

FINANCIADO POR:

Iceland
Liechtenstein
Norway grants



educoast

Nature-Based Education in Coastal Geodiversity
A FIELD STATION IN SOUTHERN PORTUGAL

SOBRE A GEODIVERSIDADE DA RIA FORMOSA

FINANCIADO POR:

Iceland 
Liechtenstein
Norway grants

educoast.
Nature-Based Education in Coastal GeoSciences
A FIELD STATION IN SOUTHERN PORTUGAL

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. FISIOGRAFIA E CONFIGURAÇÃO.....	4
3. FORMAÇÃO DO SISTEMA E ORIGEM DAS AREIAS.....	6
4. ONDAS, MARÉS E CORRENTES.....	9
5. LAGUNA.....	14
6. BARREIRAS E BARRAS DE MARÉ.....	21
6.1. Barreiras.....	21
6.2. Barras de maré.....	25
7. CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS RESTINGAS E ILHAS DA RIA FORMOSA.....	30
7.1. Restinga do Ancão.....	30
7.2. Ilha da Barreta.....	31
7.3. Ilha da Culatra.....	32
7.4. Ilha da Armona.....	34
7.5. Ilha de Tavira.....	35
7.6. Ilha de Cabanas.....	36
7.7. Restinga de Cacela.....	37
BIBLIOGRAFIA.....	38



PREFÁCIO

Quando se fala sobre a Ria Formosa, o foco recai muitas vezes sobre a sua rica biodiversidade — aves migratórias, peixes, cavalos marinhos, moluscos e uma flora única. No entanto, para compreender verdadeiramente essa riqueza natural, é fundamental olhar também para a geodiversidade, um elemento essencial, mais abrangente, mas muitas vezes esquecido.

A geodiversidade refere-se à variedade de elementos geológicos e geomorfológicos, como rochas, sedimentos, solos, formas de relevo e processos naturais que moldam uma paisagem e sustentam a vida. No caso da Ria Formosa, esta diversidade é particularmente espetacular e desempenha um papel crucial na formação e manutenção do ecossistema. A Ria Formosa é um sistema dinâmico, constituído por uma laguna, várias ilhas-barreira e barras de maré, onde se observam praias, dunas, sapais, canais e bancos de areia em constante transformação devido à ação das ondas, das marés e dos ventos. Esta geodiversidade cria e sustenta uma multiplicidade de habitats, o que permite a vida de tantas espécies e a sua extraordinária biodiversidade.

Este guia foi criado especialmente a pensar em todos os profissionais ligados ao turismo náutico e ambiental que atuam na Ria Formosa e ainda em turistas curiosos. Guias, operadores marítimo-turísticos, agentes de turismo e apaixonado pela natureza encontrarão aqui uma ferramenta prática para enriquecer as suas rotas, histórias e experiências — porque conhecer a paisagem é também compreendê-la.

Este guia é uma das iniciativas desenvolvidas no âmbito do projeto EDUACOAST “Uma Estação de Investigação em Geociências Costeiras para a promoção da educação baseada na natureza”, financiado pelas EEA Grants. O projeto visa reforçar a formação em processos marinhos e costeiros, contribuindo para uma maior sustentabilidade e consciencialização ambiental.



A Ria Formosa é uma das zonas húmidas
mais importantes de Portugal.

Barra da Fuseta

1. INTRODUÇÃO

A Ria Formosa é a unidade fisiográfica dominante do litoral do Algarve central e oriental e corresponde a um sistema costeiro que engloba uma variedade muito grande de morfologias e sedimentos, oferecendo condições para o desenvolvimento de ambientes singulares. Esta geodiversidade reflete-se numa riqueza de serviços, bens e funções, de que as populações beneficiam e usufruem (caixa 1). O sistema de ilhas-barreira possibilita a existência de um ambiente abrigado que oferece condições de proteção do mar aberto e de navegabilidade, promove a presença de habitats muito ricos e específicos, e permite o desenvolvimento de atividades piscatórias, de turismo, e outras que apoiam a economia da região. A Ria Formosa suporta uma forte atividade económica, milenar, baseada na pesca, incluindo a apanha de bivalves, e na exploração de sal. Na segunda metade do século XX assistiu-se a um forte crescimento do turismo balnear e náutico, havendo, mais recentemente, uma forte aposta na promoção do turismo de natureza, baseado nos valores naturais, com destaque para a observação de aves e cetáceos, e caminhadas.

A Ria Formosa é uma das zonas húmidas mais importantes de Portugal. O seu valor ecológico levou à criação do Parque Natural da Ria Formosa em 1987 (Decreto-lei n.º 373/87, de 9 de dezembro) antecedido, desde 2 de maio de 1978, pelo estatuto de “Reserva Natural” através do Decreto-lei n.º 45/78, de 2 de maio. Faz parte integrante da Rede Natura 2000 (rede ecológica para o espaço comunitário da União Europeia) desde 1999 como Zona de Proteção Especial, estabelecida ao abrigo da diretiva AVES, e como Zona Especial de Conservação, ao abrigo da diretiva HABITATS. Faz igualmente parte da Lista de Sítios da Convenção de Ramsar, desde 1980, como Zona Húmida de Importância Ecológica Internacional.

A geodiversidade da Ria oferece condições ótimas para aves migratórias, várias espécies de mamíferos, répteis e anfíbios, providenciando um bom local de refúgio, alimento e também de desova para numerosas espécies de peixes (entre os quais se destaca o cavalo marinho) e crustáceos. Adicionalmente, o ambiente de sapal, rico em pradarias marinhas, é ainda muito eficaz no sequestro do carbono azul.

ALGUNS SERVIÇOS DOS GEOSISTEMAS DA RIA FORMOSA

Serviços de Regulação:

- Minimização do impacto das tempestades oceânicas e inundações da margem terrestre

Manutenção da qualidade da água da Ria

- Sequestro e aprisionamento de carbono (carbono azul) nos sapais

Serviços de Suporte:

- Condições para as atividades de piscicultura e moluscicultura

Habitats faunísticos e florísticos

Condições de abrigo para portos de pesca e recreio

Serviços de Provisão:

- Energia das marés

Produção de sal

Serviços Culturais:

- Paisagens costeiras, atividades balneares, de desporto, recreio, lazer e bem-estar

Património histórico e cultural

Património geológico, investigação e conhecimento de processos costeiros

A Ria Formosa é um cenário ambiental costeiro único, com uma geodiversidade surpreendente. Inclui praias e dunas, sapais, laguna, barreiras arenosas e barras de maré, proporcionando um laboratório a céu aberto de processos costeiros ativos, mas também passados e futuros. O objetivo deste guia é descrever de forma simples e sucinta a Ria Formosa do ponto de vista da sua geodiversidade, a sua dinâmica atual e evolução, os seus ambientes costeiros e de como estes se comportam face aos processos dominantes.



Vista geral da Ria, ilha de Cabanas



A Ria Formosa, ocupa 1/3 (cerca de 55 km) do litoral do Algarve

Barra de Tavira

©S. B. Teixeira

2. FISIOGRAFIA E CONFIGURAÇÃO

A Ria Formosa, ocupa cerca de 55 km da linha de costa (cerca de 1/3 do litoral do Algarve virado a sul), estendendo-se desde o Ludo, em Loulé, até Cacela Velha, em Vila Real de Santo António. Tem configuração triangular, alongada para nordeste e vértice apontado para sul, onde se afasta 6.5 km de terra, no Cabo de Santa Maria, o ponto mais meridional do território de Portugal continental (Figura 1).

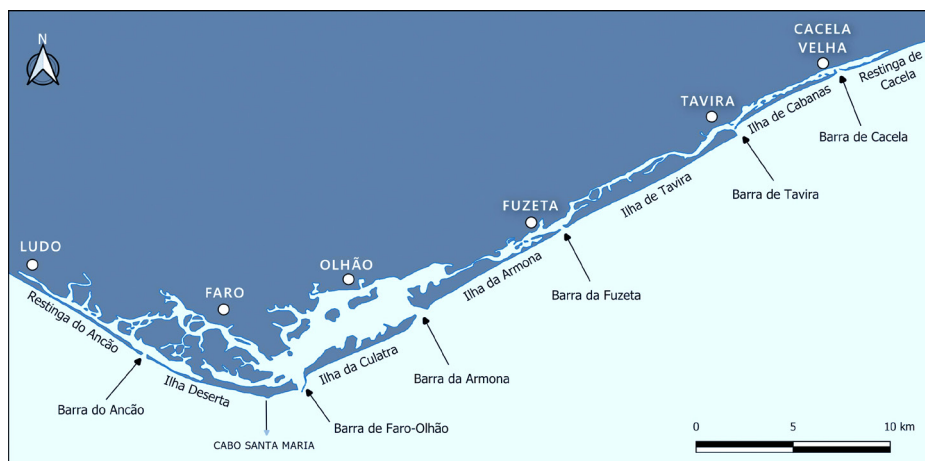


Figura 1. Mapa da Ria Formosa e identificação das barreiras e barras que a constituem.

A Ria Formosa ocupa uma superfície total de 106 km². É formada por uma laguna interna, protegida do mar aberto por uma fiada de 2 restingas (Ancão e Cacela) e 5 ilhas-barreira (Deserta, Culatra, Armona, Tavira e Cabanas) cortadas por 6 barras de maré (Ancão ou São Luís, Faro-Olhão, Armona ou Grande, Fuzeta, Tavira e Cacela). Em total, as 7 barreiras, arenosas e permanentemente emersas, ocupam cerca de 21 km² e a laguna cerca de 85 km². A laguna apresenta profundidade média de 2 m (relativa ao nível médio do mar) e a maior parte da sua superfície, onde abundam sedimentos lodosos, ricos em matéria orgânica, inunda e descobre ao ritmo das marés, duas vezes por dia. Em baixa-mar de águas mortas, quando a amplitude da maré é menor, 1/3 dos fundos emergem, mas em baixa mar de águas vivas, quando a amplitude da maré é maior, 85% dos fundos podem emergir.



