



**MARGens**  
com vida



# Sumário

## 5 Apresentação

## 9 MARgens

### Dunas

- 13 Dunas... mais do que montes de areia
- 14 Como se formam as dunas?
- 23 Sobreviver nas dunas: um desafio!
- 24 “Sal”? Não, obrigado!
- 25 Como não ser soterrado?
- 26 Como não ser arrancado pelo vento?
- 27 Como obter e conservar a água?
- 28 Como encontrar o escasso alimento?
- 28 Como lidar com os temporais?
- 29 Como passar despercebido à vista de todos?
- 30 Dar nas vistas para se proteger?
- 31 É seguro sair à noite?

### Estuário

- 33 Os estuários: entre a água doce e a salgada
- 35 O rio entra no mar ou o mar entra no rio?
- 36 É bom viver num estuário?
- 37 Importância dos estuários

### Praia rochosa

- 41 Entre o mar e a terra, ao ritmo das marés...
- 42 Características da zona entre marés
- 44 Porque varia diariamente o nível do mar?
- 45 Viver entre marés numa praia rochosa
- 46 A maré desceu... E agora?
- 54 Poça de maré: uma singularidade topográfica

### Mar

- 59 Litoral Norte – águas frias e turvas
- 60 Porque são frias as nossas águas costeiras?
- 61 Como se forma uma corrente de afloramento
- 62 A água de Viana é só de Viana?
- 64 Como se formam as ondas?
- 65 As cadeias tróficas marinhas
- 67 Como se estudam os oceanos?
- 68 Detecção remota: Os olhos lá no alto
- 68 Redes de Plâncton e Nécton: Conhecer os pequenos habitantes dos Oceanos
- 69 ROV's e submarinos: Descobrir as profundezas

## 70 Bibliografia





A defesa e valorização da orla marítima é uma das prioridades da Câmara Municipal de Viana do Castelo, pelo valor ambiental, patrimonial, cultural, recreativo e económico que representa. Têm sido diversas as diligências que a Autarquia tem desenvolvido no sentido de requalificar as praias, proteger os sistemas dunares e assegurar equipamentos de apoio logístico que promovam a conservação e manutenção de um conjunto de valores naturais associados a esta proximidade ao litoral.

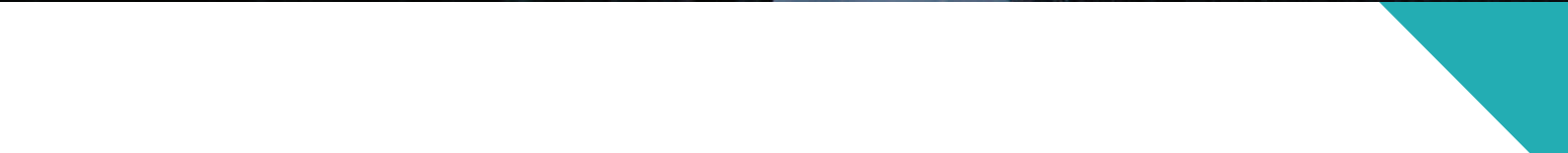
O trabalho que tem sido desenvolvido ao nível de ações de educação ambiental com a população escolar e com a população em geral, tem revelado como fundamental a transmissão de um conjunto de informações acerca da dinâmica dos ecossistemas marinhos e estuarinos que permita uma nova visão sobre o património natural. Pretende-se assim incentivar e fomentar o gosto pelo conhecimento, respeito e valorização destes ecossistemas.

Neste contexto, retrata-se aqui a proximidade e a ligação que existe entre diferentes ambientes ligados ao MAR. Este é o ponto central desta viagem que percorre a diversidade de vida e a extraordinária capacidade de adaptação das espécies nas praias rochosas e nos sistemas dunares, passando pelos estuários e sua relação diária com a dinâmica das marés.

Espera-se que esta seja uma edição, acima de tudo didática, que desperte a curiosidade em conhecer a diversidade marinha e os ambientes costeiros de forma a potenciar atitudes de conservação, valorização e defesa deste património natural comum.

O Presidente da Câmara

**José Maria Costa**









# MARgens

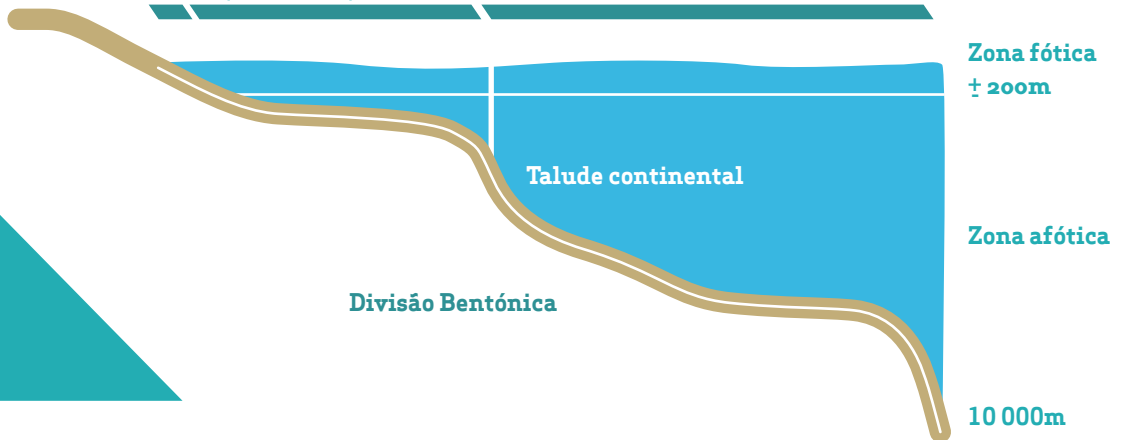
A zona costeira desenvolve-se entre o limite da plataforma continental (cerca de 200 m de profundidade e a uma distância de terra variável) e o limite dos terrenos atualmente emersos mas que estiveram submersos durante a última transgressão marinha.

O espaço assim delimitado corresponde a uma área de transição entre o oceano profundo e os sistemas terrestres adjacentes, apresentando características próprias resultantes da interação entre o oceano, a massa terrestre e a atmosfera, que se refletem não só nos processos físicos e biológicos mas também nos seres vivos que aí habitam. É nas águas costeiras que quase todos os materiais de origem terrestre se vão depositar, sendo esta região uma das zonas biológica e geoquimicamente mais ativas da biosfera, sendo responsável por uma percentagem significativa da produtividade oceânica (primária e secundária).

Para o homem, a zona costeira é particularmente importante, quer na zona emersa quer na zona submersa. É na região costeira emersa que a maioria das atividades humanas se desenrola, vivendo mais de 40% da população humana numa faixa de 100 km em torno da margem litoral.

## Divisão Pelágica

Zona litoral    **Província Nerítica**  
(Zona sublitoral)    **Província Oceânica**





A zona submersa é designada por **zona nerítica** e tem uma importância económica particular, pois é aí que ocorrem os principais recursos pesqueiros. A transição entre os meios marinhos e terrestres está sujeita a períodos de imersão e emersão, como consequência do ciclo de marés e designa-se por **zona entre marés** ou **zona litoral**. Nas zonas onde os rios desaguam no mar, surge um outro meio de transição, em que a água doce de origem continental e a água marinha se misturam, dando origem aos **sistemas estuarinos**. Para lá da zona entre marés, em direção a terra, surgem sistemas que guardam de alguma forma a sua relação com o mar, como é o caso dos **sistemas dunares**.

Com exceção da zona nerítica, em que se verifica uma grande continuidade física com o oceano profundo, tanto a zona entre marés, como os estuários e os sistemas dunares correspondem a sistemas marginais, uma interface entre dois sistemas contíguos. Organismos que vivem nesse tipo de zonas estão sujeitos a flutuações mais intensas do que espécies que vivem no interior dos sistemas em contacto. A vida em cada uma dessas zonas apenas foi possível graças ao desenvolvimento de adaptações que permitiram aos organismos lidar com as situações extremas de cada um dos sistemas, levando à existência de espécies que lhes são exclusivas, que surgem a par de algumas espécies mais resistentes provenientes de cada um dos lados da fronteira.

1 Ouriços-do-mar  
(*Sphaerechinus granularis*)

2 Gorgónia (*Leptogorgia* sp)







# Dunas

## Dunas... mais do que montes de areia

Na interface entre o mar e a terra, surgem frequentemente formações sedimentares a que damos o nome de dunas ou sistemas dunares. Com uma relação direta com o mar, que alimenta a praia com sedimentos (areia), e com o vento (que arrasta o sedimento para o interior do continente), as dunas são geoformas dinâmicas que mantêm uma relação muito forte com a vegetação. Essa dinâmica está fortemente relacionada com a disponibilidade de sedimentos e com a força e direção dos ventos dominantes. Sob um fornecimento regular de sedimentos pelo mar (praias em acreção, ou seja, em crescimento), o vento dominante (regra geral soprando do mar para terra) transporta a areia para o interior mas de uma forma seletiva: os grãos maiores, mais pesados, deslocam-se ao longo da superfície da praia; os grãos mais pequenos, mais leves, deslocam-se a maior altura e por distâncias também maiores para o interior. O resultado desse transporte é visível nas sucessivas acumulações de areia que designamos por dunas e que podem atingir vários metros de altura e estender-se por vários quilómetros para o interior.

Na fronteira entre o mar e a terra, a praia e as dunas são ambientes agrestes, onde apenas organismos muito especializados conseguem sobreviver. Os maiores desafios aos organismos que aí habitam são a submersão por água salgada (na praia baixa), o risco de enterramento devido à grande mobilidade do substrato, a dificuldade em obter água doce (as areias são muito porosas e a água escoia muito rapidamente), a obtenção de nutrientes pelas plantas (o rápido escoamento da água leva a uma fácil lixiviação dos nutrientes) e as grandes amplitudes térmicas diárias (tal como num deserto, a temperatura máxima diária pode ser muito elevada e a mínima muito baixa).

Para o homem, os sistemas dunares têm uma importância vital, de que ele apenas se apercebe quando estas são destruídas. Como sistema marginal, de fronteira, funciona como um sistema de proteção aos terrenos interiores ou uma primeira linha de defesa face ao avanço do mar. Quando degradadas, naturalmente ou como consequência das ações do homem, facilitam o avanço do mar para o interior do continente. Quando em crescimento, limitam a influência do mar sobre os terrenos interiores, contribuindo para a estabilização do litoral.

Como sistema dinâmico que é, necessita de espaço para que os fenómenos resultantes dessa dinâmica se possam desenvolver. É quando o Homem ocupa esse espaço, impedindo os fenómenos naturais de se manifestarem, ou quando interfere nessa dinâmica, alterando o trânsito sedimentar, que surgem os problemas e os prejuízos para este. Construções sobre sistemas dunares, alterações no coberto vegetal e obras de proteção costeira são bons exemplos de alterações antrópicas com resultados normalmente catastróficos.



*A ação do vento sobre a areia depositada na praia pelo mar dá origem a um gradiente dimensional, em que os grãos mais grosseiros ficam na praia baixa e os mais finos são transportados para o interior, onde dão origem às dunas*

**Sabia que...**

**3** Arriba de erosão ativa no sistema dunar da Amorosa



## Como se formam as dunas?

Regra geral, associa-se a origem de uma duna à existência de um obstáculo físico (pedra, tufo vegetal...) ao trânsito sedimentar numa praia. Embora possa ser admissível a uma escala muito local (centímetros a 1 ou 2 metros), a formação de campos dunares extensos não pode ser explicada por este modelo.

Em condições de acumulação constante de sedimentos na praia pelo mar e de ventos frequentes com direção dominante, a posição da primeira linha dunar (duna frontal) na costa portuguesa guarda uma relação direta com a posição do limite de maré alta e com a intensidade desses ventos. A intensidade média do vento dominante determina a distância na praia a que os sedimentos são arrastados; o limite de maré alta define a altura na praia a que são depositados sedimentos “frescos”, que não voltarão a ser levados de volta para o mar.

Comportando-se o vento sobre a praia como um fluido laminar, em que as camadas de ar mais baixas estão mais sujeitas ao atrito gerado pelo contacto com a superfície da praia, o vento vai perdendo capacidade de transporte de sedimentos, à medida que se desloca para o interior. Como consequência, as areias constituintes de uma praia vão sendo gradualmente mais finas à medida que nos afastamos do mar. Os sedimentos de maiores dimensões ficam retidos na praia baixa enquanto que os de menores dimensões são movimentados para o interior.

A partir de uma distância que depende da intensidade do vento e do perfil da praia, o atrito com a superfície da praia trava o movimento dos sedimentos, levando à formação de montículos de areia num padrão regular, perpendicular à direção do vento dominante. Esses montículos têm grande mobilidade e tendem a deslocar-se para o interior caso não surja um processo de as fixar, podendo dar origem a dunas móveis (parabólicas ou barcanes) como as que surgem nos desertos ou em sistemas litorais com muito dinamismo e grande fornecimento de sedimentos.

Duna embrionária com cordeiros-das-dunas (*Otanthus maritimus*) em primeiro plano

4



Nos sistemas dunares litorais, o processo de fixação de uma duna está diretamente relacionado com a presença de vegetação. A partir do momento em que a influência marinha direta, por submersão, deixa de se fazer sentir, estão criadas as condições para o aparecimento da primeira vegetação vascular.

A primeira comunidade vegetal que se instala é muito simples, dominada por uma planta muito resistente à salinidade (tolera submersões periódicas por água do mar) e à instabilidade do substrato. Trata-se do feno-das-areias (*Elymus farctus*), uma gramínea perene de crescimento muito rápido, cujas longas raízes fixam com eficácia as areias móveis onde se desenvolve. Muito flexível, o seu rizoma estende-se rapidamente por extensões apreciáveis, colonizando toda a praia alta desde que não haja perturbações do processo.

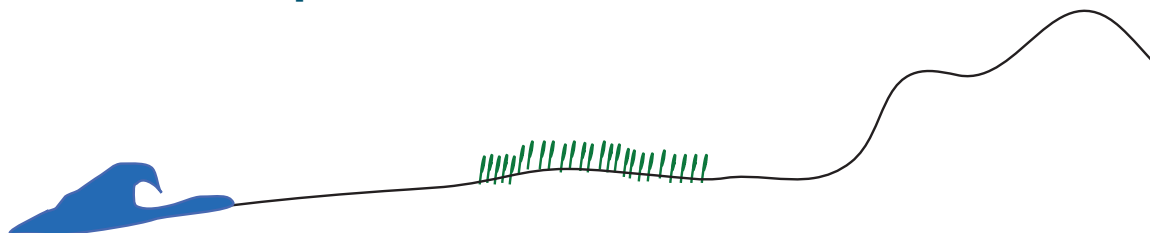
A vida nesta zona não é fácil. O substrato nesta zona apresenta uma grande mobilidade pelo que existe permanente risco de enterramento. A proximidade ao mar leva a que as plantas sejam frequentemente submersas por água do mar, durante as tempestades invernais coincidentes com marés vivas. Este conjunto de condições faz com que apenas o feno-das-areias, de crescimento vertical muito rápido e tolerante à submersão por água do mar, aí consiga viver em permanência. Tomando como referência a linha onde surgem as primeiras plantas, é geralmente possível encontrar povoamentos puros de feno-das-areias numa faixa com 10 a 15 m de largura. O estabelecimento desta espécie vai funcionar como obstáculo ao vento que, na passagem, é travado e a sua carga de areia aí depositada. Forma-se assim gradualmente uma elevação, cujo crescimento em altura vai depender fundamentalmente do desenvolvimento do feno-das-areias e que chega a ultrapassar 1 m de altura.

