capa pregueada. Por terra encontra-se o elmo, o bastão, bem como a parte da armadura que protege as mãos e os pulsos. O duque com as mãos em prece ora com intensa meditação. Os dois arcanjos têm ricas jóias e mímicas cativantes.

Pintura de retratos

Sigismondo Pandolfo da Malatesta (1451). Museu do Louvre, Paris. O Príncipe de Rimini foi um *condottiero*, um dos líderes militares mais ousados de Itália. Era um poeta e grande patrono das artes, trazendo a Rimini, numerosos artistas e escritores. O príncipe num perfil escultural em fundo escuro permite assemelhar-se aos bustos da estatuária, com aspecto altivo e tirano. A mímica sugere dureza agressiva.

Frederico de Montefeltro com a mulher Battista Sforza (1465-66). Galeria dos Uffizi, Florença. O duque de Urbino Frederico de Montefeltro governou o Estado de Urbino durante trinta e oito anos, sendo um estratega militar. Cultivava a companhia de poetas e pintores e organizou a mais completa biblioteca fora do Vaticano. *Battista Sforza* tem um penteado sofisticado preso numa fita com uma jóia. Está ricamente vestida, com a manga de brocado com pinhas, cardos e romãs, símbolos da fertilidade e imortalidade. Tem uma atitude rígida acusando a influência flamenga. A mímica sugere insatisfação. *Frederico de Montefeltro* é representado de perfil, pois tinha perdido o seu olho direito e sofrido uma fractura dos ossos nasais durante um torneio. Tem um chapéu cilíndrico, traje vermelho resplandecente, característico da sua categoria ducal. A mímica insinua altivez com desconfiança com o dorso do nariz muito deformado.

Pintura de frescos

Frescos da Capela-mor da Basílica de São Francisco em Arezzo (1460)

Capela-mor. O ciclo de frescos da capela-mor traduz a história da verdadeira cruz sendo considerada a verdadeira cruz, em que Jesus foi crucificado. Os frescos em número de doze ocupam três níveis nas paredes oeste e laterais de cada lado de uma janela.

Morte de Adão. À direita, Adão está sentado no chão, apoiado em Eva e rodeado pelos filhos, enquanto envia o filho Seth ao Arcanjo Miguel, para lhe pedir um unguento, que lhe prolongue a vida. Ao fundo vê-se o encontro de Seth e o Arcanjo Miguel, que em vez do unguento lhe dá uma raiz de árvore. À esquerda, Adão morre rodeado pelos descendentes. Seth planta a raiz da árvore que dará a madeira

para a cruz de Cristo. Um casal parcialmente desnudado está alheio ao acontecimento, com a mímica da mulher exprimindo sensualidade.

Cortejo da Rainha do Sabá. A soberana visita o Rei Salomão para ouvir as suas palavras de sabedoria. Através de um sonho tem conhecimento da madeira para a cruz de Cristo. Em adoração venera a madeira, acompanhada pelo séquito de damas aristocráticas. Mais atrás, os cavalos e dois cavaleiros esperam para continuar a viagem até ao Rei Salomão.

Encontro da Rainha do Sabá com o Rei Salomão. O encontro dos dois soberanos dá-se na sala do palácio de Salomão, ornamentado com elementos arquitectónicos da antiguidade clássica. Entre os membros da comitiva de Salomão, encontra-se um que é o auto-retrato de Piero della Francesca. A rainha do Sabá inclina-se perante Salomão sugerindo gravidade sacerdotal, acompanhado por membros da sua corte elegantemente vestida. A Rainha do Sabá transmitiu ao Rei Salomão, a mensagem, que lhe tinha revelado a madeira para a cruz de Cristo. O rei mandou enterrar a madeira da cruz, pois esta poderia causar o fim do reino dos judeus.

Transporte da madeira da cruz. Por ordem de Salomão, a madeira da cruz ia ser enterrada, sendo carregada por três homens, cujas fâcias traduzem um enorme esforço. O primeiro apresenta o maior esforço; o segundo ajuda a apoiar a madeira com um cajado e morde o lábio num gesto de esforço; o terceiro, com coroa empurra a madeira com as mãos. A cabeça do primeiro homem assenta sobre os veios circulares da madeira, aparentando um aréola, prefigurando Cristo no Calvário.

Sonho de Constantino. Dentro de uma grande tenda num campo militar de campanha, o Imperador Constantino está a dormir. Sentado num banco é guardado por um guarda atento com mímica expectante, e por dois sentinelas em primeiro plano. Durante o sono aparece um anjo, com uma minúscula cruz, anunciando a vitória de Constantino.

Batalha entre Constantino e Maxêncio. A batalha da ponte Milvia no rio Tibre, às portas de Roma, realizou-se entre os imperadores romanos Constantino e Maxêncio. Com a vitória de Constantino, mudou a história da Europa para o estabelecimento do cristianismo. À esquerda, está o exército de Constantino com o imperador erguendo a cruz. A visão do crucifixo põe o exército de Maxêncio em retirada, sem combater. Os cavaleiros de Constantino montam cavalos com pelagem branca e acastanhada, e as lanças viradas para o céu. O estandarte tem a águia como símbolo do poder imperial. Constantino avança adiante do seu exército, com a pequena cruz de Cristo na mão direita. O exército, após a vitória, inicia a marcha triunfal. Os soldados avançam com este cavaleiro empunhando a espada e lançando um grito de guerra.

Tortura do judeu. Após a vitória de Constantino, a mãe de Helena partiu para Jerusalém a fim de encontrar a verdadeira cruz. Apenas um judeu chamado Judas sabe onde se encontra, mas recusa-se a divulgá-la. Depois de seis dias em jejum num poço seco, pediu para ser retirado, sendo puxado por dois jovens com a ajuda de uma corda deslizando numa roldana. Um jovem elegantemente vestido agarra Judas pelos cabelos, com mímica sugerindo insatisfação, provavelmente por ir indicar o local onde se encontra a cruz.

Descoberta e reconhecimento da verdadeira cruz. À esquerda, fora das muralhas de Jerusalém, no monte Gólgota, a filha do Imperador Constantino, Helena, e o seu séquito observam a subida das cruzes, onde Jesus e os dois ladrões foram crucificados. À direita, a verdadeira cruz de Jesus é reconhecida graças ao seu poder miraculoso de ressuscitar os mortos. O judeu já convertido mostra o lugar onde se

encontram as cruzes, tendo a seu lado a Imperatriz Helena. Um homem retira a segunda das três cruzes enterradas. Em frente do templo de Minerva, cuja fachada em mármore de várias cores, Helena de joelhos e a sua comitiva estão em volta da verdadeira cruz inclinada. O homem jovem ressuscitado tem o tronco desnudado mas musculado, com os braços abertos em sinal de milagre.

Batalha entre Heráclito e Cosroés II. A Cruz tornou-se famosa pelos milagres que realizou. Cosroés II apoderou-se da relíquia e utilizou-a para subjugar os seus cidadãos. Heráclito, imperador de Bizâncio, resgatou a cruz numa batalha que terminou com a decapitação de Cosroés II. Os guerreiros de ambos os lados estão com atitudes não agressivas, à excepção do filho de Heráclito ao apunhalar um sassânida. À direita, Cosroés II deixa o trono num baldaquino, e ajoelhado espera a decapitação, enquanto Heráclito com o ceptro confirma a vitória. Um corneteiro de chapéu branco toca a trombeta, enquanto os soldados que o rodeiam apresentam mímicas brandas sem agressividade.

Exaltação da cruz. É o último episódio do ciclo de frescos. Heráclito traz a cruz de volta a Jerusalém após a sua vitória sobre Cosroés II. Nas muralhas da cidade, a figura do Imperador muito deteriorada e a sua comitiva são recebidos por um grupo de homens em genuflexão, que veneram a cruz. Nas personagens destaca-se um idoso segurando um grande chapéu branco, e outro que se aproxima. Heráclito, sem vestes imperiais está descalço e humildemente vestido, contrasta com os trajes exuberantes dos acompanhantes com chapéus piramidais, cilíndricos e cónicos. Os cidadãos genuflectidos perante a cruz apresentam mímicas de contemplação e submissão.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 6 DE OUTUBRO DE 2016)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahl, Diane Cole (1996). *Benozzo Gozzoli*. Paris: Editions du Regard.
- Bozal, Valeriano. *Piero della Francesca*. Madrid: Historia 16 (n.º 4).
- Brown, Patricia Fortini (1997). *La Renaissance à Venise*. Paris: Flammarion.
- Chastel, André (1965). *Le grand atelier d'Italie. 1460-1500*. Paris: L'Univers des Formes, Éditions Galimard.
- Duchet-Suchaux & Pastoureau (2008), *La Bible et les Saints*, Tout l'art. Paris: Éditions Flammarion.
- Esperança Pina, J. A. (2010), *Anatomia Humana da Locomoção: Anatomia de Superfície e Artística*, 4.ª edição. Lisboa: Lidel.
- Heydenreich, Ludwig H. (1972). *Écllosion de la Renaissance, Italie 1400-1460*. Paris: L'Univers des Formes, Éditions Galimard.
- Janson, H.W. (1998), *História da Arte*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Laskowski, Birgit (2007). *Piero della Francesca 1416/17 – 1492*. h.f. ullmann.
- Norton, John (1974). *Painting and Drawing Children*. New York: Watson-Guption Publications.
- Pauli, Tatijana (1999). *Piero della Francesca*. Madrid: ArtBook, Electa Bolsillo.
- Pijoán, José (1979). *Summa Artis, Historia General del Arte, volume XIII, Arte del Período Humanístico Trecento y Quatrocento*. Madrid: Espasa-Calpe, S.A.
- Renault, Christophe (2002), *Reconnaitre les Saints et les personnages de la Bible*. Paris: Éditions Jean-Paul Gisserot.
- Soveral, Augusto (1996). *História da Arte, volume 5, O Renascimento (I)*. Planeta De Agostini.
- Taramelli, Ennery. *Piero della Francesca. I classici della pittura*. Roma: Armando Curcio Editore.
- Toman, Rolf (2000), *A Arte da Renascença Italiana – Arquitectura, Escultura, Pintura e Desenho*. Köln: Könemann (Edição Portuguesa).
- Vegas, Liana Castelfranchi (1997). *El Arte en el Renacimiento*. Milano: M. Moleiro Editor, S.A.

Efeitos genéticos das radiações ionizantes

JOSÉ RUEFF

Os efeitos biológicos das radiações ionizantes são, genericamente, classificados em determinísticos e probabilísticos. Os primeiros referem-se nomeadamente à morte celular e estão directamente relacionados com a dose recebida. Estão entre estes, para doses correntes, também o eritema dérmico e as queimaduras, que frequentemente são observados em doentes tratados com radioterapia.

Já os efeitos não directamente relacionados com a dose de radiação e de aparição tipicamente tardia após a irradiação, são efeitos probabilísticos, estando entre estes as lesões de ADN conduzindo a mutações e a indução de cancro. Ou seja, num como no outro caso, efeitos sobre o genoma; ressaltando-se, porém, que a cancerigénese não é sempre resultado de agentes que lesam o genoma, embora de entre os agentes classificados pela ‘International Agency for Research on Cancer’ da OMS, como pertencendo aos grupos 1, 2A ou 2B; isto é, cancerígenos para o homem (grupo 1), ou provavelmente cancerígenos para o homem (grupo 2A), ou possivelmente cancerígenos para homem (grupo 2B), cerca de 88% são lesivos do genoma. (1)

Os efeitos directos das radiações são mais rigorosamente definíveis como não-estocásticos e os segundos como efeitos estocásticos. Importante é que estes segundos não são dependentes de dose e não apresentam limiar de acção de dose. De acordo com o “Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation” do National Research Council of the USA, ou simplesmente BEIR Committee’s, o risco de cancro decorre de modo linear a baixas doses de radiação e sem limiar de dose; ou seja, qualquer dose de radiação, mesmo que baixa, tem o potencial de conduzir a um aumento de risco de cancro (2, 3): é o que muitas vezes referimos como ‘excesso de incidência’ que é definível como proporcional ao efeito conjugado da taxa base de mutações pela taxa das que são induzidas pela exposição.

Frequentemente também referidos como efeitos irreversíveis, as lesões genéticas revestem-se de importância não apenas por poderem ocorrer em células germinativas e originarem efeitos hereditários potencialmente deletérios, mas igualmente por estarem na base do fenómeno de iniciação de neoplasias.

Tal não significa, porém, que as lesões genéticas no cancro sejam o único fenómeno que condiciona o comportamento clínico de um tumor, sua evolução e seu prognóstico. Embora se admita que são mutações os principais factores de proliferação celular no cancro – as “driver mutations” – outras mutações que coexistem no tumor como as passivas “passenger mutations” podem eventualmente reverter no seu papel a “driver mutations” e presidirem a resistência tumoral ao tratamento, por exemplo. Mas a estas haverá que juntar fenómenos como o micro-ambiente tumoral e o modo como condiciona a evolução do tumor. Certo é, porém, que o inicial carácter monoclonal do tumor, progride com geração de oligoclonalidade e, portanto, micro-heterogeneidade tumoral, com genótipos diversos entre si e relativamente ao clone inicial; o que se pode revestir de papel crucial na resistência terapêutica tumoral; aspectos estes que já mais exaustivamente analisámos anteriormente (ver 4).

As fontes de exposição humana a radiações são diversas, incluindo fontes terrestres como a inalação de radão, fonte de radiação de alta LET ('linear energy transfer') que representa cerca de 52% da contribuição da irradiação, para além dos cerca de 4% dos neutrões (alta LET) de origem cósmica e ainda cerca de 20% de radiação de baixa LET de origem terrestre, entre outras. De entre as fontes de origem deliberada humana, só a exposição diagnóstica a raios X representa cerca 79% da exposição de origem deliberada humana, face a cerca de 5% do ciclo de utilização de energia nuclear (5). No seu todo, estima-se que a dose efectiva acumulada para uma duração de vida de 80 anos possa situar-se entre 80 mSv e 800 mSv.

Apartamos aqui as altas doses e a altas taxas como as que ocorreram em Hiroshima e Nagasaki, ou mesmo nos acidentes nucleares.

EFEITOS NÃO-ESTOCÁSTICOS

Os efeitos não-estocásticos ocorrem em curto intervalo de tempo após a irradiação, que pode ser de horas ou menos. Compreendem, como já acima mencionado, eritema cutâneo e mais severamente depressão medular. Como fontes correntes de uso médico de efeitos não-estocásticos de radiações, encontram-se os exames radiológicos de diagnóstico, designadamente a radiografia convencional e a tomografia axial computadorizada (TAC ou CT). É importante referir que o uso diagnóstico crescente da TAC se traduz num aumento de dose acumulada significativa. Enquanto os métodos tradicionais de radiologia diagnóstica podem representar uma dose efectiva de cerca de 0.01–10 mSv, uma TAC para a mesma região anatómica pode representar cerca de 2–20 mSv, o que corresponderá a uma dose absorvida de aproximadamente 20mGy. Um exemplo paradigmático é o de comparar uma radiografia simples convencional do tórax com uma TAC torácica, representando esta uma dose para o doente cerca de 100 vezes superior ao exame convencional. Estas diferenças, embora tidas em conta as maiores potencialidades diagnósticas da TAC, levam, porém, a comunidade médica a seguir o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), procurando reduzir o número de exames com maior dose por doente, sempre que possível.

Os efeitos seguem uma relação linear em função da dose e sempre com limiar de efeitos, o que, desde já, distingue os efeitos não-estocásticos dos estocásticos. Ou seja, os efeitos não-estocásticos não têm lugar abaixo de um limiar de dose.

EFEITOS ESTOCÁSTICOS

Os efeitos estocásticos, como as lesões de ADN e subsequentes efeitos genéticos e os cancros daí potencialmente resultantes, podem ser o resultado de ionização directa de átomos de ADN ou de radiólise da água intra-celular com produção designadamente de radicais OH, iões H_3O^+ e moléculas como o peróxido de hidrogénio H_2O_2 , reactivas face ao ADN.

A radiação ionizante afecta directamente a estrutura do ADN, cindindo ligações covalentes dos polinucleótidos e induzindo quebras de ADN, particularmente as quebras de cadeia dupla (DSB). Os efeitos das espécies resultantes da radiólise da água (espécies reativas de oxigénio ou ROS) compreendem proteínas e lipídios, além de induzirem lesões no ADN, como a geração de sítios abásicos e quebras de cadeia simples (SSB).

Na compreensão dos efeitos estocásticos, como cancro (tumores sólidos e leucemias), os dados dos sobreviventes das bombas em Hiroshima e Nagasaki desempenharam um papel fundamental na quantificação dos riscos da exposição à radiação externa. Todavia, como os sobreviventes dos bombardeamentos foram expostos a altas taxas de dose, a inferência de risco de radiação em doses baixas e a baixas taxas de dose ainda é uma questão a merecer toda a atenção.

Todavia, as informações obtidas podem ser usadas para prever o risco de efeitos irreversíveis em populações humanas que forem expostas a baixos níveis de radiação ionizante, designadamente por terem desencadeado um melhor conhecimento de que a relação dos efeitos (E) em função da dose (D) se pode calcular por uma equação linear-quadrática, que estabelece a relação entre a dose recebida e os efeitos biológicos observados. A curva é linear ou não-linear e representa uma dose limite ou uma dose não inicial, segundo a equação:

$$E = \alpha D + \beta D^2$$

em que em que D é a dose em Gy, α é o efeito por Gy do componente inicial linear da função e β o efeito por Gy² da porção quadrática.

A BEIR Committee's recomenda o uso da porção linear e sem limiar da curva para a maioria dos cancros como efeito de irradiação, o que implica que o efeito biológico é directamente proporcional à dose (com possível excepção de algumas leucemias radio-induzidas) (2, 3).

A utilização do componente linear da curva pode exacerbar os efeitos para baixas doses de radiação de baixa LET, mas reflecte com precisão os efeitos de radiação de alta LET (neutrões e partículas α) e a doses mais elevadas. Este procedimento de utilizar a formalização dos efeitos a partir da zona linear é comumente adoptado por agências e comissões de segurança nuclear, na base de um princípio cautelar. De facto, o risco de excesso de incidência de cancro pode revelar-se com doses efectivas não superiores a 50-100mSv.

Para baixas doses, prevalecem os efeitos estocásticos, isto é, a probabilidade de ocorrência de efeitos biológicos adversos (v.g. cancro) aumenta na razão directa da dose. Todavia, a severidade dos efeitos não é correlacionável com a dose: doses baixas podem representar risco de efeitos biológicos severos, como cancro, ou apenas ocorrência de lesões genéticas somáticas em células de sobrevivência limitada.

A ocorrência de eficaz reparação de ADN durante exposição a baixas doses de radiação e com baixa taxa de dose, reduz o componente quadrático da equação (βD^{2+}), o que constitui um mecanismo explicativo para que o comportamento dos efeitos em função da dose seja razoavelmente descritível como linear. De facto, está demonstrado que mesmo polimorfismos em genes codificantes para sistemas de reparação de ADN podem constituir risco adicional para neoplasias, tenha ou não sido a radiação ionizante o mecanismo causal 'princeps', como já o verificámos em vários estudos por nós levados a cabo (6, 7, 8, 9, 10, 11).

O ADN está no cerne dos alvos celulares susceptíveis de lesão por radiação ionizante e as quebras de cadeia dupla (DSB) induzidas pela radiação ionizante são porventura a mais eficaz lesão conduzindo a cancro. As DSB induzidas por radiação se não reparadas ou reparadas com erros (o que pode ocorrer com a "non homologous end-joining", NHEJ) constituem uma lesão de risco.

A formação de DSB por acção da radiação é seguida, como mecanismo sinalizador de resposta celular, pela fosforilação da histona H2AX no resíduo amino-acídico Ser 139. A histona H2AX é uma variante da família de histonas H2A que constituem o nucleossoma compactando o ADN. Estas histonas são fosforiláveis por cinases como a ATM (*ataxia telangiectasia mutated*), ou a ATR (*ATM and Rad3-related*), ou a proteína-cinase ADN-dependente (DNA-PK)

Esta histona quando fosforilada, histona γ -H2AX, constituirá um primeiro sinal de recrutamento e localização de sistemas de reparação de ADN. A percentagem de γ -H2AX formada por DSB é sempre aproximadamente constante: como exemplo, para uma dose de raios X de 1Gy, haverá cerca 1-2% de H2AX que é fosforilada em γ -H2AX. É claro, que quebras de ADN, conduzindo à identificação de γ -H2AX, não são exclusivas de lesão radio-induzida. Por exemplo, fármacos anti-tumorais inibidores das topoisomerasas podem levar a quebras e logo a focos de γ -H2AX, como os inibidores da topoisomerase I (camptotecina e topotecan) e da topoisomerase II (etoposido, doxorubicina, mitoxantrona).

A existência de γ -H2AX em células em interfase pode ser posta em evidência por imunofluorescência ou citometria de fluxo. A Figura 1 mostra células em interfase com detecção γ -H2AX por imunofluorescência.

O estudo das lesões genéticas radio-induzidas tem assentado, porém, primordialmente na análise de anomalias cromossômicas estruturais (cromossomas dicêntricos, anéis, tetra-radiais), analisados em células em metáfase.

Interessante é notar, que a frequência de anomalias cromossômicas estruturais (v.g. dicêntricos) não se reconduz numericamente à percentagem de quebras de ADN, como já antes demonstrámos (12); isto é, podem ocorrer quebras de ADN que não resultam em anomalias cromossômicas estruturais, p. ex. por ter havido eficaz reparação de ADN, ou porque as mesmas ocorreram dispersamente nos dois polinucleótidos não gerando DSB que se venham a traduzir em clastogenia observável citogeneticamente.