Barra da Armonia

©S. B. Teixeira



Vista geral das salinas em Tavira

©S. B. Teixeira

3. FORMAÇÃO DO SISTEMA E ORIGEM DAS AREIAS

A origem da Ria Formosa é ainda objeto de investigação, mas há consenso que desde há cerca de 6 500 anos (durante os quais o nível do mar permaneceu muito próximo da cota atual) mantém configuração global não muito diferente da atual, exceção feita aos pontos onde as barreiras arenosas se soldam a terra. Hoje, a restinga do Ancão (também conhecida por “Praia de Faro”) liga-se a terra na região do Ludo e a península de Cacela solda-se a terra por alturas da Manta Rota. Porém, existem evidências destas barreiras se terem estendido mais para poente, no primeiro caso, e mais para nascente, no segundo. Também é sabido que houve épocas em que essas barreiras estavam providas de barras terminais, ou seja, formavam verdadeiras ilhas.

As barreiras que limitam a laguna são constituídas por areia e, na sua maioria, essa areia tem origem no recuo das arribas que dominam a paisagem da Praia da Falésia, entre o Ancão e a povoação de Olhos de Água (Figura 2). A erosão destas arribas, que talham arenitos vermelhos pouco consolidados, brandos, é motivada pelo impacto das ondas do mar e pela ação das águas de escorrência, em particular durante períodos de precipitação intensa. A erosão esculpiu aqui uma paisagem em constante mutação e com elevado valor estético, mas outra mais-valia se associa a esta dinâmica. É que os produtos da erosão caem na praia e as ondas do mar rapidamente desfazem os fragmentos de arenito, reduzindo-os aos seus grãos constituintes. Uma vez lançados no sistema costeiro, as partículas terrígenas misturam-se com bioclastos marinhos, i.e., fragmentos minerais de natureza biológica (de que as conchas de bivalves e gastrópodes são exemplo) (caixa 2). Estes aportes de areia alimentam a praia adjacente e disponibilizam sedimento que é transportado pelas ondas do mar para nascente ao longo da linha de costa, assegurando a integridade física das barreiras da Ria Formosa.



Ilha de Cabanas,
vista geral para Este

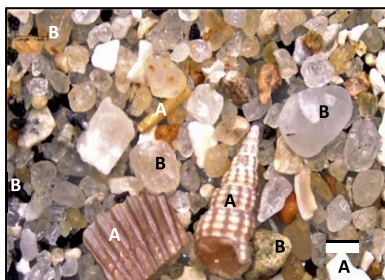
© S. B. Teixeira



Figura 2. Arribas da Praia da Falésia. De notar os leques de sedimentos na base das arribas que promovem o contraste de cores observável na face da arriba e na praia, materializando a transferência de sedimentos diretamente para a praia, durante a tempestade de 1 de março de 2010. Os sedimentos mais finos permanecem em suspensão criando uma pluma amarelada visível no mar.

CAIXA 2

A AREIA DA PRAIA



A composição da areia pode variar dependendo da fonte sedimentar. Um grão de areia pode ser fragmento de rocha, mineral ou concha com tamanho entre 0.063 e 2 mm. A cor das areias está diretamente relacionada com a composição

Partículas biogénicas :

Bivalves, gastrópodes, espículas de ouriço do mar, espinhas e vértebras de peixe, peças dos endo e exoesqueletos de organismos marinhos e lagunares.

A

Partículas terrígenas:

Quartzo, feldspato, fragmentos de rocha e minerais pesados, entre outros.

B



As marés são responsáveis pela renovação e
manutenção da qualidade da água lagunar

Antiga Barra do Lacém

© S. B. Teixeira

4. ONDAS, MARÉS E CORRENTES

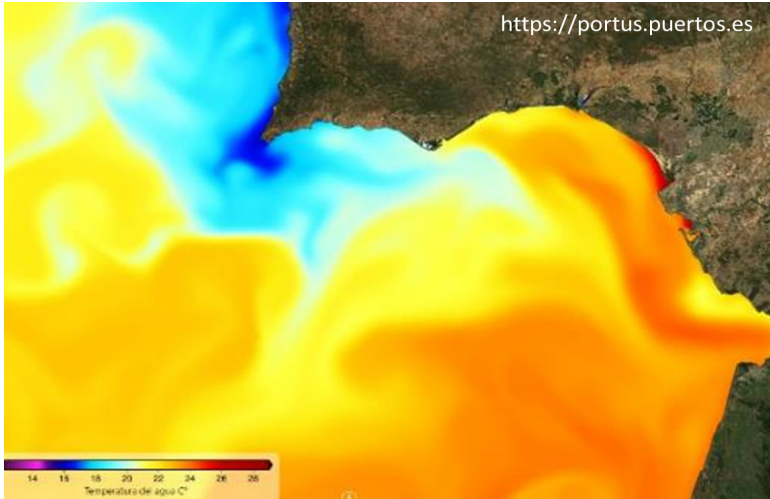
As marés são responsáveis pela entrada e saída de água oceânica no espaço lagunar, veiculada através das barras. Em águas vivas e águas mortas, aqueles volumes, conhecidos por prisma de maré, orçam por 135 milhões de m³ e 58 milhões de m³, respetivamente, volumes muito grandes quando comparados com as quantidades de água doce que as ribeiras afluentes debitam. A combinação de uma amplitude de maré elevada (frequentemente superior a 3 m em águas vivas) com a fisiografia acidentada dos fundos lagunares promove a renovação muito eficaz da água lagunar a cada ciclo de maré (cerca de 12 horas). A composição da água lagunar é assim muito parecida com a do mar aberto, e as marés contribuem decisivamente para evacuar poluentes e sedimentos em suspensão, mantendo a boa qualidade da água. A contribuição de cada barra para o volume total de água que entra e sai da laguna em cada ciclo de maré é muito assimétrica: em regime de águas vivas as barras de Armona e Faro-Olhão (Figura 1) respondem por 3/4 daquele volume, sendo o restante distribuído pelas barras de Ancão, Tavira, Fuzeta e Cacela, por ordem de importância.

O regime de ondas no litoral da Ria Formosa é moderado, muito menos energético que o da costa ocidental portuguesa, com altura significativa média anual da ondulação de 1 m (metade do observado na costa ocidental), período também menor, e maior frequência de calmas. O rumo da ondulação é marcadamente bimodal, sendo que as ondas mais frequentes (e maiores) provêm de oeste-sudoeste durante todo o ano (cerca de 3/4 das ocorrências – 52,3 % de oeste e 18,3 % de sudoeste) (Figura 3). Secundariamente, os rumos de leste e sudeste, conhecidos como “Levante”, representam cerca de um quarto das ocorrências, concentram-se na primavera e verão, e associam-se a vento persistente de leste e sudeste, na zona do estreito de Gibraltar (caixa 3). As ocorrências de sul são residuais.



Zona de sapal na parte central da Ria Formosa

AS ÁGUAS QUENTES DO ALGARVE



Os episódios persistentes de vento de “Levante” na região do Estreito de Gibraltar, mobilizam massas de água mais quentes do Mar Mediterrâneo em direção ao Golfo de Cadiz, contribuindo para o aumento da temperatura da água do mar no sotavento Algarvio, contrastando com a costa oeste.

Este fenómeno pode durar em média 3 dias, podendo estender-se por vezes até 15 dias.

As águas de superfície mais quentes estão indicadas no mapa pelos tons de vermelho e laranja, e as mais frias por tons de azul.

Este regime de baixa energia é perturbado ocasionalmente por eventos de tempestade (quando a altura da onda é superior a 2,5 m), mais frequentes durante o semestre húmido (outubro-março) quando de sudoeste, com duração característica de 3 a 4 dias, e na primavera e verão, quando de Levante, durante 3 a 7 dias. Em regime de tempestade a ondulação cresce significativamente em altura, até valores da ordem de 6 m, no primeiro caso, e de 3 m, excecionalmente 4 m, no segundo e, face à configuração triangular do sistema de ilhas-barreira, a exposição à agitação marítima é desigual conforme a sua posição geográfica.

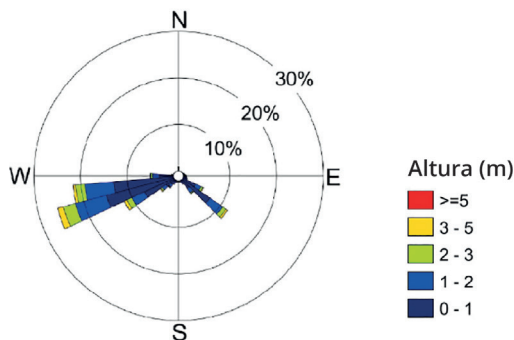
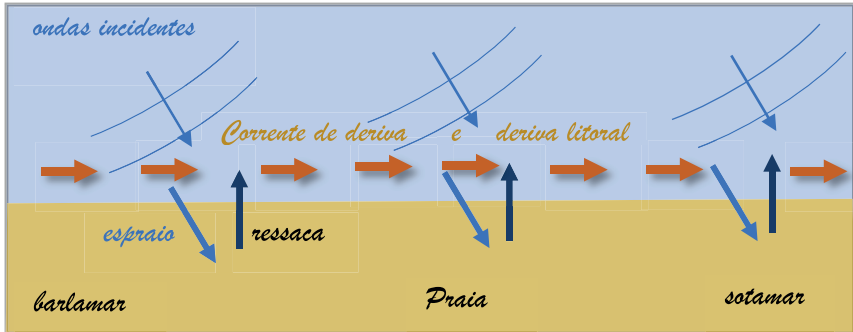


Figura 3. Distribuição do regime de ondas no litoral do Algarve (frequência por direção e altura). Fonte dos dados: boia ondógrafo Faro oceânica, Instituto Hidrográfico.