5 Sapinho-da-praia  
(*Honkenia peploides*)

6 Feno-das-areias  
(*Elymus farctus*)



Esta fase pode durar vários anos e a duna vai continuar a crescer em altura, formando estas plantas povoamentos densos e contínuos. Forma-se assim uma plataforma arenosa dominada pelo feno-das-areias, designada por **duna embrionária ou degrau de praia**.



O feno-das-areias surge frequentemente acompanhado por outras plantas anuais como a **barrilheira** (*Salsola kali*) e a **carqueja-mansa** (*Cakile maritima*), tirando partido de locais temporariamente ricos em matéria orgânica. Surgem em grandes quantidades em locais onde ocorrem frequentes galgamentos marinhos ou onde descargas orgânicas são efectuadas na praia, geralmente através de pequenas linhas de água. Estas plantas, apesar de poderem acumular quantidades apreciáveis de areia, pouco contribuem para o aumento em altura e a estabilização da duna. Por serem plantas anuais, o seu efeito apenas se faz sentir durante o seu período de crescimento activo; após o seu desaparecimento, a areia acumulada é novamente movimentada pelo vento.

Barrilheira  
(*Salsola kali*)

7

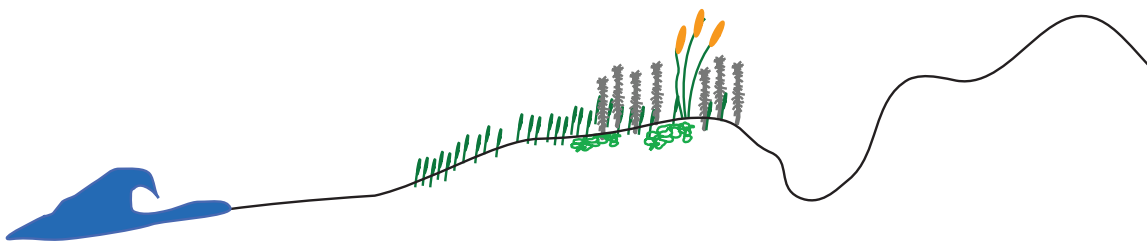
Carqueja-mansa  
(*Cakile maritima*)

8





Atingida uma certa estabilidade, o que surge ao fim de 3-4 anos, desenvolvem-se no topo desta pequena duna pequenos povoamentos mistos de **cordeiro-das-dunas** (*Otanthus maritimus*), **couve-marinha** (*Calystegia soldanella*) e **morganheira-das-praias** (*Euphorbia paralias*), que levam ao aumento do seu crescimento vertical.



Na sua rectaguarda aparecem tufos de **estorno** (*Ammophila arenaria*), que podem contribuir para a formação de pequenos montículos de areia, designadas por *nebkas*.

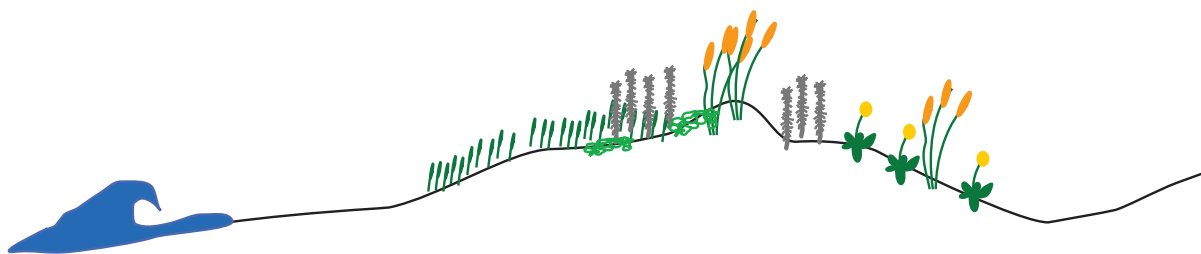
As *nebkas* distinguem-se dos montículos residuais da duna frontal porque, ao contrário do que nessas acontece, os tufos de estorno são vigorosos e em crescimento. Ao abrigo das *nebkas* vão surgir pequenos povoamentos de outras espécies, como é o caso da **leituga-dos-montes** (*Leontodon taraxacoides*), da **granza-das-praias** (*Crucianella maritima*) e de novos pés de estorno.

9 Cordeiro-das-dunas  
(*Otanthus maritimus*)

10 Nebka com estorno  
(*Ammophila arenaria*)



Por trás da duna embrionária observa-se uma duna frontal ou cordão frontal de dunas, que se pode estender por vários quilómetros da faixa costeira (entendida como o sistema praia + duna frontal). A vegetação que aí se encontra é dominada pelo estorno e inclui um número variado de outras espécies tais como *Silene littorea*, a **mama-leite** (*Euphorbia portlandica*), o **cardo-marítimo** (*Eryngium maritimum*) e o **lirio-das-areias** (*Pancratium maritimum*), entre outras.



*Silene littorea* 11

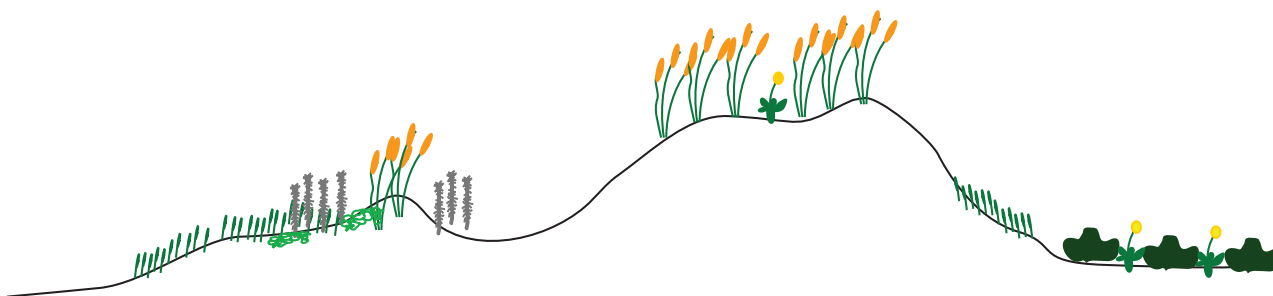
Lirio-das-areias  
(*Pancratium maritimum*) 12

Os mecanismos de formação da duna frontal não são bem conhecidos e sobre as épocas em que atuaram não se dispõe de informações seguras. Tudo leva a crer que existe uma relação direta entre a posição da duna frontal e a posição do mar: Se o mar recua, a duna embrionária transforma-se numa duna frontal, surgindo na sua frente uma nova duna embrionária. Se o mar avança, a duna embrionária é destruída e a duna frontal passa a estar sujeita a um processo erosivo que pode levar à sua destruição completa. Ou seja, a sequência atual de dunas sucessivas paralelas à praia que se observa em muitos segmentos costeiros corresponde normalmente a posições sucessivas da frente marinha ao longo do tempo.



Para lá do topo da duna frontal, forma-se um ambiente mais seco e abrigado do vento, onde se desenvolve uma comunidade vegetal bastante mais complexa. Esta zona é dominada pela **madorneira** (*Artemisia crithmifolia*) e pela **perpétua-das-areias** (*Helichrisum picardii*), acompanhadas pela **vúlpia** (*Vulpia alopecurus*), pela **erva-pichoneira** (*Corynephorus canescens*), *Medicago marina*, **govinho-da-praia** (*Malcomia litorea*), a **ansarina** (*Linaria polygalifolia*) e o **morrião-azul** (*Anagalis monelli*), referindo apenas as plantas mais evidentes. Esta zona caracteriza-se pela maior estabilidade do substrato arenoso, o que permite o desenvolvimento de uma comunidade mais complexa, composta por plantas anuais e arbustivas.

**13** Vista geral do sistema dunar interior (Amorosa-Rodanho). No primeiro plano, lado esquerdo, observa-se um corredor eólico resultante da degradação da duna frontal







Perpétua-das-areias  
(*Helichrisum picardii*)

14

*Reichardia gaditana*

15

*Silene niceensis*

16

Morrião-azul  
(*Anagalis monelli*)

17

Atingindo esta fase, a forma dunar está perfeitamente definida, apresentando a praia um perfil suave. Este perfil corresponde à passagem gradual de um ambiente marinho para um ambiente terrestre, representando as várias manchas vegetais fases de um gradiente nítido. Mantendo-se as condições que levaram à sua origem, este sistema irá evoluir no sentido da estabilização das zonas mais recuadas, com um aumento gradual da diversidade e da biomassa vegetal, caso os factores da dinâmica das águas costeiras não perturbem a evolução (tempestades, subida do nível do mar, déficit de areia na alimentação das praias por interrupção da deriva litoral, como por exemplo nas situações criadas pelos esporões).





- 18 Saganho-mouro  
(*Cistus salvifolius*)
- 19 Goivinho-da-praia  
(*Malcomia littorea*)
- 20 Vúlpia  
(*Vulpia alopecurus*)
- 21 Ansarina  
(*Linaria polygalifolia*)



22



23

O gafanhoto-das-areias (*Sphingonotus candidus* subsp. *lusitanicus*) e a bicha-cadelas-areias apresentam uma coloração que os torna quase invisíveis no meio da areia

22

23



24



25

## Sobreviver nas dunas: um desafio!

As dunas abrigam uma diversidade de animais e plantas que revelam surpresas ao visitante mais atento e paciente. As características ambientais do litoral, nomeadamente no que respeita à elevada salinidade, ventos fortes, reduzida capacidade de retenção de água do solo arenoso aliada à sua grande mobilidade, impacto das partículas sólidas sobre os organismos, forte insolação e aquecimento do solo, entre outros, condicionam a vida dos organismos dunares que desenvolveram importantes estratégias de sobrevivência. Na faixa mais próxima do mar, os problemas que se colocam aos organismos dizem respeito à maior salinidade do ar e da água e ao elevado risco de enterramento pelas areias móveis. Mais para o interior, mas ainda antes do topo da duna, a submersão pelo mar deixa de ser um risco mantendo-se, no entanto, os problemas da elevada salinidade e da mobilidade das areias. Ao abrigo da duna frontal, a influência do mar não se faz sentir diretamente, sendo o vento, a carência em água e as elevadas amplitudes térmicas diárias e anuais os factores determinantes.

As plantas dunares sofreram modificações morfológicas, anatómicas e fisiológicas que lhes permitem resistir e sobreviver num meio tão adverso. A fauna dunar também se encontra bem adaptada a este espaço que lhes fornece abrigo, e constitui zona de alimentação e de reprodução.

24 Nas dunas, aranhas como a viúva-negra (*Latrodectus tredecimguttatus*) são predadores de topo

25 O borrelho-de-coleira-interrompida (*Charadrius hiaticula*) deposita os seus ovos diretamente na areia



Barrilheira  
(*Salsola kali*)

26

*Salsola* é o termo latino para “salgado” e que a barrilheira foi uma das plantas usadas como fonte de carbonato de sódio para a produção de vidro e sabão

Sabia que...

## “Sal”? Não, obrigado!

O *spray* salino pode danificar os tecidos das plantas e provocar a sua morte. A principal resposta a esta agressão é o desenvolvimento de suculência em certas partes da planta que sofrem um engrossamento de modo a permitir um maior armazenamento de água para satisfação das necessidades metabólicas e manter a turgescência dos tecidos. Outras respostas para evitar a acumulação de sais é a formação de cutículas grossas, o desenvolvimento de pubescência e a orientação da folha. O *spray* salino juntamente com esporádicas inundações por água do mar podem também contribuir para um incremento da concentração de sais no solo arenoso, que apenas tenderá a diminuir pela ação das águas das chuvas. Face às elevadas concentrações salinas no solo arenoso as plantas desenvolveram adaptações que incluem o desenvolvimento de resistência face ao sal; a estimulação do crescimento a baixas concentrações de sal; o desenvolvimento de estruturas no tecido externo que permitem excretar o sal; a suculência e adaptações osmóticas.

A **barrilheira** (*Salsola kali*) e a **eruca-marítima** (*Cakile marítima*) são plantas halófitas que toleram grandes concentrações de sal. Possuem órgãos suculentos, o que lhes permite diluir os sais acumulados, e folhas de dimensões reduzidas e com forte cutícula, o que limita a exposição aos efeitos nocivos do *spray* salino (salsugem).





## Como não ser soterrado?

O enterramento das plantas devido à areia transportada pelo vento é uma das maiores restrições para a implementação e desenvolvimento da flora dunar. A resposta mais comum das plantas que vivem em sistemas dunares ativos é a estimulação positiva do crescimento com o enterramento. Ou seja, apresentar um crescimento mais rápido do que a taxa de enterramento.

O **feno-das-areias** (*Elymus farctus*) possuiu um sistema de rizomas entrecruzados com crescimento vertical e horizontal que formam redes sob a areia contribuindo para a retenção das areias. Os rizomas verticais desenvolvem-se à medida que ocorre o soterramento promovendo uma maior facilidade de regeneração e crescimento. Ficando com as raízes expostas, a planta pode morrer; daí que seja especialista em sobreviver em locais onde haja um fornecimento contínuo de areia.

O crescimento vertical do feno das dunas é tão rápido que só consegue viver em zonas onde haja um fornecimento constante de areia

Sabia que...

27 Estorno  
(*Ammophila arenaria*)



28



29

Couve-marinha  
(*Calystegia soldanella*)

28

Cordeiro-da-praia  
(*Othanthus maritimus*)

29

## Como não ser arrancado pelo vento?

O vento forte que se faz sentir nos sistemas dunares costeiros tem um efeito direto sobre as plantas, limitando o seu crescimento e gerando lesões, principalmente nos tecidos das partes aéreas, ou indireto, causando dessecação e abrasão.

A resistência ao efeito mecânico do vento pelas plantas é conseguido através de um porte baixo e rasteiro ou estruturas flexíveis.

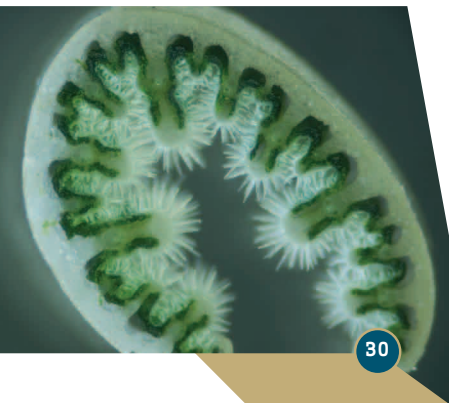
Face à dessecação, adaptações anatómicas como a formação de cutículas grossas, de folhas mais duras e mais grossas (esclerofilia) e órgãos pubescentes (revestidos de pêlos finos e curtos) fazem parte da solução.

O **estorno** (*Ammophila arenaria*) possui grande capacidade de regeneração e crescimento. Cresce em tufos densos, o que lhe permite resistir aos efeitos da força do vento pelo efeito do grupo e devido ao seus colmos flexíveis. As suas raízes muito profundas servem não só para captar água em profundidade como também para garantir alguma estabilidade.