A paragem da citocinese gerando células binucleadas, nas quais se podem identificar micronúcleos (Figura 2), contendo fragmentos cromossômicos formados por quebras não reparadas eficazmente e que não segregam

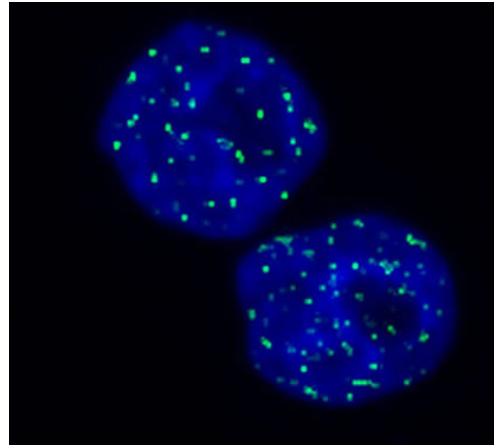


FIGURA 1
Células em interfase marcadas por imunofluorescência para a detecção de γ -H2AX fosforilada que indica a presença de quebras de DNA.

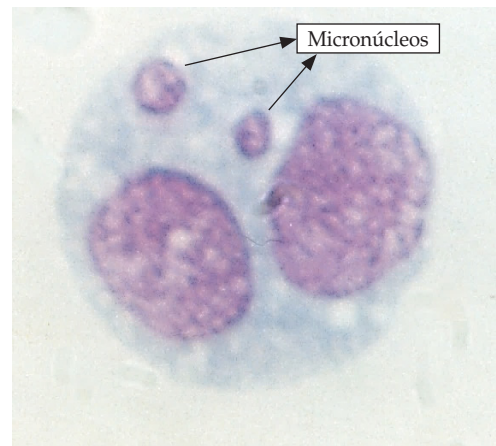


FIGURA 2
Célula binucleada bloqueada em citocinese com dois micronúcleos

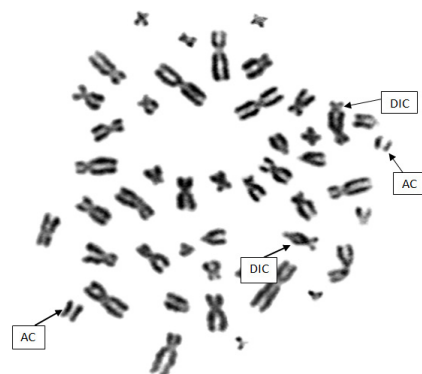


FIGURA 3
Metáfase de célula após irradiação com 2Gy, apresentando cromossomas dicêntricos (DIC) e fragmentos acêntricos (AC).

adequadamente em anáfase, constitui igualmente um método fiável e muito menos demorado na análise do que a contagem de frequências de cromossomas dicêntricos (Figura 3).

BIOMONITORIZAÇÃO DE EFEITOS DE EXPOSIÇÃO A RADIAÇÕES

As lesões genéticas decorrentes da exposição ocupacional ou accidental à radiação ionizante são frequentemente avaliadas pela monitorização das anomalias cromossómicas estruturais (v.g. os cromossomas dicêntricos como indicador padrão fidedigno) nos linfócitos do sangue periférico, e esses procedimentos têm, em vários casos, auxiliado os médicos na avaliação de pessoas irradiadas. Os linfócitos circulantes, que estão no estado G_0 do ciclo celular, são estimulados com um agente mitogénico, geralmente fito-hemaglutinina, para replicar o ADN *in vitro* e entrar em divisão celular, sendo então observados, após paragem em metáfase usualmente com colchicina, para a detecção de anomalias estruturais. A comparação com as relações dose-resposta obtidas *in vitro* permite uma estimativa da exposição baseada na determinação das constantes de efeito α e β da equação linear-quadrática (ver acima) para cada tipo de efeito a avaliar e, assim, a estimativa da dose absorvida corporal.

Para a biomonitorização de efeitos de exposição a radiações são sobremaneira relevantes os efeitos genéticos. Estes podem compreender as anomalias estruturais instáveis pela análise convencional e bem estabelecida de metáfases para anomalias cromossómicas instáveis ou para micronúcleos; ou as chamadas anomalias estáveis (como translocações *minor*) pela técnica clássica de bandas G (Giemsa) ou pelo método de hibridização *in situ* de fluorescência (FISH), utilizando sondas marcadas com fluorocromos para centrómeros e regiões cromossómicas. A estes poderíamos juntar a determinação da γ -H2AX. O Quadro 1 sumariza os atributos de cada um destes biomarcadores, designadamente os requisitos dos métodos a utilizar para cada um, a sensibilidade de detecção em função da dose absorvida (em Gy) e a janela temporal de duração dos efeitos após irradiação. Tomados no seu todo e tidos em conta, designadamente, os métodos requeridos por menos complexos e a razoável janela temporal,

Biomarcadores – utilidade e limites			
Biomarcador	Método	Sensibilidade	Janela temporal
γ -H2AX	Imunofluorescência	0.01– 8 Gy	Minutos a dias após irradiação
Dicêntricos	Cromossomas dicêntricos	0.1– 5 Gy	Tempo de sobrevida dos linfócitos
Translocações	FISH de uma cor Bandas G	0.25 – 4 Gy	Anos
Micronúcleos	Ensaio de micronúcleo em células bloqueadas em citocinese	0.2 – 4 Gy	Tempo de sobrevida dos linfócitos

QUADRO 1

Principais tipos de biomarcadores utilizáveis na avaliação de exposição a radiação ionizante e respectiva sensibilidade e janela temporal de detecção dos efeitos após irradiação.

parece ser unânime considerar que a detecção de dicêntricos ou os micronúcleos se encontram entre os mais comumente aceites.

Três factores precisam ser considerados na aplicação de tais métodos de dosimetria biológica, para além da facilidade da sua exequibilidade, da sensibilidade e a duração do efeitos (janela temporal):

- (1) As doses de radiação corporais são frequentemente inomogéneas. Uma comparação da distribuição das anomalias cromossómicas observadas entre as células com as esperadas de uma distribuição de Poisson normal pode permitir concluir falta de homogeneidade da exposição por meio do chamado método de distribuição de Poisson contaminado; cuja aplicação requer um número suficientemente grande de anomalias, isto é, uma exposição a uma dose suficientemente grande a uma taxa de dose elevada.
- (2) A exposição pode ocorrer a uma taxa de dose baixa (por exemplo, de fontes radioactivas dispersas no ambiente), tornando a comparação com exposição *in vitro* menos fidedigna. Como acima referido, a reparação do ADN durante a exposição reduz o componente quadrático para taxas de dose baixas à medida que a exposição é distribuída por um longo período de tempo. Nenhuma solução válida para este problema foi ainda desenvolvida, embora, em teoria, tanto as lesões determinísticas, quanto as anomalias que possam ser reparadas podem consentir a utilização de uma relação de dose linear, o que também pode ser útil quando as doses forem suficientemente grandes.
- (3) O terceiro importante ponto é o da dosimetria biológica ter lugar apenas um certo tempo após a exposição. O desaparecimento relativamente rápido de linfócitos portadores de anomalias instáveis (ver Quadro 1), cuja vida-média será de cerca de 3 anos, limita o seu uso em dosimetria retrospectiva, anos após a exposição. A consideração das anomalias estáveis (translocações *minor* não interferindo com a divisão celular linfocitária), que se acredita persistirem nos linfócitos circulantes, pode parecer mais apropriada em tais situações. No entanto, o exame de um número representativo de células por bandeamento G é extremamente trabalhoso, e o método FISH não é apenas caro, mas ainda não foi totalmente validado em diferentes laboratórios.

Em conclusão, a dosimetria biológica tem sérias limitações exatamente para situações em que a necessidade de informação é mais urgente. Os mais úteis resultados foram obtidos quando um indivíduo foi exposto a uma radiação de dose elevada bastante homogénea em um curto intervalo de tempo, ou seja, acidentes em dispositivos de radiação de alta intensidade. Por outro lado, a dosimetria biológica produziu informação menos satisfatória, mesmo quando as técnicas mais recentes foram utilizadas, para situações em que uma exposição de baixa taxa de dose ocorreu em algum momento no passado, por exemplo, para pessoas que vivem em áreas contaminadas após o acidente de Chernobyl. Tais limitações devem ser tidas em mente, a fim de evitar investigações fúteis e dispendiosas no caso de populações expostas à radioatividade e também, nomeadamente, a agentes químicos potencialmente clastogénicos. Estas considerações já as expendemos anteriormente de forma mais exaustiva (ver 13 e 14).

Como exemplo de uma análise de efeitos genéticos após irradiação em doentes com carcinoma da tiroideia tratados com ^{131}I que receberam 2590 MBq (70 mCi) e em que foi utilizada a quantificação de

anomalias cromossômicas e de micronúcleos, pode ser analisado um nosso estudo que ilustra cinéticas de aparição de efeitos genéticos (15).

Um outro método que aplicámos à dosimetria biológica por efeitos genéticos, é a determinação da assincronia de replicação dos dois alelos de cada gene em células somáticas. De facto, os nossos dados demonstraram que células irradiadas exibem assincronia de replicação durante a fase S, o que pode ser identificado pela existência em metáfase, após FISH com sondas específicas para alguns genes, que os dois alelos dos genes estudados revelavam assincronia de replicação. Tal foi evidente, designadamente para os genes supressores de tumores TP53 e RB1. Interessante e revelador de efeito não aleatório, foi o resultado de células irradiadas *in vitro*, em que a produção de cromossomas dicêntricos acompanhou, de forma dose-dependente, a percentagem de células em cada fase de replicação (dois alelos replicados DD, apenas um replicado SD, ou nenhum replicado SS), como pode observar-se na Figura 4.

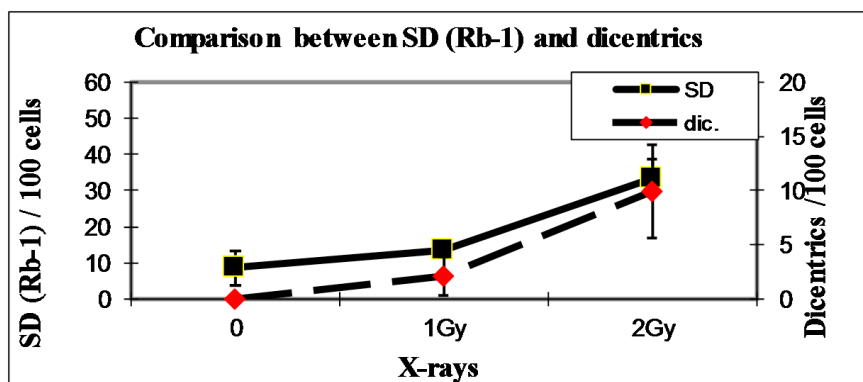


FIGURA 4

Este método foi ainda por nós utilizado num estudo de dosimetria biológica em indivíduos residentes em áreas com contaminação radioactiva eventual e exposição a resíduos genotóxicos. (16)

AGRADECIMENTOS

Cumpre-me agradecer aos meus Colegas que contribuíram tanto com o seu saber e labor para este trabalho, designadamente: António Sebastião Rodrigues, Aldina Brás, Octávia Monteiro Gil e Nuno Guerreiro Oliveira, a que muitos outros se juntaram e vêm identificados nas citações referidas. Um agradecimento especial, porém, devido aos Professores Alain Léonard e Georg Gerber, que tanto nos ensinaram.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 20 DE OUTUBRO DE 2016)

REFERÊNCIAS

1. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. IARC. World Health Organization, 2018 (<https://monographs.iarc.fr/agents-classified-by-the-iarc/>)
2. BEIR VII, Phase 1: "Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, Phase 1", 1998
3. BEIR VII, Phase 2: "Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, Phase 2". 2006
4. Rueff J, Rodrigues AS. "Cancer Drug Resistance: A Brief Overview from a Genetic Viewpoint". *Methods Mol Biol.* 1395:1-18. 2016
5. Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States, National Council on Radiation Protection and Measurements, No.93, 1987
6. Santos LS, Silva SN, Gil OM, Ferreira TC, Limbert E, Rueff J. "Mismatch repair single nucleotide polymorphisms and thyroid cancer susceptibility". *Oncol Lett.*;15(5):6715-6726. 2018
7. Azevedo AP, Silva SN, De Lima JP, Reichert A, Lima F, Júnior E, Rueff J. "DNA repair genes polymorphisms and genetic susceptibility to Philadelphia-negative myeloproliferative neoplasms in a Portuguese population: The role of base excision repair genes polymorphisms". *Oncol Lett.*; 13(6):4641-4650. 2017
8. Santos LS, Branco SC, Silva SN, Azevedo AP, Gil OM, Manita I, Ferreira TC, Limbert E, Rueff J, Gaspar JF. "Polymorphisms in base excision repair genes and thyroid cancer risk". *Oncol Rep.*;28(5):1859-1868. 2012
9. Silva SN, Tomar M, Paulo C, Gomes BC, Azevedo AP, Teixeira V, Pina JE, Rueff J, Gaspar JF. "Breast cancer risk and common single nucleotide polymorphisms in homologous recombination DNA repair pathway genes XRCC2, XRCC3, NBS1 and RAD51". *Cancer Epidemiol.*;34(1):85-92. 2010
10. Bastos HN, Antão MR, Silva SN, Azevedo AP, Manita I, Teixeira V, Pina JE, Gil OM, Ferreira TC, Limbert E, Rueff J, Gaspar JF. "Association of polymorphisms in genes of the homologous recombination DNA repair pathway and thyroid cancer risk". *Thyroid.*;19(10): 1067-1075. 2009
11. Rueff J, Gaspar J, Kranendonk M. "DNA polymorphisms as modulators of genotoxicity and cancer". *Biol Chem.*;383(6):923-32. Review. 2002
12. Rueff J, Brás A, Cristóvão L, Mexia J, Sá da Costa M, Pires V. "DNA strand breaks and chromosomal aberrations induced by H₂O₂ and 60Co gamma-radiation". *Mutat Res.*;289(2):197-204. 1993
13. Léonard A, Rueff J, Gerber GB, Léonard ED. "Usefulness and limits of biological dosimetry based on cytogenetic methods". *Radiat Prot Dosimetry.*;115(1-4):448-454. Review. 2005
14. Rodrigues AS, Oliveira NG, Gil OM, Léonard A, Rueff J. "Use of cytogenetic indicators in radiobiology". *Radiat Prot Dosimetry.*;115(1-4):455-460. Review. 2005
15. Monteiro Gil O, Oliveira NG, Rodrigues AS, Laires A, Ferreira TC, Limbert E, Léonard A, Gerber G, Rueff J. "Cytogenetic alterations and oxidative stress in thyroid cancer patients after iodine-131 therapy". *Mutagenesis.*;15(1): 69-75. 2000
16. Brás A, Cotrim CZ, Vasconcelos I, Mexia J, Léonard A, Sanzhar I, Akhmatullina N, Rueff J. "Asynchronous DNA replication detected by fluorescence in situ hybridisation as a possible indicator of genetic damage in human lymphocytes". *Oncol Rep.*;19(2):369-375, 2008

Chondrichthyes do Miocénico da Bacia de Alvalade, Portugal

AUSENDA CÁCERES BALBINO¹

RESUMO

As jazidas de Santa Margarida, Esbarrondadoiro e Vale de Zebro, da Formação de Esbarrondadoiro (Miocénico terminal), (Fig. 2) da Bacia de Alvalade – Portugal (Fig.1), proporcionaram, em tempo, a recolha de cerca de 10.000 dentes de seláceos, em associação bastante rica. Foram identificados e descritos quarenta e cinco táxones pertencentes às ordens Hexanchiformes, Squaliformes, Lamniformes, Carcharhiniformes, Torpediniformes e Myliobatiformes.

Os Carcharhiniformes representam cerca de 40% dos táxones identificados. Estão representadas as famílias Scyliorhinidae, Triakidae, Hemigaleidae, Carcharhinidae e Sphyrnidae, com quinze espécies.

A repartição diferente dos Carcharhiniformes, assim como a das outras ordens, nas três jazidas aponta para áreas com características paleoambientais distintas: Esbarrondadoiro indica meio relativamente mais profundo e águas pouco agitadas; Santa Margarida corresponde a uma área litoral e a mar agitado; Vale de Zebro, a parte interior de um golfo com fundos vasosos.

Verificam-se ausências de formas estenotérmicas termófilas, antes comuns, algumas abundantes. A quase ausência de Galeocерdo vai no mesmo sentido. Corrobora a interpretação, a falta na Bacia de Alvalade de restos dos crocodilos termófilos, comuns até o início do Miocénico médio e ainda representados no Tortoniano de Lisboa.

Há elementos predominantemente “temperados” em Alvalade, frequentes na actualidade, enquanto a frequência de Carcharhinus aponta para águas algo mais quentes do que as dos nossos dias, embora menos do que em tempos do Tortoniano. Isto é atestado pela abundância e variedade das espécies de Dasyatis e a raridade de Raja. Predominavam no final do Miocénico e na Bacia de Alvalade águas moderadamente quentes, menos do que no Tortoniano, mais do que na actualidade.

A escassez de fauna pelágica e dos maiores predadores pelágicos permite afirmar estarmos perante um golfo relativamente estreito e não de uma fachada atlântica aberta. A diferença de faunas entre o Tortoniano de Lisboa e o Messiniano de Alvalade apontam no mesmo sentido: meio confinado em Alvalade, contrastando com situação de mar aberto no Tortoniano de Lisboa (Fig. 3).

Palavras-chave: Chondrichthyes, Seláceos, Bacia de Alvalade, Portugal, Miocénico terminal.

¹ ECT, Departamento de Geociências, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora
GeoBioTec, DCT, FCT, UNL, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica, Portugal;
Academia das Ciências de Lisboa, Rua da Academia das Ciências, 19, 1249-122 Lisboa, Portugal. acaceres@uevora.pt

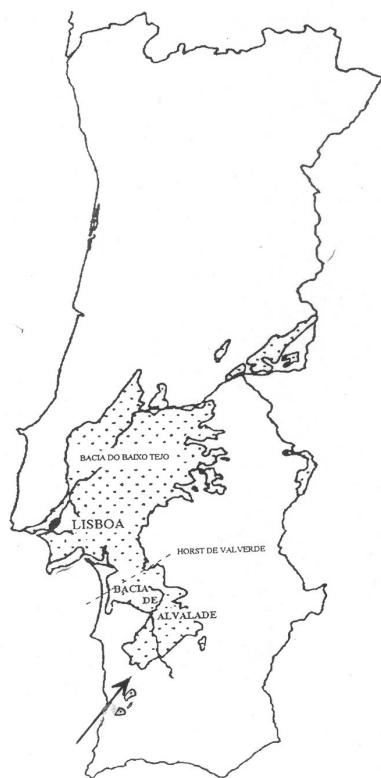


FIGURA 1

Mapa de Portugal mostrando a distribuição da Bacia de Alvalade. Área a ponteados: depósitos neogénicos. (Adaptado de Antunes, MT e Balbino, AC 2002, Revista Espanhola de Paleontologia).

Map of Portugal to show the location of the Alvalade basin. Area with points: Neogene deposits.

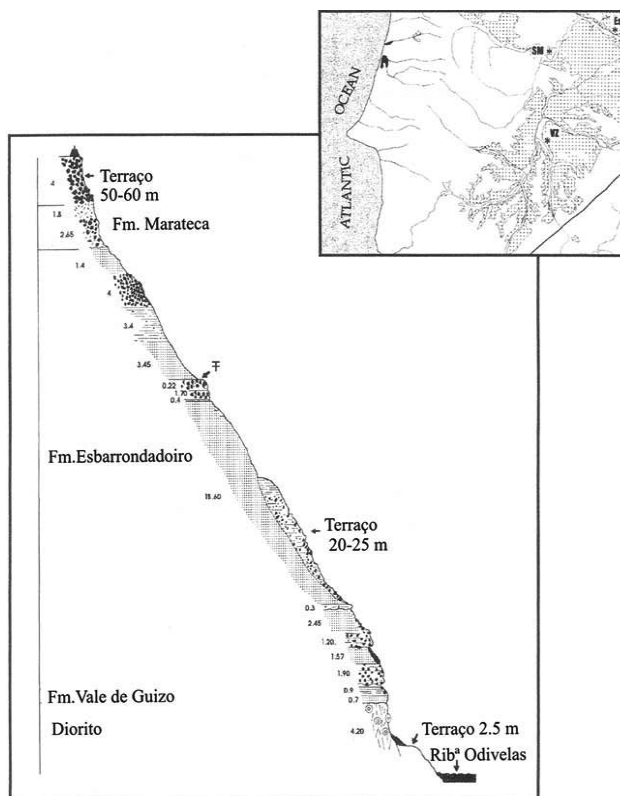


FIGURA 2

Bacia de Alvalade: a área ponteados corresponde aos depósitos messinianos. ESB – Esbarrondadoiro, SM – Santa Margarida do Sado, VZ – Vale de Zebro. Corte típico da Formação de Esbarrondadoiro: F – nível de proveniência da fauna ictiológica e outra (Mamíferos, em especial). Espessura em metros. (Adaptado de Antunes, MT e Balbino, AC 2002, Revista Espanhola de Paleontologia)

Alvalade Basin: the pointed area corresponds to the distribution of the Messinian deposits. ESB – Esbarrondadoiro, SM – Santa Margarida do Sado, VZ – Vale de Zebro. The Esbarrondadoiro typical section at Esbarrondadoiro. F – level that yielded the ichthyological and other (especially mammalian) fauna. Thickness in metres.



FIGURA 3

Reconstituição da Bacia de Alvalade, Portugal (inédito Antunes, M.T.)

Reconstruction of the Alvalade basin, Portugal (unpublished Antunes, M.T.)

ABSTRACT

The uppermost Miocene, Esbarrondadoiro Formation (Alvalade basin, Portugal) yielded more than 10 thousand Selachian teeth at Santa Margarida, Esbarrondadoiro and Vale de Zebro outcrops. Forty-five taxa were identified belonging to the orders Hexanchiformes, Squaliformes, Lamniformes, Carcharhiniformes, Torpediniformes and Myliobatiformes.

The Carcharhiniformes make up about 40% of the selachian fauna that has been identified in the studied area. The families Scyliorhinidae, Triakidae, Hemigaleidae, Carcharhinidae and Sphyrnidae, and fifteen species are recognized.

The different distribution of the Carcharhiniformes, as well as that of the other orders, by the three sites points out to distinct environments in the corresponding areas: Esbarrondadoiro indicates relatively deeper, rather still waters; Santa Margarida represents a very littoral area and rough waters; while Vale de Zebro was a (probably inner) part of a gulf with muddy bottoms.