Os efeitos das tempestades de sudoeste são mais sentidos nas barreiras a poente do Cabo de Santa Maria (Figura 1), caracterizadas por praias mais inclinadas e dunas mais altas, enquanto as barreiras localizadas a nascente, caracterizadas por praias menos inclinadas, areia mais fina e com dunas de menor altura, são particularmente impactadas pela agitação de Levante.

Enquanto as marés são o principal agente modelador do interior da laguna, a agitação marítima é o agente principal de transporte sedimentar, e de reconfiguração morfológica das barreiras e da linha de costa. Estes efeitos relacionam-se com o estabelecimento de correntes e transferências sedimentares paralelas e transversais às ilhas. Do primeiro caso é exemplo a corrente de deriva litoral e o transporte de areias associado, que resultam de as ondas rebentarem sempre com alguma obliquidade, mesmo que diminuta, relativamente ao alongamento da praia (caixa 4). Apesar de intermitente, a corrente de deriva tem elevada capacidade de transporte das areias incorporadas, mesmo que temporariamente na coluna de água, dando origem a um transporte sedimentar conhecido por deriva litoral. As ondas de oeste e sudoeste promovem correntes de deriva e deriva litoral dirigidas para nascente, mas o sentido dessa corrente e do transporte sedimentar inverte-se em contextos de Levante. A escalas de tempo mais alargadas que as da sazonalidade, e tendo em conta a predominância da agitação marítima de sudoeste sobre o Levante, a deriva litoral resultante, ou residual, dirige-se para nascente, mobilizando anualmente volumes de areia da ordem de dezenas de milhar a uma centena de milhar de m^3 . Uma expressão morfológica deste fenómeno é a acumulação destas areias contra a fachada barlamar de estruturas costeiras (esporões ou molhes) que interrompem o trânsito sedimentar, promovendo erosão a sotamar (Figura 14).

DERIVA LITORAL



Cada onda rebentada origina uma lâmina de água que se desloca para terra e galga a face da praia, o espraio, com trajetória oblíqua. Porém, o mesmo não sucede com o retorno da água ao oceano, a ressaca, que segue a linha de maior inclinação, perpendicular à praia. O desfaseamento angular entre espraio e ressaca sucessivos induzem deslocamento de uma lâmina de água paralelamente à costa, de barlamar para sotamar, numa faixa contida entre a linha de rebentação e a linha alcançada pelo espraio, conduzindo ao estabelecimento da corrente de deriva litoral.

Para além do transporte longilitoral, paralelo à costa, as ondas de tempestade erodem a praia emersa e ocasionalmente escarpam a duna adjacente, podendo mesmo galgar esse cordão eólico em condições de maior intensidade, rebaixando-o ou rompendo-o, e depositando no seu tardo um leque de areia (leque de galgamento) que contribui para o crescimento em cota e ampliação em largura do raso de barreira. Em situações extremas, o galgamento da barreira pelas ondas de tempestade pode mesmo rompê-la, gerando um canal que as correntes de maré exploram, criando uma nova barra de maré.



A laguna é um domínio de águas rasas, povoada por bancos de areia e de lodo, separados por uma rede de canais.

Ilha da Barreta

5. LAGUNA

A laguna é um domínio de baixa energia e de águas rasas, cuja formação, evolução nos últimos milhares de anos e permanência, dependem integralmente da proteção oferecida pelas barreiras arenosas. A laguna, abrigada das ondas, é um domínio de águas calmas, influenciado pelas correntes de maré e pela alternância de períodos de submersão e emersão. Formou-se ali uma paisagem marcada por bancos predominantemente lodosos - alguns vegetados - nas áreas mais distantes das barras, e arenosos nas proximidades daquelas embocaduras, intercalados por uma rede de canais interligados (Figura 5).

O limite terrestre do espaço lagunar é constituído, em boa parte do seu comprimento, por alcantilados, exceto onde estas formas foram rebaixadas nos estuários, muito assoreados, das ribeiras afluentes à laguna. O regime destas ribeiras é marcadamente torrencial com o escoamento concentrado em intervalos de tempo curtos, na estação chuvosa, separados por prolongados períodos de estiagem. O escoamento torrencial descarrega na margem lagunar sedimento de origem terrestre (partículas terrígenas) constituído maioritariamente por vasa, mas também areias, seixos e materiais orgânicos (e.g., troncos, ramos, folhas). Sempre que uma torrente carregada de sedimento encontra o tranquilo espelho de água lagunar, as maiores (e mais pesadas) partículas sedimentares depositam-se a curta distância da foz (Figura 22), mas as vasas e as partículas orgânicas conseguem permanecer em suspensão, turvando a água e espalhando-se pelo domínio lagunar ao sabor das correntes de maré. Parte destas partículas é conduzida pelos canais principais e exportada para o oceano através das barras, mas outra parte deposita-se sobre os rasos de maré, domínios intertidais aplanados também designados por planícies de maré. Os rasos de maré, ocupando cerca de 40% do espaço lagunar, são de natureza arenosa ou lódica e ligam os principais canais de maré aos sapais. Os sedimentos lodosos ricos em matéria orgânica que afloram nos rasos de maré correspondem frequentemente a depósitos com espessura de ordem métrica que cobrem substrato arenoso herdado, formado em regime hidrodinâmico diferente do atual.

A deposição de sedimentos lodosos contribui para o crescimento em cota e expansão lateral destes rasos que, mais tarde ou mais cedo, emergem acima do nível médio do mar, reunindo-se as condições ambientais favoráveis à colonização por vegetação halófitas, tolerante ao sal, característica dos sapais, que ocupam cerca de 45% da superfície lagunar. A cotas baixas, entre a do nível médio do mar e até cerca de 0,5 a 0,8 m (localmente 1 m) acima desse nível, desenvolve-se o baixo sapal (Figura 4), cuja vegetação é quase exclusivamente constituída por *Spartina maritima* (a “morraça”, no léxico popular) e ervas marinhas (por exemplo *Zostera* sp.), que toleram frequentes e longos períodos de imersão, de anaerobiose, e de menor exposição à luz solar. Acima destas cotas e até ao nível alcançado pela maré cheia de águas vivas, da ordem de 1,4 m acima do nível médio, desenvolve-se o alto sapal (Figura 4). A diversidade da vegetação aumenta, resultando na existência de espécies com menor tolerância a salinidades elevadas. Algumas espécies necessitam de maior tempo de emersão e de exposição à luz solar. São exemplos de algumas destas espécies, a *Halimione portulacoides*, *Limoniastrum monopetalum*, *Sarcocornia perennis*, e *Salicornia* sp. (caixa 5); trata-se principalmente de plantas suculentas e ramificadas, das quais algumas são consumidas na alimentação e/ou apresentam benefícios medicinais. Na Ria Formosa o limite inferior do baixo sapal é muito bem definido, porque um diferencial altimétrico, da ordem de 10 cm perto da cota do nível médio do mar origina diferenças superiores a 500 horas de imersão/ano; já o limite entre baixo e alto sapal e o limite superior do alto sapal são mais difusos e muito variáveis no espaço visto que a mesma diferença altimétrica de 10 cm conduz a variações muito menores do tempo de imersão.



Figura 4. Raso de maré (A), baixo sapal (B), alto sapal (C), separados por pequenas diferenças altimétricas.

PLANTAS HALÓFITAS DA RIA FORMOSA



@T. Drago

A vegetação presente no sabal da Ria Formosa, desempenha um papel essencial no estabelecimento de habitats para várias espécies aquáticas, na fixação de nutrientes e poluentes, e na proteção contra a erosão causada por tempestades.

A vegetação do sabal da Ria Formosa é principalmente composta por plantas halófitas, tolerantes à salinidade, como por exemplo: *Zostera noltii* e *Spartina maritima* (baixo sabal) e *Sarcocornia perennis* e *Limoniastrum monopetalum* (alto sabal). A ocorrência das várias espécies depende, em grande parte, do tempo de submersão, que varia com a maré e com a elevação do substrato que colonizam.



@J. Santos

Limoniastrum sp.
(Salgado)



@J. Santos

Sarcocornia sp.
(Espargos do mar)



@J. Santos

Spartina sp.
(Morraça)



@J. Santos

Zostera sp.
(Sebarrinha)

A instalação de vegetação halófitas sobre o raso de maré acelera a deposição de sedimentos finos através de três mecanismos principais: incremento da rugosidade do fundo, crescimento e multiplicação de obstáculos (vivos) ao escoamento da água das marés sobre a superfície lódica, e construção de um filtro tridimensional denso, constituído pelo emaranhado de caules, ramos, folhas, raízes e detritos vegetais nele aprisionados. Em conjunto, estes mecanismos promovem a diminuição da velocidade das correntes de maré facilitando a sedimentação das partículas que ali chegam em suspensão na coluna de água, levando ao crescimento em cota e à expansão lateral da superfície em torno dos núcleos de vegetação.