A **couve-marinha** (*Calystegia soldanella*) possui uma forma prostada e a **madorneira** (*Artemisia crithmifolia*) uma forma de bola, que lhes permitem resistir à ação dos ventos fortes.

As **gramíneas**, como a vúlpia, possuem colmos que lhe dão uma grande resistência à força do vento.

Os **cordeiros-da-praia** (*Othanthus maritimus*) apresentam um denso tomento branco, lanoso, sobre toda a sua superfície que protege a planta da forte insolação, mantendo simultaneamente uma fina camada de ar húmido em torno dos seus caules e folhas.



30



31



32

## Como obter e conservar a água?

A elevada permeabilidade do solo arenoso, as baixas concentrações em matéria orgânica, as altas temperaturas e o vento tornam a disponibilidade de água um factor limitante para a vida dunar.

Face a este stress hídrico as plantas desenvolveram várias adaptações destacando-se os ajustes osmóticos, as estruturas xeromórficas, incluindo suculência, enrolamento de folhas, pubescência, secreção de ceras, etc.

A **morganheira-das-praias** (*Euphorbia paralias*) possui uma cutícula grossa, que lhe permite reduzir a perda de água por transpiração e raízes profundas que lhe possibilitam captar água em profundidade. Além disso resolve o problema da falta de água aumentando a tensão osmótica interna através da produção de substâncias responsáveis pelo aspecto leitoso da sua seiva.

O **cardo-marítimo** (*Eryngium maritimum*) apresenta folhas largas e finas revestidas por uma camada cerosa que as impermeabiliza e lhes dá um aspecto brilhante e uma textura coriácea.

O **feno-das-areias** (*Elymus farctus*) e o **estorno** (*Ammophila arenaria*) possuem folhas lineares, lisas e brilhantes na face superior e enrugadas como um fole na face inferior; a superfície brilhante está impermeabilizada por uma película cerosa que reflete a luz solar excessiva e isola as células foliares da ação direta da salsugem enquanto que a face inferior, enrugada, cria um ambiente abrigado e húmido onde as trocas gasosas se dão, minimizando as perdas de água.

*O aumento da superfície devido ao enrugamento da face interior de muitas folhas permite compensar a não funcionalidade da sua face superior, devido à existência de antíbola impermeável*

Sabia que...

30 Corte transversal de uma folha de estorno (*Ammophila arenaria*)

31 Morganheira-das-areias (*Euphorbia paralias*)

32 Cardo-marítimo (*Eryngium maritimum*)





33 Polígono-da-praia (*Polygonum maritimum*)

34 Erva-toira-das-areias (*Orobanche arenaria*)

35 Frutos maduros do lírio-das-areias (*Pancreatium maritimum*)

## Como encontrar o escasso alimento?

A água do mar contém a maior partes dos elementos necessários ao crescimento das plantas, excepto azoto, fósforo e potássio. Alguma matéria orgânica que chega à praia através das marés também pode constituir uma fonte importante de nutrientes. Apesar deste fluxo de alimento, os nutrientes são distribuídos de forma heterogénea e facilmente se tornam inacessíveis às plantas devido à natureza porosa do solo arenoso.

O desenvolvimento de estruturas laterais para localizar e interceptar nutrientes, a retranslocação destes desde partes senescentes a zonas de crescimento, as associações micorrízicas para obtenção de fósforo e com bactérias para a fixação de azoto são algumas das estratégias utilizadas face à escassez de nutrientes.

O **polígono-da-praia** (*Polygonum maritimum*) é uma espécie nitrófila, que se desenvolve em locais onde se verifica acumulação de detritos orgânicos, como nos galgamentos marinhos, zonas ricas em compostos azotados.

Plantas parasitas, como a **erva-toira-das-areias** (*Orobanche arenaria*), resolvem o problema da escassez de nutrientes do solo recorrendo à produção de plantas arbustivas que parasitam.

## Como lidar com os temporais?

As plantas dos sistemas dunares estão sujeitas à ação mecânica do mar e da areia. Os temporais de inverno trazem consigo um desgaste das zonas mais perto da linha de água que podem provocar a eliminação da vegetação e a exposição das suas raízes.

Nessas zonas mais expostas, as espécies apresentam mecanismos de recolonização das zonas destruídas, estratégias essas características de plantas pioneiras. A produção de sementes em elevado número ou com capacidades de flutuar garante a sua dispersão através do vento e da água, respectivamente. As plantas com um ciclo de vida anual, morrem com o final do período de crescimento ativo, sobrevivendo ao inverno sob a forma de sementes.

O **lírio-das-areias** (*Pancreatium maritimum*) tem raízes em forma de bolbos grandes e carnudos que para além de funcionarem como reservatório de água e nutrientes, dispersam facilmente flutuando na água do mar, para outras zonas da costa. As suas sementes muito leves também facilitam a dispersão pelo vento.





## Como passar despercebido à vista de todos?

A grande abundância de espécies vegetais herbáceas favorece a presença de uma rica fauna de invertebrados, maioritariamente herbívoros, que por sua vez alimentam uma grande variedade de insectívoros. O pouco desenvolvimento em altura da vegetação fornece um abrigo reduzido a estes animais, o que os torna potencialmente vulneráveis a predadores de maiores dimensões, como os répteis e as aves. Não é pois de estranhar a existência de numerosas formas que facilitam aos organismos a tarefa vital de passar despercebido num ambiente de cores claras e muito exposto.

Insectos e aranhas apresentam uma coloração e uma forma que lhes permite confundir-se completamente com a areia. Ser colorido e viver no meio de uma flor é também uma estratégia que funciona e que é adoptada pelas aranhas-caranguejo.

Num misto de defesa e estratégia de aproximação, tanto a larva como o adulto de *Empusa pennata* (uma das espécies de louva-a-deus que vive nas dunas) apresentam uma forma que lhes permite facilmente passar por galhos secos ou confundir-se com a folhagem verde.

- 36 Os ortópteros verdes passam despercebidos no meio das cistáceas de que se alimentam
- 37 A larva de louva-a-deus (*Empusa pennata*) imita na perfeição os galhos secos onde se desloca
- 38 As pequenas aranhas que caçam de emboscada (não tecem teias) são frequentemente da cor da areia
- 39 Quando imóvel, a formiga-leão é dificilmente detectável nos ramos onde descansa



A coloração viva da larva da borboleta noturna *Hyles euphorbiae* é um aviso para a toxicidade e mau paladar desta

40

## Dar nas vistas para se proteger?

A originalidade por vezes é a única opção e dar nas vistas surge como a melhor estratégia para evitar tentativas de ingestão que se serão desagradáveis para o predador poderiam ser fatais para a presa.

A larva de *Hyles euphorbiae*, borboleta do grupo dos Esfingídeos é colorida e brilhante, avisando potenciais predadores para o seu mau paladar e toxicidade. Tira partido das substâncias tóxicas presentes na seiva das folhas de *Euphorbia paralias*, das quais se alimenta.



## É seguro sair à noite?

Não só por proteção face a predadores mas também no que respeita às condições agrestes do meio ambiente dunar, muitos animais tiram partido da noite para realizarem o seu período de atividade. É o caso de muitos aracnídeos, insetos e um grande número de vertebrados, nomeadamente anfíbios que se enterram durante o dia e se tornam ativos ao final da tarde ou durante a noite. Uma visita noturna a um sistema dunar revela um panorama bem diferente do diurno, podendo verificar-se a existência de uma diversidade animal a este associado cuja presença, durante o dia, não é fácil de adivinhar.

O **sapo-de-unha-negra** (*Pelobates cultripes*) durante o dia vive enterrado nas areias das dunas interiores (o nível freático encontra-se relativamente próximo da superfície e assim consegue obter a humidade de que necessita para viver) deslocando-se à superfície durante a noite, em busca dos invertebrados de que se alimenta.

As tarântulas, que durante o dia se escondem nas suas tocas, percorrem as dunas nas noites quentes, em busca dos insetos de que se alimentam.

41 A tarântula é um dos predadores ativos que explora as dunas interiores durante a noite

42 O sapo-de-unha-negra (*Pelobates cultripes*) apenas se torna ativo de noite



# Estuário

## Os estuários: entre a água doce e a salgada

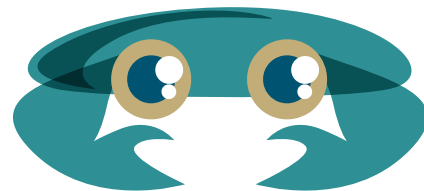
Resultantes da mistura em maior ou menor grau de águas continentais e oceânicas, os estuários não são apenas o canal por onde os rios penetram no mar. Sujeitos à influência das marés, são a fronteira entre os meios marinho e de água doce, sendo as suas características determinadas pela forma como as duas massas de água com diferentes origens se misturam. O contacto entre os dois tipos de águas não resulta numa mistura simples, em que se verifica uma diluição progressiva da água do mar para montante. Devido às diferentes características físicas das águas em contacto, relacionadas basicamente com a influência da salinidade e da temperatura na densidade de uma massa de água, os estuários são sistemas naturais complexos, em que a circulação no seu interior não é regulada apenas pela diferença de cota entre as zonas a montante e a jusante. O estuário começa onde a influência direta das marés se faz sentir e que se traduz não só pela flutuação diária do nível das águas mas também no aumento da salinidade da água do rio. Dependendo da morfologia do estuário, essa influência pode fazer-se sentir a maiores ou menores distâncias para montante.

Morfologicamente, podem distinguir-se 3 zonas num estuário:

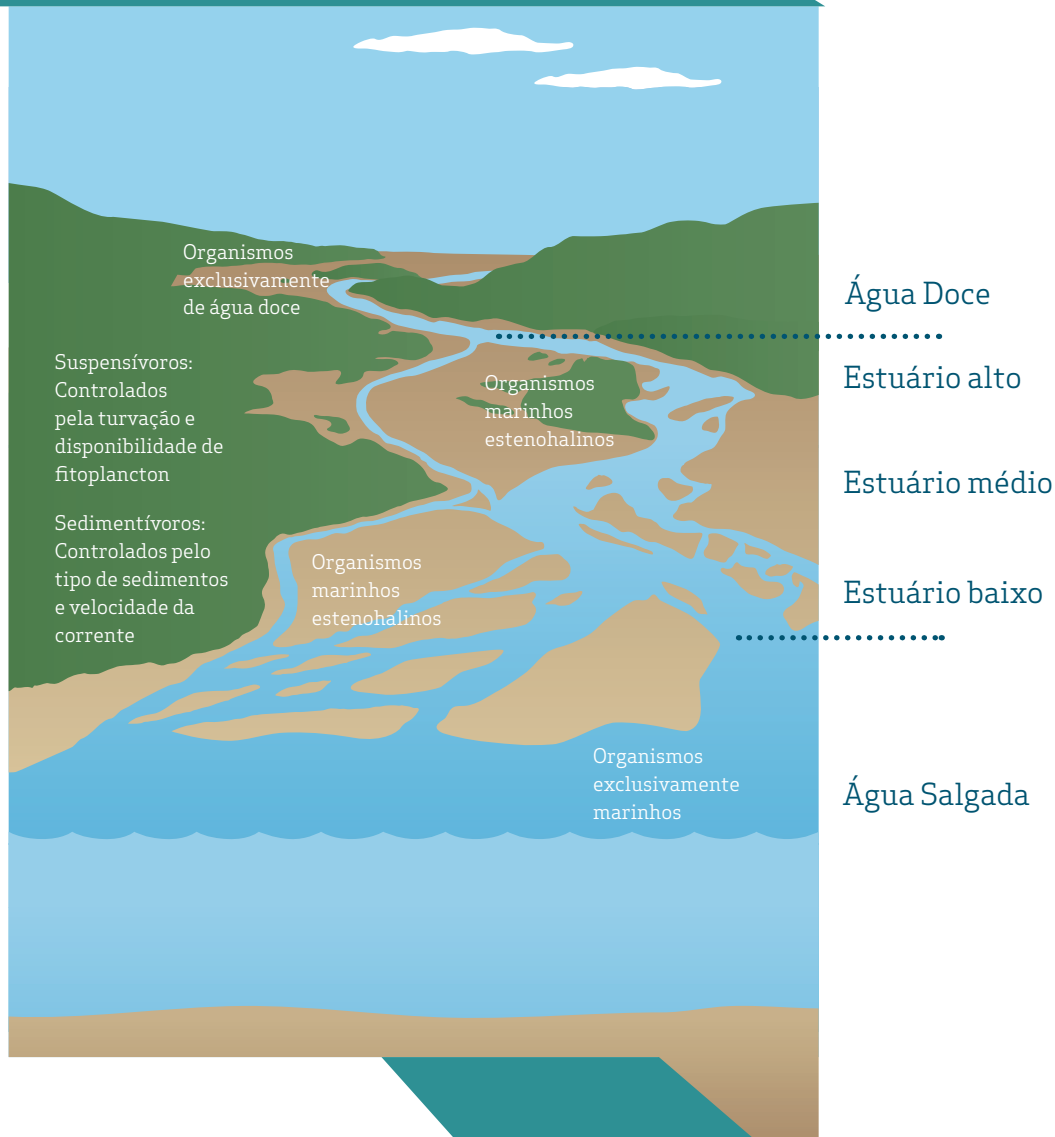
**Estuário alto:** limitado pela distância máxima a que a água do mar faz sentir a sua influência direta, sob a forma de um aumento de salinidade. Zona de maior influência do rio, apenas é colonizada pelos organismos mais tolerantes à diluição da água do mar. Representa o limite de distribuição dos organismos de água doce.

**Estuário médio:** zona onde ocorrem as maiores variações diárias de salinidade e temperatura. Turvação, disponibilidade de fitoplâncton, tipo de sedimento, velocidade da corrente e número de horas de exposição ao ar condicionam a colonização por parte dos organismos. Pode verificar-se alguma estratificação salina e térmica. Local preferencial para a deposição de sedimentos grosseiros de origem fluvial e de formação de sapais e lodaçais. Organismos que habitam esta zona toleram necessariamente grandes variações rápidas de salinidade (eurihalinos).

**Estuário baixo:** zona de características marcadamente marinhas. Quando ocorre estratificação salina, a camada inferior pode apresentar permanentemente características marinhas. Organismos muito pouco tolerantes a variações na salinidade da água (estenohalinos).