Stenotherm, thermophilous forms that were common or plentiful before are absent. The near absence of Galeocerdo gives a similar indication, as well as the total lack of thermophilous crocodilians that were common until the Middle Miocene and still were represented in the Tortonian.

At the Alvalade Basin localities there are several “temperate” elements that still are present in Portuguese waters. However the high frequency of Carcharhinus, a genus that is scarce at present off Portugal, indicates waters somewhat warmer than today’s but less warm than during Tortonian times. This is corroborated by the large number of Dasyatis species and the rarity of Raja. We may conclude that moderately warm (less warm than during Tortonian, but warmer than today’s) waters predominated in the Alvalade Basin close by the end of Miocene.

The scarcity of pelagic forms and especially of the larger pelagic predators points out to a quite narrow gulf and not to an open Atlantic front. The faunal differences between the Tortonian near Lisbon and the Messinian of the Alvalade Basin also indicate a rather confined gulf here in contrast with the open sea environments recognized for the Tortonian near Lisbon.

Keywords: Chondrichthyes, Selachians, Alvalade Basin, Portugal, uppermost Miocene.

(RESUMO DA COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 20 DE OUTUBRO DE 2016)

BIBLIOGRAFIA

- Antunes, M. T., Balbino, A. C. and Cappetta, H. C. 1999a. A new shark, *Galeorhinus gonzalvesi* (Triakidae, Carcharhiniformes) from the uppermost Miocene of Portugal. *Tertiary Research*, 19, 105-110.
- Antunes, M. T., Balbino, A. C. e Cappetta, H. C. 1999b. Sélaciens du Miocène terminal du bassin d’Alvalade (Portugal). Essai de synthèse. *Ciências da Terra (UNL)*, 13, 115-129.
- Antunes, M. T. et Jonet, S. 1970. Requins de l’Helvétien supérieur et du Tortonien de Lisbonne. *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa*, 2.^a série, C, 16, 119-280.
- Antunes, M. T. and Pais, J. 1993. The Neogene of Portugal. *Ciências da Terra (UNL)*, 12, 7-22.
- Balbino, A. Cáceres. 1995. *Seláceos (Pisces) do Miocénico terminal da Bacia de Alvalade (Portugal)/ Sistemática, Ecologia, Paleoambientes, Comparação com faunas actuais*. Dissertação de Doutoramento apresentada à Universidade de Évora, 200 pp. (inédito).

- Antunes, M.T. & Balbino, A.C. (2004) – Os Carcharhiniformes (Chondrichthyes, Neoselachii) da Bacia de Alvalade (Portugal). *Revista Española de Paleontología*, n.º 19(1) pp.73-92.
- Balbino, A. C. and Cappetta, H. C. 2000. *Paragaleus antunesi* (Hemigaleidae, Carcharhiniformes) a new shark species from the latest Miocene of Portugal. *Tertiary Research*, 20, 1-6.
- Cappetta, H. C. 1970. Les Sélaciens du Miocène de la région de Montpellier. *Palaeovertebrata*, Mémoire extraordinaire, 1-139.
- Cappetta, H. C. 1987. *Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii Chondrichthyes II*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1-193.
- Cappetta, H. 2012. Chondrichthyes · Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii: Teeth; Handbook of Paleoichthyology Volume 3E. [English] – 512 S., 459 Schwarzweißabbildungen.
- Jonet, S. 1978. Le Tortonien supérieur (T VII-b) des environs de Fonte da Telha (Peninsule de Setúbal) et ses faunes. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 63, 13-51.
- Jonet, S. 1996. Notes d'Ichthyologie Miocène portugaise II- Les Carcharhinidae. *Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências de Lisboa*, 10, 65-88.

Estatística de extremos – Um instrumento para predição de tremores de terra?

M. IVETTE GOMES¹, DINIS PESTANA²

A *Estatística de Extremos* ajuda-nos a controlar acontecimentos potencialmente desastrosos, de enorme relevo para a sociedade e de grande impacto social. Os seus domínios de aplicação são muito variados. Mencionamos as áreas de *Bioestatística*, *Engenharia Estrutural*, *Finanças*, *Hidrologia*, *Meteorologia*, *Seguros* e também *Sismologia* (veja-se, entre outros livros, Reiss and Thomas, 2001, 2007; Beirlant *et al.*, 2004; Castillo *et al.*, 2005; Markovich, 2007; Gomes *et al.*, 2013). Embora seja possível encontrar alguns artigos de interesse histórico relacionados com acontecimentos extremos, o campo remonta a Gumbel, em artigos publicados a partir de 1935, e sumariados em Gumbel (1958; 2004). Gostaríamos ainda de realçar o nome de um Português pioneiro na área de extremos, José Tiago da Fonseca Oliveira, membro efectivo da Academia das Ciências de Lisboa desde 1985 até à sua morte prematura em 1992 (veja-se Gomes, 1993a; Tiago de Oliveira, J.C., ed., 1993, entre outros).

Gumbel desenvolveu procedimentos estatísticos essencialmente baseados no teorema de Gnedenko (Gnedenko, 1943), o chamado *teorema de tipos extremos* (ETT, do Inglês “*extremal types theorem*”), um dos resultados limite fundamentais em *Teoria de Valores Extremos* (EVT, do Inglês “*extreme value theory*”).

Em linhas muito gerais, o ETT permite identificar as distribuições de máximos com as chamadas leis de valores extremos (GEV, do Inglês “*general extreme value*”). Tratam-se das também chamadas leis max-estáveis (MS, do Inglês “*max-stable*”), definidas como leis para as quais é válida a equação funcional $MS^n(\alpha_n x + \beta_n) = MS(x)$, $n \geq 1$, para $\alpha_n > 0$, $\beta_n \in \mathbb{R}$, onde $\mathbb{R}$ denota o conjunto de números reais. Os modelos MS têm a forma funcional,

$$MS_\xi(x; \lambda, \delta) \equiv GEV_\xi(x; \lambda, \delta) = \exp(-(1 + \xi(x - \lambda)/\delta)^{-1/\xi}), \quad 1 + \xi(x - \lambda)/\delta > 0,$$

onde λ , δ , ξ , possivelmente dependentes de co-variáveis adequadas, são parâmetros desconhecidos de localização, escala e forma, sendo ξ o chamado *índice de valores extremos* (EVI, do Inglês, “*extreme value*”).



FIGURA 1
Emil Julius Gumbel (1891-1966) (baixo),
e José Tiago da Fonseca Oliveira
(1928-1992) (cima).

¹ CEAUL and DEIO, FCUL, Universidade de Lisboa, Portugal. E-mail: ivette.gomes@fc.ul.pt

² CEAUL and DEIO, FCUL, Universidade de Lisboa, Portugal. E-mail: dinis.pestana@fc.ul.pt

index”). E na realidade, este modelo, contrariamente ao modelo normal, muito frequente em estatística clássica, adapta-se de forma bastante fidedigna, por exemplo, às magnitudes de tremores de terras, nas mais diversas regiões (veja-se Pisarenko & Sornette, 2003, Beirlant *et al.*, 2004, 2016, e Gomes *et al.*, 2013, entre outros).

O EVI, ξ , é o parâmetro fundamental em *Estatística de Extremos*. Se $\xi < 0$, a cauda direita é curta, com limite superior de suporte finito ($x_F < \infty$); se $\xi = 0$, a cauda é de tipo exponencial, e $x_F < \infty$ ou $x_F = \infty$; se $\xi > 0$, temos uma cauda pesada, de tipo Pareto, i.e. polinomial negativa, e $x_F = \infty$. Na **Figura 2** ilustramos o comportamento da cauda direita da densidade de valores extremos, $g_\xi(x) = dGEV_\xi(x)/dx$, comparativamente com a densidade Normal, $\varphi(x) = \exp(-x^2/2)/\sqrt{2\pi}$, $x \in \mathbb{R}$, com cauda direita muito leve, mesmo quando comparada com a do modelo Gumbel ($\xi = 0$, em GEV_ξ).

Inicialmente, no artigo de Gnedenko, surgiram 3 distribuições possíveis:

- Tipo I: $\Lambda(x) = \exp(-\exp(-x))$, $x \in \mathbb{R}$ [Gumbel],
 Tipo II: $\Phi_\alpha(x) = \exp(-x^\alpha)$, $x > 0$, $\alpha > 0$ [Fréchet],
 Tipo III: $\Psi_\alpha(x) = \exp(-(-x)^\alpha)$, $x < 0$, $\alpha > 0$ [Max-Weibull],

também frequentemente chamadas distribuições de valores extremos (ou EV, do Inglês, “*extreme values*”), associadas respectivamente com $\xi = 0$, $\xi = 1/\alpha > 0$ e $\xi = -1/\alpha < 0$, que podem obviamente ser unificadas na $GEV_\xi = MS_\xi$.

Mais geral do que a classe de modelos max-estáveis, podemos considerar a classe dos modelos max-semi-estáveis (MSS, do Inglês “*max-semi-stable*”), introduzida em Grienvich (1992a, 1992b), Pancheva (1992), e amplamente estudada em Canto e Castro *et al.* (2001) e em Temido & Canto e Castro (2003). A forma funcional das leis MSS é:

$$MSS_{\xi, \nu}(x) = \exp[-\nu\{\ln(1+\xi x)/\xi\}(1+\xi x)^{-1/\xi}], \quad 1+\xi x > 0, \quad \xi \in \mathbb{R},$$

onde $\nu(\cdot)$ é uma função positiva, limitada e periódica, sendo $MS_\xi = MSS_{\xi, 1}$.

Para excessos acima de um nível elevado, é sensato trabalhar com a distribuição generalizada de Pareto-MSS:

$$GP_{\xi, \nu}(x) = 1 + \ln MSS_{\xi, \nu}(x), \quad 1+\xi x > 0, \quad x \geq 0.$$

Os modelos MSS parecem ser interessantes para modelar algumas das variáveis relativas a tremores de terra, tal como sugerido em Sornette (1998). Temos no entanto dificuldades adicionais com a estimação dos parâmetros desconhecidos (veja-se Canto e Castro *et al.*, 2000, 2011, Canto e Castro & Dias, 2011), um ponto a favor dos modelos $GEV = MS$.

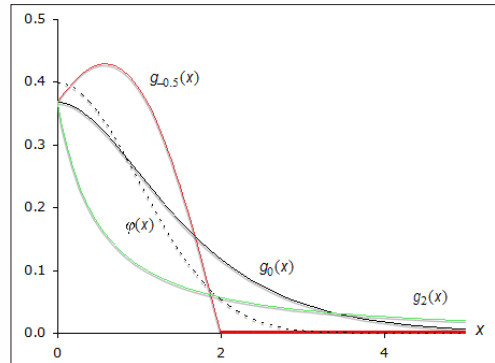


FIGURA 2

Caudas direitas de $g_\xi(x) = dGEV_\xi(x)/dx$ ($\xi = -0.5, 0, 2$) e da densidade Normal, $\varphi(x)$.

É perfeitamente natural perguntar qual o porquê da EVT. Reportando-nos unicamente à área de Extremos e Ambiente, damos em seguida alguns exemplos de grande relevância para a sociedade, e que envolvem ou podem envolver esta teoria. Dois destes exemplos, o segundo e o terceiro, foram retirados de Beirlant *et al.* (2004) e Gomes *et al.* (2013).

1. *O Terramoto de Lisboa, 1 de Novembro de 1755.* Um sismo de magnitude superior a 8.5, com epicentro a cerca de 240 quilómetros da capital portuguesa, criou um tsunami que, em cerca de 40 minutos, devastou a cidade, tendo provocado certamente mais de 10 mil mortos.

2. *As cheias no Mar do Norte, 1 de Fevereiro de 1953.* O nível das águas excedeu os 5.6 metros acima do nível do mar, destruiu as defesas marítimas, tendo inundado áreas na Holanda, Inglaterra, Bélgica, Dinamarca, França, e cerca de 2500 pessoas morreram.

3. *O furacão Katrina, 29 de Agosto de 2005.* A inundação provocada pelo Katrina deveu-se, sobretudo, a uma brecha de 60 metros num dique junto ao lago Pontchartrain, e provocou cerca de 2000 mortos.

4. *Terramoto no centro de Itália, 30 de Outubro de 2016.* Um poderoso tremor de terra abalou recentemente o centro da Itália, região que, apenas 4 dias antes, já havia sido castigada por uma série de tremores de terra. Contudo, o novo sismo causou danos, mas NÃO deixou mortos, inclusive em cidades que, em Agosto de 2016, foram destruídas por um tremor de terra que matou várias pessoas.

Reportamos, em seguida, de forma livre, parte de uma notícia do *New York Times*, Setembro 2005, intitulada '*New Orleans After Hurricane Katrina: An*



FIGURA 3
Imagem histórica da revista *Life*: Ilustração do terramoto de Lisboa de 1755.

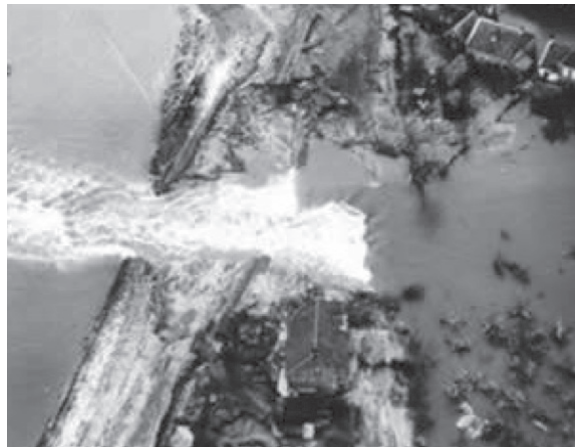


FIGURA 4
Cheias no Mar do Norte.



FIGURA 5
Nova Orleães após o furacão Katrina.

Unnatural Disaster? Dizia o redator que teriam de construir um sistema de diques adequado, para o que necessitariam de engenheiros holandeses, capazes de desenhar essas estruturas... Tratar-se-ia de um plano que custaria biliões, mas seria sensato que se aprendesse a lição, de modo a NÃO se ter uma repetição do número de mortos numa catástrofe dentro dos próximos 20 anos.

Estes desastres deveriam realmente funcionar como um guia. E na realidade, como resultado das cheias do Mar do Norte às primeiras horas da manhã de 1 de Fevereiro de 1953, o governo holandês constituiu uma comissão (*'Delta Committee'*). E decretou que os diques deveriam ser construídos com uma altura tal que *'a probabilidade de uma inundação num determinado ano fosse de 1 em 10.000'*. No entanto, o período de observação dos dados é muitíssimo mais curto... É então necessário proceder a uma extrapolação para além dos dados observados!!... E a EVT consegue dar respostas fidedignas sobre a altura da referida barragem. Esse mesmo tipo de extrapolação é necessária relativamente a sismos que ocorrem em locais específicos, tal como o que ocorreu recentemente no centro de Itália. Mas na nossa opinião muito há ainda a fazer sobre este assunto...

Quanto à distribuição de tremores de terra no espaço, tempo e magnitude, acrescentamos ainda que durante todo o século passado, os sismologistas têm observado e localizado milhões de tremores de terra em todo o mundo. Com base nestas observações, que podemos dizer sobre a distribuição dos tremores de terra em espaço, tempo e magnitude? Existirão modelos estatísticos que descrevam de forma fiável algumas das medições relacionadas com sismos? E, por fim, podem esses mode-

los ser usados no futuro para fazer previsões (probabilísticas) ou mesmo predições de futuros sismos? Serão estas algumas das questões a que é preciso responder. Apresentamos, na **Figura 7**, um mapa global de sismos no período 1975-1979, colorido de acordo com a profundidade sísmica, cuja fonte é o "US Geological Service, NEIC (*National Earthquake Information Center*)".

Qualquer mapa sísmico, como o da **Figura 7** mostra-nos que os sismos ocorrem em grupos. Contudo, existem ocasionalmente sismos que ocorrem em lugares onde tal nunca aconteceu. Isso deve-se ao facto de só existirem registos desde há aproximadamente 100 anos, o que não é suficiente para obter a distribuição espacial das zonas sísmicas com baixa intensidade de sismos. Mas o maior desafio é não a identificação de regiões possivelmente sísmicas, mas sim prever qual a frequência e magnitude de sismos de relevo em determinada zona. Um estudo de dados deste tipo foi efectuado em Pisarenko &



FIGURA 6

Destuição em L'Aquila, cidade que tinha sido em 2009 castigada por um terramoto que matou mais de 300 pessoas.

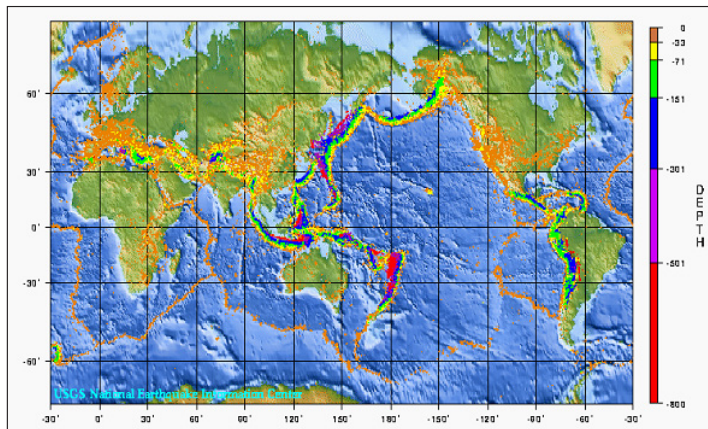


FIGURA 7

Mapa da profundidade de sismos entre 1975 e 1979.

Sornette (2003), onde são comparadas as caudas direitas das distribuições dos momentos sísmicos, em áreas de subducção e oceânicas. Ambas as caudas revelam um peso altamente positivo, i.e. $\xi > 0$, em GEV_{ξ} (veja-se também Beirlant *et al.*, 2004, 2016, e Gomes *et al.*, 2013).

Na realidade, a EVT consegue dar respostas fidedignas sobre a altura da referida barragem, e poderá também avançar com previsões sobre futuros sismos, entrando em linha de conta com aquilo a que chamamos período de retorno de um acontecimento extremo, que não é mais do que o intervalo de tempo médio entre ocorrências de um determinado acontecimento extremo, como o terramoto de Lisboa ou o furacão Katrina ou a cheia no Mar do Norte ou o recente terramoto no centro de Itália. Face às réplicas frequentes associadas a um tremor de terra, teremos ainda de dar atenção especial à estimação de um outro parâmetro de acontecimentos raros, o índice extremal, que traduz uma medida da dependência em grupos de valores elevados, e que pode frequentemente ser interpretado como o recíproco da dimensão média desses grupos de observações (veja-se Leadbetter *et al.*, 1983; Gomes, 1993b,c, 1995,a,b, 2015; Gomes *et al.*, 2008, 2015; Neves *et al.*, 2015, entre outros). Mas o controlo de tremores de terra é no nosso entender de extrema dificuldade, e requer um esforço multidisciplinar, que pensamos não ter sido totalmente conseguido até à data, particularmente quando tentamos abordar o carácter espacial e temporal do processo de tremores de terra. Gostaria no entanto de referir um trabalho de mestrado recente (Rosário, 2013), relacionado com dados também analisados em Beirlant *et al.* (2004, 2016).

As principais questões a ter em consideração são essencialmente as seguintes: Usualmente existem poucas observações na cauda da distribuição, e são requeridas estimativas muito para além do máximo observado. Necessitamos pois de recorrer a modelos para a cauda, usualmente baseados em resultados assintóticos. Será sensato usar esses modelos em todas as situações reais envolvendo acontecimentos raros? É preciso não esquecer, parafraseando George Box (1919-2013), genro de Sir Ronald Fisher, ‘... *all models are wrong but some models are useful*’ (Box & Draper, 1987, p. 424).

Não podemos deixar de referir três das frases célebres de Emil Gumbel, ‘*Il est impossible que l'improbable n'arrive jamais*’, ‘*Il y aura toujours une valeur qui dépassera toutes les autres*’ e ‘*It seems that the rivers know the theory. It only remains to convince the engineers of the validity of this analysis*’.

E a esta última frase, atrevemo-nos a acrescentar: ‘*Não só os rios, mas também os movimentos da crosta terrestre conhecem a teoria de valores extremos...*’ Detalhes sobre a *Estatística de Extremos* podem ser vistos nas recentes recensões críticas em Beirlant *et al.* (2012), Scarrott & MacDonald (2012) e Gomes & Guillou (2015). Em Beirlant *et al.* (2004) e Gomes *et al.* (2013), entre outros livros, são tratados diversos estudos de casos, num leque variado de áreas de aplicação de modelação de acontecimentos raros. Esperamos ter aguçado o vosso apetite por um tema relativamente recente em termos históricos, e com tantas áreas de aplicação quantas as que possamos conceber.

AGRADECIMENTOS

Investigação parcialmente financiada através de fundos nacionais, FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, projecto UID/MAT/00006/2013 (CEA/UL).

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA NO DEBATE
TERRAMOTO 1755: O DIA SEGUINTE, NO DIA 2 DE NOVEMBRO DE 2016)

REFERÊNCIAS

- [1] Beirlant, J., Goegebeur, Y., Segers, J. & J. Teugels (2004). *Statistics of Extremes: Theory and Applications*. Wiley, England.
- [2] Beirlant, J., Caeiro, F. & M.I. Gomes (2012). An overview and open research topics in statistics of univariate extremes. *Revstat* **10**:1, 1-31.
- [3] Beirlant, J., Fraga Alves, M.I. & M.I. Gomes (2016). Tail fitting for truncated and non-truncated Pareto-type distributions, *Extremes* **19**:3, 429-462.
- [4] Box, G.E.P. & N.R. Draper (1987). *Empirical Model-Building and Response Surfaces*. Wiley.
- [5] Canto e Castro, L. & S. Dias (2011). Generalized Pickands' estimators for the tail index parameter and max-semistability, *Extremes* **14**:4, 429-449.
- [6] Canto e Castro, L., Temido, G. & M.I. Gomes (2000). Inferência estatística em modelos max-semiestáveis. Em P. Oliveira & E. Athayde, eds., *Um Olhar sobre a Estatística*, 291-305, Edições S.P.E.
- [7] Canto e Castro, L., Haan, L. de & M.G. Temido (2001). Rarely observed maxima, *Th. Prob. Appl.* **45**, 658-662.
- [8] Canto e Castro, L., Dias, S. & M.G. Temido (2011). Looking for max-semistability: a new test for the extreme value condition, *Journal of Statistical Planning and Inference* **141**, 3005-3020.
- [9] Castillo, E., Hadi, A., Balakrishnan, N. & J.M. Sarabia (2005). *Extreme Value and Related Models with Applications in Engineering and Science*. Wiley, Hoboken, New Jersey.
- [10] Gnedenko, B.V. (1943). Sur la distribution limite du terme maximum d'une série aléatoire, *Annals of Mathematics*, **44**:6, 423-453.
- [11] Gomes, M.I. (1993a). A obra científica de J. Tiago de Oliveira. In D. Pestana (ed.), *Estatística Robusta, Extremos e Mais Alguns Temas*, 241-248, Edições Salamandra.
- [12] Gomes, M.I. (1993b). Modelos extremos em esquemas de dependência. In D. Pestana (ed.), *Estatística Robusta, Extremos e Mais Alguns Temas*, pp. 209-220, Edições Salamandra.
- [13] Gomes, M.I. (1993c). On the estimation of parameters of rare events in environmental time series. In V. Barnett & K.F. Turkman (eds.), *Statistics for the Environment*, pp. 225-241, Wiley, New York.
- [14] Gomes, M.I. (1995a). Metodologias jackknife e bootstrap em Estatística de Extremos. *Actas da II Conferência Anual da S.P.E.*, 31-46.
- [15] Gomes, M.I. (1995b). The influence of the extremal index on the estimation of return periods of high levels. In Muirchearthaigh I.O. et al. (eds.), *Proceedings of the 61st International Meeting on Statistical Climatology*, pp. 299-302, University College, Galway.
- [16] Gomes, M.I. (2015). NAZARÉ and ARCH processes: extremal index estimation. In E. Gonçalves et al. (eds.), *Contributions in Statistics and Inference: Celebrating Nazaré Mendes Lopes' Birthday*. Textos de Matemática, N.º 47, pp. 1-12, Departamento de Matemática, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- [17] Gomes, M.I. & A. Guillou (2015). Extreme value theory and statistics of univariate extremes: a review. *International Statistical Review* **83**:2, 263-292.
- [18] Gomes, M.I., Hall, A. & C. Miranda (2008). Subsampling techniques and the Jackknife methodology in the estimation of the extremal index. *J. Comput. Statist. and Data Analysis* **52**:4, 2022-2041.
- [19] Gomes, M.I., Fraga Alves, M.I. & C. Neves (2013). *Análise de Valores Extremos: uma Introdução*. Edições S.P.E. & I.N.E.
- [20] Gomes, M.I., Figueiredo, F., Martins, M.J. & M.M. Neves (2015). Resampling methodologies and reliable tail estimation. *South African Statistical Journal* **49**, 1-20.
- [21] Grienvich, I.V. (1992a). Max-semistable laws corresponding to linear and power normalizations, *Th. Probab. Appl.* **37**, 720-721.
- [22] Grienvich, I.V. (1992b). Domains of attraction of max-semistable laws under linear and power normalizations, *Th. Probab. Appl.* **38**, 640-650.
- [23] Gumbel, E.J. (1958; 2004). *Statistics of Extremes*. Columbia University Press, New York.
- [24] Leadbetter, M.R., Lindgren, G. & H. Rootzén (1983). *Extremal Theory for Stochastic Processes*. Springer-Verlag, New York.
- [25] Markovich, N. (2007). *Nonparametric Analysis of Univariate Heavy-tailed Data*, John Wiley & Sons, England.

- [26] Neves, M.M., Gomes, M.I., Figueiredo, F. & D. Prata-Gomes (2015). Modeling extreme events: sample fraction adaptive choice in parameter estimation. *Journal of Statistical Theory and Practice* **9**:1, 184-199.
- [27] Pancheva, E. (1992). Multivariate max-semistable distributions, *Th. Probab. and Appl.* **37**, 731-732.
- [28] Pisarenko, V.F. & D. Sornette (2003). Characterization of the frequency of extreme events by the generalized Pareto distribution, *Pure and Applied Geophysics* **160**, 2343-2364.
- [29] Reiss, R.-D. & M. Thomas (2001; 2007). *Statistical Analysis of Extreme Values, with Application to Insurance, Finance, Hydrology and Other Fields*, 2nd edition; 3rd edition, Birkhauser Verlag.
- [30] Rosário, P. (2013). *Valores Extremos em Sismologia—Caso Estudo*, Mestrado em Estatística e Investigação Operacional, DEIO, FCUL.
- [31] Scarrot, C. & A. MacDonald (2012). A review of extreme value threshold estimation and uncertainty quantification. *Revstat* **10**:1, 33-60.
- [32] Sornette, D. (1998). Discrete scale invariance and complex dimensions, *Physics Reports* **297**, 239-270.
- [33] Temido, M.G. & L. Canto e Castro (2003). Max-semistable laws in extremes of stationary random sequences, *Theory Probab. Appl.* **47**:2, 365-374.
- [34] Tiago de Oliveira, J.C., ed. (1993). *J. Tiago de Oliveira: O Homem e a Obra*. Coleção Grandes Mestres, Edições Colibri.

A importância do ensino das Humanidades na formação médica

CECÍLIA LEÃO¹

INTRODUÇÃO E ENQUADRAMENTO DO TEMA

A “Instituição Universidade” sempre se afirmou como veículo insubstituível na difusão da cultura, sendo indispensável a assunção de princípios estratégicos que conduzam à incorporação da cultura no processo de ensino-aprendizagem nas várias áreas do conhecimento. O objetivo principal da presente comunicação é destacar a importância das humanidades na educação médica, oferecendo aos estudantes de Medicina oportunidades para explorar a intercepção das artes e humanidades com a prática clínica. Numa primeira parte, após uma breve reflexão sobre dois dos principais paradigmas que caracterizam o perfil de formação do médico – o biomédico e o antropológico – e a sua contextualização na linha do tempo, procede-se a um comentário crítico-reflexivo sobre as humanidades como área emergente e indispensável na formação médica. Salienta-se a responsabilidade das Escolas médicas no processo de formação dos seus estudantes, tendo em vista a formação cultural e humanista dos futuros médicos. Como suporte para esta temática, aborda-se a experiência da Escola de Medicina (anteriormente designada por Escola de Ciências da Saúde) da Universidade do Minho que, desde a sua fundação, integrou esta vertente no plano de estudos do seu curso de Medicina, nomeadamente através das unidades curriculares “Domínios Verticais” que acompanham os estudantes de Medicina do 1.º ao 5.º ano. A última parte da apresentação é dedicada a uma breve análise dos resultados destas práticas pedagógicas e do seu possível impacto na educação médica para uma prática clínica humanizada.

O PARADIGMA BIOMÉDICO VERSUS O PARADIGMA ANTROPOLÓGICO

Nos últimos anos, as humanidades surgem como área emergente/indispensável na formação médica. Apesar deste progresso, continua-se, de um modo geral, a reagir a esta temática usualmente com duas questões: O que são? São úteis, porquê e para quê? ¹⁾

A este propósito, começo por uma breve reflexão em torno de dois dos principais paradigmas ou modelos que caracterizam o perfil de formação do médico, recorrendo a um pequeno extrato de um texto ²⁾ do Professor Joaquim Pinto Machado (Mentor e Fundador do curso de Medicina da Universidade do Minho).

O primeiro reporta ao paradigma biomédico – “**o médico biomecânico**”.

Neste modelo o ser humano é, como todos os seres vivos, uma máquina biológica ...e quando esta máquina avaria diz-se que o ser humano em causa está doente. Neste paradigma, o médico é o mecânico que se ocupa

¹ Escola de Medicina, Instituto de Investigação em Ciências da Vida e Saúde – ICVS, Universidade do Minho

destas máquinas para as manter em bom estado e para reparar avarias que ocorram. Para tal, necessita de conhecer a constituição e o funcionamento da máquina, as avarias possíveis e as técnicas que permitam identificá-las, localizá-las e repará-las, seguindo rigorosamente um manual de instruções, sob risco de vir a sofrer penalizações várias. Caso o insucesso resulte de situação para a qual o manual de instruções não refira orientações e soluções, o médico-mecânico nada mais tem a ver com ela e abandona a máquina, cujo destino, a prazo variável, é a sucata, onde se podem ir recolher peças suas susceptíveis de substituir, com sucesso, as homónimas irrecuperáveis de máquinas avariadas.

Como contraponto a este paradigma do médico biomecânico, temos o **paradigma antropológico**. Neste, o médico não se relaciona com o doente como um mecânico com uma máquina. Aqui, a relação é entre duas Pessoas. O médico é uma pessoa que se investe, na totalidade do ente que é, na tarefa de ajudar a pessoa aflita que é o doente, ajudando-o a curar-se, sempre que possível, e cuidando dele, sempre.

Numa retrospectiva histórica, foi o paradigma antropológico o fundador da Medicina “ocidental” – com expressão no “Juramento de Hipócrates” – e que prevaleceu até ao fim da II Grande Guerra Mundial.

Depois... o doente, enquanto Pessoa, foi-se esbatendo do cenário da prática médica. O modelo biomédico ou biomecânico passou a ser valorizado no ensino e prática da Medicina, em detrimento de uma formação assente numa conceção *holística, antropológica ou biopsicossocial da pessoa doente* que, só nas últimas décadas, tem vindo a ser novamente retomada.

São várias as causas deste fenómeno que, por sua vez, estão associadas a questões com que a medicina actual se confronta e das quais destacaria:

- a rápida evolução do conhecimento médico, ao longo dos tempos, associado aos avanços da investigação científica e a sucessão acelerada das inovações tecnológicas;
- a relação médico-doente que, nesta cascata de evolução científica e tecnológica, está a deslizar cada vez mais para um relacionamento de prestação de serviços, centrado na doença e não no doente no seu todo como Pessoa;
- a introdução entre o médico e o doente de um terceiro elemento – *o aparelho* – representante da tecnologia que eclipsa o doente do olhar do médico e o médico do olhar do doente;
- o desgaste e cansaço provocado pela medicina de hoje que se torna cada vez mais intensa para estudantes, médicos e profissionais de saúde, correndo o risco de esgotamento, erosão de empatia e perda de significado do seu trabalho.

Neste contexto, importa questionar:

Que paradigma de médicos queremos nos tempos atuais? Por que tipo de médicos gostaríamos de ser recebidos e tratados quando precisamos deles? 3)

Se pudermos escolher, gostaríamos certamente de ser atendidos por “Um Bom Médico e um Médico Bom”, *aquele que faz bem o seu trabalho, que compreende o estado de vulnerabilidade do paciente, que se compromete em ajudá-lo e é fiel a essa promessa.*

O que ninguém quer, nas palavras de um dos pioneiros em bioética clínica, Edmund Pellegrino, *é um médico biomecânico, simples executor de uma técnica*

Torna-se assim urgente encontrar caminhos e alternativas para redescobrir o médico do paradigma antropológico e estratégias para criar o equilíbrio na vida médica, o equilíbrio entre o médico biomédico e o médico humanista.

Qual a melhor forma de treinar tais “BONS MÉDICOS E MÉDICOS BONS”?

As ciências básicas e competências clínicas são obviamente parte indispensável da equação, mas não dão, por si só, resposta às questões com as quais as sociedades de hoje se confrontam e para as quais a Nova Medicina tem que dar resposta.

O que será então mais necessário para melhorar a formação do Médico da medicina do hoje e do amanhã? Para responder a esta questão, a Escola de Medicina da Universidade do Minho, desde a sua fundação, assumiu uma conceção de formação médica holística, assente no modelo antropológico centrado na pessoa e não unidireccionalmente na doença. Neste sentido de missão estratégica, integrou a vertente das humanidades, ética e artes na formação médica, sob a forma de unidades curriculares dedicadas a estas temáticas, designadas por Domínios Verticais, conforme a seguir se apresenta.

A VIVÊNCIA DA ESCOLA DE MEDICINA

As unidades curriculares “DOMÍNIOS VERTICAIS & TOMAR O PULSO À VIDA:

Em que consistem? O que visam?”⁴⁾

No enquadramento dos princípios acima referidos, a vertente das humanidades está formalmente inscrita no plano de estudos do curso de Medicina, nomeadamente através das unidades curriculares de Domínios Verticais, também designadas por Tomar o Pulso à Vida, que percorrem o plano de estudos do 1.º ao 5.º ano. Os temas abordados incluem: ética médica, ética e direitos humanos, arte, literatura, credos e religiões, solidariedade, toxicodependências, cidadania, ética e medicina forense, ética em medicina paliativa, cinema, história da medicina e da ciência e *workshops* (em temas variados selecionados pelos alunos). A distribuição dos temas pelos diversos anos do curso acompanha, em estreita ligação, as restantes unidades curriculares.

Trata-se, conforme reconhecido já em publicações externas, de uma abordagem que traduz uma melhor integração e articulação das humanidades com a vivência clínica durante a formação médica pré-graduada, assente numa filosofia distinta de outros modelos em que o ensino das humanidades, quando existe, é pontual, muitas vezes opcional e nem sempre articulado com os restantes conteúdos curriculares....

A medicina do hoje e do amanhã: O que espera o médico no futuro?

A medicina personalizada do hoje e do amanhã é uma medicina dicotómica, por um lado, assente na evidência científica, no método e na doença; mas, por outro, é uma medicina centrada na pessoa e na sua narrativa, na sua experiência global, na sua pessoalidade. À medida que o conhecimento e a tecnologia avançam, o diagnóstico, a análise e os tratamentos estão muito mais a cargo da tecnologia biomédica, dos computadores, de dispositivos e robôs; os médicos e outros profissionais de saúde terão que necessariamente migrar, também e cada vez mais, para uma medicina mais atenta às questões éticas, relacionais e emocionais. Neste contexto, para além do imprescindível conhecimento biomédico e treino clínico, é necessário promover uma medicina mais atenta às questões éticas, que prepare o

futuro médico para a tomada de decisões na prática clínica. Tanto mais que a sociedade de hoje é fortemente marcada pelo número crescente de idosos, pelo sofrimento, pela solidão, pelas questões de início e de fim de vida. É para esta Medicina que as Escolas médicas terão que procurar preparar os seus estudantes, implementando uma formação médica holística, assente no modelo antropológico centrado na pessoa e não unidireccionalmente na doença, tendo como objetivo final a formação de Bons médicos e médicos Bons. Acredita-se que o estudo de humanidades médicas ajuda os estudantes de Medicina a estarem atentos às limitações da medicina moderna, a desenvolver as próprias personalidades e o sentido de responsabilidade social, contribuindo para a melhoria da prática médica e para a indispensável humanização nos cuidados de saúde. O resultado desta abordagem tem sido muito positivo, face à adesão dos alunos e às opiniões dos convidados para as sessões. Mas, a este propósito, termino reproduzindo as palavras com que o Professor Joaquim Pinto Machado concluía na sua comunicação à Classe de Ciências da Academia das Ciências de Lisboa sobre Humanidades e Artes no curso de Medicina da UMinho ⁴: *Mas... o resultado à distância, na vida profissional? Aí é que soará a prova real. Mas seja qual for o seu resultado, terá valido a pena, pois o Educador deve ser como o Poeta que Torga evoca na sua "Canção do Semeador".* Esta é, e continuará a ser, a nossa firme convicção sobre a importância dos Domínios Verticais/Tomar o Pulso à Vida do curso de Medicina na integração das artes e humanidades na formação de futuros médicos.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 3 DE NOVEMBRO DE 2016)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) J. Gordon, "Medical humanities: to cure sometimes, to relieve often, to comfort always", *Med J Aust*, 182(1):5-8., 2005
- 2) Joaquim Pinto Machado, "Pessoa e Sociedade: perspectivas para o séc. XXI", Comunicação apresentada ao Congresso Internacional de Filosofia, 2005
- 3) Jorge Cruz, "Que Médicos Queremos?", Edições Almedina, S.A., Coimbra, 2012
- 4) Joaquim Pinto Machado, "Humanidades e Artes no curso de Medicina da Universidade do Minho", Comunicação apresentada à Classe de Ciências da Academia das Ciências de Lisboa, 2006

O que sabemos e o que ignoramos sobre a evolução cinemática da placa ibérica

JORGE MIGUEL ALBERTO DE MIRANDA¹

INTRODUÇÃO

A reconstituição dos movimentos relativos dos continentes, segundo a hipótese de Wegener, repousou durante muito tempo em dados tectónicos, estratigráficos ou paleontológicos continentais e muito pouco sobre o conhecimento dos domínios oceânicos (Olivet e coautores, 1984). A primeira tentativa de aplicação da hipótese da deriva continental ao Atlântico Norte foi realizada por Choubert em 1935 (in LePichon e coautores, 1977), utilizando critérios essencialmente baseados na correlação morfológica. Até aos anos sessenta do século XX outras tentativas de melhorar o ajuste foram realizadas, mas, apesar da concordância na inexistência da bacia do atlântico antes do triásico, muitas questões ficaram em aberto relativamente à posição pré-rifte das diversas massas continentais (LePichon e coautores, 1977).

A existência de anomalias magnéticas aproximadamente paralelas às dorsais oceânicas no Atlântico Norte, no Antártico e no Índico foi descoberta por Vine e Matthews em 1963. A mais intensa sobre o vale axial (no Atlântico) e anomalias subparalelas de um lado e outro da dorsal. A sua interpretação foi a de que traduziriam a existência de domínios da crosta oceânica com magnetizações contrastantes, separados por paredes verticais. Dois anos mais tarde, Vine e Wilson sublinham a importância da realização de levantamentos magnéticos marinhos de forma intensiva: “*We should therefore like to reiterate [...] that magnetic surveys are of so much greater value than random profiles. Aeromagnetic surveys would appear to be perfectly adequate*”.

Os levantamentos magnéticos realizados de forma sistemática em todos os oceanos viriam a confirmar a generalidade deste padrão; o carácter bilateral destas anomalias favoreceu a hipótese da formação contínua de crosta oceânica nas dorsais (Heirtzler e coautores, 1968) e forneceu um quadro explicativo do *alastramento oceânico* formulado de forma essencialmente intuitiva por Dietz em 1961. A entidade geológica associada a este alastramento não poderia ser a crosta, essencialmente definida pela sismologia como a região acima do Moho, mas sim uma camada exterior do planeta, a litosfera, sendo o movimento diferencial entre esta e a astenosfera, e envolvendo tanto o domínio oceânico como o continental (Dietz, 1961).

A existência de domínios essencialmente rígidos da camada exterior da Terra separados por zonas comparativamente estreitas onde se concentra a deformação, é intrínseca à hipótese da deriva continental. McKenzie e Parker (1967) demonstraram para o Pacífico que os blocos assísmicos se movem como placas rígidas na superfície da Terra cujo movimento à superfície se pode descrever matematicamente como uma rotação de Euler de um calote indeformável na superfície de uma esfera, definindo

¹ Universidade de Lisboa, Instituto Português do Mar e da Atmosfera

entre si fronteiras onde se verifica a criação (dorsais), destruição (fossas) e conservação de (transformantes) de crosta [litosfera]. Morgan, em 1968 concluiu a partir do estudo das falhas transformantes e da sua relação geométrica com as dorsais oceânicas que estas eram compatíveis com a possibilidade da existência de tais blocos.

Morgan e McKenzie demonstraram em 1967 que o essencial das observações para o Atlântico e o Pacífico poderia ser explicado por 12 blocos rígidos, tendo um ano mais tarde Le Pichon demonstrado a possibilidade de uma solução estendida à totalidade da Terra utilizando apenas seis blocos principais, tendo igualmente determinado as grandes linhas da cinemática pós-cretácica (LePichon, 1968). O argumento de Dietz (1961) é retomado por Morgan (1968) que mostra que *"The required strength cannot be in the crust alone; the oceanic crust is too thin for this. We instead favor a strong tectosphere, perhaps 100 km thick, sliding over a weak asthenosphere"*.

A datação das formações fonte das anomalias magnéticas oceânicas por radiocronologia e o seu carácter não periódico permitiu estabelecer a idade das isócronas magnéticas cuja denominação foi sendo progressivamente construída (e.g. C2A, C5), e atribuir-lhes uma idade (e.g. 3 Ma BP, 10 Ma BP). A medição direta de intervalos de tempo e distâncias deu a primeira avaliação das velocidades médias de alastramento oceânico, e em consequência o afastamento relativo entre essas placas, com valores cuja ordem de grandeza se situa entre 10^{-3} m/ano e 10^{-1} cm/ano. Sendo a isócrona C2A (~3 Ma BP) uma das mais cartografadas no oceano, esses valores médios ditos "geológicos" referem-se aos últimos três milhões de anos da história da Terra. O contraste de magnetização foi posteriormente interpretado como a consequência das inversões de polaridade do campo magnético principal, ao longo da história da Terra, justificando-se assim o seu carácter de isócronas na escala geológica global.

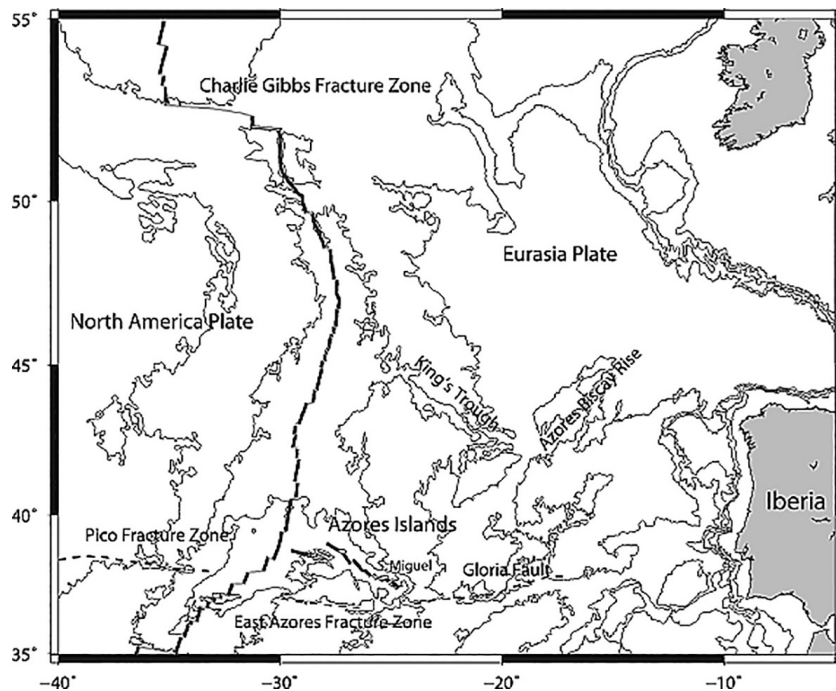


FIGURA 1
Principais elementos geográficos (adaptado de Luis e Miranda, 2008).

A medição direta do movimento (e da deformação) interplaca mostrou-se bem mais complexa nos domínios continentais, sendo acessível apenas à geodesia, a partir de medições sucessivas de marcos estáveis localizados em duas placas distintas mas suficientemente afastados da região de deformação, ou da conversão das velocidades “instantâneas” obtidas dos cálculos de momento sísmico (Davies e Brune, 1971) em situações de fronteiras de convergência de placa ou de fronteiras transcorrentes em domínio continental. A geodesia espacial desenvolveu-se mais tarde, amplificando a possibilidade da multiplicação de estações GNSS em todos os continentes. Apesar de permitir a determinação de velocidades médias para períodos muito mais curtos (pouco superiores a 3 anos com a utilização de estações GNSS permanentes) essas determinações são coerentes com as determinações baseadas em marcadores geológicos e estendidas a 3 Ma, apesar de algumas diferenças invocadas (Calais e coautores, 2003).

Sendo as placas tectônicas a expressão superficial da dinâmica interna do planeta, o número e a delimitação de cada uma delas depende de critérios essencialmente empíricos sobre os desvios considerados aceitáveis, as dimensões mínimas, e a persistência temporal. Estes limites variaram ao longo da história da Terra. Sabemos hoje que nessa história se sucederam períodos “regulares” intercalados por episódios mais rápidos de reorganização. Estes episódios são interpretados genericamente como o resultado da interação ao longo das fronteiras de placa (Richards e coautores, 1996; Lithgow-Bertelloni e coautores, 1998) ou como resultado de instabilidades que se desenvolvem pela interação ao longo das fronteiras de placa ou da sua interação com o manto (King e coautores, 2002).

INÍCIO DO ALASTRAMENTO OCEÂNICO ENTRE A IBÉRIA E A TERRA NOVA

O padrão das anomalias magnéticas no Atlântico Norte mostra que a anomalia C33r pode ser seguida de forma contínua nas duas margens; A cinemática ibérica anterior à *chron* C33r é muito mais difícil de estabelecer, dada a existência de um período muito longo da história da Terra, entre 125 BP e 84 BP (Gradstein *et al.*, 2004) durante o qual se não verificaram inversões do CMP. Em longitude, esta zona é delimitada em ambas as margens por uma anomalia magnética de grande amplitude (cerca de 1000 nT à superfície), alinhada com a crista Tore-Madeira, e cuja “homóloga” se pode encontrar na margem dos Grandes Bancos, que recebeu a designação de “anomalia J” (Pitman e Talwani, 1972). Este padrão foi interpretado por Pitman e Talwani (1972) como indicando que o início do *rifting* entre a América do Norte e a Eurásia poderia ser jurássico (145-201) com fase principal no cretácico superior (66-105). Concluíram pela inexistência de subdução ou deformação significativa desde o triásico superior (235-201 Ma). Concluíram ainda que a direção e o valor do movimento relativo entre a Eurásia e a América do Norte, e entre a África e a América do Norte terão sido sempre diferentes desde o cretácico superior (66-100 Ma), sendo que no Ártico não se encontra evidência de alastramento oceânico anterior.

Segundo Rabinowitz e coautores (1979), as duas anomalias J e TM (Tore-Madeira) devem ser consideradas homólogas e corresponderiam à sequência M0-M1. A realização de uma sondagem profunda DSDP 384 encontrou crosta oceânica basáltica a cerca de 4234m de profundidade, mas não foram encontradas anomalias de composição ou de magnetização (Tucholke e Ludwig, 1982). Apesar da análise estratigráfica de Gradstein e coautores (1977) ter concluído que estes basaltos poderiam ser interpretados como escoadas sobre crosta continental e não oceânica, Tucholke e Ludwig (1982) recorrendo a informação sismo-estratigráfica complementar, interpretaram as duas anomalias como

homólogas, e a assinatura correspondente a uma fase final de *rifting* entre a Ibéria e os Grandes Bancos, e o início do processo de alastramento oceânico data assim como M0-M1.

Em poucos locais do domínio oceânico existem remanescentes das isócronas mesozoicas (M); um desses locais é o Atlântico central, onde é possível a identificação de uma série bem preservada entre a M0 e a M22, sendo c.a. 195 Ma a idade mais antiga que é possível de correlacionar entre as duas margens (Sahabi *et al.*, 2004) o que torna possível, dentro das limitações da cinemática magnética, definir com rigor o movimento relativo AF-NAM até esta época. De acordo com estes autores, o alastramento ter-se-á iniciado com uma meia-velocidade de ~8 mm/ano, aumentando até um máximo de ~17 mm/ano 170 Ma BP, e alastramento assimétrico até à idade M0 (120.4 Ma).

No que diz respeito à região ibérica Muller e co-autores (1997) consideram que a propagação para norte da abertura ocorre na isócrona M20 (~146 Ma) afastando a Ibéria da Terra Nova. Srivastava e co-autores (2000) admite a identificação da isócrona M21 (~147 Ma). Russell e Whitmarsh (2003) identificaram isócronas M0-M5r na planície abissal ibérica, aparentemente confirmadas por perfis magnéticos realizados junto ao fundo e modelação, tendo sido tentativamente identificadas as respetivas homólogas na margem canadiana. Sibuet e coautores (2007) reinterpretaram estas anomalias como correspondendo a exumação do manto sob litosfera continental. Apesar da grande discrepância entre estas estimativas, é geralmente considerado que a reconstituição da abertura entre a Ibéria e a Terra Nova para a isócrona M0 está bem estabelecida e que a cinemática da abertura cenozoica tem como descontinuidade mais importante a que corresponde à isócrona C25, que corresponde ao início da abertura entre a Noruega e a Gronelândia (e.g. Seton *et al.*, 2012).

A localização e interpretação das anomalias J e TM têm constrangido o estudo da cinemática da Ibéria, tendo as identificações realizadas por Srivastava e coautores (1990) sido reproduzidas de forma variada por diferentes autores e utilizadas para o reposicionamento da Ibéria e América do Norte na época M0. Esta identificação foi questionada por Bronner e coautores (2011) que interpretaram estas anomalias como a assinatura de um pulso magmático para norte na fase inicial de abertura, não podendo por isso ser considerada como uma isócrona. Barnett-Moore e coautores (2016) apresentam uma síntese muito exaustiva das contradições entre os diferentes modelos cinemáticos da Ibéria no período C34-M0, mostrando a grande dependência que têm da interpretação da isócrona M0 e do seu significado em toda a extensão das margens ibérica e norte-americana.

No final da década de 60, a França realizou um grande esforço de levantamentos aeromagnéticos na Biscaia e no Mediterrâneo, procurando uma descrição detalhada dos processos oceânicos nesses dois domínios. LeBorgne e coautores (1971) cartografaram as anomalias magnéticas do golfo de Biscaia, e interpretaram-nas como o resultado de uma rotação anti-horária da Ibéria em relação à Eurásia estável, posterior ao triásico. Esta conclusão correspondeu à primeira determinação objetiva de cinemática diferencial da Ibéria em relação à Eurásia. Este movimento relativo foi descrito inicialmente como uma rotação rígida em torno do polo euleriano 50.ºN 3.ºE. Williams (1973, 1975) refinou posteriormente a identificação das anomalias magnéticas, propondo que esta rotação se teria verificado entre o Barremiano (125-129) e o Maastrichtiano (66-72), com a formação de uma junção tripla entre 80 e 73 Ma. Sibuet e Collete reanalisaram em 1991 estes dados e propuseram uma nova localização do polo de rotação (44.6ºN, 0.3ºW), com implicações diferentes no qual diz respeito à tectónica dos Pirenéus. Neste caso a idade mais nova corresponde certamente à isócrona C33 (~79 Ma) que corresponde à fase final

de uma junção tripla Eurasia-Iberia-América do Norte, enquanto a idade mais antiga corresponderá também à isócrona M0 (Sibuet e coautores, 2004).

ALASTRAMENTO OCEÂNICO APÓS A ISÓCRONA C33R

O bloco ibérico tem como limites naturais a sul o Golfo de Cádiz e a norte o Golfo da Biscaia. A topografia do Atlântico Norte permite a identificação a norte de duas descontinuidades denominadas crista Açores Biscaia e *King's Trough* a sul a denominada Falha da Glória, identificada por Laughton e Whitmarsh (1974) e Laughton e coautores (1975) como uma escarpa contínua, com um desnível de centenas de metros ao longo de mais de 500 km, atualmente denominada Falha da Gloria. Estes acidentes estão associados a descontinuidades do padrão das isócronas magnéticas e podem ser assim interpretados como segmentos da fronteira de placa em determinados períodos da história geológica.

Srivastava e coautores (1990) procuraram estabelecer uma cronologia da abertura do Atlântico para o período posterior a 83 Ma, que corresponde ao domínio claramente delimitado pela isócrona C34 (na verdade C33r), que identificam nas margens conjugadas, com continuidade no eixo do Golfo de Biscaia, sendo este facto interpretado como evidência de que a Ibéria se separou da Eurásia no cretácico superior (Srivastava e coautores, 1990). Identificaram quatro zonas distintas no que diz respeito ao comportamento cinemático pós-cretácico: zona 1 entre a fratura de Charlie-Gibbs e 46°N, zona 2 entre esta latitude e *Kings Trough* *Azores-Biscay Rise*, zona 3 entre este limite e zona de fratura Azores-Gibraltar-falha da Gloria e, zona 4 a sul deste limite. Devido à falta de dados geofísicos detalhados, consideraram ainda um modelo simplificado no qual toda a história se poderia descrever sob a forma de uma unidade, a “placa ibérica”, que poderia estar solidária com a placa euroasiática ou africana. Utilizando esta aproximação, e minimizando a utilização da Falha da Glória e de *King's Trough* como constrangimentos “duros” para a cinemática, dado a existência de tectónica posterior, concluíram que uma “placa ibérica” esteve ligada a África desde o Cretácico terminal até ao Eoceno médio. Desde esta época até ao Oligoceno terminal, teve movimento algo independente, se bem que com reduzido movimento relativo em relação a África, concentrando-se a quase totalidade da deformação na fronteira norte, ao longo de *King's Trough*. Desde o Oligoceno que essa placa se encontraria solidária com a Eurásia (Srivastava *et al.*, 1990).

O desenvolvimento de uma fronteira de placa África-Eurásia a sul da Ibéria, está diretamente relacionado com a formação e evolução da junção tripla dos Açores, e com a criação da geometria de placas que conhecemos atualmente: a placa eurásia afasta-se da placa africana (núbia) na região dos Açores, acompanhada pelas condições cinemáticas para a formação de *rifting* e alastramento oceânico incipiente, e converge com ela a sul da Ibéria, acompanhado pelas condições cinemáticas que conduzem a um ambiente tectónico transpressivo, que gera sismos e tsunamis de grande magnitude na região ibero-magrebina.

A primeira tentativa de interpretação da evolução da junção tripla dos Açores foi realizada por Krause e Watkins (1970), McKenzie (1972) e Searle (1980). Todos estes esboços interpretativos captaram partes importantes do sistema geológico. Contudo, só após o grande levantamento aeromagnético realizado nos Açores por iniciativa do então Instituto de Meteorologia, e publicado por Luis e co-autores (1994) foi possível começar a estabelecer algumas características fundamentais: (i) que a *East Azores Fracture Zone*, por vezes também designada por fratura do Pico não corresponde atualmente a

uma fronteira de placas ativa, estando a zona de deformação interplaca localizada a norte do Faial, (ii) que o *rift* da Terceira está marcado por cristas neo-volcânicas subparalelas indicadoras de alastramento incipiente, (iii) que as ilhas do grupo central correspondem à fração emersa destas cristas, onde se pode apenas detetar a transição Brunhes-Matuyama, pelo que as idades então determinadas por métodos radiométricos deveriam estar sobrevalorizadas (Miranda e co-autores, 1990).

COMPILAÇÕES MAGNÉTICAS PÓS-GNSS E CM4

Até à década de 90 do século XX, a qualidade dos dados magnéticos marinhos dependia de dois fatores fundamentais: a precisão da localização no mar e a qualidade da remoção das componentes variáveis do campo magnético sem relação direta com a magnetização das rochas; esta limitação está na base da generalização da utilização de perfis na generalidade dos métodos de interpretação (Luis e Miranda, 2008). A extensão dos levantamentos aeromagnéticos às zonas oceânicas adjacentes, realizada para fins científicos ou de prospeção de hidrocarbonetos permitiu a minimização destes efeitos, reduzindo drasticamente os períodos dos levantamentos e acompanhando-os pela operação de estações magnéticas regionais, utilizadas para determinar as componentes variáveis do campo magnético total.

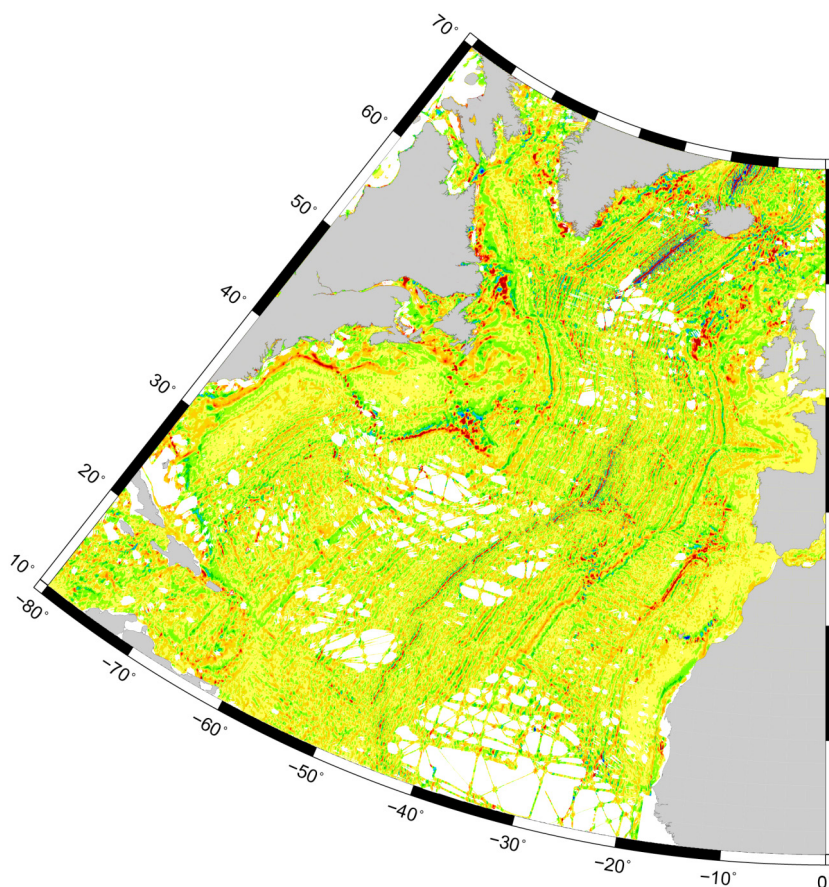


FIGURA 2
Compilação magnética de Luis (comunicação pessoal) para o Atlântico Norte e Central.

Apesar da grande quantidade de dados magnéticos marinhos recolhidos nos anos 70 a 90, no Atlântico Norte, a sua heterogeneidade era muito elevada e muitos dados recolhidos para prospeção na plataforma não estavam abertamente disponíveis. A compilação realizada por Verhoef *et al.* [1996] para a área procurou minimizar estes problemas, mas a sua precisão dependia criticamente da qualidade irregular dos levantamentos compilados, sendo boa nas áreas onde estes eram densos, particularmente na plataforma, mas sendo menos boa nos domínios oceânicos profundos. Luis e Miranda (2008, 2012) reprocessaram todos os dados disponíveis entre 20°N e 70°N, e as margens americana, euroasiática e africana, selecionando apenas os perfis com melhor qualidade posicional e corrigindo a variação diurna com a utilização do modelo CM4 (Sabaka *et al.*, 2004). Os levantamentos realizados no quadro do processo de extensão da plataforma jurídica portuguesa foram incluídos, melhorando sensivelmente a qualidade da compilação na área SW Ibérica. Nesta região há ainda a salientar a inclusão de dados do levantamento aeromagnético de Cádiz.

A possibilidade de obtenção de descrições espaciais homogéneas da anomalia do campo magnético, permite igualmente que nos libertemos de métodos de cálculo baseados essencialmente em perfis e que obriguem a condições adicionais sobre a geometria do movimento à superfície (e.g. Heillinger, 1979 e Royer e Chang, 1991). Para isso, Luis e Miranda (2008) desenvolveram um método de determinação de “redução contínua ao polo” (Baranov, 1957) capaz de incorporar constrangimentos geológicos básicos: a magnetização é adquirida aquando da formação da crosta oceânica nas condições do dipolo axial centrado, e a viscosidade é suficientemente alta para que as magnetizações remanescente e induzida não tenham que ser necessariamente colineares. Tal é conseguido a partir da subdivisão da área de trabalho em janelas nas quais os versores dos campos magnéticos remanescente (de direção λ, μ, ν) e induzido (de direção α, β, γ) variam quase linearmente. Utilizando-se um operador G no domínio de Fourier (u, v) tal como utilizado por Galdeano (1980) e Miranda e Pais (1997), podemos reconstituí-lo como uma expansão em série de Taylor de primeira ordem, sendo apenas necessário calcular os operadores e as suas (seis) derivadas para o ponto central de cada janela de trabalho:

$$G(u, v) = G(0, 0) + \frac{\partial G}{\partial \alpha} d\alpha + \frac{\partial G}{\partial \beta} d\beta + \dots \frac{\partial G}{\partial v} dv.$$

O método de identificação de isócronas foi também alterado, sendo atualmente baseado na correlação entre observações e modelos 2D que igualmente o efeito do afastamento entre a superfície do mar e a crosta oceânica e utilizam níveis variáveis de suavização aos dados observados para simular os efeitos de interpolação na criação da grelha reduzida ao polo. A disponibilidade deste conjunto de dados e de métodos permite visitar os trabalhos mais significativos sobre a cinemática da placa ibérica e avaliar em que medida as conclusões então obtidas mantêm a sua validade e em que medida devem ser reavaliadas, abrindo-se assim o caminho a novos problemas e também a novas hipóteses de trabalho.

A FORMAÇÃO DA JUNCTÃO TRIPLA DOS AÇORES

A cinemática da Atlântico Norte dos últimos 27 milhões de anos é aquela que pode ser estabelecida de forma mais objetiva uma vez que a magnetização das rochas da crosta está bem preservada e em que a sobreposição de processos tectónicos é mais reduzida (ver Miranda e co-autores, 2005). O primeiro esforço

foi assim o de refinar a análise magnética da região da junção tripla dos Açores, uma vez que a maioria dos estudos anteriores se baseiam na identificação de um pequeno número de isócronas (e.g. C5, C6, C13 e C18) que podem ser identificadas nas três grandes placas litosféricas: Eurásia (ou Ibéria), América do Norte e Núbia, corresponde as duas primeiras a duas sequências de polaridade normal, que geram à superfície do oceano anomalias magnéticas positivas de simples identificação, mesmo com a utilização de poucos perfis. Conclui-se assim que a grande mudança cinemática terá ocorrido entre as isócronas C6c (ca. 24 Ma) e C11-C12 (ca. 30 Ma), pelo que a solidarização da Ibéria à Eurásia teria ocorrido acerca de ~27 Ma, seguida de perto pela formação da junção tripla dos Açores (Luiís and Miranda, 2008).

A compilação dos dados marinhos dos Açores, com suficiente qualidade posicional e processados com o modelo CM4 permitiu melhorar significativamente a qualidade do levantamento aeromagnético, cujo posicionamento inercial tinha uma precisão de 1-2 milhas, aliada à disponibilidade de batimetria multifeixe com resolução horizontal de 50m-100m, permitiu a identificação das isócronas magnéticas e das suas descontinuidades e identificar as áreas de deformação ativa. Permite também determinar a forma como a deformação se distribui numa região finita com cerca de 90km x 100 km sem formação de uma fronteira de placa descontínua (Miranda e co-autores, 2014).

Os parâmetros cinemáticos dos pares EU-NAM e NU-NAM, permitem estimar indiretamente o movimento relativo EU-NU, que condiciona os processos geológicos nos Açores (Miranda e coautores,

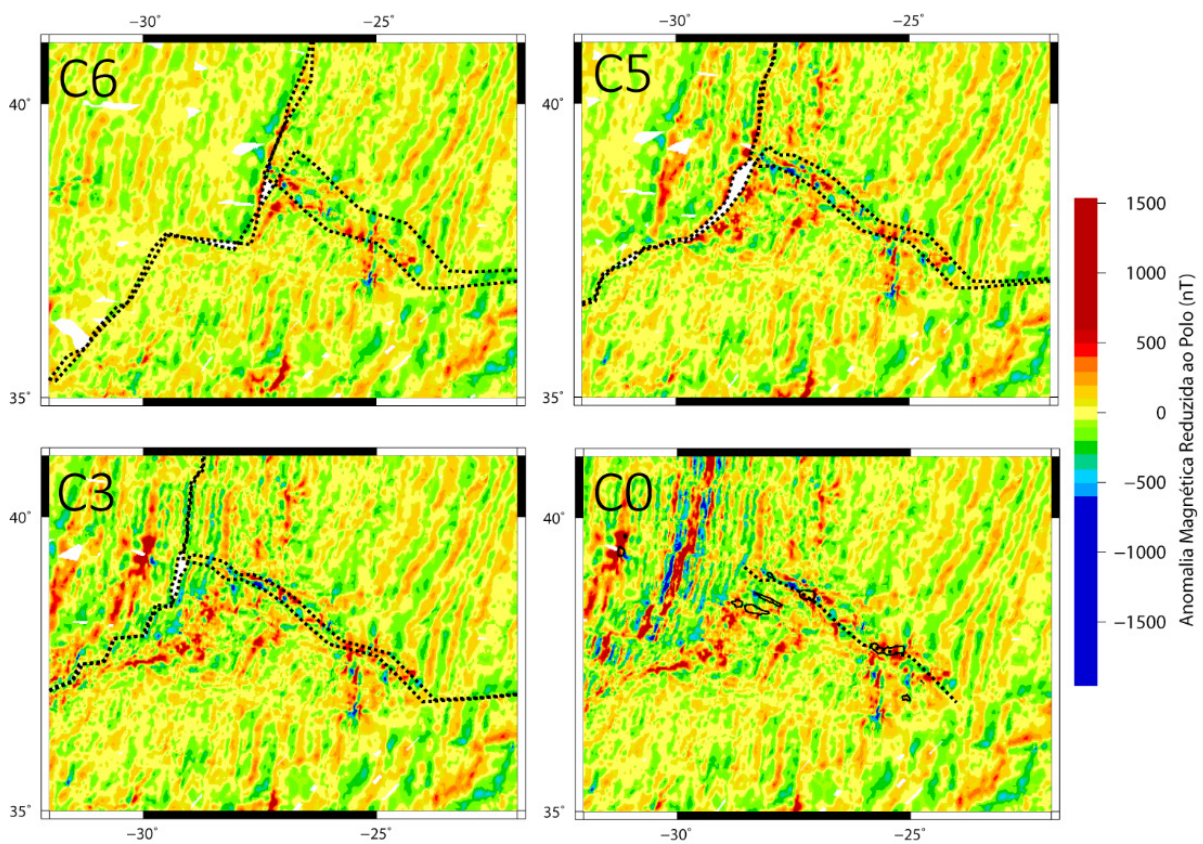


FIGURA 3
Reconstituições rígidas do *rift* da Terceira para as isócronas magnéticas C6 (~20 Ma), C5 (~10 Ma), C3 (~5 Ma) e atual, onde é possível avaliar a variação da extensão observada durante este período.

2014), estimar as configurações anteriores da junção tripla dos Açores. A velocidade de abertura entre as três placas (EU, NU e NAM) não foi constante ao longo dos últimos 27 Ma: Mercureev e deMets (2008) reprocessaram um conjunto muito grande de perfis magnéticos obtidos ao longo de décadas de forma analógica. Concluíram que entre ~7.5 e ~6.5 Ma se verificou uma diminuição rápida da velocidade de abertura (ca. 24 mm/ano para 20 mm/ano na latitude dos Açores. Trabalhos similares realizados para o par NU-NA permitiu concluir que essa diminuição se verificou igualmente e com uma magnitude ainda superior (Mercureev e deMets, 2012, Miranda e coautores, 2014). Este foi provavelmente o mecanismo que conduziu ao estabelecimento da configuração atual dos Açores, que corresponde ao fim da fase “construtiva” da plataforma açoriana e ao início da sua tectonização intensiva (Miranda e coautores, 2014).

O PROCESSO INICIAL DE ABERTURA OCEÂNICA NA IBÉRIA

O estabelecimento da posição relativa dos diferentes blocos litosféricos antes da abertura do atlântico não pode ser diretamente alcançado pela análise das anomalias magnéticas, porque é anterior ao alastramento oceânico estável, e envolve sempre a quantificação dos episódios extensivos da fase de *rifting* Olivet (1978). Na ausência de isócronas magnéticas (como é o caso do par IB-NAM para idades anteriores à C33r), a aproximação mais promissora é das técnicas paleomagnéticas.

As curvas de deriva aparente do polo (APWP) da Ibéria e da África estão relacionadas entre si pelos polos eulerianos finitos de rotação. Neres *et al.* (2013) utilizou como ponto de partida a cinemática estabelecida por Labails e coautores (2004) para a isócrona M22, e o par AF-NAM. Mostrou que, independentemente dos modelos propostos para o APWP da Ibéria, é possível obter uma reconstituição robusta da Ibéria relativamente às outras duas placas, implicando isso uma rotação da IB em relação à EUR de 28.º nos últimos 150 Ma, sendo o polo localizado no centro da França. A reconstituição está de acordo com o trabalho inicial de Silva e co-autores (2000), particularmente no que diz respeito à sutura do Iapetus. Isto sugere que a extensão pós 150 Ma teve uma pequena componente de desligamento. Contudo, não se verifica o mesmo acordo nas fronteiras IB-NAM e IB-AF, o que sugere nesta área uma história mais complexa.

PROBLEMAS EM ABERTO

O período entre C33r e C6c é habitualmente descrito como um período de abertura razoavelmente homogéneo. Contudo, uma análise mais cuidada da geometria das isócronas magnéticas na região fronteira à falha da Glória, mostra claramente que a fronteira “Açores-Gibraltar” poderá ter tido configurações alternativas a sul. A reconstituição ao tempo da isócrona C25, que corresponde ao início da abertura entre a Noruega e a Gronelândia (e.g. Seton *et al.*, 2012), corresponde também em princípio a uma geometria diferente no que respeita à “fronteira sul da placa ibérica”, e à sua cinemática no período anterior à formação da junção tripla dos Açores.

A isócrona M0 pode ser identificada de forma inequívoca na margem norte-americana até à latitude 40N. Rodando esta isócrona utilizando parâmetros cinemáticos NAM-AF, só existe acordo robusto até à latitude 35N. Para norte destes limites, a complexidade é muito maior e não pode ser explicada por uma simples rotação rígida. Na margem ibérica, existe um bloco claramente discordante, caracterizado

por anomalias magnéticas subparalelas, com polarizações alternadas, típicas do alastramento oceânico regular. Nem o prolongamento da isócrona M0 africana para norte, nem o prolongamento da anomalia Tore-Madeira para sul têm suporte na interpretação magnética. A explicação mais provável parece ser a de que esta anomalia não corresponde a uma isócrona e que o processo de formação é posterior a M0.

AGRADECIMENTOS

Joaquim Luis, Elsa Silva, Marta Neres, Nuno Lourenço, Rui Fernandes, Maria Ana Baptista, Luis Mendes-Victor e António Ribeiro.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 3 DE NOVEMBRO DE 2016)

REFERÊNCIAS

- Barnett-Moore, N., M. Hosseinpour, and S. Maus (2016), *Assessing discrepancies between previous plate kinematic models of Mesozoic Iberia and their constraints*, *Tectonics*, 35, doi:10.1002/ 2015TC004019.
- Calais, E., DeMets, C., & Nocquet, J. M. (2003). *Evidence for a post-3.16-Ma change in Nubia–Eurasia–North America plate motions?* *Earth and Planetary Science Letters*, 216(1), 81-92.
- Davies, G. F., & Brune, J. N. (1971). *Regional and global fault slip rates from seismicity*. *Nature*, 229(4), 101-107.
- Dietz, R. S. (1961). *Continent and ocean basin evolution by spreading of the sea floor*. *Nature*, 190(4779), 854-857.
- Freire Luis, J., J. M. Miranda, P. Patriat, A. Galdeano, J. C. Rossignol, and L. A. Mendes Victor (1994), *The Azores triple junction evolution since 10 Ma from an aeromagnetic survey of the Mid-Atlantic Ridge*, *Earth Planet. Sci. Lett.*, **125**, 439–459.
- Galdeano, A. (1980), *La cartographie aéromagnétique du sud-ouest de l'Europe et de la région Afar: Réalisation, méthodes de traitement, applications géodynamiques*, Ph.D. thesis, Univ. Paris VII, Paris.
- Gradstein, F. M., J. G. Ogg, and A. G. Smith (2004), *Ageologic time scale 2004*, *Lethaia*, 37(2), 175–181, doi:10.1080/00241160410006483.
- Hellinger, S. J. (1979). *The statistics of finite rotations in plate tectonics*, PhD thesis, MIT, 172 pp.
- Heirtzler, J. R., Dickson, G. O., Herron, E. M., Pitman, W. C., & Le Pichon, X. (1968). *Marine magnetic anomalies, geomagnetic field reversals, and motions of the ocean floor and continents*. *Journal of Geophysical Research*, 73(6), 2119-2136.
- King, S. D., Lowman, J. P., & Gable, C. W. (2002). *Episodic tectonic plate reorganizations driven by mantle convection*. *Earth and Planetary Science Letters*, 203(1), 83-91
- Klitgord, K. D., and H. Schouten (1986), *Plate kinematics of the central Atlantic*, in *The Western North Atlantic Region*, vol. M, edited by P. R. Vogt, and B. E. Tucholke, pp. 351–378, Geol. Soc. of Am., Boulder, Colo.
- Krause, D., and N. Watkins (1970), *North Atlantic crustal genesis in the vicinity of the Azores*, *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, 19, 261–283.
- Le Borgne, E., Le Mouél, J. L., & Le Pichon, X. (1971). *Aeromagnetic survey of south-western Europe*. *Earth and Planetary Science Letters*, 12(3), 287-299.
- Le Pichon, X. (1968). *Sea-floor spreading and continental drift*. *Journal of Geophysical Research*, 73(12), 3661-3697.
- Le Pichon, X., J.-C. Sibuet, and J. Francheteau (1977), *The fit of the continents around the North Atlantic Ocean*, *Tectonophysics*, 38, 169–209
- Lithgow-Bertelloni, C., & Richards, M. A. (1995). *Cenozoic plate driving forces*. *Geophysical Research Letters*, 22(11), 1317-1320.
- Lourenço, N., J. F. Luis, J. M. Miranda, A. Ribeiro, and L. A. Mendes Victor (1998), *Morphotectonic analysis of the Azores Volcanic Plateau from a new bathymetric compilation of the area*, *Mar. Geophys. Res.*, **20**, 141–156.
- Luis, J. F., & Miranda, J. M. (2008). *Reevaluation of magnetic chrons in the North Atlantic between 35 N and 47 N: implications for the formation of the Azores Triple Junction and associated plateau*. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 113(B10).
- Luis, J. M., & Miranda, J. (2012). *A refined age grid for the Central North Atlantic*. In *AGU Fall Meeting Abstracts* (Vol. 1, p. 1142).

- Malod, J. A., & Mauffret, A. (1990). Iberian plate motions during the Mesozoic. *Tectonophysics*, 184(3-4), 261-278.
- Matthews, D. H., & Williams, C. A. (1968). Linear magnetic anomalies in the Bay of Biscay: a qualitative interpretation. *Earth and Planetary Science Letters*, 4(4), 315-320.
- McKenzie, D. P. (1972). Active tectonics of the Mediterranean region, *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, 30, 109-185.
- McKenzie, D. P., & Parker, R. L. (1967). The North Pacific: an example of tectonics on a sphere. *Nature*, 216, 1276-1280.
- McKenzie, D. P., & Morgan, W. (1969). Evolution of triple junctions. *Nature*, 224, 125-133.
- Miranda, J. M., and A. Pais (1997), Calculation of detailed component maps combining SCHA and digital filtering, *J. Geomag. Geoelectr.*, 49, 373-386.
- Miranda, J. M., Luis, J. F., Lourenço, N., & Santos, F. M. (2005). Identification of the magnetization low of the Lucky Strike hydrothermal vent using surface magnetic data. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 110(B4).
- Miranda, J. M., J. Freire Luis, I. Abreu, L. A. Mendes Victor, A. Galdeano, and J. C. Rossignol (1991), Tectonic framework of the Azores Triple Junction, *Geophys. Res. Lett.*, 18, 1421-1424.
- Morgan, W. J. (1968). Rises, trenches, great faults, and crustal blocks. *Journal of Geophysical Research*, 73(6), 1959-1982.
- Olivet, J. L., Bonnin, J., Beuzart, P., & Auzende, J. M. (1984). Cinématique de l'Atlantique nord et central. Publications du CNEXO Série Rapports scientifiques et techniques, 54, 1-108.
- Olivet, J.-L. (1978). Un nouveau modèle d'évolution de l'Atlantique Nord et central, 230 pp., Ph.D. dissertation, Univ. Paris VII, Paris.
- Pitman, W. C., and M. Talwani (1972), Sea-floor spreading in the North Atlantic, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 83, 619-646.
- Richards, M. A., & Lithgow-Bertelloni, C. (1996). Plate motion changes, the Hawaiian-Emperor bend, and the apparent success and failure of geodynamic models. *Earth and Planetary Science Letters*, 137(1), 19-27.
- Ries, A. C. (1978). The opening of the Bay of Biscay-a review. *Earth-Science Reviews*, 14(1), 35-63.
- Roest, W. R., and S. P. Srivastava (1991), Kinematics of the plate boundaries between Eurasia, Iberia, and Africa in the North Atlantic from the Late Cretaceous to the present, *Geology*, 19(6), 613-616.
- Royer J-Y and Chang T. (1991) Evidence for relative motion between the Indian and Australian plates during the last 20 Myr from plate tectonic reconstructions: implications for the deformation of the Indo-Australian plate. *J. geophys. Res.*, 96, 11 779-11902.
- Russell, S. M., & Whitmarsh, R. B. (2003). Magmatism at the west Iberia non-volcanic rifted continental margin: evidence from analyses of magnetic anomalies. *Geophysical Journal International*, 154(3), 706-730.
- Sabaka, T.J., N. Olsen and M.E. Purucker, 2004, Extending comprehensive models of the Earth's magnetic field with Ørsted and CHAMP data, *Geophys. J. Int.* 159, 521-547.
- Sahabi, M., Aslanian, D., & Olivet, J. L. (2004). A new starting point for the history of the central Atlantic. *Comptes Rendus Geoscience*, 336(12), 1041-1052.
- Searle, R. (1980), Tectonic pattern of the Azores spreading centre and triple junction, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 51, 415-434.
- Seton, M., Müller, R. D., Zahirovic, S., Gaina, C., Torsvik, T., Shephard, G.,... & Chandler, M. (2012). Global continental and ocean basin reconstructions since 200Ma. *Earth-Science Reviews*, 113(3), 212-270.
- Sibuet, J. C., & Collette, B. J. (1991). Triple junctions of Bay of Biscay and North Atlantic: New constraints on the kinematic evolution. *Geology*, 19(5), 522-525.
- Sibuet, J., Srivastava, S., Manatschal, G., 2007. Exhumed mantle-forming transitional crust in the Newfoundland-Iberia rift and associated magnetic anomalies. *Journal of Geophysical Research* 112, B06105.
- Srivastava, S. P., and C. R. Tapscott (1986), Plate kinematics of the North Atlantic, in *The Geology of the North America*, vol. M., *The Western North Atlantic Region*, edited by P. R. Vogt, and B. E. Tucholke, pp.379-404, *Geol. Soc. of Am.*, Boulder, Colo.
- Srivastava, S. P., Roest, W. R., Kovacs, L. C., Oakey, G., Levesque, S., Verhoef, J., & Macnab, R. (1990). Motion of Iberia since the Late Jurassic: results from detailed aeromagnetic measurements in the Newfoundland Basin. *Tectonophysics*, 184(3-4), 229-260.
- Srivastava, S. P., H. Schouten, W. R. Roest, K. D. Klitgord, L. C. Kovacs, J. Verhoef, and R. Macnab (1990b), Iberian plate kinematics: A jumping plate boundary between Eurasia and Africa, *Nature*, 344, 756-759.
- Srivastava, S.P., Sibuet, J.C., Cande, S., Roest, W.R., Reid, I.D., 2000. Magnetic evidence for slow seafloor spreading during the formation of the Newfoundland and Iberian margins. *Earth and Planetary Science Letters* 182, 61-76.
- Tucholke, B. E., & Ludwig, W. J. (1982). Structure and origin of the J anomaly Ridge, western North Atlantic Ocean.
- Verhoef, J., W. R. Roest, R. Macnab, and J. Arkani-Hamed (1996), Magnetic anomalies of the Arctic and North Atlantic oceans and adjacent land areas, *Open File Rep. 3125a*, *Geol. Surv. of Can.*, Ottawa, Ont.

- Vine, F. J., & Matthews, D. H. (1963). Magnetic anomalies over oceanic ridges. *Nature*, 199(4897), 947-949.
- Vine, F. J., & Wilson, J. T. (1965). Magnetic anomalies over a young oceanic ridge off Vancouver Island. *Science*, 150(3695), 485-489.
- Vogt, P. R., and W. Y. Jung (2003), The Terceira Rift as hyper-slow, hotspot-dominated oblique spreading axis: A comparison with other slow-spreading plate boundaries, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 218, 77-90.
- Williams, C. A. (1973). A fossil triple junction in the NE Atlantic west of Biscay.
- Williams, C. A. (1975). Sea-floor spreading in the Bay of Biscay and its relationship to the North Atlantic. *Earth and Planetary Science Letters*, 24(3), 440-456.
- Wilson, R. C. L. (1975). Atlantic opening and Mesozoic continental margin basins of Iberia. *Earth and Planetary Science Letters*, 25(1), 33-43.

Anatomia artística do Renascimento em Itália (IV)

Pintura do Proto-Renascimento no Século XV em Florença (III)

3.^a Geração de Pintores (1464-1500)

J. A. ESPERANÇA PINA

A 3.^a geração de pintores, entre 1464 e 1500, foi marcada por Lourenço de Médicis, o Magnífico, falecido em 1492.

1. ANTONIO DEL POLLAIUOLO (1432-1498)

Antonio del Pollaiuolo foi um pintor, escultor, gravador e ourives em Florença, que com seu irmão Piero del Pollaiuolo, dirigiram uma das melhores oficinas de Florença. Sandro Botticelli foi o seu discípulo mais importante. Realizou nus masculinos, realçando as referências ósteo-musculares. Praticou com seu irmão dissecções cadavéricas melhorando os seus conhecimentos anatómicos. As suas pinturas oscilam entre a brutalidade e a acalmia.

David vitorioso (1472). Staatliche Museen, Berlim. O David é surpreendentemente pequeno, ao contrário do sugerido pelo heroísmo bíblico, com corpo atlético, mas um esbelto jovem florentino. A mímica exprime altivez.

Hércules e Anteu (1472). Galeria dos Uffizi, Florença. O herói era uma figura mitológica e esmaga o invencível gigante Anteu. O herói cerra os maxilares pelo esforço, segura o inimigo no ar, com os braços flectidos apertando-lhe a caixa torácica e impedindo-o de inspirar, enquanto este grita e tenta resistir até morrer asfixiado.

Hércules e a hidra (1475). Galeria dos Uffizi, Florença. Trata-se de um herói e um monstro com várias cabeças, onde Hércules mostra a musculatura contraída. Esta pintura provavelmente foi feita quando Antonio del Pollaiuolo realizava dissecções anatómicas, logo o corpo humano apresenta-se mais realista. Hércules ataca o monstro com um cacete irregular e apresenta uma fâcies fatigada, cuja mímica exprime dureza e energia.

Mulher jovem (1460-65). Museu Poldi Pezzolli, Milão. Tem um pescoço longo, cabelo dourado, pele branca pérola, olhos brilhantes, íris azulada e lábios rosados, transmitindo à figura uma grande beleza. As vestes luxuosas e as jóias que ostenta, com as numerosas pérolas que lhe seguram o penteado, sugerem tratar-se do traje de casamento.

2. ANDREA DEL VERROCCHIO (1435-1488)

Andrea del Verrocchio nasceu em Florença, foi escultor, ourives e pintor e trabalhou na corte de Lourenço de Médicis, sendo um dos maiores artistas do seu tempo. Entre os seus discípulos incluem-se Leonardo da Vinci, Sandro Botticelli, Pietro Perugino, Domenico Ghirlandaio e também influenciou Miguel Ângelo.

Batismo de Cristo (1472-75). Galeria dos Uffizi, Florença. Andrea del Verrocchio fez a maior parte da pintura e Leonardo da Vinci pintou o anjo da esquerda que segura a túnica de Cristo, e a paisagem do fundo à esquerda, diferente da direita. Cristo quase sem roupa, em pé no leito pedregoso do Rio Jordão, a ser baptizado por São João Baptista. As referências cutâneas do santo estão muito bem marcadas entre as quais se referem: maxila, margem infra-orbital, sulco naso-geniano, sulco naso-labial, filtro, fosseta mediana, relevos do músculo esternocleidomastoideu com os seus fascículos esternal e clavicular, músculo omo-hióideu, músculo trapézio, esterno e fascículos dos músculos peitorais maiores.

3. SANDRO BOTTICELLI (1445-1510)

Nasceu e morreu em Florença com 65 anos. Foi discípulo de Fra Filippo Lippi e influenciado por Masaccio. Pertencia à escola florentina sob o patrocínio de Lourenço de Médicis na idade de ouro da pintura renascentista. Pintou também para o Vaticano, produzindo três frescos para a Capela Sistina. Foi destacado retratista, sendo um dos pintores mais disputados do seu tempo, apresentando figuras humanas com correcta anatomia de superfície. Realizou pinturas religiosas e mitológicas. As suas pinturas tardias revelam um expressionismo trágico, talvez resultante da influência de Savonarola.

Pinturas religiosas

Madona e Menino com um anjo (1470). Isabella Stewart Gardner Museum, Boston. A Virgem é mostrada a três quartos segurando Jesus. Um anjo oferece um cesto contendo um cacho de uvas com doze espigas de trigo. O Menino muito concentrado abençoa a oferta de trigo e uvas que simboliza o pão e o vinho da Eucaristia. A cena realiza-se num jardim murado, tendo uma paisagem com colunas e um rio. A mímica do anjo parece sugerir reflexão com grande luta íntima.