As manchas de sapal da Ria Formosa organizam-se em duas tipologias fundamentais: mosaicos dispersos sobre rasos de maré no interior do espaço lagunar (Figura 5), e prados marginais às barreiras arenosas (Figura 6). O sapal em mosaico diferencia-se a partir de um reduzido número de indivíduos, pioneiros, nomeadamente *Spartina marítima*, inicialmente dispersos nos pontos mais altos do raso de maré. O desenvolvimento e multiplicação de cada um destes núcleos de vegetação promove a sedimentação em torno da mancha vegetada e a sua expansão lateral, à custa da diminuição da superfície original. Em fases mais avançadas da evolução, o raso de maré reduz-se a uma rede de canais progressivamente mais estreitos, cuja diferenciação é inevitável devido ao estrangulamento promovido pela coalescência dos diferentes núcleos de baixo sapal (ou de alto sapal se a superfície lodosa cresceu suficientemente em cota). Os prados marginais são manchas densas de sapal característicos da margem interna das barreiras, onde esta se prolonga para o domínio permanentemente imerso (subtidal) em declive suave. Formam-se também sobre leques arenosos depositados por galgamento da barreira e ainda sobre corpos arenosos intertidais de deltas de enchente associados a antigas barras de maré abandonadas ou desativadas. Estes corpos de areia podem encontrar-se hoje sujeitos a hidrodinamismo muito diferente do que presidiu à sua formação e, se ocuparem contexto fisiográfico a cotas adequadas, permitem a deposição de sedimentos lodosos e o desenvolvimento da vegetação halófito de sapal que oportunisticamente os coloniza muito rapidamente, formando prados densos e pouco acanalados.



Figura 5. Sapal em mosaico, no domínio interno da laguna. Ao fundo, a povoação da Culatra.

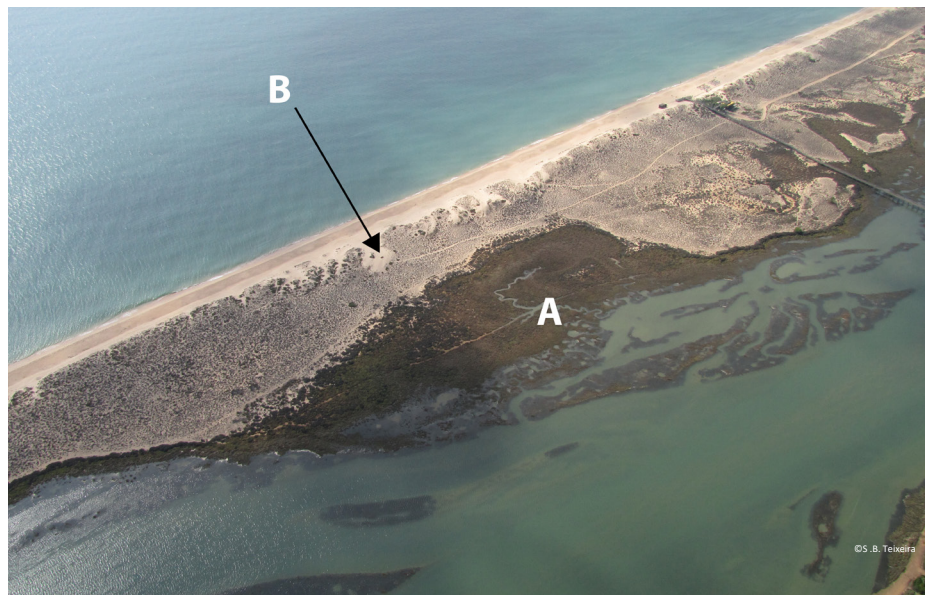


Figura 6. Sapal marginal (A) instalado sobre leques de galgamento arenosos na região do Ancão, no local de uma antiga barra, efêmera, na sequência de atravessamento completo da barreira. Do lado oceânico, observam-se diversos corredores eólicos e pequenos leques de galgamento, recentes (B), que interrompem o cordão dunar.

Para além de constituírem *habitats* valiosos, os sapais e rasos de maré lodosos desempenham funções essenciais na manutenção da qualidade da água da laguna e no sequestro de carbono, um assunto central no contexto de alterações climáticas em que vivemos (caixa 6). Os sedimentos lodosos da Ria Formosa contêm partículas minerais de dimensão ultramicroscópica (inferior a 4 milésimas de milímetro) de um grupo mineral conhecido como “minerais de argila”. A estrutura cristalina e a composição destes minerais tornam-nos capazes de fixar muito facilmente metais (e.g., cobre, níquel, crómio, cádmio, chumbo) e outras substâncias, nomeadamente orgânicas, resultantes da atividade industrial e da agricultura (e.g., herbicidas, pesticidas), mas também relacionadas com a queima de combustíveis fósseis. Estas substâncias, com origem em efluentes lançados da margem terrestre ou provenientes da atmosfera, podem contaminar a água lagunar, prejudicando a qualidade ambiental do sistema costeiro. Porém, uma vez ligadas aos minerais de argila só muito dificilmente estas substâncias os abandonam e essa capacidade é potenciada no sedimento que envolve e interage com as estruturas radiculares da vegetação do sapal. Cada nova lâmina de lodo decantado da água lagunar renova esta capacidade e soterra a camada anterior, imobilizando os poluentes nela retidos no interior da coluna sedimentar.

A continuação deste processo mantém em atividade permanente um sistema de depuração natural da água lagunar que justifica a designação dos rasos de maré e, principalmente, dos sapais, como “rins do ciclo hidrológico”.

CAIXA 6

SAPAL - O FILTRO DA NATUREZA ENTRE A TERRA E O MAR



Os sapais têm a capacidade de reter poluentes, como herbicidas, pesticidas e metais pesados, atuando como um filtro antes destes chegarem ao meio marinho. Apresentam também a capacidade de sequestro de nutrientes, como o azoto (N) e o fósforo (P), e, adicionalmente do carbono (C), sendo este último, comumente conhecido por sequestro de carbono azul. Esta capacidade depende, em grande parte, do coberto vegetal, como as pradarias marinhas. Estima-se que a Ria Formosa tenha uma capacidade de sequestração anual superior a 40 mil toneladas de carbono, uma capacidade até 30 vezes superior a uma floresta das mesmas dimensões.

Dada a elevada produtividade dos sapais e dos rasos de maré, colonizados por pradarias de ervas marinhas, estes biótopos capturam quantidades muito avultadas de carbono da atmosfera por via da fotossíntese, excedendo em muito a capacidade de sequestro das florestas tropicais. A oxidação do carbono (e consequente libertação para a atmosfera) retido nos tecidos destas plantas, tal como na matéria orgânica incorporada nos sedimentos lodosos, é inibida ou minimizada pelo défice em oxigénio da interface água-sedimento e da água intersticial da coluna sedimentar subjacente. Por outro lado, o regime de sedimentação permanente contribui para que o carbono retido e acumulado nos sedimentos, ali permaneça imobilizado, sequestrado, durante séculos a milénios, constituindo um mecanismo eficaz de moderação dos efeitos das alterações climáticas.



A Barrinha em 2020 separando a restinga
do Ancão da ilha da Barreta

6. BARREIRAS E BARRAS DE MARÉ

6.1. Barreiras

As restingas e ilhas-barreira são corpos arenosos alongados, destacados de terra e dela separados pela laguna, cuja existência depende da proteção oferecida por esta fiada de barreiras face à atividade das ondas do mar. Umas e outras crescem paralelamente à linha de costa, no sentido e à custa do transporte de sedimentos ao longo do litoral, ou seja, da deriva litoral predominante. As restingas encontram-se ligadas a terra num dos extremos, e apresentam na sua extremidade solta, formas tipicamente encurvadas, em crescente (Figura 16). As ilhas-barreira, são integralmente rodeadas por água, e também evidenciam esta morfologia na extremidade que cresce no sentido da deriva litoral.

Restingas e ilhas-barreira resultam da disponibilidade de sedimentos que são transportados, depositados e redistribuídos pela ação das ondas, das correntes de maré e, secundariamente pelo vento. De mar para terra, apresentam tipicamente quatro domínios, mais ou menos extensos e organização morfológica variável dependendo do seu estágio de evolução: a praia oceânica, o cordão dunar ativo, o raso de barreira, e a margem lagunar (Figura 7).

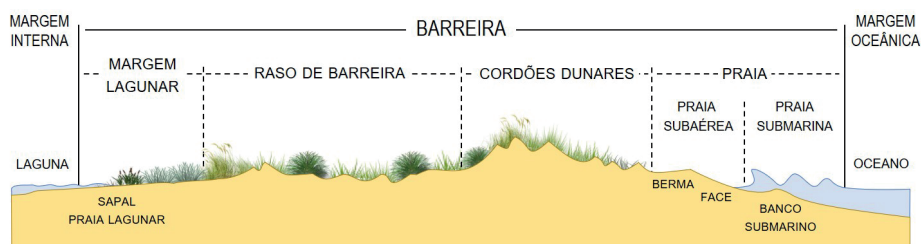


Figura 7. Domínios típicos de uma barreira arenosa.

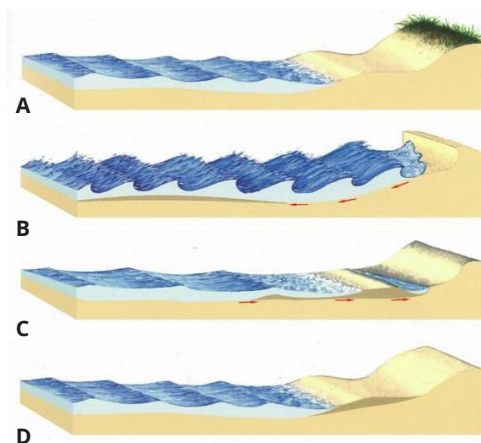
Todas as barreiras desenvolvem uma praia oceânica, geralmente encimada por um edifício dunar. A praia estende-se ininterruptamente por todo o comprimento da restinga ou ilha-barreira, variando na sua forma em resposta à atuação das ondas e prolongando-se desde o sopé da duna até cerca de 8 m de profundidade. Sazonalmente, podemos vê-la variar entre uma praia subaérea, ou emersa, mais estreita, menos declivosa com

presença de bancos arenosos submersos, no inverno, e uma praia emersa mais robusta com ampla berma de praia e rampa intertidal (a face de praia) mais inclinada no verão, época em que os bancos de areia submarinos perdem expressão morfológica (caixa 7).