## O rio entra no mar ou o mar entra no rio?

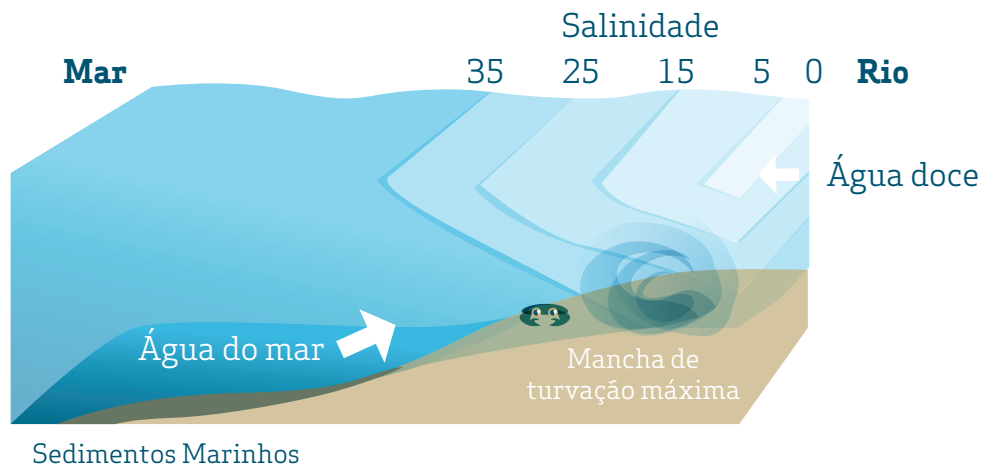
Apesar do senso comum referir que o estuário é o local onde o rio entra no mar, o contrário também é verdade. Na realidade, um estuário é tanto o local de entrada do rio no mar como deste último no rio. Devido à maior densidade da água do mar, a água mais salgada tende a circular mais próximo do fundo, enquanto que a água doce, menos densa, circula por cima desta. Esta diferença de densidade tem consequências não só na circulação da água mas também no transporte de sedimentos, nos fluxos de materiais no interior do estuário e nas características físico-químicas do ambiente estuarino. A circulação da água doce por cima da salgada leva a que a carga sedimentar grosseira seja depositada no início do estuário ou **estuário alto**; apenas os sedimentos finos são transportados até à foz e entram no mar. A capacidade de transporte de partículas em suspensão da água marinha é bastante menor do que da água doce. Logo, uma das consequências do contacto dessas duas águas no interior do **estuário médio** é a deposição da carga sedimentar fina, bem notória nos bancos lodosos e limosos característicos dos estuários. Apenas as partículas mais finas, associadas à corrente principal do rio, entram no mar, dando origem ao que se designa por pluma estuarina e que, em função do regime hidrológico do rio, podem penetrar pelo mar adentro, suspensas numa camada superficial de água doce menos densa, até que eventualmente depositam a alguma distância da foz.

Para além da circulação montante/jusante com origem fluvial, num estuário verifica-se uma outra circulação de sentido oposto, com origem marinha, que acompanha o ritmo das marés. Durante a subida da maré, o mar empurra a água do rio para montante, penetrando rio acima. Como o rio não pára de fluir para jusante, o encontro entre as duas massas de água resulta normalmente no deslocamento da água doce para as zonas laterais do canal de circulação (uma das margens ou ambas, dependendo da tipologia do canal). A onda de maré gerada é bem notória no **estuário baixo**; no estuário médio e alto, a sua influência faz-se sentir junto ao fundo pelo que se manifesta apenas pela elevação do nível da água. A água salgada que penetra pelo fundo arrasta consigo sedimentos de origem marinha, que se depositam no estuário baixo. Como consequência, a parte terminal do estuário tende a assorear com material sedimentar proveniente do transporte sedimentar longilitoral. Esse é o motivo que leva à construção frequente de molhes de proteção na margem norte dos estuários portugueses, na tentativa de evitar que a deriva sedimentar introduza sedimentos nos canais de navegação.



43

43 Perna-verde  
(*Tringa nebularia*)



## É bom viver num estuário?

O contacto de duas massas de água fisicamente distintas tem repercussões não só nos organismos que habitam as zonas afectadas mas também no transporte sedimentar. Os sedimentos mais grosseiros, que circulam nos rios junto ao fundo, ficam depositados no estuário alto e raras vezes chegarão ao mar; os sedimentos de média dimensão poderão deslocar-se para o interior do estuário médio, onde eventualmente depositarão por perda de capacidade de transporte da água que os transporta; os mais finos (siltes e argilas) poderão ser transportados até ao mar, onde penetram durante as marés baixas ou períodos de enxurrada na camada superficial da água.

Para os organismos, os estuários são simultaneamente um ambiente agreste e uma boa oportunidade de sobrevivência. Para os organismos sésseis (fixos ao substrato ou de mobilidade reduzida), a flutuação diária do nível de água, salinidade, temperatura e concentração de oxigénio constituem um desafio para o qual poucas espécies estão adaptadas. Para os que conseguem suportar essa variação diária, a recompensa surge na forma de uma grande disponibilidade de nutrientes e alimento (os estuários são dos ambientes com maior produtividade do planeta). Para os organismos móveis, principalmente de origem marinha, a entrada diária de água salgada permite-lhes aceder a um meio onde o alimento abunda e, alguns, encontram aí um local mais seguro para depositar os seus ovos ou para o desenvolvimento larvar (o rigor ambiental leva a que não haja tantos predadores como no mar).





44

## Importância dos estuários

Os estuários fornecem um conjunto de recursos, benefícios e serviços que clamam a nossa atenção para a necessidade de uma gestão sustentável deste ecossistema natural insubstituível!

São zonas com elevada produtividade biológica. Tanto os rios como o mar introduzem no estuário grandes quantidades de nutrientes e matéria orgânica, dando origem a zonas lodosas ao precipitarem nas margens e nos fundos. A vegetação herbácea, necessariamente tolerante a variações na salinidade, processa a grande quantidade de nutrientes dissolvidos na água. A matéria orgânica que surge associada aos sedimentos finos ou que está suspensa na água fornece alimento a inúmeras espécies de filtradores e sedimentívoros, que por sua vez suportam a avifauna limícola. A entrada diária de água salgada nos estuários baixo e médio renova as populações planctónicas, que constituem um recurso alimentar fundamental para os peixes e as suas larvas.

44

Os areais e lodaçais que cobrem e descobrem com as marés são os espaços de grande produtividade

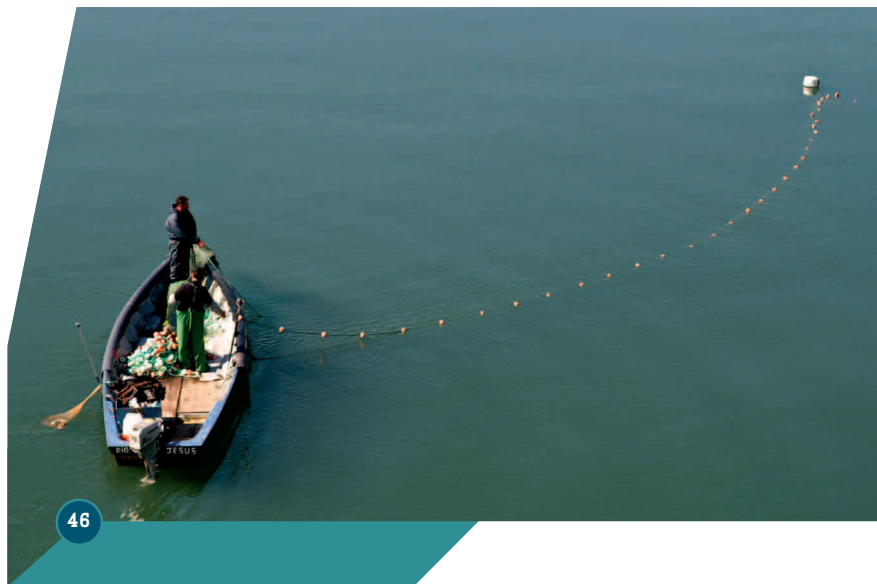


As aves limícolas dependem dos areais e lodaçais estuarinos para obter o seu alimento e repousarem durante as suas viagens migratórias

45

A produtividade elevada dos estuários suporta também uma intensa actividade por parte do Homem, que se traduz não só na pesca mas também o aproveitamento de outros recursos, como os bivalves ou a recolha de isco para a pesca

46



Os estuários fornecem também proteção contra predadores e abrigo. Funcionam como “maternidades”, ou seja, locais de crescimento para a ictiofauna juvenil que graças às zonas do estuário mais protegidas e mais ricas em alimento têm ótimas condições para a eclosão dos ovos e desenvolvimento das suas larvas. O ambiente estuarino muito variável, impede a entrada de predadores marinhos ou de água doce, pouco tolerantes a essas variações, justificando a preferência de muitas espécies para aí desovarem. As aves residentes e migradoras encontram nos estuários bons locais para a nidificação e refúgio. Por sua vez, os peixes migradores têm nos estuários a única via na sua viagem entre os rios e o oceano.

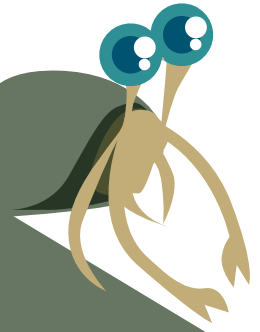
A importância biológica dos estuários está intrinsecamente ligada com os seu valor social, cultural e económico. A pesca, a exploração de bivalves, a aquacultura, a produção de sal, a indústria e a navegação são algumas das atividades económicas ligadas às comunidades que têm nos estuários a sua principal fonte de subsistência. Além disso são também escolhidos como locais de lazer e de recreio, atraindo visitantes e aumentando o seu valor.



Os estuários prestam importantes serviços aos ecossistemas como o armazenamento e a reciclagem de nutrientes, a retenção de sedimentos, funcionando ainda como tampão entre os dois meios, marinho e de água doce. Ao imobilizar materiais no sedimento e na biomassa vegetal e animal, funcionam ainda como filtros naturais para poluentes.

47 Sapais e juncais são muito importantes, como habitat para a avifauna, como locais de retenção de sedimentos fluviais e de poluentes, e contribuindo ainda para o controlo do efeito das cheias





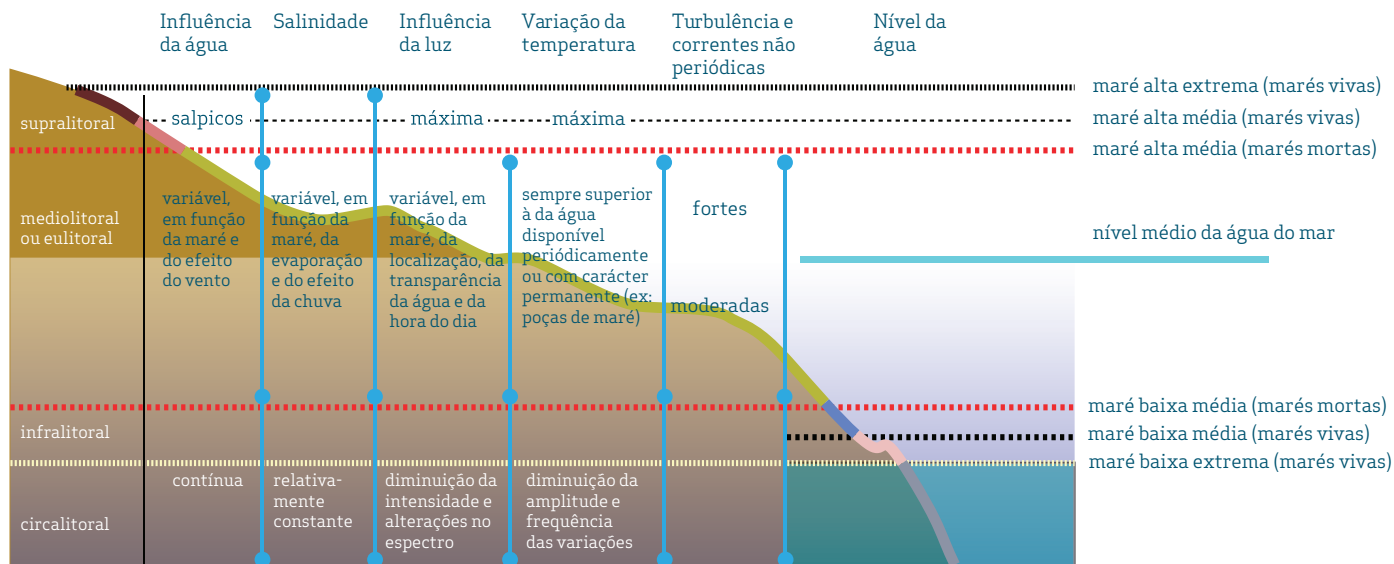
# Praia rochosa

## Entre o mar e a terra, ao ritmo das marés...

A praia é o espaço onde mar e terra contactam. Aí se verificam as influências conjugadas do mar e da terra, que definem as condições básicas do litoral. Extremamente dinâmico, o litoral apresenta um grau de variabilidade elevado, quer do ponto de vista espacial quer temporal, a curto (variabilidade diária) e a longo prazo (à escala histórica e geológica). Essa variabilidade reflete-se não só na evolução da linha de costa ao longo dos anos mas também nos processos de sedimentação, no tipo de substrato a descoberto, nos períodos de inundação (marés, tempestades...) e no efeito mecânico das ondas.

A zona entre marés, uma estreita faixa que se estende entre os limites de maré alta e maré baixa, corresponde ao que se designa normalmente por sistema litoral. A maior parte desse sistema está incluído no mediolitoral, espaço compreendido entre os níveis médios de maré alta e maré baixa. Na realidade, a influência das marés estende-se um pouco para além dos limites do mediolitoral, incluindo ainda o que se designa por supralitoral (zona atingida por salpicos e parcialmente imersa durante as marés máximas de águas vivas) e a parte superior do infralitoral (correspondente ao limite de emergência em maré baixa de águas vivas). Constituindo uma extensão do ambiente marinho para terra seca, essa faixa é habitada quase exclusivamente por organismos marinhos.





- submersão alguns dias/mês
- submersão algumas horas/ano
- emersão /submersão diárias
- emersão alguns dias/mês
- emersão algumas horas/ano
- submersão permanente

## Características da zona entre marés

A principal característica desse espaço prende-se com a variação diária do nível do mar que, duas vezes por dia, deixa a descoberto todo o espaço compreendido entre os limites acima referidos. Como resultado da interação dos fatores que afetam a zona entre marés, estabelecem-se gradientes verticais e horizontais na praia que se traduzem em ambiente rochoso, na zanação nítida dos seres vivos que aí habitam, formando franjas ou zonas paralelas à superfície da água. Os mais tolerantes à exposição surgem mais alto na praia; os menos tolerantes surgem mais próximos do limite de maré baixa, onde estão menos tempo expostos ao ar.

A maior parte dos animais da zona entre marés vai estar ativo apenas durante a maré alta. Para aqueles que dependem da cobertura por uma coluna de água para se alimentar (filtradores, alguns predadores), não existe outra solução. Para os raspadores (animais que se alimentam raspando o substrato) e fitófagos (que se alimentam de algas), é possível a alimentação em maré baixa, o que realmente sucede durante a noite ou em dias de grande humidade e temperatura baixa. Organismos que vivem enterrados no sedimento, como alguns anelídeos e a maioria dos moluscos bivalves, constituem a exceção; por viverem abrigados, podem alimentar-se mesmo em maré baixa. Nas praias rochosas, animais sedimentívoros vão estar restritos



a locais onde se acumulam sedimentos. Devido ao forte dinamismo dessas praias, esses locais surgem muito localizados, o que faz com que filtradores, raspadores e predadores/necrófagos constituam as formas mais abundantes na praia.

A limitação imposta pelo ciclo de marés aos períodos em que a alimentação é possível vai contribuir também para a distribuição dos animais ao longo da praia. Na praia alta, o tempo disponível para a recolha do alimento pode não ser suficiente para o seu crescimento e sobrevivência.