Madona do Magnificat (1480-81). Galeria dos Uffizi, Florença. A Virgem representada como Rainha do Céu está sendo coroada por dois anjos, com uma filigrana de ouro e numerosas estrelas. Ao fundo frente a uma janela de pedra observa-se uma paisagem, onde se salienta um rio. A Virgem e o Menino seguram uma romã, símbolo da Paixão, que explica a atmosfera mediática e melancólica em que se insere o quadro. Os três anjos da esquerda estão dispostos em pirâmide. Os dois anteriores estão genuflectidos e seguram um livro aberto, cuja página da direita se inicia com um “M” maiúsculo. Incentivado por Jesus, que olha a Mãe, prestes a mergulhar a pena no tinteiro para escrever as últimas frases do *Magnificat* ou *Cântico de Maria*, enquanto a mão direita de Jesus pousa no livro.

A última comunhão de São Jerónimo (1495). Metropolitan Museum of Art, Nova Iorque. O Santo, auxiliado por dois monges, ajoelha-se para receber pela última vez o sacramento que lhe é dado por Santo Eusébio. Dois acólitos ostentam velas acesas. A cena acontece na cela de São Jerónimo, construída por juncos, e a cabeceira da cama tem um crucifixo e três ramos de palmeiras. A mímica de São Jerónimo exprime meditação contemplativa, e a mímica de Santo Eusébio revela atenção pendente com compaixão.

Pinturas de retratos

Homem jovem (1469). Galeria Palatina (Palácio Pitti), Florença. O jovem que olha para o observador, veste uma espécie de capa apertada vermelha e toucado castanho prolongado para o ombro esquerdo. A mímica sugere reflexão arrogante.

Jovem desconhecido com a medalha de Cosimo de Médicis (1474). Galeria dos Uffizi, Florença. A figura oculta parcialmente uma paisagem fluvial ampla e luminosa. Tem os cabelos compridos e um gorro vermelho na cabeça, e a roupa demonstra pertencer à classe média-alta. Com grandes mãos e longos dedos, apresenta um anel no dedo mínimo esquerdo. Segura uma medalha de ouro de Cosimo de Médicis, fundador da dinastia dos Médicis. A mímica insinua desconfiança e atenção prudente com olhar longínquo e distante.

Giuliano de Médicis (1478). Staatliche Museen, Berlim. O irmão mais novo de Lourenço, o Magnífico foi assassinado em 1478 na Catedral de Florença durante o domingo de Páscoa, por membros da família Pazzi, banqueiros rivais. A pomba faz alusão à passagem da morte para a vida eterna. As pálpebras fechadas sugerem que o retrato foi pintado a partir de uma máscara mortuária. A mímica sugere altivez com arrogância.

Mulher jovem (1480-85). Städelscher Kunstinstitut, Frankfurt. Pode tratar-se de Simonetta Vespucci, um membro proeminente do círculo Médicis. Tem grande beleza, o cabelo ornamentado com pérolas e o penteado com tranças. A personagem tem um colar com medalhão representando Apolo e Mársias. A mímica exprime fascinação atraente.

Homem jovem (1483). National Gallery, Londres. Apresenta-se com roupas acastanhadas e um gorro vermelho. Parece orgulhoso, com olhos castanhos desafiando-nos a entendê-lo, parecendo ter algo escondido e inexplicável. A mímica insinua luta íntima com abatimento.

Homem jovem (1475-80). National Gallery of Art, Washington. Os seus cabelos castanhos cobrem as orelhas, tendo um gorro vermelho e um gibão azulado. O olhar brilhante é confiante e leal, e a mímica sugere contemplação cativante.

Lorenzo di Ser Piero Lorenzi (1490-95), Philadelphia Museum of Art, Philadelphia. Está vestido com uma túnica vermelha contrastando com a fúcie esbranquiçada. A fúcie apresenta sulcos muito pronunciados e profundos: verticais na raiz do nariz, naso-genianos, mento-labiais, mentual, filtro e fosseta mediana. A mímica exprime inquietação e insatisfação.

Jovem (1495). Museu do Louvre, Paris. Sobre os cabelos castanhos cobrindo as orelhas assenta um gorro preto e veste um gibão negro. A pele da fúcie é pálida, os sulcos orbito-palpebrais e a fenda palpebral definidos, os lábios anémicos, as íris acastanhadas e as escleras um pouco ictéricas. As referências ósseas zigomática, da maxila, do corpo da mandíbula, da protuberância mentual e dos dois tubérculos mentuais estão bem marcadas. A mímica insinua um ar melancólico, calmo e um olhar profundo e estranhamente triste.

Pinturas alegóricas

Primavera (1482). Galeria dos Uffizi, Florença.

A *Primavera* também conhecida por *Alegoria da Primavera* apresenta um grupo de divindades mitológicas clássicas, sendo seis femininas e duas masculinas, reunidas num frondoso jardim com laranjeiras, pinheiros e loureiros. As figuras apoiam cuidadosamente os pés no chão, coberto com diversos tipos de flores, temendo danificar o esplêndido prado. No centro está Vénus, a deusa do amor e da beleza. Por cima da sua cabeça, Cupido dispara uma flecha de amor em direcção às Graças, que dançam com as mãos unidas. À esquerda, Mercúrio protege o jardim da deusa do amor e da beleza. Na extrema-direita Zéfiro, o deus do vento, altera a paz e a harmonia do ambiente. O deus alado avança entre ramos de loureiro para apanhar a ninfa Clóvis. Junto à ninfa encontra-se Flora, a deusa da primavera, que avança espalhando flores.

Vénus, Cupido e as Três Graças. Vénus encontra-se no centro do jardim primaveril, repleto de flores e de plantas. As murtas, plantas arbustivas, têm muitos ramos com folhas coriáceas. A deusa levanta a mão parecendo convidar os observadores a entrarem no seu reino. Cupido vendado dispara flechas de amor em direcção às três Graças. Estas dançam com as mãos unidas e os véus transparentes que as cobrem, permitem observar a beleza dos seus corpos.

As Três Graças e Mercúrio. As Três Graças dançam com as mãos unidas. As mãos levantadas e justapostas, palma contra palma, sugerem um encontro. As mãos baixas e apenas entrelaçadas mostram ausência de qualquer conflito. *Castitas*, no centro das irmãs, não tem adornos, um penteado simples e revela tristeza e melancolia. *Voluptas*, situada à esquerda com os cabelos soltos, traduz paixão. *Pulchritud* exibe a beleza no seu esplendor. *Mercúrio*, à esquerda, protege o jardim da deusa do amor, com clâmide vermelho, adaga na cintura e capacete. Ostenta dois distintivos do mensageiro dos deuses: as sandálias aladas e o caduceu. Na mão direita, o caduceu, que desfaz as nuvens, é um bastão em torno do qual se entrelaçam duas serpentes e a parte superior está adornada com asas.

Zéfiro, Clóvis e Flora. Zéfiro, o deus do vento, altera a paz e a harmonia do ambiente. O deus alado avança para apanhar a ninfa Clóvis. Esta vira a cabeça para o homem que a persegue, enquanto as flores que projecta pela boca se depositam no vestido de Flora, a deusa das flores e da juventude, que avança à sua frente distribuindo flores. Flora é atraente e cativante. A mímica expressa com espontaneidade o seu pensamento traduzido por volúpia.

Minerva e Centauro (1482). Galeria dos Uffizi, Florença.

Minerva e o Centauro representa a vitória da castidade sobre a volúpia. O Centauro personifica a volúpia, cujo principal prazer era de capturar ninfas inocentes. Um centauro, misto de cavalo e de homem, tem um arco e flechas e tenta entrar numa zona ocupada por Minerva. A deusa da sabedoria tem um vestido transparente, decorado com ramos de oliveira e anéis entrelaçados em grupos de três e envolvida por um grande manto verde. Os mamilos estão representados por diamantes. Os pés calçam botas de couro, abertas como sandálias. Está armada com um escudo nas costas e alabarda e com a mão direita agarra os cabelos do centauro. O centauro volta a cabeça com cabelos longos e barba. A mímica é típica da dureza agressiva com dois sulcos metópicos, um sulco horizontal e outro vertical na raiz do nariz e dois sulcos verticais nas bochechas. Minerva tem os longos cabelos adornados com uma coroa de ramos de oliveira, entrelaçados com um diamante. A mímica revela altivez cautelosa.

Vénus e Marte (1483). Galeria dos Uffizi, Florença.

Vénus e Marte mostra a deusa do amor, elegantemente vestida, a vigiar Marte dormindo desnudado. Os sátiros, que pertencem ao séquito de Baco, o deus do vinho, têm patas de cabrito, chifres e cauda. Um dos sátiros sopra com um búzio na orelha de Marte e os outros brincam com a lança, elmo e couraça do deus guerreiro. A cena representa a vitória do amor sobre a guerra. É de salientar uma bem evidenciada anatomia de superfície nas diferentes regiões do corpo de Marte.

O Nascimento de Vénus (1465). Galeria dos Uffizi, Florença.

Vénus, a deusa sensual, emerge nua da espuma do mar numa concha flutuando na água. Tem os cabelos longos e dourados, a mão direita no seio esquerdo e a mão esquerda, conduz a longa cabeleira

até ocultar o sexo. À esquerda, Zéfiro, o deus do vento, abraçado à brisa Aura, sua eterna companheira, a empurrá-la com os seus sopros para a margem de uma ilha e estão ambos rodeados de flores. Em terra firme é esperada por uma das Horas, que representa a primavera, segurando um manto bordado com flores para cobrir a deusa do amor. A anatomia de superfície de Vénus não é realista, tal como encontra o pescoço cilindróide, as regiões escapulares deformadas e o cotovelo direito excessivamente agudo. A mímica é cativante e sensual.

A calúnia de Apeles (1494-95). Galeria dos Uffizi, Florença.

A *calúnia de Apeles* é apresentada numa grande lógia com três arcos em abóbada, decorada com baixos-relevos e esculturas, com a inclusão de dez personagens. No trono do *Rei Midas*, o juiz mau, ladeado por duas mulheres que simbolizam a *Ignorância* e a *Suspeita*, com gestos de súplica transmitem maus conselhos às orelhas de burro do rei. Perante o assédio das mulheres, o rei inclina-se para diante e estende a mão como pedindo ajuda a Hale. Em frente do rei está *Hale*, uma figura masculina, com hábito de monge e capuz, em que a mão com comprimento anormal exprime um gesto agressivo. *Calúnia* com a mão esquerda segura uma tocha acesa, símbolo da falsidade que ela difunde, enquanto a mão direita arrasta um *jovem inocente*, coberto com uma tanga. A nudez do jovem simboliza a inocência que define com as mãos em prece. A *Traição* e o *Engano*, servas da Calúnia, arranjam-lhe o cabelo e embelezam-na com rosas e fitas brancas. Mais atrás, à esquerda está *Penitência*, uma idosa vestida com um manto negro, que oculta a roupa esfarrapada. A idosa dirige o seu olhar malicioso para a *Verdade*, nua, que aponta para o céu com o dedo indicador. A sua nudez relaciona-a com o jovem inocente que também eleva as mãos em prece para o céu, o reino da justiça.

Pinturas de frescos

Capela Sistina, Vaticano (1481-82)

As provações de Moisés, as punições de Coré, Datã e Abirão e as tentações de Cristo, em três episódios, apresentam Moisés, o líder dos hebreus, legislador e profeta com vestes alaranjadas, o que o distingue das restantes personagens.

As *provações de Moisés*. Moisés mata com a espada um egípcio que maltratou um judeu. Próximo de um templo, uma mulher consola o judeu maltratado. Depois de maltratar/matar o egípcio, Moisés põe-se em fuga. Moisés dispersa um grupo de pastores que estão impedindo as filhas de Jetro (incluindo a sua futura mulher Zípora) de dar água ao seu gado. Moisés retira água do poço para dar de beber às ovelhas. Moisés descalça as sandálias. Deus ordena a Moisés para libertar o seu povo do Egito. Moisés inicia o êxodo guiando os judeus à Terra Prometida.

As *punições de Coré, Datã e Abirão*. A pintura representa uma rebelião dos hebreus contra Moisés e seu irmão Arão. Moisés está representado como um velho de longa barba branca, vestido de amarelo e um manto verde-azeitona. Os revoltosos ameaçam apedrejar Moisés, exigindo a sua substituição por outro líder, que os leve de volta ao Egito. Josué (substituto de Moisés após a sua morte) coloca-se entre os rebeldes e Moisés, protegendo-o da lapidação. Moisés diante de um altar invoca o nome de Jeová (o Deus de Israel no Antigo Testamento), contra os rebeldes. Os inimigos cambaleiam e caem no chão. Arão, como sumo-sacerdote, balança o incensário. Na presença de Moisés, os rebeldes são castigados, à excepção dos filhos de Coré, que permaneceram imunes ao castigo divino. No centro encontra-se o Arco de Triunfo de Tito.

As tentações de Cristo. Na pintura, as três tentações de Cristo são feitas por Satanás disfarçado de monge. No cimo da montanha, o diabo desafia Cristo para transformar pedras em pão. Sobre um templo o diabo tenta persuadir Cristo a lançar-se ao solo. No cimo de outra montanha, o diabo mostra a Cristo o esplendor das riquezas e as belezas da terra, dando-lhe tudo e todo o poder, desde que se curve perante ele e que negue a Deus. Atrás, três anjos preparam uma mesa para celebração da Eucaristia. Cristo acompanhado por quatro anjos desce a montanha, para assistir à purificação do leproso. No primeiro plano, o jovem vestido de branco, a quem Jesus curou de lepra, apresenta-se ao Sumo-Sacerdote, para que ele possa ser declarado limpo. A fachada pertence ao Hospital de Santo Espírito, em Sássia, Roma, construído por Sisto IV.

4. DOMENICO GHIRLANDAIO (1449-1494)

Nasceu em Florença em 1449 e morreu de peste na mesma cidade em 1494. Foi contemporâneo de Sandro Botticelli e de Filippino Lippi. Formou numerosos pintores, sendo Miguel Ângelo um dos seus discípulos. Foi chamado a Roma pelo Papa Sisto IV para pintar na Capela Sistina o fresco *Vocação dos Apóstolos*. Depois em Florença pintou os frescos da Capela Sassetti de Santa Trinita, sobre a vida de São Francisco de Assis, e os frescos da Capela Tornabuoni de Santa Maria Novella, sobre a Virgem e São João Baptista.

Pinturas religiosas

Adoração dos Magos (1488). Hospital dos Inocentes, Florença. A Madona com o Menino ocupa uma posição central mostrando modéstia, beleza e graça. Dois Reis Magos estão genuflectidos, um beija o pé de Jesus e outro, com a mão no peito, segura um cálice ricamente decorado. À esquerda, ajoelhado está São João Baptista com a cruz apontando para o Menino e à direita São João Evangelista. Cada um apresenta uma das crianças feridas no Massacre dos Inocentes. À direita, três homens ricamente vestidos com jóias e coifas requintadas são os principais financiadores do hospital. As mímicas sugerem reflexão expectante. À esquerda está o doador vestido de preto com mímica exprimindo sujeição e o próprio Ghirlandaio, com um manto amarelo, olha para Jesus com mímica de contemplação.

Santo Estêvão (1490-94). Szépművészeti Múzeum, Budapeste. Foi um dos primeiros diáconos, da igreja nascente, a pregar os ensinamentos de Cristo. Foi detido pelas autoridades judaicas, condenado por blasfémia e sentenciado por lapidação. Apresenta duas feridas incisadas nas regiões frontal e parietal, e, apesar do sofrimento e das dores, a sua mímica exprime brandura.

Pinturas de retratos

Giovanna Tornabuoni (1488). Museu Thyssen-Bornemisza, Madrid. A jovem pertencia a uma das mais ilustres famílias florentinas e morreu aos 20 anos em trabalho de parto. Tem um sumptuoso vestido brocado a ouro, adornos muito elaborados com um rubi e três pérolas. Os traços da figura reproduzem o ideal da beleza feminina, a fronte alta, pescoço longo, fâcies perfeita e pele clara. Apesar da posse estática de perfil oculta o olhar e transmite dignidade.

Homem velho e seu neto (1490). Museu do Louvre, Paris. O avô segura o jovem com cabelos louros encaracolados. O sorriso bondoso do idoso e o olhar confiante da criança bem como o gesto de ternura

traduzem a afecção que os une. A luz permite realçar os cabelos grisalhos, as rugas na fâcies e sobretudo o nariz deformado por causa da sua rinofima, doença que hipertrofia as glândulas sebáceas do nariz, formando nódulos eritematosos. A esta mímica opõem-se a perfeição nas feições no perfil do jovem com nariz fino e lábios delicados.

Pinturas de frescos

Igreja Ognissanti, Florença.

São Jerónimo em estudo (1480). Representado de perfil direito o santo barbudo e calvo, que veste uma túnica vermelha. Está sentado na mesa de trabalho, pensativo, com a cabeça apoiada na mão esquerda, e com estilete traduz a Bíblia. A mímica expressa o pensamento de reflexão com meditação e ponderação.

Capela Sistina, Vaticano.

Vocação dos Apóstolos (1481). Na margem do lago da Galileia, numerosa multidão assiste ao chamamento dos apóstolos. Jesus chama os primeiros Apóstolos. Pedro e seu irmão André, que no barco se preparam para puxar as redes. Pedro e André estão ajoelhados perante Jesus, que lhes diz “Vinde, eu vos farei pescadores de homens”. Ao fundo à esquerda, Jesus chama dois outros irmãos, Tiago Maior e João, ainda dentro do barco.

Basílica de Santa Trinita, Capela Sassetti, Florença.

Capela Sassetti. É uma capela de estilo gótico com um arco ogival. Francisco Sassetti encomendou os frescos da capela a Ghirlandaio, o pintor mais famoso de Florença, que os pintou nas três paredes da capela, onde se encontra o seu túmulo e de sua mulher, Nera Corsi Sassetti. Francisco Sassetti era um rico banqueiro e membro da comitiva dos Médicis, sendo o dirigente do Banco Médicis.

Constituição dos frescos (1483-86). O mural central apresenta em baixo os doadores, ladeando a adoração dos pastores; no meio a ressurreição de uma criança; e em cima, a confirmação das regras franciscanas. O mural esquerdo tem em baixo os estigmas de São Francisco, e em cima a renúncia aos bens materiais. O mural direito tem em baixo as exéquias de São Francisco, e em cima, a prova de fogo perante o sultão.

Mural central

Aspecto geral dos frescos. O mural central apresenta em baixo os doadores, ladeando a adoração dos pastores; no meio a ressurreição de uma criança; e em cima, a confirmação das regras franciscanas.

Adoração dos pastores e doadores. Os doadores Francesco e Nera Corsi Sassetti ladeiam a pintura principal, a adoração dos pastores.

Adoração dos pastores. É considerada uma das obras-primas de Ghirlandaio e mostra a influência da escola flamenga. Maria está ajoelhada em adoração com tranquilidade diante do filho. São José volta-se para ver um grande cortejo iniciado pelos Reis Magos, que já se aproxima. A manjedoura, com a vaca e o burro é um sarcófago romano antigo. Atrás de Maria estão alguns utensílios, como a ceta de um cavalo, necessários ao início da viagem, e adiante de Maria estão umas pedras e um pintassilgo, símbolo da paixão e ressurreição de Cristo. Ao fundo, o arco do triunfo por onde passa o cortejo, pode significar que a era pagã já pertence ao passado e que o presente e o futuro resulta do nascimento de

Jesus, com o início do cristianismo. Os três pastores representados com muito realismo adoram o Menino. A mímica de dois pastores revela submissão e sujeição, enquanto o terceiro pastor olha para o companheiro transmitindo-lhe surpresa e talvez receio de algum acontecimento futuro.

Ressurreição de uma criança. O rapaz morreu vítima de um acidente estando rodeado por numerosas personagens em lamentação. Dois franciscanos genuflectidos pedem a ressurreição, o que aconteceu depois de São Francisco aparecer no céu e abençoar a criança.

Confirmação das regras franciscanas. O Papa Honório III sentado no trono tem São Francisco ajoelhado a seus pés, apresentando-lhe as regras da ordem franciscana. As regras são confirmadas pela bênção do sumo-pontífice. As personagens de vermelho reflectem atenção pendente e a personagem de escuro reflecte gravidade.

Mural esquerdo

Aspecto geral dos frescos. O mural esquerdo tem em baixo os estigmas de São Francisco, e em cima a renúncia aos bens materiais.

Os estigmas de São Francisco. O Santo tenta realizar a sua vida de acordo com a vida de Cristo. Dois anos antes da sua morte, através de um milagre recebe os estigmas de Cristo crucificado. Este facto passa-se no flanco de uma montanha, onde o Santo de joelhos e braços abertos olha um serafim que aparece com um crucifixo para lhe gravar os estigmas provocados pelos pregos e pela lança.

Renúncia aos bens materiais. O jovem Francisco renuncia ao mundo entregando-se à protecção da Igreja. É acolhido por um eclesiástico que o protege com o seu manto. Os acompanhantes do pai de Francisco rodeiam-no e este, horrorizado, segura um chicote e as vestes do filho.

Mural direito

Aspecto geral dos frescos. O mural direito tem em baixo as exéquias de São Francisco, e em cima, a prova de fogo perante o sultão.

Exéquias de São Francisco. O fundador da ordem dos franciscanos morto encontra-se rodeado por monges. Alguns tocam ou beijam os estigmas das mãos e dos pés. Uma personagem vestida de vermelho, incrédula, inclina-se sobre o corpo morto para verificar e palpar o estigma torácico.

A prova de fogo perante o sultão. São Francisco apresenta-se ao sultão para lhe provar a força da sua fé e o poder do seu Deus. Prontifica-se a caminhar sobre o fogo. À esquerda, os sábios islâmicos, com barba, parecem não estar dispostos a fazer o mesmo pela sua fé.

5. FILIPPINO LIPPI (1457-1504)

Nasceu em Prato, na Toscana, sendo filho ilegítimo do pintor Fra Filippo Lippi, tendo iniciado a sua aprendizagem com o pai e após a morte deste completou a aprendizagem com Sandro Botticelli.

Pinturas de retratos

Homem velho (1485). Galeria dos Uffizi, Florença. Mostra a profundidade psicológica e a humanidade do ancião. Tem a mímica típica da atenção com grande concentração com dois sulcos frontais incompletos, sulcos órbito-palpebrais muito bem marcados, sulcos naso-labiais evidentes e dois sulcos maxilo-labiais.

Pinturas de frescos**Igreja de Santa Maria de Carmine, Capela Brancacci, Florença (1481-82).**

Crucificação de São Pedro e Disputa de São Pedro e São Paulo. As duas cenas realizam-se do lado de fora das muralhas de Roma e correspondem aos últimos episódios da vida de São Pedro. À direita, a disputa de São Pedro e São Paulo com o mágico Simão na presença do Imperador Nero. À esquerda, a crucificação de São Pedro de cabeça para baixo.

Disputa de São Pedro e São Paulo. Os dois apóstolos discutem acaloradamente com o mágico Simão na presença do Imperador Nero, que tem um ídolo pagão a seus pés.

Crucificação de São Pedro. O santo está sendo pendurado de cabeça para baixo, porque ele se recusou a ser crucificado na mesma posição de Cristo. A cena tem numerosas figuras, sendo o jovem com boina preta um auto-retrato de Filippino Lippi.

A visita de São Paulo a São Pedro na prisão. O governador Teófilo tinha prendido São Pedro, mas iria libertá-lo com a condição de ressuscitar o filho morto há 14 anos. São Paulo parece transmitir a decisão da libertação, enquanto São Pedro recebe a notícia com mímica revelando benevolência e vontade de fazer bem.

A libertação de São Pedro. São Pedro foi preso pelo rei Herodes para ser executado. Um anjo liberta São Pedro e transporta-o até ao exterior da prisão, onde passa pelo último guarda também adormecido.

6. LORENZO DI CREDI (1459-1537)

Nascido em Florença em 1459 foi um pintor do renascimento italiano. Começou a trabalhar no *atelier* de Andrea del Verrocchio, e após a morte do seu mestre, herdou a direcção do atelier.

Pinturas de retratos

Homem (1504). Galeria dos Uffizi, Florença. Continua a ser uma figura desconhecida, que se encontra num interior limitado, com uma pequena janela mostrando a vista parcial de uma paisagem distante. A mímica sugere atenção prudente.

Mulher jovem (1475-80). Metropolitan Museum of Art, Nova Iorque. A figura num jardim está vestida de preto e olha para o observador, mostrando as mãos cruzadas com uma anatomia de superfície perfeita. A mímica exprime inquietação e nostalgia.

7. PIERO DI COSIMI (1462-1521)

Nasceu em Florença e foi um pintor da escola florentina do Renascimento. Tornou-se aprendiz de Cosimo Rosselli, a quem ajudou a pintar os frescos da Capela Sistina, encomendados pelo Papa Sisto IV. Inicialmente foi influenciado pela pintura flamenga, sobretudo por Hugo van der Goes. Foi famoso como pintor de retratos e demonstrou ser um verdadeiro filho do Renascimento ao pintar temas da mitologia da antiguidade clássica.

Pinturas de retratos

Giuliano de Sangallo (1500). Rijksmuseum, Amesterdão. Foi escultor, arquitecto e engenheiro militar de Lourenço de Médicis, o Magnífico. Depois da sua morte trabalhou em Roma a pedido dos Papas

Alexandre VII e Júlio II. Na balaustrada estão as ferramentas do seu ofício, a bússola e a pena. A sua aparência é formal e digna, parecendo confiante e um pouco distante.

Siminotta Vespucci (1490). Museu Condé, Chantilly. Era uma genovesa nobre que casou em Florença com Marco Vespucci, com a idade de 16 anos, sendo conhecida por ser a maior beleza da sua idade. As nuvens escuras contrastam com o busto de Siminotta. A cabeça e o pescoço estão de perfil e o tórax e ombro esquerdo a três quartos. Está parcialmente envolvida por um revestimento ricamente bordado, deixando os seios desnudados, que apresentam uma perfeita anatomia de superfície. O penteado com tranças está ricamente decorado com fitas, missangas e pérolas. A fâcies apresenta uma grande beleza com mímica expressando fascínio e sensualidade.

Pinturas mitológicas

A morte de Prócris (1505). National Gallery, Londres. Céfalos amava muito a sua mulher Prócris. Ofereceram a esta o cão, mais veloz que qualquer outro, e um dardo, que jamais errava o alvo, tendo Prócris entregue ao marido o cão e o dardo. Céfalos acompanhado pelo cão e defendido com o dardo deleitava-se com a caça, saindo de madrugada e ao fim do dia descansava e gozava a frescura da brisa, pedindo-lhe para esta o afagar e tirar-lhe o calor. Um dia, alguém ouviu e ao pensar tratar-se de uma mulher, foi contar a Prócris. Esta cheia de ciúmes, na manhã seguinte quando Céfalos saiu para caçar, foi seguido pela mulher e esta esconde-se atrás de uma moita, e acabou por ouvir o marido pedir para ser afogado. Céfalos ouve um ruído semelhante a um soluço, pensando tratar-se de um animal selvagem lança um dardo. Ao ouvir um grito correu para o local e encontrou a mulher ferida de morte. Gritou-lhe que vivesse, que não o deixasse, ela entreabriu os olhos e rogou-lhe que não casasse com a odiosa Brisa. Na presença do cão, Prócris morreu, mas a sua fâcies tinha uma expressão de tranquilidade, olhando com ternura e perdão para o marido.

Vénus, Marte e Cúpidos (1490). Staatliche Museen, Berlim. Parece salientar o triunfo do amor sobre a guerra. As figuras deitadas e nuas estão representadas com uma boa anatomia de superfície. Vénus, deusa do amor e da beleza, com Cúpidos parcialmente agarrado e Marte, deus da guerra, dormindo tranquilamente. Os querubins ao fundo brincam com as armas e a armadura de Marte. A cena passa-se numa paisagem graciosa onde se encontram atributos do amor, entre os quais arbustos de murta, supostamente afrodisíacos. Junto de Cúpidos está uma coelha branca de orelhas pontiagudas, símbolo da fertilidade. No primeiro plano duas pombas arrulham amorosamente. A borboleta na perna direita de Vénus representa a elevação da alma.

8. COSIMO ROSSELLI (1439-1507)

Nasceu em Florença e trabalhou com Benozzo Gozzoli. Foi chamado pelo Papa Sisto IV para pintar dois frescos sobre o Antigo Testamento e dois sobre o Novo Testamento. Regressou a Florença em 1482, onde realizou algumas pinturas.

Pinturas de frescos

Capela Sistina, Vaticano (1481-82)

A passagem do Mar Vermelho. Ao fundo à direita, o faraó no seu trono ouve os seus conselheiros sobre a saída dos hebreus. Jeová ordena a Moisés que com a sua vara abra um caminho no Mar Vermelho

para os hebreus poderem atravessar o mar e alcançarem a outra margem. Os carros de guerra em perseguição dos hebreus, com soldados e cavalos são engolidos pelas águas, pois Jeová ordenou a Moisés que com a sua vara desfizesse as muralhas de água.

A entrega das tábuas da lei. Em cima no Monte Sinai, Deus-Pai entrega a Moisés o Decálogo. Moisés ao descer da montanha com os Dez Mandamentos fica indignado a ver o povo em adoração a um bezerro de ouro e com cólera quebrou as tábuas. Moisés reuniu os que eram pelo Senhor e mandou matar à espada todos os corruptos. Moisés subiu de novo ao Monte Sinai onde Deus-Pai lhe mandou talhar duas pedras semelhantes às primeiras e escreveu de novo os mandamentos. Ao descer os hebreus arrependidos olham e ouvem os mandamentos.

O sermão da montanha. No centro sobre um montículo de erva, Jesus inicia o sermão com as Bem-aventuranças, rodeado pelos Apóstolos e a multidão. À direita em baixo, observa-se a cura de um leproso.

Última Ceia. Jesus, entre os discípulos, benze o pão, e em frente, Judas que se prepara para o trair.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 17 DE NOVEMBRO DE 2016)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown, Patrícia Fortini (1997). *La Renaissance à Venise*. Paris: Flammarion.
- Chastel, André (1965). *Le grand atelier d'Italie. 1460-1500*. Paris: L'Univers des Formes, Éditions Galimard.
- Deimling, Barbara (2014). *Sandro Botticelli 1444/45 – 1510. Le pouvoir évocateur de la ligne*. Colónia: Tachen.
- Duchet-Suchaux & Pastoureau (2008), *La Bible et les Saints*, Tout l'art. Paris: Éditions Flammarion.
- Esperança Pina, J. A. (2010), *Anatomia Humana da Locomoção: Anatomia de Superfície e Artística*, 4.^a edição. Lisboa: Lidel.
- Gebhart, Émile (2010). *Sandro Botticelli*. New York: Parkstone Press International.
- Grado, Tonia Raquejo. *Sandro Botticelli*. Madrid: Historia 16 (n.º 1).
- Grömling, Alexandra & Lingesleben, Tilman (2000). *Sandro Botticelli 1444/45 – 1510*. Colonia: Könemann.
- Heydenreich, Ludwig H. (1972). *Écllosion de la Renaissance, Itálie 1400-1460*. Paris: L'Univers des Formes, Éditions Galimard.
- Janson, H.W. (1998). *História da Arte*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Micheletti, Emma (1997). *Domenico Ghirlandaio*. Firenze: Scala.
- Néret, Gilles (1980). *Botticelli*. Roma: À l'école des grands peintres (4) Éditions de Vergennes.
- Norton, John (1974). *Painting and Drawing Children*. New York: Watson-Guption Publications.
- Pijoán, José (1979). *Summa Artis, Historia General del Arte, volume XIII, Arte del Período Humanístico Trecento y Quatrocento*. Madrid: Espasa-Calpe, S.A.
- Quermann, Andreas (1998). *Ghirlandaio 1449 – 1494*. Colónia: Könemann.
- Renault, Christophe (2002). *Reconnaître les Saints et les personnages de la Bible*. Paris: Éditions Jean-Paul Gisserot.
- Santi, Bruno (1976). *Botticelli*. Firenze: Becocci Editore.
- Soveral, Augusto (1996). *História da Arte, volume 5, O Renascimento (I)*. Planeta De Agostini.
- Tempesti, Anna Forlani & Capretti, Elena (1996). *Piero di Cosimo. L'œuvre peint*. Octavo Franco Cantini: Florence.
- Toman, Rolf (2000). *A Arte da Renascença Italiana – Arquitetura, Escultura, Pintura e Desenho*. Köln: Könemann (Edição Portuguesa).
- Vegas, Liana Castelfranchi (1997). *El Arte en el Renacimiento*. Milano: M. Moleiro Editor, S.A.
- Filippo et Filippino Lippi. *La Renaissance à Prato* (2009). Milano: iSilvano. Editoriale Spa.
- Michel-Ange et Raphael au Vatican avec Botticelli, Perugino, Signorelli, Ghirlandaio et Rosselli au Vatican: Cidade do Vaticano: Edizioni Musei Vaticani.

Índice

ANATOMIA ARTÍSTICA NO RENASCIMENTO PORTUGUÊS IV ESCULTURA I: NICOLAU CHANTERENE <i>J. A. Esperança Pina</i>	7
ANATOMIA ARTÍSTICA NO RENASCIMENTO PORTUGUÊS V ESCULTURA II: JOÃO DE RUÃO E FILIPE ODARTE <i>J. A. Esperança Pina</i>	19
ANATOMIA ARTÍSTICA NA PÉRSIA ANTIGA I PROTO-HISTÓRIA PERSA, REINO MEDA E IMPÉRIO AQUEMÉNIDA <i>J. A. Esperança Pina</i>	31
FROM PLAIN SYNTHETIC CHEMISTRY TO AN APPROACH OF NATURAL TERPENES VALORIZATION <i>António Manuel d'Albuquerque Rocha Gonsalves</i>	47
ANATOMIA ARTÍSTICA NA PÉRSIA ANTIGA II IMPÉRIO SELÊUCIDA, IMPÉRIO ARSÁCIDA OU PARTA E IMPÉRIO SASSÂNIDA <i>J. A. Esperança Pina</i>	67
ANATOMIA ARTÍSTICA DO RENASCIMENTO EM ITÁLIA (VII) PINTURA E DESENHOS ANATÓMICOS (TRANSIÇÃO DOS SÉCULOS XV E XVI): LEONARDO DA VINCI <i>J. A. Esperança Pina</i>	81
MANIPULANDO A RADIAÇÃO DE TERAHERTZ USANDO GRAFENO <i>N.M.R. Peres</i>	93 93
ANATOMIA ARTÍSTICA DO RENASCIMENTO EM ITÁLIA (X) PINTURA DO RENASCIMENTO PLENO EM ROMA (SÉCULO XVI): RAFAEL SANZIO <i>J. A. Esperança Pin</i>	97

A ESCOLA POLITÉCNICA DE LISBOA NUMA REDE TRANSNACIONAL DE CIRCULAÇÃO DE CONHECIMENTOS DE QUÍMICA DURANTE AS DÉCADAS DE 1860 E 1870	109
<i>Bernardo Jerosch Herolda, Wolfram Bayerb</i>	
MODIFICAÇÃO DA QUÍMICA SUPERFICIAL DOS MATERIAIS DE CARBONO PARA APLICAÇÕES EM CATÁLISE	139
<i>José Luís Figueiredo</i>	
ANATOMIA ARTÍSTICA DO RENASCIMENTO EM ITÁLIA (XI) PINTURA DO RENASCIMENTO PLENO EM VENEZA (SÉCULO XVI): GIORGIONE E TICIANO	153
<i>J. A. Esperança Pina</i>	
PLANTAS DO CRETÁCICO INFERIOR DA BACIA LUSITANIANA – PRIMEIRAS ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DAS ANGIOSPÉRMICAS	165
<i>João Pais[†], Mário Miguel Mendes</i>	
A PASSAGEM DO TEMPO EM CIÊNCIA	185
<i>Maria de Sousa</i>	
BIOLOGIA DE SISTEMAS POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DA INTERDISCIPLINARIEDADE	191
<i>Rui Malhó</i>	
A INVESTIGAÇÃO DA ANTIGUIDADE DO HOMEM NO PORTUGAL DE OITOCENTOS	201
<i>João Luís Cardoso</i>	
ROLE OF MITOCHONDRIA IN THE OXIDATIVE STRESS OF ALZHEIMER DISEASE	221
<i>George Perry, PhD, Germán Plascencia-Villa, PhD</i>	
A “HISTÓRIA NATURAL DE PORTUGAL” DE LEONHARD THURNEYSSER ZUM THURN, CA. 1555-1556	227
<i>Bernardo Jerosch Herold, Thomas Horst, Henrique Leitão</i>	
RESPONSE AND TOLERANCE TO STRESS: THE POWER OF THE ANALYSES AT THE GENOME AND THE MICROBIAL SYSTEM LEVELS	249
<i>Isabel Sá-Correia</i>	

ANATOMIA ARTÍSTICA DO RENASCIMENTO EM ITÁLIA (II)	
PINTURA DO PROTO-RENASCIMENTO NO SÉCULO XV EM FLORENÇA (I)	
1. ^a GERAÇÃO DE PINTORES (1400-1429)	265
<i>J. A. Esperança Pina</i>	
A FIBROSE QUÍSTICA: DA BANCADA À CLÍNICA	277
<i>Margarida D. Amaral</i>	
ANATOMIA ARTÍSTICA DO RENASCIMENTO EM ITÁLIA (III)	
PINTURA DO PROTO-RENASCIMENTO NO SÉCULO XV EM FLORENÇA (II)	
2. ^a GERAÇÃO DE PINTORES (1429-1464)	281
<i>J. A. Esperança Pina</i>	
EFEITOS GENÉTICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES	293
<i>José Rueff</i>	
CHONDRICHTHYES DO MIOCÉNICO DA BACIA DE ALVALADE, PORTUGAL	301
<i>Ausenda Cáceres Balbino</i>	
ESTATÍSTICA DE EXTREMOS – UM INSTRUMENTO PARA PREDIÇÃO DE TREMORES DE TERRA?	305
<i>M. Ivette Gomes, Dinis Pestana</i>	
A IMPORTÂNCIA DO ENSINO DAS HUMANIDADES NA FORMAÇÃO MÉDICA	313
<i>Cecília Leão</i>	
O QUE SABEMOS E O QUE IGNORAMOS SOBRE A EVOLUÇÃO CINEMÁTICA DA PLACA IBÉRICA	317
<i>Jorge Miguel Alberto de Miranda</i>	
ANATOMIA ARTÍSTICA DO RENASCIMENTO EM ITÁLIA (IV)	
PINTURA DO PROTO-RENASCIMENTO NO SÉCULO XV EM FLORENÇA (III)	
3. ^a GERAÇÃO DE PINTORES (1464-1500)	329
<i>J. A. Esperança Pina</i>	

Índice Onomástico

ANTÓNIO MANUEL D'ALBUQUERQUE ROCHA GONSALVES	
<i>From Plain Synthetic Chemistry to an approach of natural terpenes valorization</i>	47
AUSENDA CÁCERES BALBINO	
<i>Chondrichthyes do Miocénico da Bacia de Alvalade, Portugal</i>	301
BERNARDO JEROSCH HEROLD	
<i>A Escola Politécnica de Lisboa numa rede transnacional de circulação de conhecimentos de química durante as décadas de 1860 e 1870</i>	109
BERNARDO JEROSCH HEROLD	
<i>A “História Natural de Portugal” de Leonhard Thurneysser zum Thurn, ca. 1555-1556</i>	227
CECÍLIA LEÃO	
<i>A importância do ensino das Humanidades na formação médica</i>	313
DINIS PESTANA	
<i>Estatística de extremos – Um instrumento para predição de tremores de terra?</i>	305
GEORGE PERRY	
<i>Role of mitochondria in the oxidative stress of Alzheimer disease</i>	221
GERMÁN PLASCENCIA VILLA	
<i>Role of mitochondria in the oxidative stress of Alzheimer disease</i>	221
HENRIQUE LEITÃO	
<i>A “História Natural de Portugal” de Leonhard Thurneysser zum Thurn, ca. 1555-1556</i>	227
ISABEL SÁ-CORREIA	
<i>Response and tolerance to stress: the power of the analyses at the genome and the microbial system levels</i>	249

J. A. ESPERANÇA PINA	
<i>Anatomia artística no Renascimento Português IV. Escultura I: Nicolau Chanterene</i>	7
J. A. ESPERANÇA PINA	
<i>Anatomia artística no Renascimento Português V. Escultura II: João de Ruão e Filipe Odarte</i>	19
J. A. ESPERANÇA PINA	
<i>Anatomia artística na Pérsia Antiga I. Proto-história Persa, Reino Meda e Império Aqueménida</i>	29
J. A. ESPERANÇA PINA	
<i>Anatomia artística na Pérsia Antiga II. Império Selêucida, Império Arsácida ou Parta e Império Sassânida</i>	45
J. A. ESPERANÇA PINA	
<i>Anatomia artística do Renascimento em Itália (VII). Pintura e desenhos anatómicos (transição dos Séculos XV e XVI): Leonardo da Vinci</i>	81
J. A. ESPERANÇA PINA	
<i>Anatomia artística do Renascimento em Itália (X). Pintura do Renascimento Pleno em Roma (Século XVI): Rafael Sanzio</i>	97
J. A. ESPERANÇA PINA	
<i>Anatomia artística do Renascimento em Itália (XI). Pintura do Renascimento Pleno em Veneza (Século XVI): Giorgione e Ticiano</i>	153
J. A. ESPERANÇA PINA	
<i>Anatomia artística do Renascimento em Itália (II). Pintura do Proto-Renascimento no Século XV em Florença (I). 1.^a Geração de Pintores (1400-1429)</i>	265
J. A. ESPERANÇA PINA	
<i>Anatomia artística do Renascimento em Itália (III). Pintura do Proto-Renascimento no Século XV em Florença (II). 2.^a Geração de Pintores (1429-1464)</i>	281
J. A. ESPERANÇA PINA	
<i>Anatomia artística do Renascimento em Itália (IV). Pintura do Proto-Renascimento no Século XV em Florença (III). 3.^a Geração de Pintores (1464-1500)</i>	329
JORGE MIGUEL ALBERTO DE MIRANDA	
<i>O que sabemos e o que ignoramos sobre a evolução cinemática da placa ibérica</i>	317
JOSÉ LUÍS FIGUEIREDO	
<i>Modificação da química superficial dos materiais de carbono para aplicações em catálise</i>	139

JOSÉ RUEFF	
<i>Efeitos genéticos das radiações ionizantes</i>	293
JOÃO LUÍS CARDOSO	
<i>A investigação da antiguidade do Homem no Portugal de Oitocentos</i>	201
JOÃO PAIS [†]	
<i>Plantas do Cretácico Inferior da Bacia Lusitaniana – Primeiras etapas de desenvolvimento das angiospérmicas</i>	165
M. IVETTE GOMES	
<i>Estatística de extremos – Um instrumento para predição de tremores de terra?</i>	305
MARGARIDA D. AMARAL	
<i>A Fibrose Quística: da Bancada à Clínica</i>	277
MARIA DE SOUSA	
<i>A passagem do tempo em Ciência</i>	185
MÁRIO MIGUEL MENDES	
<i>Plantas do Cretácico Inferior da Bacia Lusitaniana Primeiras etapas de desenvolvimento das angiospérmicas</i>	165
N. M. R. PERES	
<i>Manipulando a Radiação de Terahertz usando Grafeno</i>	93
RUI MALHÓ	
<i>Biologia de Sistemas. Potencialidades e limitações da interdisciplinariedade</i>	191
THOMAS HORST	
<i>A “História Natural de Portugal” de Leonhard Thurneysser zum Thurn, ca. 1555-1556</i>	227
WOLFRAM BAYER	
<i>A Escola Politécnica de Lisboa numa rede transnacional de circulação de conhecimentos de química durante as décadas de 1860 e 1870</i>	109

Composto e impresso em Lisboa
na Gráfica 99, em 2019.
Dep. Legal: 447397/18