Os domínios dunares ativos correspondem a acumulações de areia mobilizada pelo vento, vegetadas, separadas por depressões interdunares. As dunas estabelecem-se e ocorrem acima da cota alcançada pelo espraio das ondas em preia-mar de águas vivas, longe da influência das marés e das ondas, onde há condições para o desenvolvimento de vegetação característica que retém a areia para ali soprada pelo vento. Funcionam como reservas de areia que alimentam a dinâmica morfológica sazonal da praia, cedendo temporariamente areia em regime de tempestade e reconstruindo-se em época de calmaria pela ação do vento. O número e dimensão dos cordões dunares, são uma expressão do grau de desenvolvimento e robustez da restinga ou ilha-barreira.

CAIXA 7

PRAIA E DUNA: UM SISTEMA DE PARTILHA DE AREIA



A praia e a duna funcionam como um sistema de partilha de areia, em que cada unidade armazena e liberta episodicamente areia em resposta ao forçamento das ondas, correntes e vento. A areia é transferida entre a duna e a praia subaérea, com passagem pela praia subaérea, de acordo com o esquema A-B-C-D. Esta dinâmica concede ao sistema praia-duna uma capacidade de gestão dos sedimentos de forma a criar morfologias eficientes na atenuação e dissipação da energia das ondas, oferecendo um serviço de proteção à zona terrestre.

ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DE PRAIAS E DUNAS:

A alimentação artificial de praias e dunas é uma técnica de proteção costeira e de regeneração de praias considerada ambientalmente aceitável. Em Portugal tem-se recorrido, cada vez mais a alimentações artificiais da praia imersa, praia subaérea e das dunas para proteção e defesa do litoral, em detrimento ou complemento de obras costeiras rígidas, também ditas “pesadas” (e.g., esporões, paredões). Fonte: Andrade (1998)

Na sua configuração mais simples, de que são exemplos a restinga do Ancão e a Ilha de Cabanas, o raso de barreira não existe e o conjunto formado pela praia e único cordão dunar ativo confina diretamente com a margem lagunar que consiste numa praia arenosa, sem berma, geralmente estreita e pouco inclinada, eventualmente pontuada aqui e ali por leques de galgamento (Figura 22). Noutros casos, como na metade poente da Ilha da Culatra ou na extremidade nascente da Ilha da Barreta, o raso de barreira é extenso e cresceu à custa da soldadura de múltiplas cristas de duna, das quais só a mais próxima do mar se mantém ativa, trocando areias com a praia (Figura 14). Esta organização morfológica ocorre apenas em condições de elevada disponibilidade sedimentar. A ampliação em largura da praia emersa para o lado do mar cria condições para a diferenciação e crescimento de novas dunas que vão ocupando gradualmente as áreas de berma que deixaram de estar sob o alcance das ondas. Estabelece-se assim, uma sucessão de cordões dunares, paralelos à linha de costa, com densidade de vegetação, idade e estabilidade crescentes em direção a terra.

O crescimento em largura de uma barreira para o lado de terra é também possível pela multiplicação e amalgamação ao longo do seu comprimento, de leques arenosos de galgamento ou de deltas de enchente entretanto desativados, e sua incorporação no raso de barreira, como no caso da extremidade nascente da Ilha da Culatra (Figura 16) e na região central das ilhas de Tavira e da Armona (Figura 8).

A configuração e morfologia da margem lagunar das restingas ou ilhas-barreira depende do hidrodinamismo e do tipo de sedimentos disponíveis. Em locais abrigados, de baixa energia, ocorrem condições para a deposição de sedimentos mais finos (siltes e argilas), dando origem a depósitos lodosos sob a forma de rasos de maré ou de sapais que gradualmente dão lugar ao raso de barreira. Em locais de maior hidrodinamismo, como nas extremidades das barreiras, junto às barras, ou onde canais principais da laguna se encostam à margem interna da barreira as correntes de maré e as ondas de geração local (mareta) originam praias lagunares de areia (Figura 23).



Figura 8. Antigos deltas de enchente e leques de galgamento formando os rasos de barreira das ilhas de Tavira (A) (fotografia de 29 de setembro de 2019) e Armona (B) (fotografia de 11 de agosto de 2020).

6.2. Barras de maré

As barras de maré são corredores estreitos de ligação entre o mar costeiro e o domínio lagunar. Escoam a água das marés, possibilitando também o atravessamento das barreiras por diferentes tipos de embarcações. Cada maré gera correntes alternadamente dirigidas para dentro (correntes de enchente) e para fora (correntes de vazante) do espaço lagunar. Devido à reduzida largura destas barras, a velocidade das correntes de maré é ali incrementada, pelo que escavam o fundo arenoso para formar um canal cuja definição se dilui a distâncias crescentes da embocadura (Figura 9). Às barras de maré associam-se bancos arenosos, providos de mobilidade e em constante transformação morfológica, conhecidos por deltas de maré: um delta de enchente na fachada lagunar e um delta de vazante na fachada oceânica. Os sedimentos acumulados nestes deltas, tipicamente arenosos, são de origem marinha e convergem do litoral exterior para a boca da barra, veiculados pelas correntes de deriva e pelas correntes oscilatórias associadas às ondas do mar, em propagação ou já rebentadas sobre fundos muito rasos. Durante a fase de enchente, parte destas areias atravessa a barra e, uma vez libertada da constrição lateral das barreiras adjacentes, a corrente de maré diverge em pluma e perde intensidade, levando à deposição de leques de areia sobre os fundos lagunares. Na vazante, este padrão repete-se, mas agora do lado exterior da barra.

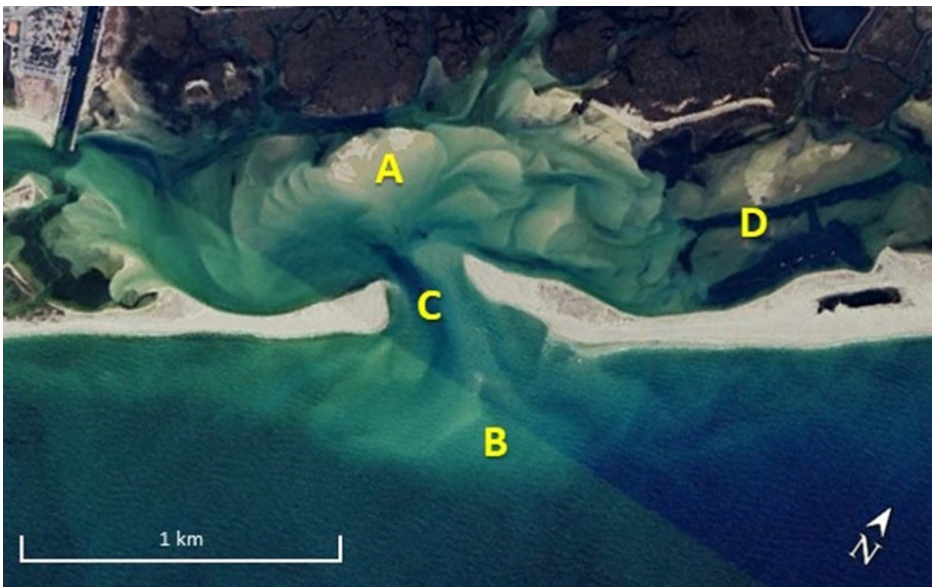


Figura 9. Barra da Fuzeta. A – delta de enchente; B – delta de vazante; C – canal principal da barra; D – canal dragado. Fonte: Google Earth (maio de 2023).

Há, contudo, diferenças entre as condições hidrodinâmicas características dos domínios interno e externo adjacentes a cada barra de maré que influenciam a forma, volumetria e longevidade destes bancos de areia. No espaço lagunar, as correntes de maré são o principal, senão o único, agente hidrodinâmico regulador do transporte sedimentar, mas do lado do mar a essas correntes soma-se a atividade das ondas, sempre presentes, que mobilizam sedimento do fundo e o incorporam na coluna de água, mesmo que temporariamente, à passagem de cada onda rebentada. Daqui resulta que a quantidade de areias injetadas no delta de enchente é, regra geral, superior às que são devolvidas ao delta de vazante, mesmo que as correntes de maré tenham intensidade igual e operem no mesmo intervalo de tempo. Por outro lado, a propagação da maré no domínio lagunar gera fases de enchente mais curtas e fases de vazante mais longas do que no mar, pelo que a enchente é mais eficaz no transporte sedimentar de areias de que a vazante. Assim, o volume de areia injetada através das barras em cada enchente excede, mesmo que ligeiramente, o volume que a vazante pode remobilizar e devolver ao oceano.

A escalas temporais alargadas, as barras de maré constituem assim verdadeiras armadilhas sedimentares, retendo nos deltas de enchente e nos fundos próximos desses bancos quantidades progressivamente maiores de areias subtraídas ao litoral exterior. Pelas mesmas razões, o potencial de crescimento em área e volume dos deltas de enchente depende quase exclusivamente do espaço de acomodação oferecido pela laguna, não havendo limites ao seu crescimento impostos por razões hidrodinâmicas. Pelo contrário, o crescimento dos deltas de vazante é limitado pela relação entre a capacidade de captura de areias imposta pelas correntes de maré, em especial, as de vazante, e a capacidade de remobilização das ondas e das correntes a elas associadas.