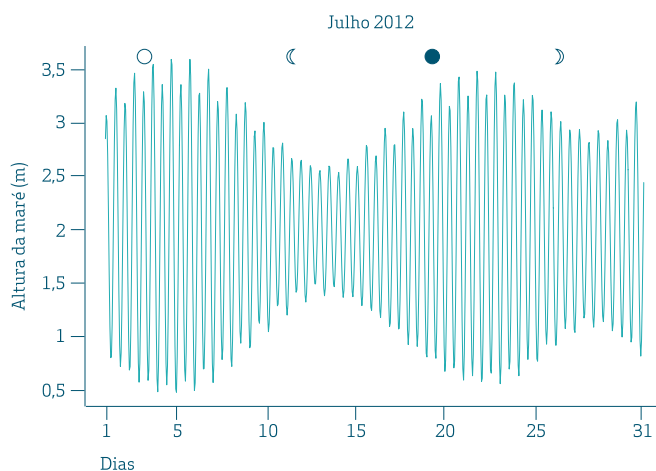
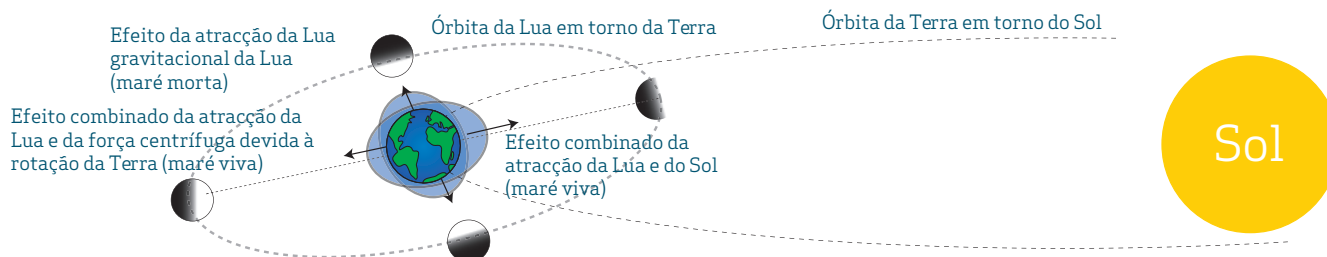
Na zona sob influência das marés, as condições ambientais variam mais na vertical do que horizontalmente, o que é particularmente evidente nas interfaces água/ar e água/substrato. Os fatores mais relevantes nessa variação são o nível da água (alternância das marés), a ondulação (intensidade e direção), a disponibilidade de luz e o substrato (rochoso ou sedimentar). O substrato influencia a colonização biológica não só pela sua natureza, mas também pela granulometria, taxa de sedimentação e mobilidade ou instabilidade. Apesar do rigor ambiental inerente à existência de áreas apreciáveis sujeitas a períodos variáveis de emersão/imersão, o ambiente entre marés apresenta uma diversidade elevada.

Os problemas encontrados pelos organismos na zona entre marés depende em grande parte do tipo de substrato em que vivem. Em substrato rochoso, apesar de um dinamismo marinho geralmente superior, os problemas mecânicos da fixação são mais facilmente resolúveis. Em substrato arenoso, a sua maior mobilidade torna complexo o problema da fixação de um organismo a um determinado local, o que se traduz por uma menor diversidade biológica (apenas organismos muito especializados aqui conseguem viver em permanência) e por uma maior dificuldade na visualização dos habitantes dessa zona. Por esse motivo, embora as praias arenosas sejam uma componente importante dos sistemas litorais, não serão aqui abordadas.



**48** O impacto direto das ondas faz-se sentir principalmente na praia baixa

**49** As percebas (*Pollicipes pollicipes*) apenas suportam curtos períodos de emersão, pelo que apenas se encontram no limite inferior da zona entre marés



## Porque varia diariamente o nível do mar?

A Terra gravita em torno do Sol numa órbita elíptica, em que o Sol ocupa um dos centros. Como resultado da força gravitacional do Sol e da Lua sobre a Terra, tanto o Sol como a Lua geram a respectiva maré, com períodos distintos (12h para as do Sol e 12,4h para as da Lua). Devido a este ligeiro desfasamento temporal entre a maré lunar e a solar, existem dois pares de marés diárias, que entram em fase cada 14,7 dias.

Quando ambas as marés se encontram em fase (Lua, Terra e Sol alinhados), a força gravítica da Lua e do Sol adicionam-se e ocorre uma maré viva (máximo de enchente e mínimo de vazante); quando as marés estão fora de fase (Lua e Sol perpendiculares entre si, tomando o centro da Terra como referência), a enchente e a vazante têm o seu valor mínimo e ocorre uma maré morta.

Devido à posição relativa da Lua face ao Sol pode haver assimetria entre as marés diurnas e noturnas.

A altura da maré numa praia determina zonas com significado biológico, definindo a zonação vertical de uma praia. Mais evidente numa praia rochosa, essa zonação tem a ver com o tempo a que um local vai ficar emerso. Quanto mais alto na praia estiver um organismo, mais tempo passará até que seja de novo submerso durante um ciclo de maré. Ao longo dos ciclos de marés é possível diferenciar zonas em que esses períodos de emersão/submersão têm um significado biológico particular e que ajudam a explicar a distribuição dos organismos ao longo de uma praia. Essa zonação é particularmente evidente numa praia rochosa e reflete o tempo de exposição ao longo dos ciclos de maré (embora a heterogeneidade do substrato, o grau de exposição da praia e as relações interespecíficas também tenham um papel importante nesta zonação).



## Viver entre marés numa praia rochosa

Os organismos da zona entre marés são maioritariamente de origem marinha. Assim sendo, o principal problema com que terão de lidar é o facto de ficarem periodicamente expostos ao ar. Evitar ou minimizar os efeitos dessa exposição, bem como resistir ao efeito mecânico das ondas, constitui a principal justificação para as adaptações que se observam nos organismos que habitam essa zona. A maioria dos organismos das praias rochosas vive à superfície, uma vez que a rocha é difícil de escavar. Habitar à superfície expõe por completo os organismos aos elementos, o que os sujeita a um stress físico elevado.

**50** Nas depressões a cota mais elevada ou onde alguma barreira impede a saída da água na maré baixa, formam-se as poças de maré

**51** Rolas-do-mar  
(*Arenaria interpres*)





## A maré desceu... E agora?

A exposição dos organismos durante a maré baixa acarreta-lhes muitos problemas. Fora de água enfrentam um ambiente muito mais agreste, principalmente para aqueles que habitam a praia alta o que exige estratégias para aguentar até à próxima maré cheia.

Quando expostos ao ar durante a maré baixa, os organismos começam por perder água por evaporação, embora esse problema não se coloque de igual forma de dia e de noite. Para sobreviver, o seu corpo tem que ser capaz de tolerar perdas consideráveis de água durante o período de exposição ou possuir mecanismos que reduzam as perdas até que a maré volte a subir. Para as algas, o rigor das condições decorrentes da exposição ao ar leva a que, apesar da maior intensidade luminosa, a maioria destas não consiga realizar a fotossíntese durante o período de emersão. Durante esse período, a maior parte dos animais também vai ter problemas pois não se consegue alimentar. Uma vez que os sistemas de trocas de gases desses organismos são muito pouco eficiente fora de água, surgem problemas relacionados com a respiração durante a baixa mar. As temperaturas elevadas que se podem verificar durante a emersão diurna podem danificar os sistemas enzimáticos. A dessecação resultante da emersão pode induzir danos nas membranas externas e alterar a circulação interna, bem como o conteúdo em água dos tecidos.

Na praia alta, algas fucóides conseguem tolerar períodos longos de exposição ao ar

52





### **Sempre a bola...**

As anémonas são animais que possuem uma cavidade central e que podem apresentar cores variadas. Quando a maré desce, espécies como o **tomate-do-mar** (*Actinia equina*) retraem os tentáculos para dentro da sua cavidade central e fecham-se, transformando-se assim numa bola gelatinosa. Esta forma permite-lhes preservar alguma água no seu interior, criando assim condições para resistirem o tempo necessário até à próxima maré-alta.

### **Ser viscoso é bom...**

A mucilagem que cobre alguns organismos, como anémonas-do-mar e algas, e que lhes dá um toque pegajoso e escorregadio tem uma grande afinidade para a água e ajuda a manter os seus corpo húmidos, mesmo quando exposto durante algum tempo. É assim que a *Anemonia sulcata*, que não é capaz de recolher os seus tentáculos, consegue resistir fora de água até ser coberta de novo e que muitas algas resistem à exposição direta ao ar.

*Não se deve apertar uma anémoma do mar fechada a ver se esguicha. A água que sai faz-lhe falta e a sua ausência pode fazer com que não aguarde até à seguinte maré cheia*

### **Sabia que...**

53 Tomate-do-mar  
(*Actinia equina*)

54 Anémoma-verde  
(*Anemonia viridis*)



55



56



57

Mexilhão  
(*Mytilus galloprovincialis*)

55

Lapas  
(*Patella* sp)

56

Burrié  
(*Littorina* sp)

57

### Concha para que te quero...

Possuir concha é uma grande vantagem quando a água se vai embora; ter duas ainda é melhor, como acontece com os bivalves. Ao fechar fortemente as duas valvas da sua concha, o mexilhão consegue isolar-se completamente do meio externo, mantendo alguma água no seu interior. Esta estratégia tráz, no entanto, alguns problemas, pois estando encerrado tem dificuldade em efetuar trocas gasosas, pode aquecer muito e não se pode alimentar. Por isso, não pode aguentar muito tempo fora de água, o que limita a sua distribuição à praia média.

Os gastrópodes com concha, como as lapas e os búzios, utilizam a sua concha única para se protegerem durante a maré baixa. Ao aderirem fortemente às rochas, as lapas conseguem um isolamento completo. Para melhorar essa aderência, regressam sempre ao mesmo local e a concha cresce de acordo com as irregularidades da rocha, permitindo-lhes um encerramento hermético.

Os búzios apresentam, regra geral, um opérculo que encerra a abertura da concha, quando o animal está recolhido. Conseguem assim poupar a água retida no seu interior até serem de novo inundados. Ao contrário dos mexilhões, tanto as lapas como os búzios conseguem movimentar-se fora de água, desde que a humidade seja elevada ou a temperatura baixa, o que lhes permite alimentar-se mesmo em maré baixa.





No caso das lapas, que se alimentam raspando as microalgas que vivem na superfície das rochas, deslocam-se lentamente em torno do seu local de repouso preferido, deixando um rasto bem visível da ação da rádula sobre o tapete de microalgas que cobria a superfície da rocha.

### **Aguenta firme! Ou não...**

Animais que não parecem possuir adaptações anatómicas para lidar com a falta de água podem sobreviver durante a maré baixa escondidos em locais frescos e húmidos. Os bancos de mexilhões e de barroeira fornecem um espaço abrigado onde vive uma grande diversidade de animais (pequenos crustáceos, peixes, anelídeos, ofiúros, ouriços-do-mar...). As fendas rochosas ou a face inferior dos calhaus e grandes pedras são também locais onde esponjas, briozoários e cnidários conseguem resistir durante algum tempo até que a maré suba de novo. As poças de maré, depressões nas rochas que retêm a água durante a maré baixa, constituem também refúgios para organismos marinhos que aí ficam retidos até à subida da maré.

*As cracas, apesar de aparentarem ser moluscos com concha, são na realidade crustáceos como caranguejos e os camarões*

### **Sabia que...**

58 Burrié  
(*Littorina littorea*)

59 Cracas  
(*Chthamalus* sp)



60

Os povoamentos compactos de mexilhão (*Mytilus galloprovincialis*) permitem-lhes resistir melhor ao impacto das ondas

60

Os pequeno blénios, peixes de pele nua e com barbatanas pélvicas modificadas em ventosa nalgumas espécies, conseguem deslocar-se entre poças, mesmo durante a maré baixa

61



61

### Daqui ninguém me tira!

Animais como os mexilhões, as cracas e as percebas, que não se movimentam ou movimentam muito pouco, têm que enfrentar toda a força das ondas e das correntes de fluxo e refluxo durante os períodos em que a maré sobe ou desce. Embora a vida em grupo ajude a dissipar a força das ondas e das correntes, a sua permanência na zona baixa da praia implica estratégias anatómicas complementares. O mexilhão utiliza o bisco para se agarrar fortemente à rocha e aos vizinhos da mesma espécie; a perceba adere fortemente à rocha através do seu pé musculoso e tira partido da flexibilidade da parte mole do seu corpo para resistir à ondulação; a craca encerra-se completamente numa concha cónica, cimentada à rocha.

Animais com mobilidade podem evitar os locais mais expostos, nas alturas mais críticas. Mas mesmo assim, nem sempre conseguem evitar o impacto da onda. As lapas (*Patella spp.*), por exemplo, possuem um pé musculoso que, em conjunto com a sua concha hidrodinâmica, faz com que se comportem como ventosas, o lhes permite aderir firmemente às rochas. Os peixes característicos da zona entre marés apresentam também algumas especializações com vista a lidar com as correntes. É comum a alteração da barbatana ventral, que tem a forma de ventosa, como nas maragotas. Um corpo afilado, com alguma capacidade preênsil, como o das marinhas, peixe fino e alongado do grupo dos cavalos marinhos, é também uma boa solução. O polvo, com o seu corpo altamente flexível e os seus braços munidos de ventosas também consegue lidar muito bem com o ambiente agitado da zona entre marés.



### **Sou mole e pouco resistente. Posso viver numa praia rochosa batida pelas ondas?**

O contacto da ondulação sobre o substrato costeiro induz uma ação mecânica que pode levar ao esmagamento ou arrastamento dos organismos residentes. Assim, organismos que colonizam o espaço entre marés terão que possuir mecanismos eficazes de fixação e de resistência ao impacto das vagas. Na ausência desses mecanismos, os organismos só poderão sobreviver se puderem aproveitar as heterogeneidades estruturais da praia (fendas, cavidades, abrigo sob blocos...) ou se conseguirem viver associados a espécies estruturantes, como mexilhões ou bancos de algas. Embora potencialmente destrutivo, o efeito das ondas é fundamental para organismos que, como a perceba, dependem das ondas para receberem alimento, oxigénio e outros recursos vitais e que não podem existir fora da zona de maior agitação oceânica. O efeito da ondulação manifesta-se também na extensão da zona entre marés que, em locais mais expostos, é substancialmente superior ao de praias mais abrigadas. O bater contínuo das ondas permite a colonização de zonas mais elevadas da praia e contribui para amenizar temperaturas extremas e reduzir o risco de dessecação.

### **A vida num condomínio e os okupa**

A barroeira (*Sabellaria alveolata*) é um anelídeo sedentário, de corpo mole, cuja vida numa zona tão movimentada como a zona-entre-marés seria praticamente impossível. No entanto, utiliza a areia em suspensão para forrar externamente o seu casulo membranoso e, em conjunto com outros indivíduos da mesma espécie, constrói recifes de dimensões apreciáveis feitos de areias e pedaços de conchas, com uma estrutura que parecem favos de uma colmeia.