A divagação das barras de maré (e dos deltas de maré que as acompanham), isto é, a sua migração ao longo da costa é um fenómeno comum à generalidade das barras não artificializadas da Ria Formosa (Figura 10), com exceção da Barra da Armona. Em regra, este fenómeno resulta da acumulação e incorporação das areias da deriva litoral na extremidade livre da barreira localizada a barlar. A incorporação destas areias aumenta o comprimento da barreira, mas gera constrição da secção da barra, o que desencadeia erosão da extremidade livre da barreira a sotamar, que encurta e cede à deriva litoral o volume de sedimento estritamente necessário à manutenção de uma secção hidráulica em equilíbrio com o prisma de maré (Figuras 10 e 11).

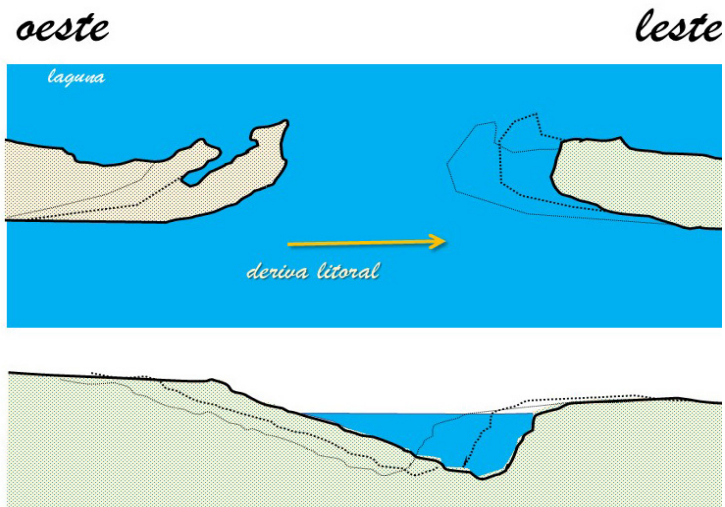


Figura 10. Migração de uma barra de maré através de extensão da barreira a barlamar e erosão da barreira a sotamar, mantendo as dimensões da barra.

A taxa de divagação das barras de maré da Ria Formosa é habitualmente da ordem da dezena de metros por ano, mas pontuada por épocas de (aparente) estabilidade e outras de divagação muito mais rápida, refletindo a variabilidade sazonal e interanual da agitação marítima. As barras naturais tendem a migrar, ou divagar, para nascente, a favor da deriva residual, mas esse processo conduz inevitavelmente à extensão em comprimento dos canais e fundos lagunares encostados aos troços recém incorporados na barreira em crescimento. Estas vias de comunicação, percorridas pela maré a cada ciclo de enchente e de vazante, são também obrigadas a contornar os bancos de areia, abandonados ou ativos, do delta de enchente - que também migra, solidário com a barra - tornando-os mais sinuosos e necessariamente ainda mais longos (ver Figura 11, evolução de A2 para A3).

Em conjunto, estes efeitos dificultam o escoamento das águas da maré, prejudicando o desempenho da barra. Se as ondas de uma tempestade galgarem e conseguirem atravessar a barreira arenosa estabelecendo uma (ou mais que uma) nova via de ligação com o mar (ver Figura 11, F3), a lagoa pode “escolher” alargar, de entre as barras agora disponíveis, aquela que oferece melhor desempenho, geralmente situada a barlamar da antiga barra em divagação. Cria-se desta forma uma barra “nova” que pode coexistir durante pouco tempo com a barra “velha”; a estrutura mais recente inicia novo ciclo de divagação enquanto as estruturas de galgamento menos eficientes e a barra “velha” colmatam naturalmente. Esse processo é também assegurado artificialmente para facilitar a navegação e manter a qualidade do ambiente lagunar, como exemplificado na Figura 11 para as barras do Ancão e Fuzeta (evolução de A4 para A5, e F3 para F4).

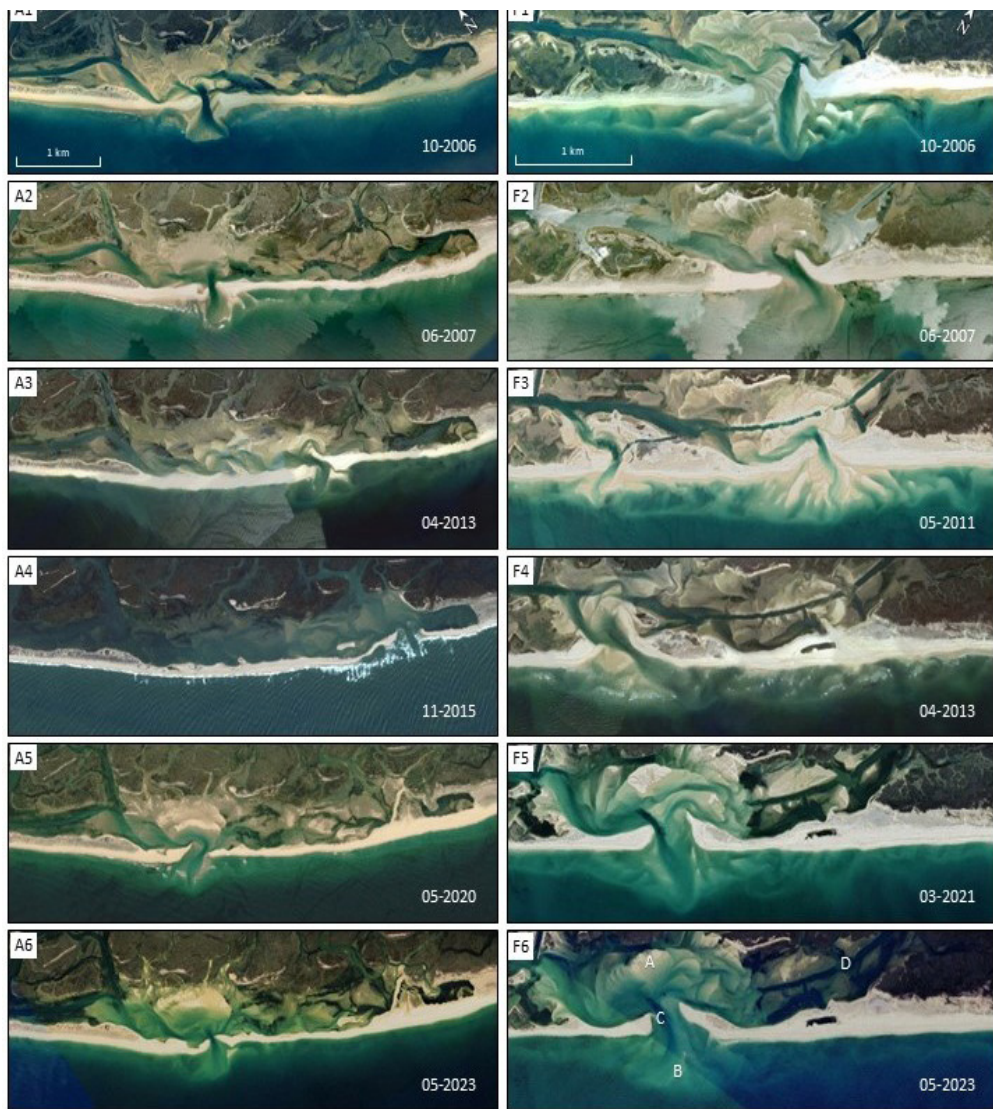
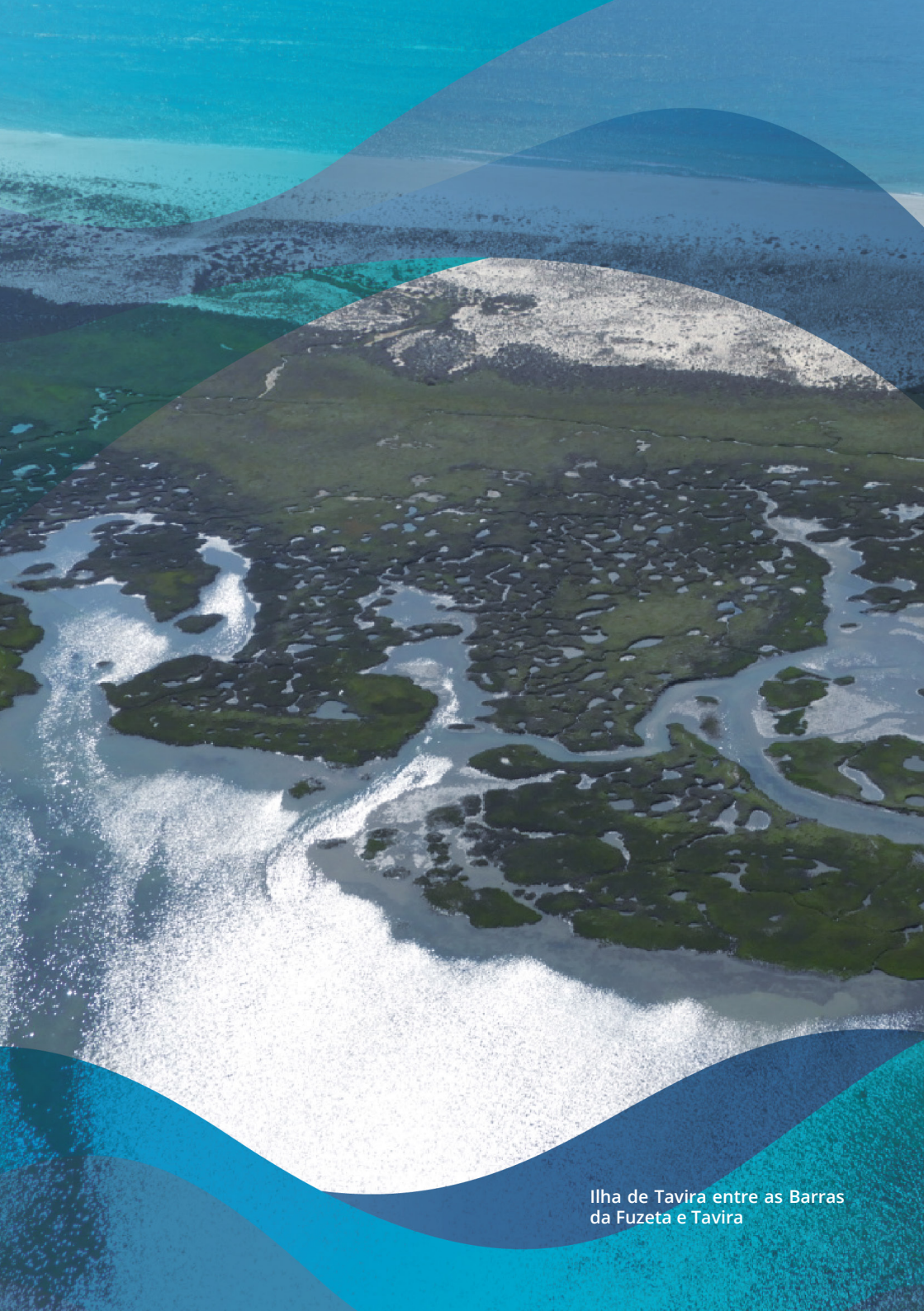


Figura 11. Divagação e evolução das barras e deltas de maré do Ancão (A - painel esquerdo) e da Fuzeta (F - painel direito) desde 2006 até à atualidade, vistas a partir de imagens de satélite. Notar a duplicação da Barra da Fuzeta na imagem F3, de maio de 2011, após realocização artificial, e o reposicionamento da Barra do Ancão na imagem A5, em consequência de intervenção artificial. Na imagem F6: A – delta de enchente; B – delta de vazante; C – canal principal da barra; D – canal dragado. Fonte: Google Earth.



Ilha de Tavira entre as Barras
da Fuzeta e Tavira

7. CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS RESTINGAS E ILHAS DA RIA FORMOSA

7.1. Restinga do Ancão

A restinga do Ancão corresponde ao troço de ancoragem poente do sistema ao domínio terrestre (Figura 12). É uma península arenosa estreita, muito sensível a alterações das fontes sedimentares que alimentam o sistema (a erosão das arribas a poente). É a barreira em que a ocupação humana foi instalada desde mais cedo, do que resultou a destruição por pisoteio dos cordões dunares.

Na zona ocupada, o galgamento é muito frequente e os elementos em risco (habitações, hotel, restaurantes e outras infraestruturas), são frequentemente postos à prova pela ação direta da agitação marítima (Figura 13). No seu término nascente, a Barra do Ancão, ou de S. Luís, tem alguma mobilidade para nascente, sendo frequentes as situações de duplicação da barra, em consequência da abertura de novas barras efémeras, originadas por galgamento.



Figura 12. A restinga do Ancão com intensa ocupação urbana. Vista para oeste com a Barra do Ancão em primeiro plano, em 11 de agosto de 2010.



Figura 13. Galgamento da restinga do Ancão (praia de Faro), afetando a duna e o raso de barreira em 3 de março de 2010.

7.2. Ilha da Barreta

A Ilha da Barreta ou Deserta, acumulada entre a Barra de S. Luís e a Barra de Faro-Olhão é a barreira com sintomas de maior crescimento em largura de todo o sistema, em consequência da construção dos molhes da Barra de Faro-Olhão. A fixação da barra ocorreu no primeiro quartel do século XX, em local onde existiu uma barra natural (Barra do Bispo) muito assoreada e instável.

Na zona central da ilha fica o Cabo Santa Maria, o local mais meridional de Portugal continental, onde se acumulam cristas de dunas sucessivas, formadas com o crescimento em largura desta ilha, que também é a barreira mais exposta à acção da agitação marítima.



Figura 14. A Ilha da Barreta ou Deserta, vista para nascente, evidenciando um extenso campo de cristas dunares fixadas pela vegetação na sua extremidade leste, resultante da acumulação sentida desde a estabilização da Barra de Faro-Olhão, visível em segundo plano. A interrupção da deriva litoral pelos molhes da barra originou acumulação a barlar e erosão da Praia do Farol a sotamar, justificando o rejeito da linha de costa de um e outro lado da barra. Fotografia de 6 de março de 2018.

7.3. Ilha da Culatra

A Ilha da Culatra é a barreira que, no último século, foi o espelho físico mais evidente do transporte sedimentar longilitoral para nascente. Sendo inicialmente uma pequena ilha do sistema de barreira, desde final do século XIX e principalmente durante todo o século XX foi crescendo sucessivamente em comprimento, a um ritmo médio superior a 30 m por ano (Figura 15). O crescimento ocorreu por incorporação de ganchos de areia no seu extremo nascente (Figuras 16 e 17) e fragmentos do delta de enchente da Barra da Armona, que foram sendo sucessivamente abandonados à medida que a extremidade nascente da ilha invadia espaço e formas anteriormente reservadas às correntes de maré. O crescimento da Ilha da Culatra foi progressivamente reduzindo a largura da Barra da Armona, então denominada Barra Grande quando era a barra mais importante de todo o sistema.

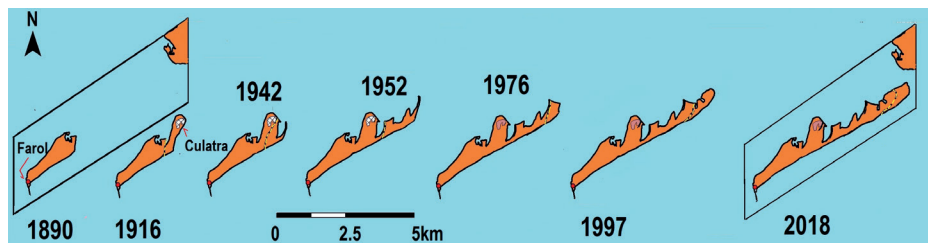


Figura 15. Esquema evolutivo da Ilha da Culatra entre 1890 e 2018.

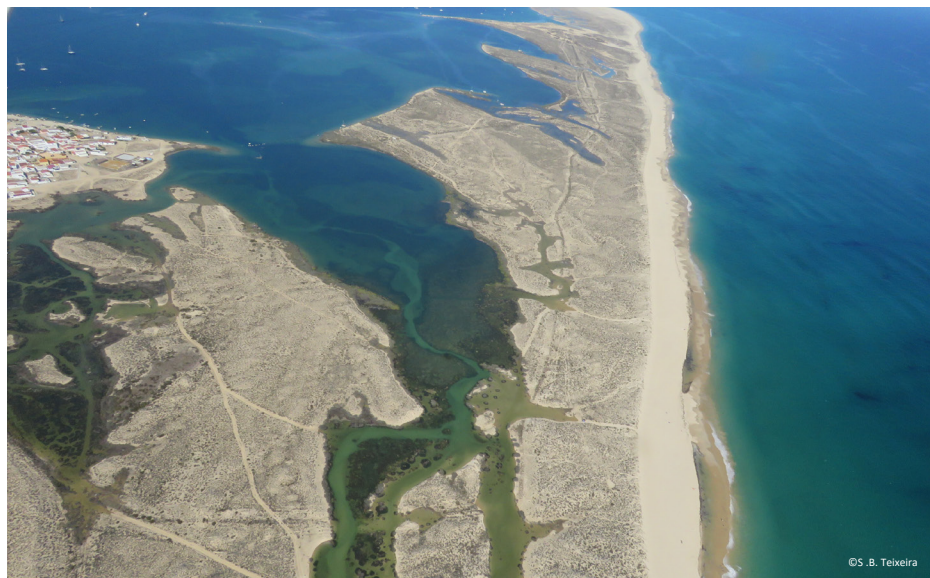


Figura 16. Extremo nascente da Ilha da Culatra, sendo visíveis vários “ganchos” de areia encurvados para o interior da laguna, evidência da deriva litoral e crescimento da ilha para leste. Do lado esquerdo da imagem, a povoação da Culatra. Fotografia de 29 de setembro de 2019, em preia-mar de águas vivas.

Sobre esta ilha existem três núcleos urbanos de génese diversa. O núcleo mais a poente tem sobretudo ocupação de verão, diminuindo a sazonalidade da ocupação para nascente, como é o caso do núcleo dos Hangares. O núcleo da Culatra teve o início da ocupação no princípio do século passado (Figura 16), com grande crescimento nos anos 1970 a 1990. Contém escola primária e igreja, sendo servida por infraestrutura de pesca.