Estes recifes são muito importantes para outros animais muito diferentes como pequenos crustáceos, moluscos, outras espécies de poliquetas e pequenos peixes pois oferecem-lhes abrigo e proteção. A capacidade de se enterrar no sedimento ou de viver no interior de estruturas elaboradas por outros organismos é também uma solução frequente para muitos organismos. A porcelana, pequeno caranguejo escavador vive no interior dos recifes de barroeira; o bernardo-eremita utiliza a concha vazia de búzios para proteger o seu corpo mole; muitos anelídeos vivem enterrados nas pequenas manchas de areia que surgem de onde a onde entre as rochas, entre as conchas de mexilhões ou no interior dos recifes de barroeira.



62



63

62 Os recifes de barroeira (*Sabellaria alveolata*) são característicos de praia onde há um fornecimento constante de sedimentos

63 Os caranguejos-eremitas têm o abdómen mole e recorrem a conchas vazias de burriés e outros búzios para o proteger





As laminárias, macro algas castanhas conhecidas por *kelp*, marcam o limite da zona entre marés. Pouco tolerantes à exposição ao ar, apenas ficam a descoberto nas marés mais baixas

64

### ***Fletir para não partir...***

Não oferecer demasiada resistência à força das ondas e das correntes e possuir uma forte base de sustentação constitui uma boa estratégia para viver num local tão agitado como a zona entre marés. As macro algas são disso um bom exemplo, com os seus talos flexíveis e estruturas de fixação muito resistentes.

### ***Dar nas vistas para não ser refeição...***

Os nudibrânquios são moluscos gastrópodes desprovidos de concha. O nome nudibrânquio significa “brânquias a descoberto”, e refere-se aos órgãos respiratórios externos que estes organismos possuem, e que se localizam ao longo do corpo. Sem estruturas físicas de defesa aparentes, como conseguem estes pequenos animais sobreviver numa zona repleta de predadores? Os nudibrânquios, que são também predadores, possuem a extraordinária habilidade de incorporar as defesas das suas presas, usando-as em proveito próprio. Conseguem utilizar as espículas (pequeníssimas agulhas de sílica ou calcário) das esponjas das quais se alimentam, incorporando-as no seu revestimento, e utilizam os nematocistos (células venenosas) das anêmonas que ingerem em seu proveito. Podem assumir a cor das suas presas, onde



se refugiam para se esconderem de predadores mais agressivos. A coloração viva que algumas espécies possuem funciona também como aviso para potenciais predadores, pois na natureza é normal que organismos muito coloridos possuam armas escondidas, sejam venenosos ou tenham um mau sabor. Ou então, apostam no engano e estão apenas a fazer *bluff*...

#### **As vantagens de ser blindado. Ou não...**

Ter uma concha dura também pode ser uma boa solução para evitar ser o prato principal de uma refeição, embora abundem na praia predadores capazes de ultrapassar essas defesas. Os mexilhões estão restritos à zona de marés devido à predação pelas estrelas-do-mar; muitos caranguejos conseguem partir a concha de búzios e bivalves com as suas fortes tenazes; alguns burriés são predadores impiedosos, que penetram no interior das conchas de outros búzios com o seu sifão; alguns búzios conseguem abrir pequenos orifícios circulares na concha de mexilhões, que digerem calmamente injetando no interior da concha assim penetrada as suas enzimas digestivas (após digestão, sugam o líquido nutritivo assim obtido, como se estivessem a beber um sumo por uma palhinha).

65 Os nudibrânquios são visitantes ocasionais das praias rochosas

66 O gastrópode carnívoro *Nassarius reticulatus* deposita os seus ovos na fronde das algas



## Poça de maré: uma singularidade topográfica

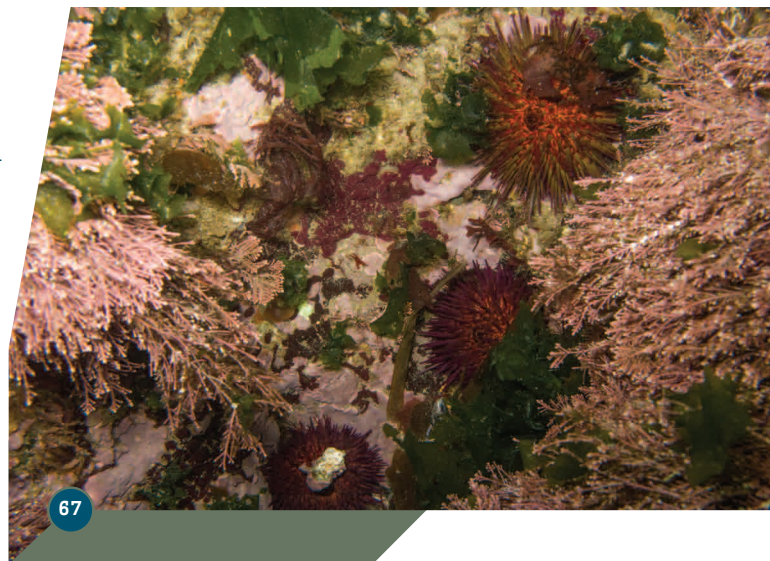
As poças de maré são elementos característicos de todas as praias rochosas, podendo dizer-se que representam um biótopo intermédio entre o infralitoral, permanentemente submerso, e o ambiente rochoso envolvente, que está sujeito à subida e descida do nível da água segundo os ciclos de maré. Qualquer que seja a sua posição na praia, o espaço que nelas está contido nunca fica exposto ao ar, podendo dizer-se que funcionam como refúgios para elementos da flora e da fauna de níveis inferiores da praia.

Apesar de uma poça permanecer permanentemente inundada, o seu ambiente físico está diretamente relacionado com o ciclo de marés, sendo por este regulado. Não apresentando a variabilidade característica do ambiente emerso adjacente, o ambiente das poças é condicionado pela maré e pela posição destas na praia. O ambiente físico de poças situadas a um nível baixo da praia, mais próximas do mar, apresenta uma menor variabilidade ambiental do que as situadas a um nível mais alto. Apesar da aparente semelhança entre todas as poças de uma praia rochosa (todas têm em comum a ausência de um período de emersão durante a baixa mar), nenhuma poça é igual entre si, o que as transforma em meios únicos no ambiente da praia, revelando cada uma a sua particularidade ao visitante atento.



Dos factores físicos determinantes do ambiente da praia, a temperatura é um dos que mais afecta as características do ambiente físico de uma poça. Enquanto que o oceano, pela massa de água que encerra, é um enorme reservatório que aquece e arrefece lentamente e numa gama de valores geralmente apertada, as poças de maré, devido aos pequenos volumes de água envolvidos, estão sujeitas a alterações muito rápidas. A temperatura diária pode variar dentro de uma gama da ordem dos 15° C, dependendo essa variação de factores como a posição da poça na praia, a exposição às ondas, o grau de exposição à luz solar e o volume da poça. Em situações estivais, e nas poças de maiores dimensões, pode chegar a verificar-se estratificação térmica, principalmente nas que estão sob a influência dos salpicos das ondas. Também é frequente que a temperatura atinja valores letais ou sub-letais para muitos organismos, constituindo um limite sério à sua distribuição horizontal na praia. Um problema adicional é a velocidade a que se dá a variação na temperatura. Enquanto que o aquecimento de uma poça exposta durante a maré baixa é gradual, o arrefecimento, quando a água do mar inunda a poça com a subida da maré, é muito brusco, podendo induzir choque térmico nos organismos mais sensíveis.

A salinidade também é variável, podendo oscilar entre os 5 e os 25-50 PSU (a água do mar tem uma salinidade entre 33-35 PSU) e depende, entre outros factores, da posição da poça na praia, da temperatura (aumento da salinidade por evaporação de água), da precipitação e da entrada de água doce por drenagem a partir da margem terrestre. No verão, nas poças de menor profundidade, a evaporação de água pode ser suficiente para levar à precipitação de sais. Tal como descrito para a temperatura, durante a subida da maré a salinidade pode variar bruscamente e afectar os organismos que vivem nas poças, induzindo choque osmótico letal.



67

67 Ouriços-do-mar (*Paracentrotus lividus*) e algas calcárias incrustantes ou ramificadas são habitantes comuns das poças de maré



O polvo (*Octopus vulgaris*) refugia-se nas poças de maré e cavidades entre rochedos durante a maré baixa

Os caranguejos-porcelana vivem debaixo das pedras ou no interior dos recifes de barreira, que escavam com as suas pinças achatadas e largas



Outros elementos cruciais para a vida dos organismos aquáticos vão também sofrer variações, como é o caso do oxigénio dissolvido (que tem uma relação inversa com a temperatura), do pH e da alcalinidade. A variabilidade diária destes factores está relacionada fundamentalmente com a atividade biológica embora a temperatura e a salinidade também tenham uma influência considerável sobre estes, nomeadamente na quantidade de oxigénio dissolvido. No que diz respeito ao oxigénio, a situação só se torna crítica nas poças em que a quantidade de organismos seja elevada, nomeadamente quando a densidade de algas é grande e durante o período noturno (em que a fotossíntese não compensa o consumo de oxigénio).

As comunidades das poças de maré são, em regra, semelhantes em termos de composição específica às do ambiente marinho adjacente. Alguns organismos de maior mobilidade (peixes, crustáceos, moluscos...) característicos do infralitoral podem aqui encontrar refúgio temporário durante a descida da maré. Nestes casos, as poças fornecem uma outra dimensão à praia, funcionando como um refúgio para organismos que apenas frequentariam a praia durante a maré alta (peixes, lesmas do mar, polvos...). No entanto, o maior efeito das poças manifesta-se em diferenças na abundância de determinados taxa e na colonização de níveis mais elevados da praia por parte de organismos que geralmente não seria possível encontrar ao nível da praia a que se encontra a poça.





70



71

Com efeito, a menor amplitude de variação dos factores físicos nas poças da praia baixa tornam estas um habitat menos rigoroso, permitindo a extensão vertical da distribuição de muitas espécies. As poças da praia alta, por seu lado, constituem um habitat bastante rigoroso. São frequentes as situações de águas estagnadas, com as consequências que isso acarreta nas características da água, nomeadamente ao nível da temperatura, oxigénio dissolvido, níveis de nutrientes para as algas, pH, salinidade e disponibilidade de alimento. Como consequência, a diversidade nessas poças é bastante mais reduzida do que na praia envolvente, apenas sendo colonizadas por organismos mais tolerantes.

As poças da praia baixa estão mais próximas do oceano e, por isso mesmo, ficam deste isoladas por períodos de tempo relativamente curtos. São geralmente dominadas por algas fucóides, coralinas e mexilhões, aos quais vêm associados burriés, lapas, anêmones do mar, ouriços e esponjas. A maior proximidade ao oceano favorece não só a maior renovação dos organismos que contactam com a poça mas também a entrada de materiais que circulam pela costa. É frequente a existência de areia a cobrir total ou parcialmente o fundo de algumas poças, o que fornece o meio apropriado à colonização por anelídeos e crustáceos fossadores.

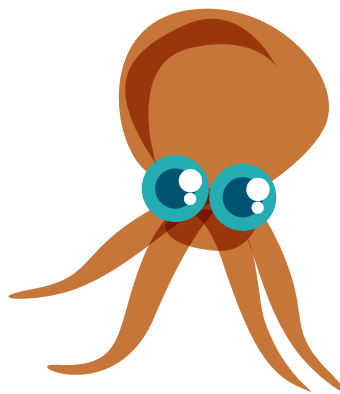
As poças situadas a níveis mais altos ficam isoladas do oceano por períodos mais longos e são dominadas por algas verdes às quais se associam moluscos diversos, camarões e algum caranguejo verde.

70 No interior do sedimento existente nos canais entre poças ou debaixo das pedras, é frequente observar os tentáculos avermelhados de anelídeos da família Cirratulidae

71 A navalheira (*Necora puber*) é frequente debaixo de pedras e entre as algas fucóides



# Mar

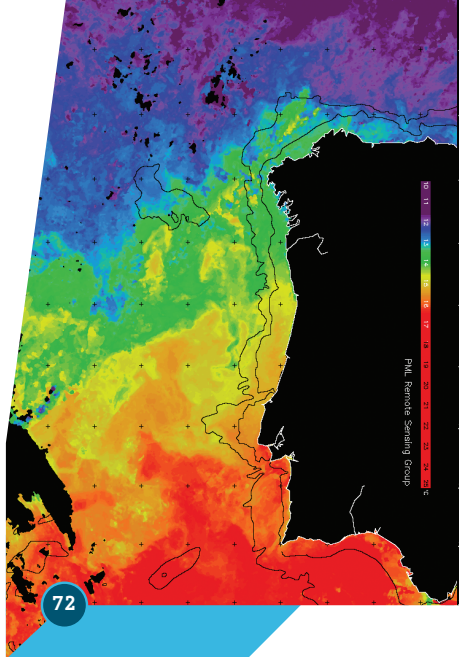


## Litoral Norte – águas frias e turvas

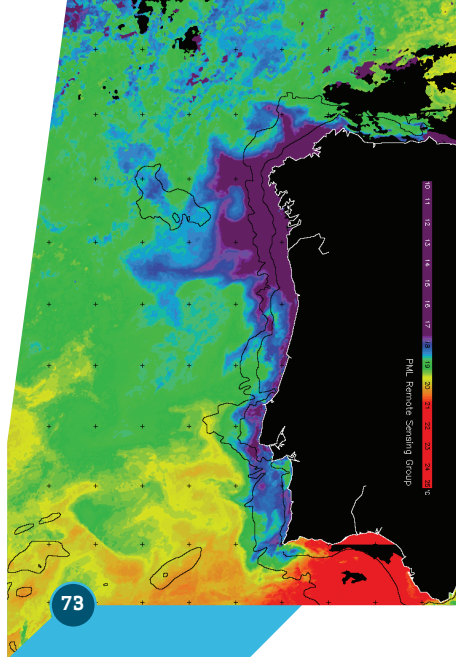
As águas frias e turvas, associadas a ventos por vezes fortes e condições de mar muito variáveis, com alguma imprevisibilidade, constituem a imagem de marca do litoral norte. Apesar do desconforto que essas condições podem eventualmente provocar ao veraneante em busca de praias apazíveis, são essas mesmas condições que conferem a esse segmento costeiro uma inegável riqueza biológica e que fazem com que constitua uma importante zona pesqueira, na continuidade do que sucede na costa galega próxima.

Quando visto de terra, o mar parece uma massa uniforme e muitos têm a ideia de que uma rampa suave, cheia de areia, fará a transição entre a praia e as zonas muito profundas. Esta visão algo ingénuas está profundamente errada. Mesmo em segmentos com praias arenosas, a complexidade do relevo submarino dá origem a um espaço em que a diversidade de habitats suporta uma grande diversidade biológica, contribui para a variedade de recursos pesqueiros explorados em toda a região e influencia os fenómenos costeiros, nomeadamente o regime de correntes e os fenómenos de erosão e de deposição de sedimentos.

Mais ao largo, a influência do relevo costeiro deixa de se fazer sentir e são os fenómenos oceanográficos regionais e globais que influenciam a massa de água, sendo de destacar o fenómeno de afloramento sazonal.



72



73

Imagens de satélite em que as cores representam a temperatura superficial da água (vermelho mais quente; azul-rosa mais frio). À esquerda, uma situação típica de Inverno-Primavera (Março 2010); à direita, uma situação típica de Verão (Julho 2010).  
Fonte: NEODAAS

72

73

## Porque são frias as nossas águas costeiras?

Para além das fortes nortadas estivais, o que caracteriza o litoral norte português são as águas frias e turvas, particularmente durante o verão. Embora se possa relacionar de alguma forma a turvação à carga sedimentar fina introduzida no mar por vários rios de dimensão apreciável, essa relação não explica o facto de que uma mudança na direção do vento leva normalmente a

um aumento da temperatura da água e a uma menor turvação das águas costeiras. Curiosamente, durante o inverno e na ausência de temporal, as águas costeiras são mais quentes e mais limpas do que no verão. Haverá alguma relação entre o vento e a temperatura da água?

Para dar resposta a esta questão, é necessário conhecer um pouco dos fenómenos oceanográficos que afectam a nossa costa, nomeadamente ao nível dos processos de circulação marinha.

O território continental português está sujeito a um conjunto complexo de correntes oceânicas, superficiais e em profundidade. No processo global de circulação atlântica, a costa portuguesa é afectada pelo ramo descendente da corrente do Golfo. No entanto, a relativamente pequena extensão da plataforma continental, a proximidade do Mediterrâneo e a existência próximo da costa de acidentes topográficos submarinos relevantes (Canhão da Nazaré, Bancos da Galiza, Vigo, Porto e Gorringe...) bem como o regime sazonal de ventos alteram profundamente o esquema global de circulação, fazendo com que a costa portuguesa esteja sujeita a uma grande diversidade de condições oceanográficas numa extensão espacial relativamente reduzida.

A característica mais marcante dessas condições têm a ver com a variação sazonal do regime de ventos dominantes, que sopra do quadrante norte durante a estação quente e do quadrante sul durante o resto do ano. Os fortes ventos do quadrante norte (nortadas) induzem uma corrente superficial paralela à costa que é responsável pela ascensão de águas frias. Essas águas são frias porque ascendem das grandes



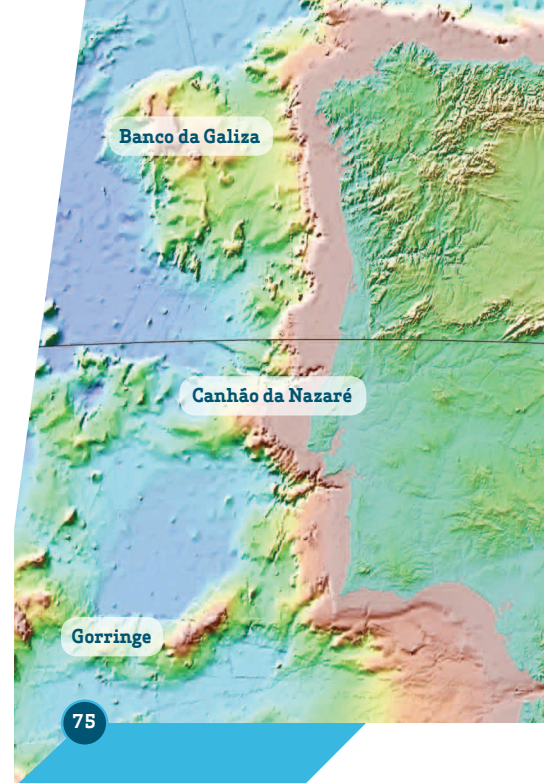
profundidades existentes para lá dos limites da plataforma continental (abaixo dos 1000m); as águas quentes superficiais são, por sua vez, arrastadas para o interior do oceano, encontrando-se ao largo águas com temperaturas na ordem dos 21-25° C durante o verão. Quando o vento roda para o quadrante sul, verifica-se o fenómeno inverso e as águas costeiras tendem a deslocar para zonas mais fundas, sendo substituídas por águas mais quentes.

O movimento de ascensão de água fria devido à ação do vento dá origem às correntes de afloramento, ricas em nutrientes, que são responsáveis pela elevada produtividade das águas costeiras. Durante os períodos de afloramento, a biomassa fitoplanctónica à superfície pode ser 10 vezes superior à verificada em períodos de não afloramento.

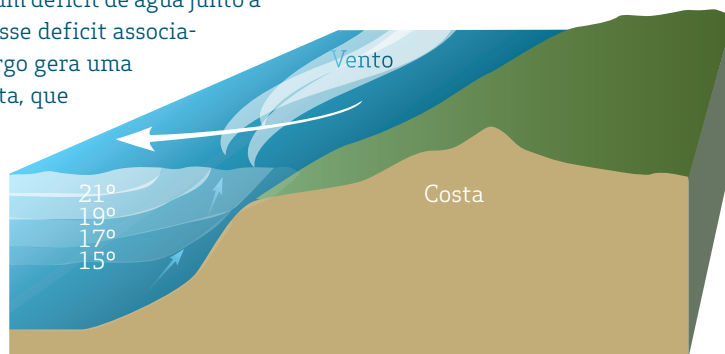
## Como se forma uma corrente de afloramento

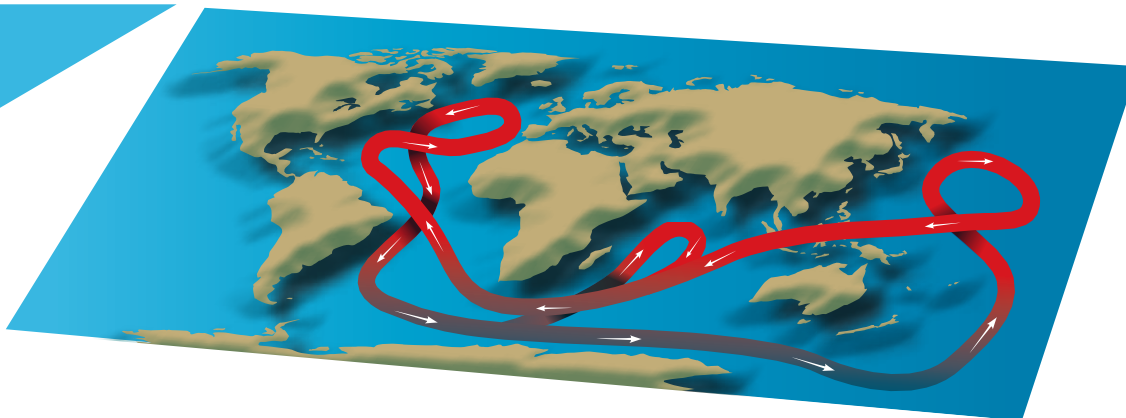
Para que se verifique a formação de correntes de afloramento, é necessário que ocorram em simultâneo duas condições: ventos dominantes paralelos à costa (do quadrante norte no hemisfério norte ou do quadrante sul no hemisfério sul) e existência de uma plataforma continental pouco extensa. Como o movimento de rotação da Terra modifica a direção de qualquer massa que esteja em movimento, nas condições descritas acima, as massas de água superficiais empurradas pelo vento norte tendem a rodar e a dirigir-se para o interior do oceano. Como resultado dessa rotação, há uma acumulação de água nas zonas mais afastadas da costa, suficiente para criar um ligeiro aumento do nível da água e para exercer uma pressão mais elevada sobre as águas subjacentes. Ao mesmo tempo, surge um deficit de água junto à costa, que não pode ser colmatado por água superficial. Esse deficit associado à maior pressão exercida sobre a água profunda do largo gera uma corrente que movimenta a água fria profunda para a costa, que assim restabelece o equilíbrio perdido.

Ao nível do globo, as zonas de afloramento costeiro são relativamente raras e estão sempre associadas a faixas de produtividade elevada. A costa atlântica peninsular, incluindo o nordeste português, está situada numa dessas poucas zonas, fazendo com que o oceano costeiro a norte do Canhão da Nazaré seja particularmente produtivo durante a primavera/verão.



75 O relevo submarino em frente à Península Ibérica

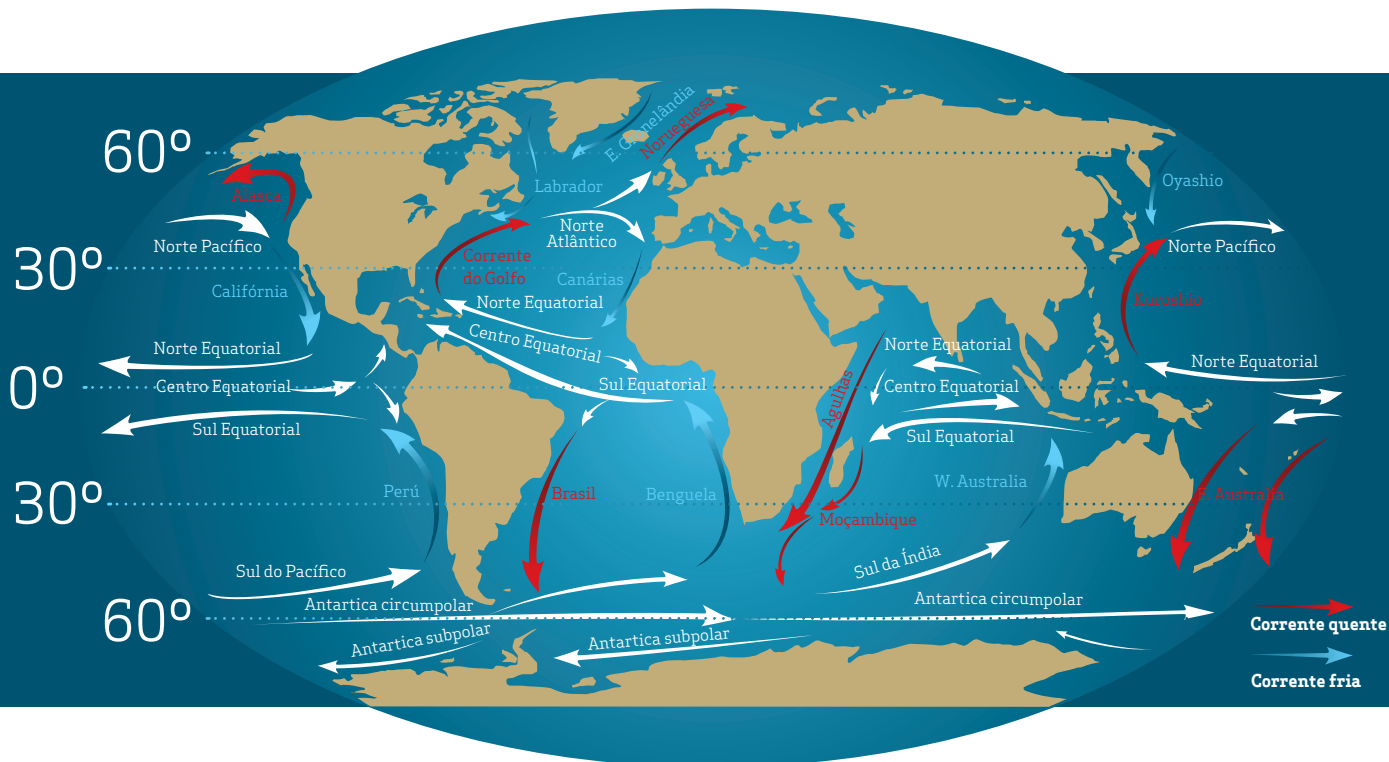




## A água de Viana é só de Viana?

Como sistema marginal, as águas costeiras, que cobrem toda a plataforma continental, estão sob influência direta dos fenômenos que se desenrolam nas margens terrestres, dos fenômenos oceânicos e dos fenômenos atmosféricos. As relações singulares entre a densidade de uma massa de água e a sua temperatura e salinidade, a que se associam o efeito do vento, da pressão atmosférica à superfície e do movimento de rotação da Terra fazem com as massas de água regionais estejam integradas num sistema de circulação global, que abrange todos os oceanos do planeta. As diferenças regionais de densidade e temperatura, devidas ao arrefecimento da água, ao excesso de evaporação face à precipitação ou à formação de gelo, com aumento da salinidade das águas envolventes, são responsáveis pela circulação oceânica global, designada por **circulação termoalina global**, e que liga todos os oceanos, embora a velocidades muito baixas (cerca de 0,9 km/dia).

Ao nível regional, e com uma relação direta com os ventos dominantes, verificam-se correntes superficiais de efeito mais localizado e mais rápidas (8-19 km/dia) do que a circulação termoalina. Essa circulação guarda uma maior relação com as margens continentais do que a circulação termoalina global, influenciando diretamente os fenômenos costeiros.

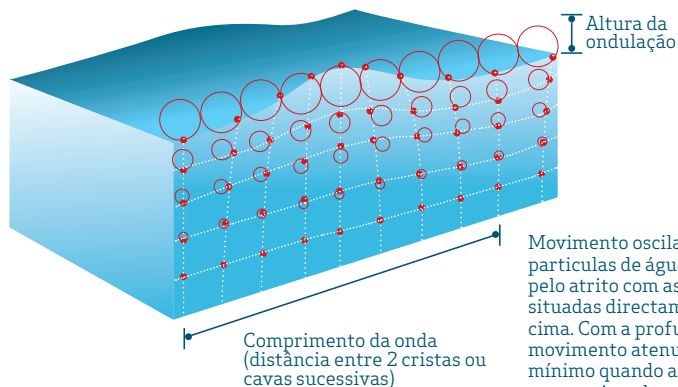


As águas relativamente pouco profundas que cobrem a plataforma e a sua proximidade a terra levam a uma clara diferenciação entre estas e as águas oceânicas profundas. As águas costeiras são ricas em nutrientes minerais, bem oxigenadas e com maior variabilidade térmica, quando comparadas com as águas oceânicas.

Biologicamente, a plataforma continental constitui a zona mais rica dos oceanos. Essa riqueza reflete-se na localização nessa zona dos principais bancos pesqueiros. Do ponto de vista dos recursos minerais, a plataforma é também particularmente rica, encontrando-se aí os maiores depósitos de petróleo e de minérios. No entanto, a sua proximidade à costa torna-a particularmente sensível às atividades humanas, que a têm alterado profundamente pela poluição e por todo o conjunto de atividades que aí se desenrolam diretamente ou nas zonas marginais, nomeadamente em terra.



75



Movimento oscilatório das partículas de água, arrastadas pelo atrito com as camadas situadas directamente por cima. Com a profundidade, esse movimento atenua, tornando-se mínimo quando a profundidade se aproxima de metade do comprimento da onda.

## Como se formam as ondas?

As ondas são a manifestação visível da energia associada aos oceanos e resultam da ação do vento sobre a superfície da água. No seu deslocamento sobre o oceano, as massas de ar alteram a superfície da água, dando origem à ondulação que se vai transformar em ondas à medida que a água é empurrada pelo vento.

O movimento das ondas corresponde à oscilação das partículas de água em torno de um centro, resultado da interacção das forças geradas pelo vento com a gravidade. As partículas de água não se deslocam; apenas transferem a sua energia para as vizinhas, resultando no movimento ondulatório que leva as ondas a percorrer grandes distâncias. O movimento ondulatório vai sendo amortecido em profundidade, podendo, no entanto, ondas com comprimento de onda grande, da ordem dos 100 metros (afastamento entre cristas sucessivas), fazer sentir os seus efeitos a 50 metros de profundidade.

Ao atuar sobre a superfície do mar, uma massa de ar em movimento começa por provocar remoinhos e pequenas rugas na água. A superfície do mar torna-se enrugada, o que favorece a acção de arrasto do vento, formando-se pequenas ondas que se deslocam na direcção deste. As ondas aumentam de altura, facilitando a interacção da água com o vento, que se torna turbulento imediatamente à superfície da água. O aumento de rugosidade da água facilita a transferência de energia do vento para a água, o que leva à formação de ondas íngremes e que eventualmente quebram. Em mar aberto, dependendo da duração e distância de actuação do vento, a interferência entre as ondas e o vento acaba por levar a uma sincronização dos movimentos das partículas de água e as ondas tornam-se mais arredondadas e harmoniosas, deslocando-se a velocidades próximas das do vento que as originou. Nesta situação, o vento não consegue transferir mais energia para as ondas e o mar atinge o seu desenvolvimento máximo.

Ao quebrar na costa, as ondas libertam a energia que lhes foi transferida pelo vento e que transportaram ao longo do seu trajeto pelo oceano

75



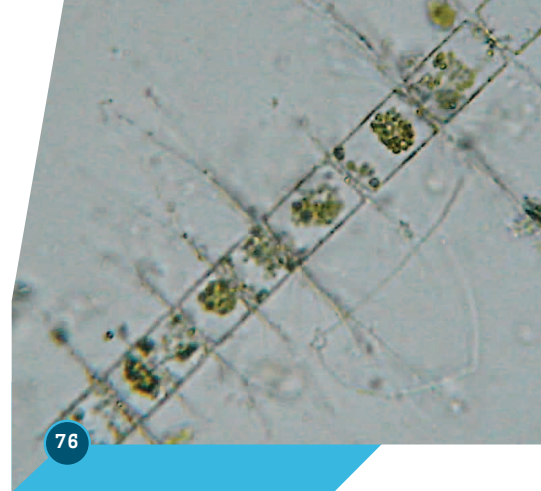
## As cadeias tróficas marinhas

No ambiente marinho, a expressão coloquial “o peixe grande come o peixe pequeno” é redutora, mas funciona como enquadramento do conceito de cadeia trófica (forma esquemática simplificada que descreve o modo como energia e nutrientes se movem através dos organismos num ecossistema) neste ambiente. Sendo as cadeias tróficas marinhas muito mais complexas do que esta expressão dá a entender, pode-se simplificar dizendo que o fitoplâncton (organismos autotróficos microscópicos que vivem à deriva na coluna de água) alimenta o zooplâncton (pequenos “herbívoros” microscópicos), que por sua vez alimentam pequenos peixes e crustáceos. Estes farão depois o papel de presa de peixes maiores, que terão também o seu papel como alimento dos predadores de topo, como atuns (que depois podem vir a alimentar o ser humano), tubarões, aves marinhas ou cetáceos.

Decompondo a cadeia nas suas partes, é possível distinguir os vários níveis tróficos. O primeiro nível pertence aos produtores primários - fitoplâncton. Constituído por organismos fotossintéticos unicelulares microscópicos que vivem à deriva, flutuando nas camadas mais superficiais do oceano, o fitoplâncton utiliza a energia solar para, através da fotossíntese, sintetizar compostos orgânicos. Estes compostos podem ser ingeridos por outros organismos para obter energia, o que faz com que o fitoplâncton, composto essencialmente por bactérias e microalgas unicelulares, seja a base das comunidades biológicas marinhas.

O zooplâncton explora esta abundância de vida autotrófica, alimentando-se do fitoplâncton enquanto deriva pelos oceanos. Estes “herbívoros” incluem copépodes (pequenos crustáceos), estádios larvares de peixes e animais bentônicos (de fundo), que no seu conjunto constituem o segundo nível trófico, designados globalmente por consumidores primários.

O zooplâncton de maiores dimensões pode funcionar como alimento de animais proporcionalmente maiores, tais como baleias de barbas ou outros cetáceos. No entanto, os organismos mais abundantes no zooplâncton são definitivamente os copépodes. Devido à sua enorme biomassa (enquanto conjunto e não indivíduo) e posição trófica, os copépodes funcionam como elo fundamental entre os produtores primários e restante cadeia trófica. Constituem grande parte da biomassa animal dos oceanos, podendo muitas vezes compreender entre metade a dois terços do zooplâncton de um determinado local.



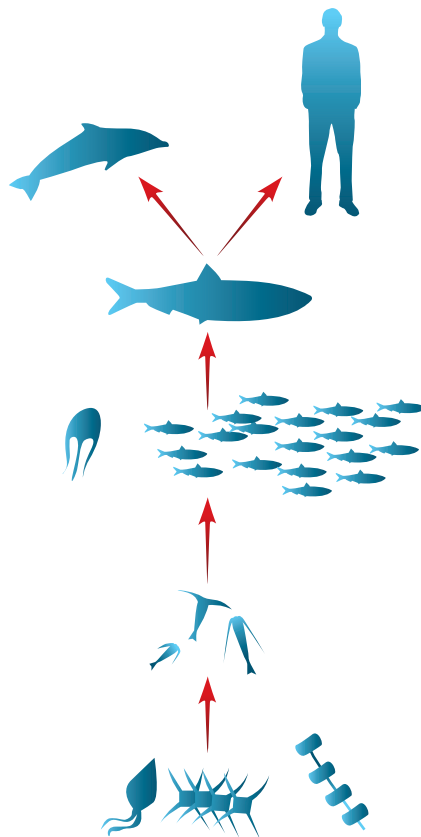
76

77

O plâncton inclui organismos microscópicos que estão na base das cadeias alimentares marinhas

São necessárias 45 toneladas de fitoplâncton para alimentar 4,5 toneladas de copépodes, que por sua vez alimentam meia tonelada de pequenos peixes. Estes pequenos peixes apenas chegam para alimentar 45 quilos de carapaças, que apenas nutrem 4 quilos de atum. Incrivelmente, estes 4 quilos de atum chegam apenas para originar 400 gramas de um predador de topo da cadeia.

**Sabia que...**



Os copépodes e restante plâncton (fito e zoo) alimentam também organismos filtradores que obtêm os seus nutrientes directamente da água. Este terceiro nível trófico inclui bivalves, anfípodes, formas larvares de vários peixes e crustáceos e peixes de dimensões reduzidas. Certos cardumes de pequenos peixes, como a sardinha, atingem dimensões tão grandes que podem dizimar as populações de plâncton de áreas de dimensão apreciável. É de modo deveras semelhante que um grupo de golfinhos “faz” o seu caminho através de um cardume de sardinha, criando deste modo o nível trófico seguinte. Os restos que sobram da alimentação dos predadores afundam, transitando para outro processo, a decomposição. No fundo, estes desperdícios são consumidos por carnívoros bentónicos, como as lagostas, ou decompostos por bactérias. O processo de decomposição leva à reciclagem de nutrientes, tornando-os de novo utilizáveis pelos produtores primários.

O material orgânico em suspensão e dissolvido na água é um recurso que tem uma importância particular nas zonas costeiras.

## Como se estudam os oceanos?

Os oceanos influenciam a nossa vida de uma infinidade de maneiras. Daí que a necessidade de os conhecermos melhor e entender a miríade de processos que neles ocorrem ou por eles são influenciados deva ser uma das grandes prioridades das sociedades actuais. A oceanografia, ciência que estuda os oceanos, tem ela própria sofrido uma grande evolução ao longo dos últimos 150 anos. Durante o século XIX, a oceanografia focava-se sobretudo no estudo dos animais, das correntes, e da geomorfologia dos fundos oceânicos. O homem era considerado um explorador aventureiro, que cruzava os mares no seu navio em busca de novidades num sistema que se considerava estático e inalterado.

Estas noções sofreram uma profunda transformação até chegarem aos dias de hoje. O Oceano é hoje considerado como fazendo parte de um sistema mais vasto, que deve ser visto à escala do planeta. A oceanografia actual coloca o seu enfâse no estudo dos sistemas dinâmicos que interagem uns com os outros, nas alterações climáticas, e no aumento da influência das actividades antrópicas. Os organismos hoje estudados em maior foco são os microrganismos; o ciclo do Carbono nunca recebeu tanta atenção e a compreensão dos fenómenos do El Niño/La Niña são considerados uma prioridade.

Neste mundo actual em que vivemos, dominado pela tecnologia, o homem já não é considerado o explorador aventureiro. Hoje, a exploração é feita por máquinas, como robots, satélites e sistemas de exploração subaquática. A construção de modelos matemáticos informatizados e a sua análise são uma das maiores e mais uteis ferramentas ao oceanógrafo actual, pela demanda do conhecimento deste autêntico mundo marinho que nos rodeia, e de qual ainda muito desconhecemos.

- A maioria do oxigénio atmosférico é produzido nos oceanos.

- Os oceanos influenciam fortemente os padrões climáticos. Se não os conhecermos, é muito difícil entender e prever o clima.

- Um quarto das proteínas consumidas pelo Homem é de origem marinha. Se não resolvermos o problema do esgotamento dos stocks pesqueiros esta fonte irá secar.

- Os processos costeiros têm grande impacto nas praias e nas vidas daqueles que vivem ou trabalham perto da costa.

- No futuro, os oceanos serão a fonte de ainda mais recursos materiais e alimentares.

**Sabia que...**

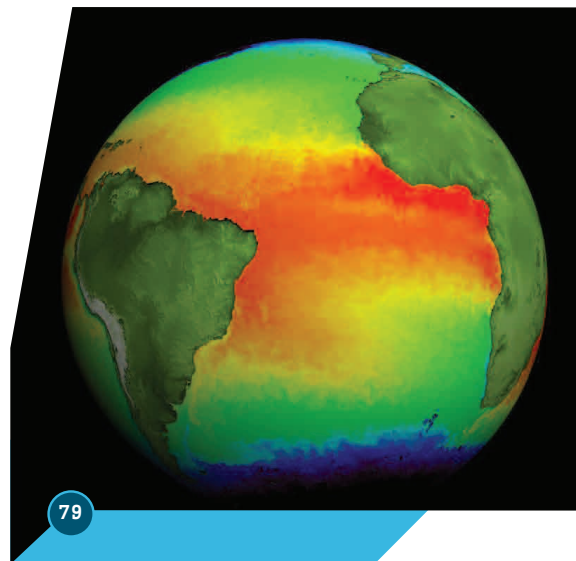


Imagem de satélite da costa portuguesa onde é visível um bloom de fitoplâncton (manchas verdes)

Fonte: <http://www.eosnap.com/public/media/2012/03/fires/20120328-fires-full.jpg>

Imagem térmica de satélite ilustrativa das diferenças de temperatura entre as várias zonas do globo. O azul corresponde a águas mais frias; o amarelo, mais quentes

Fonte: [http://esamultimedia.esa.int/images/envisat/world10\\_040712\\_AATSR\\_final\\_p.jpg](http://esamultimedia.esa.int/images/envisat/world10_040712_AATSR_final_p.jpg)

Rede bongó, utilizada para recolher zooplâncton, em ação.

## Deteção remota: Os olhos lá no alto

As imagens de satélite são frequentemente utilizadas para detectar fenómenos visíveis à superfície dos oceanos. Os blooms de fitoplâncton, grandes manchas de cor visíveis do espaço, são um dos objectos de estudo mais comuns destas tecnologias. A utilização de imagens térmicas permite também determinar a temperatura da superfície dos oceanos e do gelo, uma ferramenta fundamental para o estudo das alterações climáticas.

## Redes de Plâncton e Nécton: Conhecer os pequenos habitantes dos Oceanos

Um dos modos mais expeditos de capturar e estudar os pequenos seres (e outros não tão pequenos) que habitam a coluna de água é a utilização de redes de plâncton ou nécton. Estas redes atingem tamanhos de área de boca que variam entre os 0,5 e 20m<sup>2</sup> ou mais, formas que vão desde o circular ao quadrado e diferentes velocidades de reboque consoante o objectivo do estudo.





81

## ROV's e submarinos: Descobrir as profundezas

A sigla ROV significa Remotely Operated Vehicle - Veículo Operado Remotamente – e é utilizada para designar os aparelhos que são utilizados em investigação sem a necessidade de ter operadores dentro do mesmo (neste caso, submarinos). Os ROV's são fundamentais na investigação marinha pois permitem atingir profundidades proibidas para os mergulhadores, cabem em locais onde submarinos tripulados não chegariam, eliminam os riscos de operações tripuladas e são também, por norma, economicamente mais acessíveis. Os ROV's normalmente estão equipados com rosetas de sensores que medem vários parâmetros diferentes, e, inclusivé, permitem a substituição de uns sensores por outros que medem parâmetros diferentes.

Os submarinos tripulados assumem também grande importância na investigação, pois permitem avaliar in loco o aspecto dos ambientes prospectados. No entanto, o seu elevado custo e risco associado para a tripulação, assim como o desenvolvimento tecnológico actual fazem com que a tendência seja para a substituição dos submarinos tripulados por ROV's.

81 Exemplo de um ROV (*Remotely Operated Vehicle*), veículo não-tripulado muito utilizado na investigação marinha.  
Fonte: [http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/04mountains/logs/summary/media/herc\\_collecting\\_blocks.html](http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/04mountains/logs/summary/media/herc_collecting_blocks.html)

### **Bibliografia**

Fish, J. and Fish, S. (1996). A Student's Guide to the Seashore. Cambridge University Press.

Gomes, P. T. and Leal, H. (2010). Biodiversidade em espaços naturais de Viana do Castelo. CMIA.

Gomes, P. T., Coelho, F. A., and Ferreira, B. P. (2010). Cnidários: Hidras, Medusas, Anémones e Corais. Litoral de Viana do Castelo. CMIA.

Gomes, P. T., Coelho, F. A., and Ferreira, B. P. (2011). Esponjas. Litoral de Viana do Castelo. CMIA,

Knox, G. A. (2001). The Ecology of Seashores. CRC MARINE SCIENCE SERIES. CRC Press.

Little, C. (2000). The Biology of Soft Shores and Estuaries. Biology of Habitats. Oxford University Press.

Little, C. and Kitching, J. (1996). The Biology of Rocky Shores. Biology of Habitats. Oxford University Press.

Saldanha, L. (1995). Fauna Submarina Atlântica. Publicações Europa-América, 3ª edição.

Weber, M., Prata, J., Coelho, A., Benevides, S., Campos, J. e Santos, A. (1999) Guia de campo do litoral da praia da Aguda. Ed. Fundação ELA, Vila Nova de Gaia, Portugal: 98 pp. ISBN 972-95023-7-4



## FIGHA TÉCNICA

### Título

MARgens com vida

### Propriedade

Câmara Municipal de Viana do Castelo

### Coordenação

José Maria Costa

Presidente da Câmara Municipal de Viana do Castelo

### Conceção e texto

Pedro Teixeira Gomes, Flávia Alves e Bruno Ferreira

Centro de Biologia Molecular e Ambiental, Universidade do Minho  
Sociedade Portuguesa de Vida Selvagem

### Design

Rui Carvalho

### Impressão

Gráfica Casa dos Rapazes

### Edição

Centro de Monitorização e Interpretação Ambiental  
Câmara Municipal de Viana do Castelo

### Local e data de edição

Viana do Castelo, Julho de 2012

### ISBN

978-972-588-233-7

### Depósito Legal

346307/12

#### Organização:



VIANA DO CASTELO



#### Coordenação científica:



SOCIEDADE PORTUGUESA DE VIDA SELVAGEM



Universidade do Minho



#### Financiamento:



Investimos no seu futuro