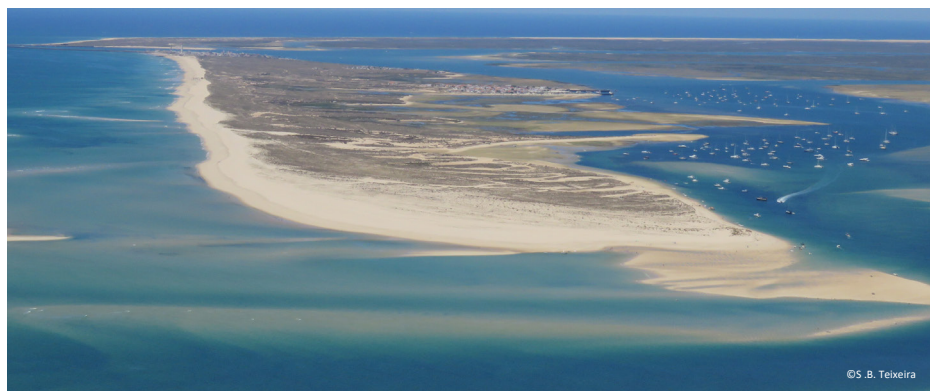


Figura 17. Ilha da Culatra. Vista para oeste, com a Barra Grande em primeiro plano, observando-se múltiplas cristas arenosas encurvadas que testemunham o crescimento a ponta livre da ilha sobre espaço antes ocupado pela barra. Fotografia de 5 de agosto de 2019.

7.4. Ilha da Armona

Com a extremidade poente muito estável, a Ilha da Armona é das barreiras mais estáveis do sistema, em particular na sua metade poente. Já a metade nascente, mais estreita e vulnerável, acusa a instabilidade associada à migração da Barra da Fuzeta. Em 2010, em condições muito adversas de mar, e em regime de águas-vivas, o extremo nascente da Ilha da Armona sofreu erosão e galgamento, resultando na abertura natural de uma nova Barra da Fuzeta, no local onde existiam 24 casas (Figuras 18 e 19). No total, deste episódio resultou a destruição de 44 casas de um total de 77 então existentes. As habitações remanescentes foram posteriormente demolidas, configurando uma medida de “recuo reativo” e levando à renaturalização da ilha.



Figura 18. Erosão da fachada oceânica e galgamento da duna e raso de barreira da Ilha da Armona, com destruição de edifícios construídos na praia da Fuzeta (tempestade de 28 de fevereiro de 2010).



Figura 19. Reabertura natural da Barra da Fuzeta em consequência de galgamento e rotura total da barreira em 1 de março de 2010.

7.5. Ilha de Tavira

À exceção dos seus extremos, com dinâmica muito condicionada pela evolução das barras, a Ilha de Tavira é, particularmente na sua zona central, muito estável. Desde que a Barra de Tavira foi fixada, o extremo nascente da ilha foi palco de grande crescimento em largura (Figura 20).



Figura 20. Barra de Tavira em 5 de agosto de 2019, evidenciando acreção da Ilha de Tavira a barlamar dos molhes da barra e erosão e recuo da Ilha de Cabanas, a sotamar dos mesmos.

7.6. Ilha de Cabanas

A Ilha de Cabanas, localizada a sotamar da Barra de Tavira, evoluiu drasticamente após fixação desta embocadura. O terço poente da ilha de Cabanas, como hoje a conhecemos, era ocupado pela Barra de Tavira (então designada por “Barra do Cochicho”). Nos anos 1970 inicia-se o crescimento da Ilha de Cabanas, ancorada ao molhe nascente da Barra de Tavira, mas numa posição mais recuada. Em 1980, esta ilha já protegia a povoação homónima (Figura 21) continuando a sua progressão para nascente até cerca de 1000 m para oeste do forte de Cacela. A barra nascente desta ilha (Barra de Cacela) foi aberta artificialmente em 2011, levando à colmatação natural da antiga Barra do Lacém, uma barra muito instável. Desde essa data mantém-se natural, divagando e alterando a morfologia ao sabor da agitação marítima e da disponibilidade sedimentar (Figura 22). O canal de Cacela foi dragado entre 1997 e 2002, visando manter o acesso de embarcações de pesca ao núcleo de Cacela, com utilização dos rejeitos de dragagem para reforço do cordão dunar frontal.



Figura 21. Ilha de Cabanas e povoação de Cabanas, separadas pela laguna. O banco de areia interno corresponde a rejeitos de dragagens dos canais. Vista para nascente, em 29 de Setembro de 2019.



Figura 22. Barra de Cacela e respectivos deltas de maré, Ilha de Cabanas e povoação de Cacela Velha junto à foz da ribeira de Cacela, com leque de dejectação torrencial exposto em baixa mar. As acumulações de areia no espaço lagunar, adjacentes à margem interna da ilha, correspondem a leques de galgamento e antigos deltas de maré abandonados. Vista de terra para sudoeste, em 2 de agosto de 2018.

7.7. Restinga de Cacela

A restinga de Cacela é o segmento mais oriental da fiada de barreiras, e faz transição para o ambiente terrestre, por alturas da Manta Rota (Figura 23). É muito estreita e frequentemente submetida a galgamento, exibindo várias cicatrizes de reaberturas naturais e sucessivas de barras e assoreamento de barras inactivas.



Figura 23. Barra e restinga de Cacela, vista para nordeste. Foto de 17 de julho de 2017, em baixa-mar, expondo os deltas de maré. A margem lagunar consiste numa praia arenosa nas proximidades da barra, mas dá lugar a um sapal na região mais abrigada e distante da barra.

BIBLIOGRAFIA

- Andrade, C. (1990). O ambiente de barreira da Ria Formosa (Algarve, Portugal). Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa, 645 p..
- Andrade, C. (1998). Dinâmica, Erosão e Conservação das Zonas de Praia. Expo'98, Lisboa, 86 p..
- Andrade, C., Freitas, M.C., Moreno, J., Calado, S. (2004). Stratigraphical evidence of Late Holocene extreme storms and barrier breaching in lagoonal sediments of Ria Formosa, Algarve, Portugal. *Marine Geology*, 210, 339-362.
- Aníbal, J., Gomes, A., Mendes, I., Moura, D. (eds.) (2021). À descoberta da Ria Formosa. Universidade do Algarve, Faro, 26 p., ISBN: 978-989-9023-64-2.
- Arnaud-Fassetta, G., Bertrand, F., Costa, S., Davidson, R. (2006). The western lagoon marshes of the Ria Formosa (Southern Portugal): Sediment-vegetation dynamics, long-term to short-term changes and perspective. *Continental Shelf Research*, 26 (3), 363-384.
- Costa, J., Lousã, M., Espírito-Santo, M. (1996). A vegetação do Parque Natural da Ria Formosa (Algarve, Portugal). *Studia Botanica*. 15, 69-157. Ediciones Universidad de Salamanca, España, ISSN: 0211-9714.
- Costa, M., Silva, R., Vitorino, J. (2001) - Contribution to the study of the wave climate on the Portuguese coast. Com. 2ª Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária. Associação Nacional de Navegação. Sines. CD-ROM, 20p..
- Duarte, B., Carreiras, J., Caçador, I. (2021). Climate Change Impacts on Salt Marsh Blue Carbon, Nitrogen and Phosphorous Stocks and Ecosystem Services. *Applied Sciences*, 11, 1969.
- Pacheco, A. (2010). Hydrodynamic and sediment fluxes through the inlets of the Ria Formosa. Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Algarve, 183p..
- Pinto, C.A., Silveira T.M., Teixeira, S. B. (2020) Beach nourishment practice in mainland Portugal (1950–2017): Overview and retrospective. *Ocean & Coastal Management*, Volume 192, 105211.
- Pires, H. O. (1989). Alguns aspectos do clima de agitação marítima de interesse para a navegação da costa de Portugal. O Clima de Portugal. Fasc. XXXVII, vol. 2. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Lisboa, 34p..
- Sousa, C., Boski, T., Pereira, L. (2019). Holocene evolution of a barrier island system, Ria Formosa, South Portugal. *The Holocene*, 29 (1), 64-76.

FICHA TÉCNICA

TÍTULO: Sobre a Geodiversidade da Ria Formosa

AUTORES: César Andrade, Sebastião Braz Teixeira, Tanya Silveira, Teresa Drago

FINANCIAMENTO: Projeto EDUOCOAST –EDUOCOAST - Nature-Based Education in Coastal GeoSciences-A field station in southern Portugal (EEAGrants PT-INNOVATION-0067)

DESIGN E PAGINAÇÃO: Muxima

IMPRESSÃO: XXX cópias

LOCAL E DATA EDIÇÃO Lisboa, 2025

ISBN – (formato impresso)

ISBN- (formato digital)

DIGITAL OBJECT IDENTIFIER (DOI)-

CITAÇÃO SUGERIDA: Andrade C., Braz Teixeira S., Silveira T. & Drago T. (2025) - Sobre a Geodiversidade da Ria Formosa, Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Tavira, Portugal, XX páginas.

IPMA: <https://www.ipma.pt/pt/index.html>

FCUL: <https://ciencias.ulisboa.pt/>

APA: <https://apambiente.pt/apa/apa-administracao-da-regiao-hidrografica-do-algarve>

Projeto EDUOCOAST: <https://educocast.ipma.pt/>

AGRADECIMENTOS:

Os autores gostariam de expressar o seu sincero agradecimento a todos os que contribuíram para a realização deste guia. Em particular, agradecemos a Janine Ellmer, Jacqueline Santos, Marcos Rosa, André Pacheco e Elsa Caetano pela disponibilidade e contributos para o desenvolvimento deste trabalho.

Um agradecimento especial a José Falcão, da SéquaTours, pelo apoio inestimável e constante ao projeto EDUOCOAST e à equipa do IPMA de Tavira.

Estendemos também o nosso reconhecimento a toda a equipa do projeto EDUOCOAST, cujo esforço e dedicação foram fundamentais para tornar possível esta iniciativa.

A todos, o nosso muito obrigado.





AUTORES:

César Andrade¹
Sebastião B. Teixeira²
Tanya Silveira^{3,4}
Teresa Drago^{3,4}

¹Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

²Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.

³Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P.

⁴Instituto Dom Luiz

OPERADOR:



PROMOTOR:



PARCEIROS:

