



ocean alive

O MAR DÁ BOM CLIMA

Guião pedagógico sobre as pradarias marinhas e a importância do oceano no combate às alterações climáticas

FICHA TÉCNICA

Coordenação: Ocean Alive, cooperativa para a educação criativa marinha CRL

Projeto: O mar dá bom clima, no âmbito do NoPLANetB - AMI

Financiamento: União Europeia e Instituto Camões

Consultadoria técnica: Carmen B. de los Santos, CCMAR

Textos: Raquel Gaspar, Sílvia Tavares e Raquel Gaião Silva

Direção de arte (design e maquetização): Nuno Farinha

Imagens (pelo número da figura)

Ilustração: Nuno Farinha - 3, 4, 7, 14, 16, 25, 26, 27, 34, 35, 36 (inclui fotografia ©Dreamstime), 37, 38; C.A.M.Lindman - 12; Walter Müller - 15

Fotografias: Alexan24 / Dreamstime - 32; Ana Sogalho Santos / Cyber Oceans - 5, 6; Andrei Gabriel Stanescu / Dreamstime - 31; Carmen de los Santos - 17, 18, 20, 21; David Evison / Dreamstime - 10; Diogo Paulo - 2, 28; Ed Hawkins (University of Reading) - 30; Eduardo Infantes - 19; Ethan Daniels / Dreamstime - 8; Evgeniy Parilov / Dreamstime - 33; Foundation Peau Bleue - 39; Gustavo Figueiredo / Fundação Yves Rocher - 42; Miguel Correia - 24; Nina Constable - 22; Ocean Alive - 23, 40, 43; Seadam / Dreamstime - 9, 13; Shark Bay Dolphin Research Alliance - 29; Tainar / Dreamstime - 1; Wayne Johnson / Dreamstime - 11

Financiamento: União Europeia e Instituto Camões, no âmbito do projeto NOPLANETB - AMI



ocean alive



ÍNDICE

1. Nota introdutória —	4	5.4. Ciclo do carbono —	27
2. Sobre este guião —	5	5.5. Qual é o papel do Oceano na regulação do clima? —	30
3. Enquadramento —	7	5.6. Como é que as alterações climáticas afetam o Oceano? —	31
3.1. Estratégia Nacional de Educação Ambiental —	7	5.7. Carbono azul —	32
3.2. Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania —	8	5.8. De que forma é que a proteção das pradarias marinhas contribui para mitigar as alterações climáticas? —	32
3.3. Agenda 2030 da ONU: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável —	8	5.9. O que podemos fazer? —	35
3.4. Princípios da Literacia do Oceano —	9	6. Sobre o projeto “O mar dá bom clima” —	40
4. Pradarias Marinhas —	10	6.1. Ação educativa: materiais e atividades desenvolvidas com professores e alunos —	40
4.1. O que são —	10	6.2. Itinerário do projeto com a comunidade educativa —	41
4.2. Diversidade e distribuição —	12	6.3. Metodologia NEPSO - Escola Opinião —	41
4.3. Reprodução —	17	6.4. No PLANet B - AMI —	42
4.4. Importância das pradarias marinhas - serviços de ecossistema —	19	7. Outras atividades práticas —	43
4.5. Estado de conservação —	23	8. Glossário —	44
4.6. Causas para o declínio —	24	9. Recursos —	44
4.7. Casos de estudo —	24	10. Bibliografia —	46
5. Importância do oceano no combate às alterações climáticas —	26		
5.1. Alterações climáticas —	26		
5.2. Porque estão a acontecer —	26		
5.3. Previsões e políticas europeias —	26		

Nota Introdutória

Quando eu andava no 9º ano tinha um professor de biologia muito especial. Nas aulas falava-nos da barragem do Assuão, escrevia os nossos nomes no quadro em árabe, e quando lhe fazíamos uma pergunta, a sua resposta fazia-nos conhecer aspetos que não imaginávamos. Sendo como era, ele conseguiu acender o meu interesse investigativo pela natureza. Nesse ano criei o sonho em ser bióloga marinha e hoje faço aquilo que amo: proteger o mar envolvendo mais pessoas para esta missão. Esta história pessoal é também a história de muitos de nós. Na Ocean Alive acreditamos que os professores são dos atores da nossa sociedade que têm um dos papéis mais importantes, pelo sua função educativa, pela inspiração e por ser tão grande o seu alcance em formar jovens adultos.

Mas a evolução exponencial do conhecimento requer uma dinâmica de aprendizagem constante pelos professores.

Acresce o desafio de guiar os jovens para uma participação ativa na sociedade e nas soluções que beneficiam a sustentabilidade do planeta único que somos.

A nossa geração aprendeu que as florestas terrestres são o grande pulmão e os grandes sorvedouros de CO₂ deste planeta. Mas, nos últimos anos, a ciência revelou-nos que o oceano tem um papel chave no combate às alterações climáticas: 82% do ciclo do carbono é feito através do Oceano e são as florestas marinhas os grandes sequestradores de carbono, mais de 50% do carbono é armazenado nos sedimentos marinhos por plantas marinhas!

Em 2018 candidatámos o projeto “O mar dá bom clima” ao projeto No PLANet B - AMI com a visão de empoderar e sensibilizar a comunidade educativa para o relevante papel do mar no combate às alterações climáticas, especificamente, o papel de um tipo de floresta marinha, as pradarias de ervas marinhas, tão desconhecidas do público em geral.

Não foi por acaso. O objetivo da Ocean Alive é proteger as pradarias marinhas do estuário do Sado envolvendo a comunidade local. Para nós, os professores são agentes catalisadores de mudança. Convosco sonhamos provocar a reação entre jovens e agentes locais (empresas e entidades) numa reação química que tem como resultado melhorar o nosso clima através da melhoria do impacto dos agentes locais nas pradarias marinhas do estuário do Sado.

Contamos também com o colaboração da comunidade piscatória e científica.

A peça chave são vocês! Contamos convosco!

Raquel Gaspar,
Co-fundadora da Ocean Alive

2 Sobre o Guião

Este guião foi desenvolvido para apoiar os professores de 3º ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário na exploração dos temas do projeto “O mar dá bom clima”. “O mar dá bom clima” é um projeto de sensibilização, capacitação e empoderamento de professores e alunos para a importância do oceano no combate às alterações climáticas, promovendo a ação da comunidade educativa com o envolvimento de agentes locais.

Aqui poderá encontrar um conjunto de recursos teóricos e expositivos sobre as pradarias de ervas marinhas, as alterações climáticas e como poderá a proteção e restauro deste habitat ser importante na sua mitigação, bem como propostas para atividades a serem desenvolvidas dentro e fora da sala de aula.

O objetivo deste guião é criar nos professores a consciência acerca do valor deste habitat, a sua ligação a todos nós e a importância da sua preservação no contexto da crise climática que atravessamos. Pretende constituir-se como uma ferramenta de suporte à ação educativa dos professores que sirva, em última análise, para promover o vínculo dos alunos às pradarias de ervas marinhas, ser um contributo para a sua conservação e para despertar o exercício da cidadania ativa nos jovens.

1.

2. Pradaria marinha na costa da Arrábida



3

Enquadramento nos Princípios e Estratégias Educativas

As questões sociais e ambientais encontram-se cada vez mais no centro das estratégias educativas adotadas internacionalmente. Implementá-las nas escolas é por vezes um desafio, que requer cada vez mais o fortalecimento da ligação da comunidade educativa com as comunidades locais e organizações da sociedade civil, num esforço colaborativo para a educação ambiental, a educação para o desenvolvimento sustentável e a educação para a cidadania.

No “Perfil dos alunos na saída da escolaridade obrigatória”, o referencial de 2017 para as decisões a adotar por decisores e atores educativos ao nível dos estabelecimentos de educação e ensino e dos organismos responsáveis pelas políticas educativas, um dos 8 princípios apresentados é a “Sustentabilidade”, constituindo-se a “Cidadania e participação” um dos cinco valores e o “Bem-estar, Saúde e Ambiente” uma das 10 áreas de competências.

O projeto “O mar dá bom clima”, cuja metodologia de implementação está descrita no ponto 6 deste guião, está alinhado com as estratégias e princípios educativos em vigor, criando pontes entre escolas, alunos, professores, pescadoras, cientistas e outros *stakeholders* numa rede, que pretende dar destaque às pradarias marinhas do estuário do Sado e ao seu papel na mitigação das alterações climáticas.

3.1. Estratégia Nacional de Educação Ambiental

A ENEA (2017) estabelece “os princípios orientadores de uma estratégia no domínio da Educação Ambiental para a sustentabilidade, que devem visar uma cidadania interveniente, capacitando crianças e jovens, mas também a sociedade civil, os agentes económicos, os decisores e os técnicos da administração central, regional e local.”

Os eixos temáticos identificados são:

- Eixo I Descarbonizar a sociedade
- Eixo II Tornar a economia circular
- Eixo III Valorizar o território

No desenvolvimento deste guião e dos restantes materiais educativos do projeto “O mar dá bom clima” estes princípios e orientações surgem de forma transversal, sendo um contributo importante para o Eixo III.

No âmbito da ENEA foi preparado um Referencial de Educação Ambiental para a Sustentabilidade pela Direção-Geral de Educação, que indica resultados de aprendizagem e objetivos por ciclo de ensino para os 8 temas identificados como prioritários, em que se incluem “Sustentabilidade, ética e cidadania” e “Alterações climáticas”.

Referencial disponível em https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ECidadania/Educacao_Ambiental/documentos/referencial_ambiente.pdf

Para mais informações sobre a ENEA consulte <https://enea.apambiente.pt/>

3.2. Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania

A ENEC (2017) integra um conjunto de direitos e deveres que devem estar presentes na formação cidadã das crianças e dos jovens portugueses, para que no futuro sejam adultos e adultas com uma conduta cívica que privilegie a igualdade nas relações interpessoais, a integração da diferença, o respeito pelos Direitos Humanos e a valorização de conceitos e valores de cidadania democrática, no quadro do sistema educativo, da autonomia das escolas e dos documentos curriculares em vigor.

Um dos domínios obrigatórios da componente do currículo de Cidadania e Desenvolvimento, introduzida no âmbito do projeto de autonomia e flexibilidade curricular e disciplina obrigatória nos 7º, 8º, 10º e 11º anos em 2019/2020, é a Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.

Assim, os temas e metodologias utilizadas no projeto “O mar dá bom clima” (que se inserem nestes domínios) poderão ser trabalhadas no âmbito da disciplina de Cidadania e Desenvolvimento, ou como componente do currículo desenvolvida com o contributo de todas as disciplinas e componentes de formação constantes nas matrizes curriculares-base no 9º e 12º ano.

Para mais informações sobre a ENEC consulte:

<https://www.dge.mec.pt/estrategia-nacional-de-educacao-para-cidadania>

3.3. Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável

Os ODS e a Agenda 2030, adoptados em 2015 pela maioria dos países do mundo no contexto da ONU, definem as prioridades e aspirações globais para 2030 e requerem uma ação à escala mundial de governos, empresas e sociedade civil para erradicar a pobreza e criar uma vida com dignidade e oportunidades para todos, dentro dos limites do planeta.

Esta agenda ambiciosa, que vai orientar o desenvolvimento das sociedades nos próximos 10 anos, é composta por 17 objetivos, em áreas que afetam a qualidade de vida de todos os cidadãos do mundo e daqueles que ainda estão para vir.

A ação da Ocean Alive contribui especialmente para o ODS 14, sobre a conservação e uso sustentável do oceano, para o ODS 5, sobre a igualdade de género e o empoderamento das mulheres, para o ODS 13 sobre adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas, e para o ODS 4, por uma educação de qualidade para todos.



O projeto “O mar dá bom clima”, no âmbito do No PLANet B - AMI, dá resposta à área prioritária do ODS 13: Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos, por meio de soluções acessíveis e escalonáveis, agora disponíveis para permitir que os países avancem para economias mais limpas e resilientes.



ADOTAR MEDIDAS URGENTES
PARA COMBATER AS ALTERAÇÕES
CLIMÁTICAS E OS SEUS IMPACTOS

Saber mais:

Fundação AMI

Vídeo “ODS em ação” - com linguagem adequada a público jovem:

<https://www.youtube.com/watch?v=jgehQZ5T7ak>

Instituto Camões

Guia sobre Desenvolvimento Sustentável - 17 objetivos para transformar o nosso mundo:

https://www.instituto-camoes.pt/images/ods_2edicao_web_pages.pdf



3. Cavalo-marinho-de-focinho-longo
(*Hippocampus guttulatus*)

3.4. Princípios da Literacia do Oceano

A literacia do oceano é a compreensão da nossa influência no oceano e a influência do oceano em nós. Vai para além do conhecimento: implica também comunicar, agir e decidir, assumindo responsabilidades individuais e coletivas para com o oceano e os seus recursos.

Os princípios da literacia do Oceano são um conjunto de sete princípios essenciais, suportados por conceitos fundamentais, que todos devemos saber sobre o oceano:

Princípio 1. **A Terra tem um oceano global e muito diverso**

Princípio 2. **O oceano e a vida marinha têm uma forte ação na dinâmica da Terra**

Princípio 3. **O oceano exerce uma influência importante no clima**

Princípio 4. **O oceano permite que a Terra seja habitável**

Princípio 5. **O oceano suporta uma imensa diversidade de vida e de ecossistemas**

Princípio 6. **O oceano e a humanidade estão fortemente interligados**

Princípio 7. **Há muito por explorar e descobrir no oceano**

Neste guião poderá encontrar suporte para explorar com os seus alunos estes princípios, com foco nos princípios 3, 4 e 5.

Para saber mais e consultar a matriz que cruza os princípios da literacia do oceano com o currículo escolar para todos os ciclos de ensino:

<https://www.cienciaviva.pt/oceano/home/>

4 Pradarias Marinhas

4.1. O que são

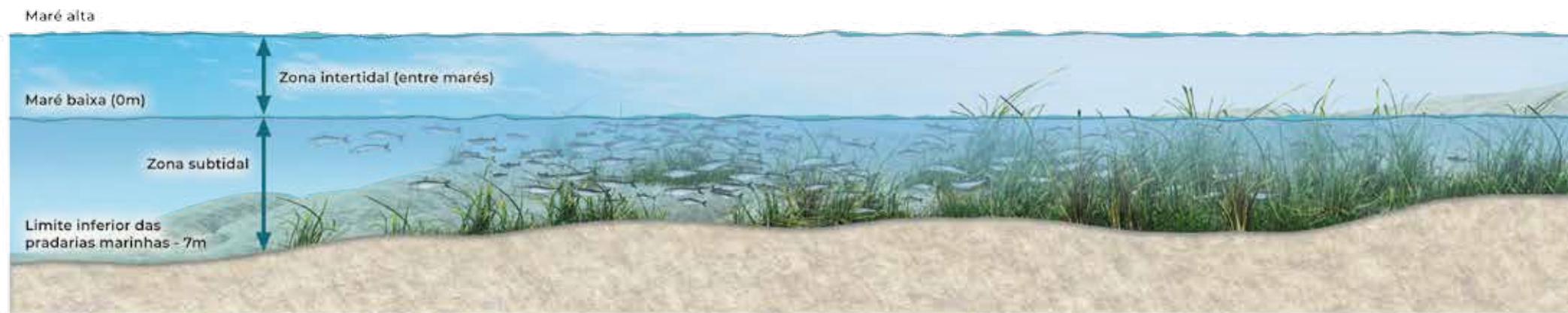
Apesar de serem praticamente desconhecidos do público, existem no oceano habitats complexos, criados por macroalgas, plantas, e animais como esponjas e corais, que providenciam recursos, abrigo e berçário para muitos organismos marinhos. Estes habitats são as **florestas marinhas**. Entre elas incluem-se as florestas de algas castanhas (*kelps*), as florestas que são feitas de animais, como os recifes de coral e os jardins de gorgónias, e as pradarias de ervas marinhas.

As pradarias marinhas são povoamentos de ervas marinhas que formam um complexo sistema de rizomas em zonas costeiras, nas lagoas, nas rias ou nos estuários.



5. Floresta de laminárias (algas castanhas) na costa da Arrábida.

4. Esquema duma pradaria marinha no estuário do Sado

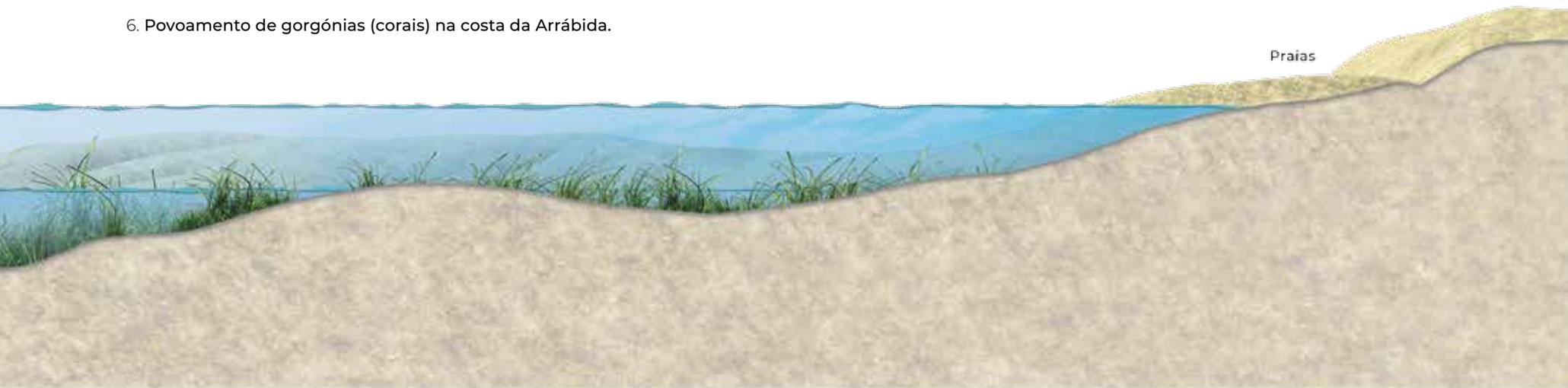




6. Povoamento de gorgónias (corais) na costa da Arrábida.

As ervas marinhas são plantas vasculares, pertencentes a um grupo que evoluiu a partir de ancestrais terrestres. Ao contrário das algas, têm raízes, caule e folhas, e têm a capacidade de produzir flores, frutos e sementes, pertencendo, portanto, ao grupo das angiospérmicas (plantas com flor). Apesar dos registos fósseis serem muito escassos, terão surgido há cerca de 100 milhões de anos, no Período Cretácico. Vivem submersas em águas salgadas ou salobras, precisando por isso de várias adaptações para sobreviverem em ambiente subaquático.

São plantas rizomatosas, compostas por unidades que se repetem durante o crescimento. Cada unidade é constituída por 3 módulos: rizomas (verticais e horizontais), raízes e rebento (com uma ou mais folhas). As folhas são geralmente finas, em forma de fita, com nervação paralela e poucas camadas de células (2 a 10). Não têm estomas; as trocas gasosas são permitidas pelas cutículas finas e perfuradas das folhas.



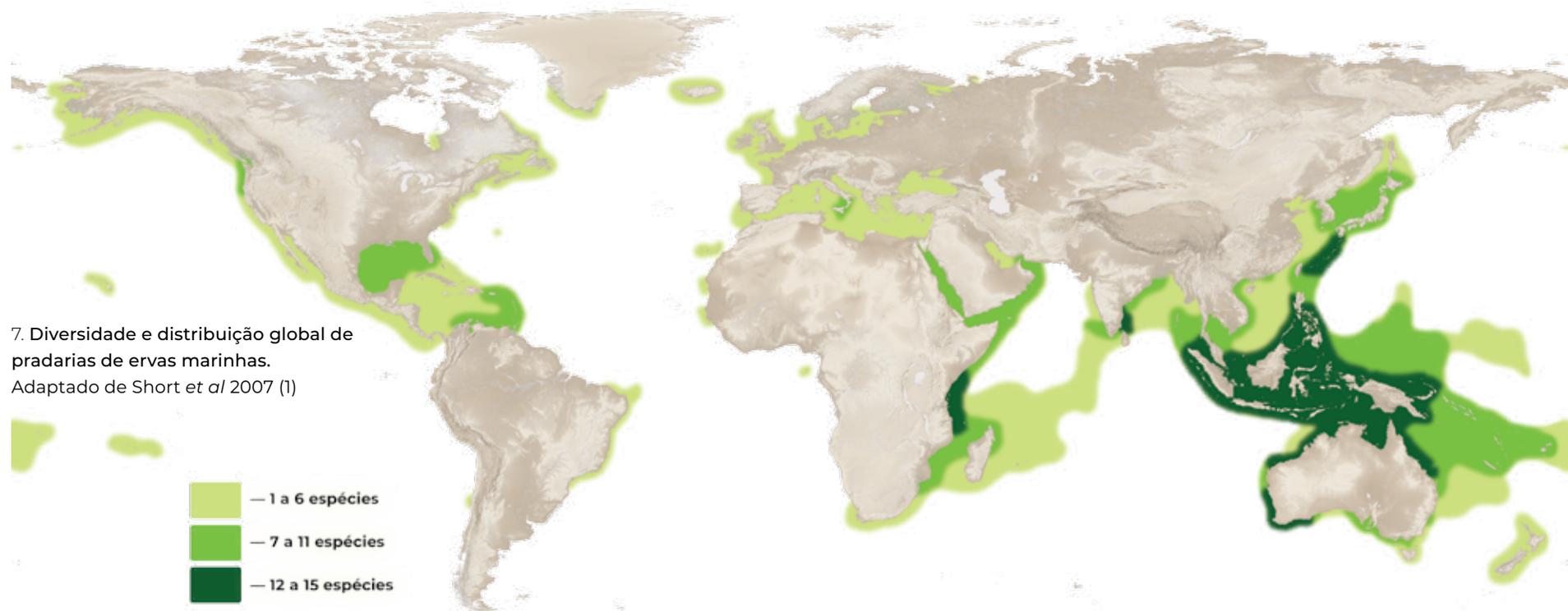
As ervas marinhas geralmente habitam águas pouco profundas, em zonas temperadas ou tropicais, mas também existem em zonas frias como a Gronelândia e a Islândia. Dependendo das características de cada espécie, ocupam zonas intertidais (zonas costeiras que ficam intermitentemente cobertas e descobertas por água do mar devido às marés) e subtidais (que estão permanentemente debaixo de água).

Normalmente apenas ocorrem em águas de boa qualidade, bem iluminadas, em zonas com declive suave, protegidas da ação das ondas e correntes fortes, em sedimentos finos (areia ou lama). Como qualquer planta, só sobrevivem em zonas com luz suficiente para realizar a fotossíntese, podendo alcançar profundidades máximas de aproximadamente 70 metros, mas apenas em zonas de águas cristalinas. No estuário do Sado, uma zona de transição entre o rio e o mar onde a água é naturalmente turva, existirão até ao máximo de 7 metros de profundidade.

4.2. Diversidade e Distribuição

As pradarias marinhas podem ser encontradas em todos os continentes, excetuando a Antártica. A diversidade global de espécies de ervas marinhas é baixa (existem 60 a 70 espécies em todo o mundo)⁽¹⁾, quando comparada com o número total de espécies de plantas terrestres (mais de 350 mil)⁽²⁾. No entanto as ervas marinhas podem ter faixas que se estendem por milhares de quilómetros de costa ⁽¹⁾. A maior pradaria registada tem 4500 Km² o que corresponde a cerca de 416 000 campos de futebol.

Existem pradarias mono-específicas (formadas por apenas 1 espécie) ou multi-específicas (formadas por várias espécies). As pradarias formadas por um maior número de espécies encontram-se nos trópicos, enquanto que nas zonas temperadas as pradarias são formadas por 1 ou 2 espécies.⁽¹⁾



8. Peixe-cachimbo-fantasma (*Solenostomus cyanopterus*) imitando uma folha de erva-marinha; 9. Pradaria de *Posidonia oceanica* na costa mediterrânica da Catalunha, Espanha); 10. Pradaria no Bornéu, Índico; 11. Pradaria na Flórida, Atlântico.

8.



9.



10.



11.



Existem apenas 4 espécies nativas em águas europeias, sendo que três delas existem em Portugal. A *Posidonia oceanica* é endêmica do mar Mediterrâneo ⁽³⁾.

— *Zostera marina* é encontrada apenas no hemisfério norte, em águas árticas ao longo da costa norte da Noruega até ao Mar Mediterrâneo. Já foi abundante no Mar Báltico, no Mar do Norte, e ao longo da costa do Atlântico e norte da Espanha. Em Portugal, *Z. marina* já desapareceu de seis dos oito locais históricos onde já foi registada ⁽³⁾.

— *Zostera noltei* está presente desde a costa sul da Noruega até ao Mar Mediterrâneo, no Mar Negro, nas Ilhas Canárias e na costa da Mauritânia.

— *Cymodocea nodosa* é encontrada no Mar Mediterrâneo, nas Ilhas Canárias, na costa norte da África e também em Portugal (continental e Madeira). É uma erva marinha de água morna.

Z. marina e *C. nodosa* estão em elevado risco de desaparecer da costa portuguesa se não forem tomadas medidas para assegurar a proteção das últimas áreas onde ainda persistem, como o estuário do Sado ⁽³⁾.

— *Posidonia oceanica* é restrita ao mar Mediterrâneo. A distribuição desta espécie pára onde a água do Mediterrâneo e a água do Atlântico se misturam. De acordo com um estudo recente, *P. oceanica* pode vir a perder 75% do seu habitat até 2050, correndo mesmo o risco de perda total de habitat e diversidade genética até 2100 ou regressão para pequenas populações, com enorme perda de funções destes ecossistema ⁽⁴⁾.

12. *Zostera marina*

13. Tufo de *Posidonia oceanica* nas ilhas Baleares, Mar Mediterrâneo.

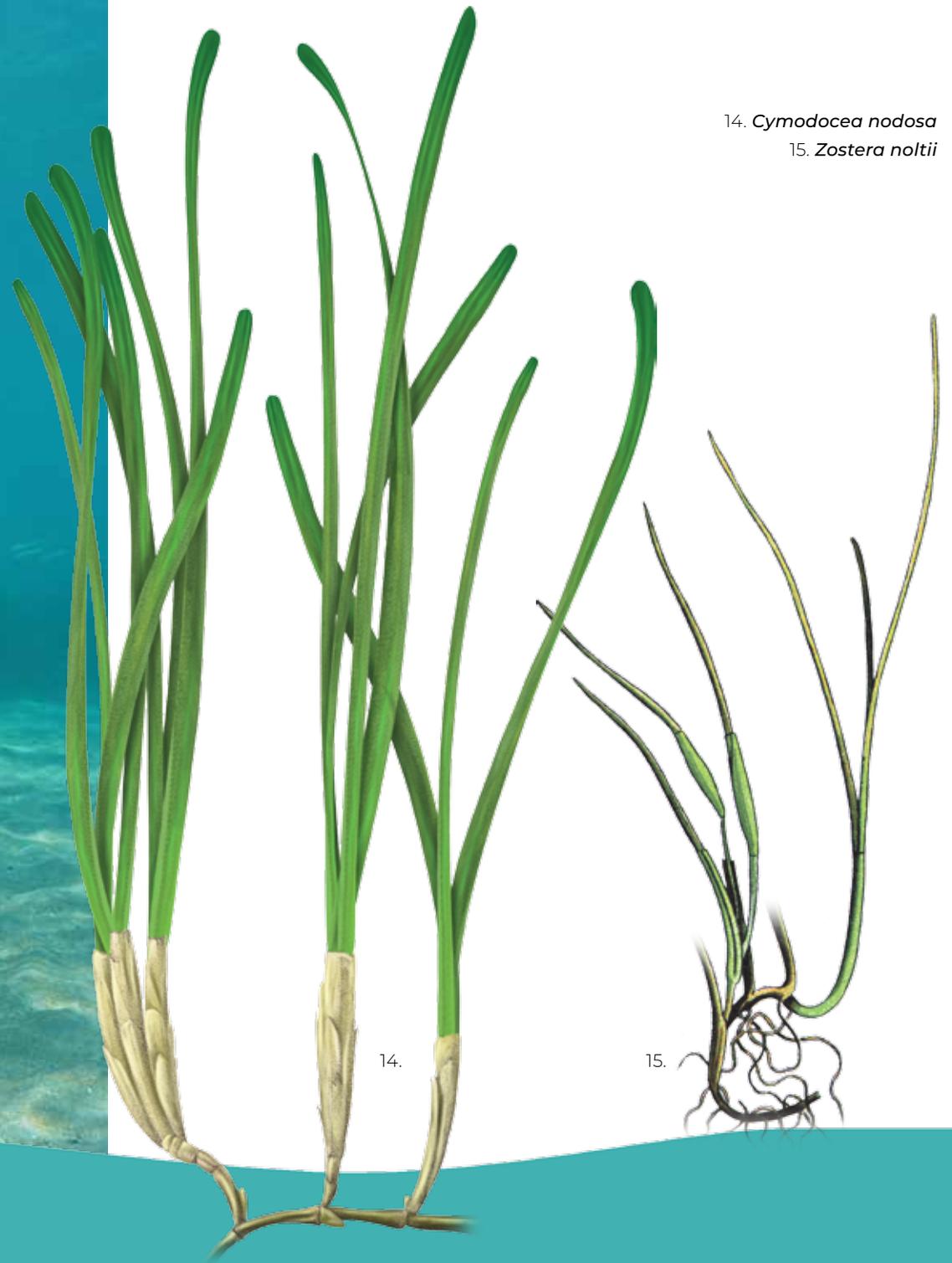


13.



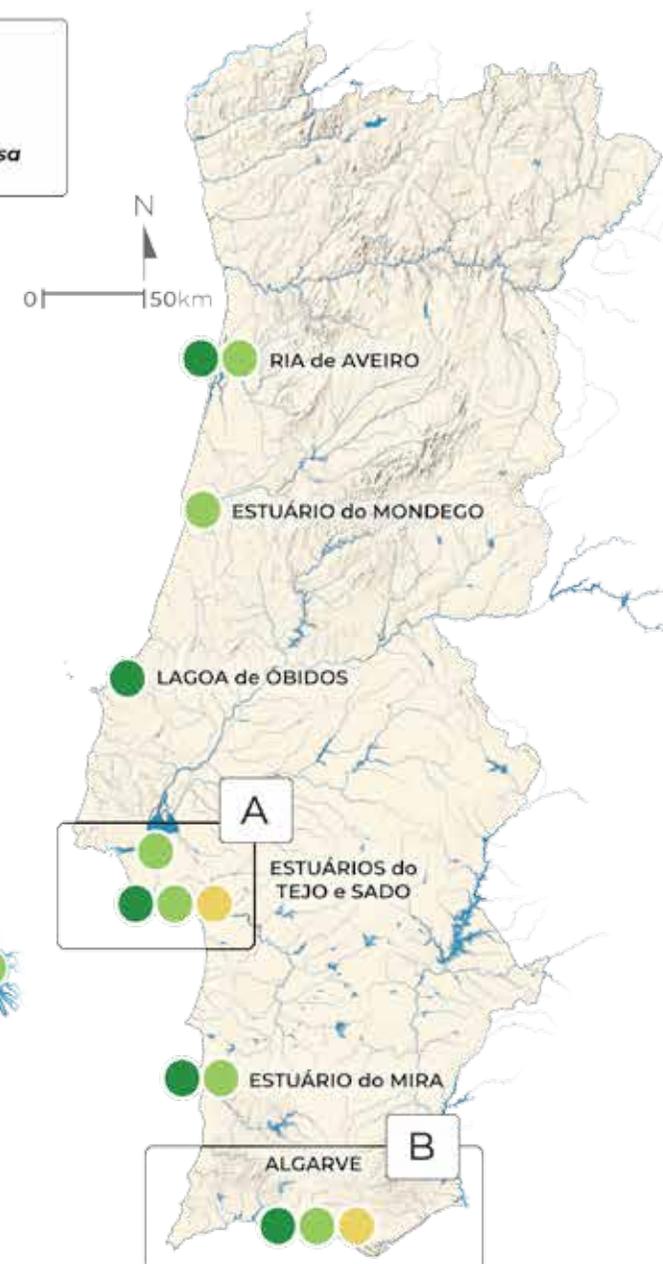
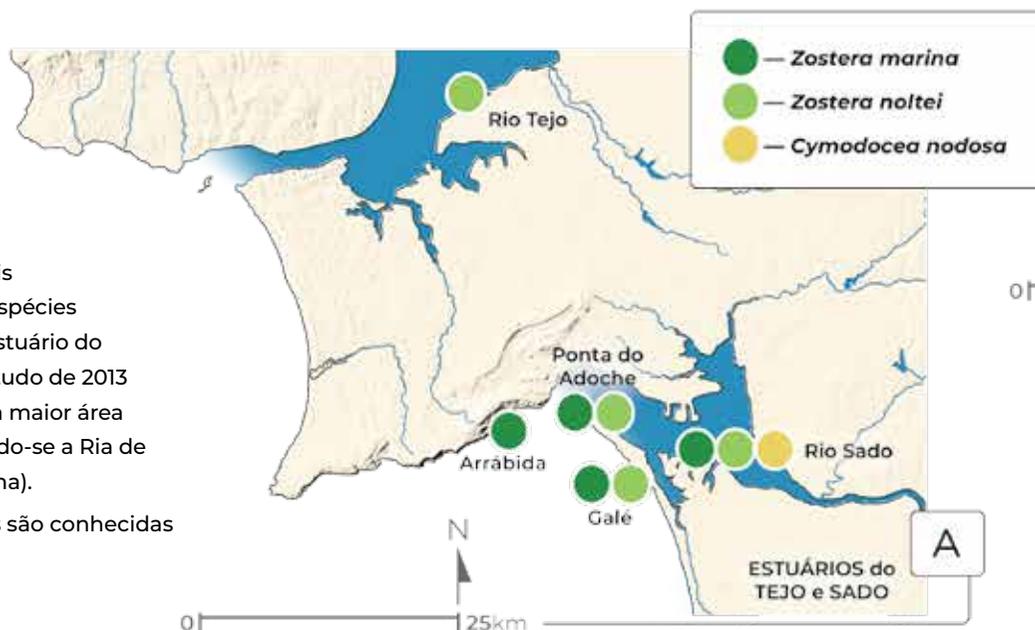


14. *Cymodocea nodosa*
15. *Zostera noltii*



Em Portugal as pradarias de ervas marinhas estão presentes na Ria de Aveiro, estuário do Mondego, Lagoa de Óbidos, estuários do Tejo, do Sado e do Mira, Ria de Alvor, Arade, Ria Formosa, estuário do Guadiana e Madeira. Os únicos locais onde ocorrem simultaneamente as 3 espécies presentes na costa portuguesa são o estuário do Sado e a Ria Formosa. Segundo um estudo de 2013 (3) a Ria Formosa onde está registada a maior área de cobertura (mais de 1500 ha), seguindo-se a Ria de Aveiro (56 ha) e o estuário do Sado (32 ha).

No estuário do Sado as ervas marinhas são conhecidas por *sebas*.



16. Distribuição e diversidade de ervas marinhas em Portugal.
Adaptado de Cunha et al 2013 (3)

Tabela 1. Identificação das espécies de ervas marinhas que se encontram em Portugal.

<i>Zostera noltei</i>	<i>Zostera marina</i>	<i>Cymodocea nodosa</i>
Posição		
Intertidal	Subtidal	Subtidal
Tamanho		
<25 cm	<150 cm	<60 cm
Folhas		
2-5 folhas	3-8 folhas	3-4 folhas
Largura 0,5-1mm	Largura 4-8mm	Largura 1,5-5,5mm
3 nervuras	4-6 nervuras	5-7 nervuras
Báinha aberta	Báinha tipo tubo	Báinha aberta
Ponta da folha sem corte	Ponta da folha arredondada	Ponta serrada
Rizomas		
Amarelo acastanhado	Amarelo acastanhado	Rosa acastanhado
0,5-2 mm grossura	2-4 mm grossura	>2 mm grossura
Raízes		
1-4 raízes em cada nó	1-2 cachos de raízes por nó	1 única raiz em cada nó
Raízes não ramificadas	Raízes não ramificadas	Raízes ramificadas

4.3 Reprodução

As ervas marinhas podem reproduzir-se de forma sexuada ou assexuada.

Na reprodução sexuada as plantas reproduzem-se através da produção de flores e sementes, mecanismo importante para manter a diversidade genética. Na ausência de vento e insetos para auxiliar o processo, a polinização e dispersão de sementes é suportado pelos animais e correntes marinhas. O pólen constitui-se geralmente como cordões gelatinosos, com flutuabilidade negativa; o pólen e o estigma das flores têm substâncias adesivas ao contacto. As sementes desenvolvem-se normalmente na base dos rebentos ou ligeiramente enterradas no sedimento, logo têm baixa capacidade de dispersão. A maioria das espécies é dióica (ex. *Cymodocea nodosa*) mas outras são monóicas (ex. *Zostera marina*).

17.



18.



19.

17. Flor de *Cymodocea nodosa*; 18. Flor de *Zostera noltei*;

19. Pormenor das sementes de *Cymodocea nodosa*.



20.

21.



22

Na reprodução assexuada, as plantas reproduzem-se clonando os módulos pelos quais são constituídas (rizomas, raízes e rebentos); os vários módulos têm o mesmo genótipo, e indivíduos fisicamente separados podem ter o mesmo genótipo. Este é o mecanismo que utilizam para a ocupação /colonização do espaço. Sabe-se que, por exemplo, através de reprodução assexuada um mesmo indivíduo de *P. oceanica* pode crescer por centenas ou mesmo milhares de quilómetros sem que se forme um indivíduo novo, o que contribui para a sua impressionante longevidade ⁽⁴⁾. O crescimento desta planta é lento, podendo levar até cerca de 600 anos para cobrir uma área de 80 quilómetros.

20 - 22. Flores e sementes de *Zostera marina*.

4.4. Importância das Pradarias Marinhas - serviços de ecossistema

As pradarias marinhas oferecem diversos serviços de ecossistema, definidos aqui como processos naturais que, direta ou indiretamente, contribuem para o bem-estar do ser humano.

As pradarias de ervas marinhas são um dos ecossistemas mais importantes da Terra na mitigação das alterações climáticas e são o terceiro ecossistema do nosso planeta com mais valor. O valor económico (capital natural) das pradarias de ervas marinhas foi avaliado em mais de 25 000 € por hectare por ano⁽⁶⁾ pelos serviços de ecossistema de que todos beneficiamos.

Os serviços de ecossistema das pradarias que destacamos aqui são:

1. Berçário de vida marinha

Suportam a biodiversidade marinha e a economia da pesca e das comunidades costeiras.

As pradarias marinhas criam um habitat estruturante que proporciona alimento, abrigo e berço para muitos outros organismos marinhos. Há 100 vezes mais animais abrigados e a alimentar-se numa pradaria de ervas marinhas que nas zonas arenosas adjacentes sem ervas.

Com a estruturação física do habitat, as ervas marinhas criam novos micro-habitats (sobre as folhas das ervas fixam-se algas outros organismos marinhos, ex. epífitos) e funcionam como refúgio. Assim, dentro das pradarias a abundância e diversidade da fauna é maior que fora delas. Alguns animais, como o choco, as raias e as lesmas-do-mar usam as pradarias como maternidade e depositam aí os seus ovos. Há outros animais que se alimentam diretamente das plantas por herbivoria: ouriços-do-mar, peixes (ex. salemas), pequenos moluscos, e noutros locais do globo, também espécies emblemáticas como as tartarugas, os manatins e dugongos.

As pradarias suportam a produção de espécies comercialmente importantes de moluscos, peixes e crustáceos: estes recursos usam pradarias como maternidade, proteção de estados juvenis ou para alimentação. É um habitat essencial para mais de um quinto das 25 espécies mais importantes para a pesca à escala mundial⁽⁷⁾. Os recursos da pesca baseados neste habitat sustentam atividades de subsistência, comerciais e recreativas⁽⁸⁾.

Os ecossistemas de ervas marinhas são ainda essenciais para a conservação de espécies carismáticas e ameaçadas, como os cavalos-marinhos, em Portugal. Para além da presença de cavalos-marinhos no estuário do Sado, a abundância e recursos que as pradarias marinhas proporcionam alimenta a população residente de roazes, animais emblemáticos e protegidos no âmbito de diretivas europeias.

23. Postura de ovos de choco.



24. Cavalo-marinho numa pradaria.



2. Elevada capacidade de fixação de carbono

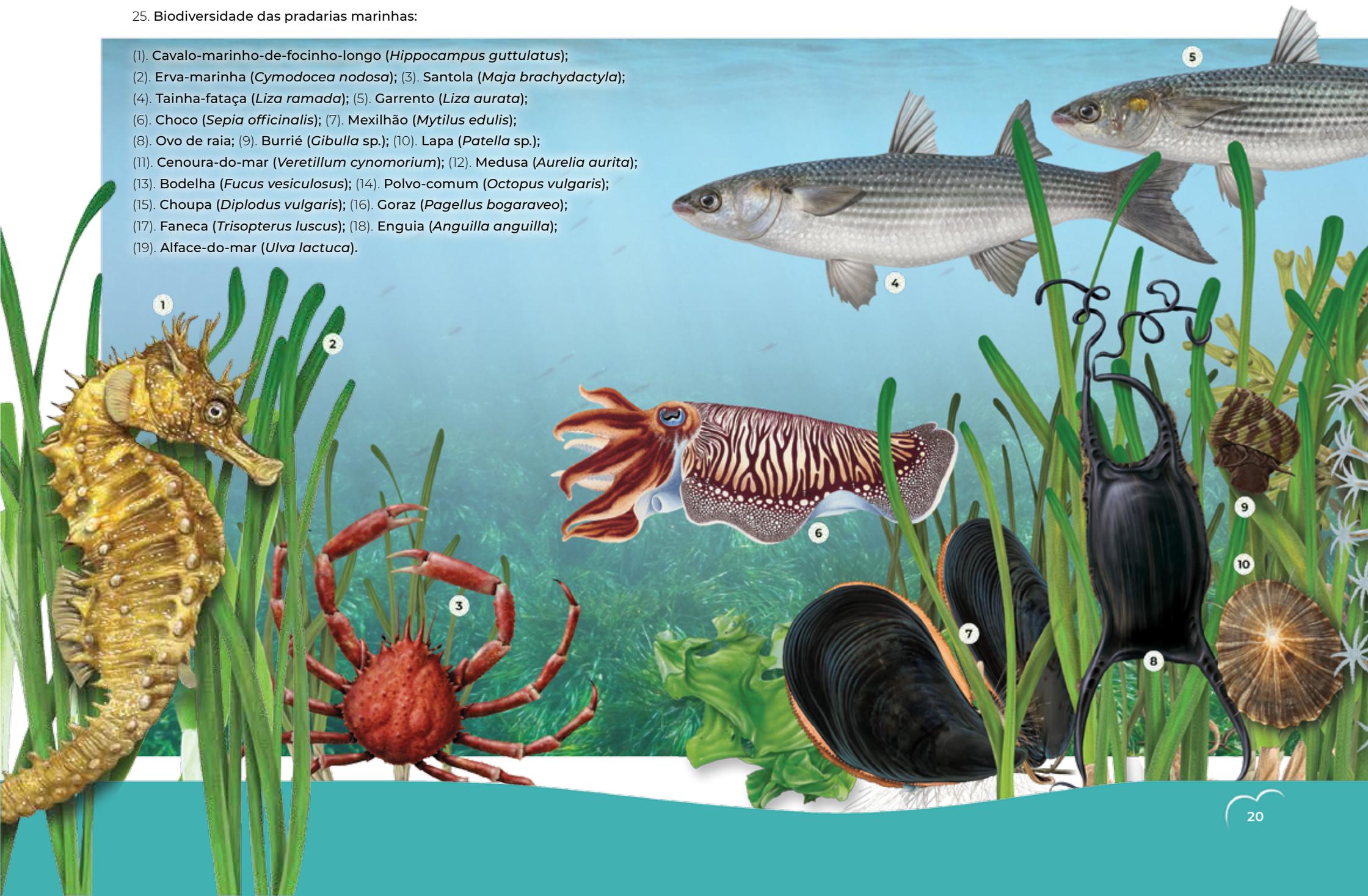
A uma taxa de 830 Kg por hectare por ano (9) que é até 30 vezes superior à das florestas terrestres e 35 vezes superior à das florestas tropicais (10) sendo ecossistemas cruciais nas estratégias de mitigação das alterações climáticas.

As pradarias marinhas são ecossistemas cruciais nas estratégias de combate à crise climática. Elas mitigam os efeitos das alterações climáticas ao absorverem cerca de 10% do carbono orgânico total sequestrado no oceano a cada ano.

Nota: O papel das pradarias marinhas na captura, sequestro e armazenamento a longo prazo do carbono atmosférico é explorado com detalhe no capítulo 5 deste guião.

25. Biodiversidade das pradarias marinhas:

- (1). Cavalo-marinho-de-focinho-longo (*Hippocampus guttulatus*);
- (2). Erva-marinha (*Cymodocea nodosa*); (3). Santola (*Maja brachydactyla*);
- (4). Tainha-fataça (*Liza ramada*); (5). Garrento (*Liza aurata*);
- (6). Choco (*Sepia officinalis*); (7). Mexilhão (*Mytilus edulis*);
- (8). Ovo de raia; (9). Burrié (*Gibulla* sp.); (10). Lapa (*Patella* sp.);
- (11). Cenoura-do-mar (*Veretillum cynomorium*); (12). Medusa (*Aurelia aurita*);
- (13). Bodelha (*Fucus vesiculosus*); (14). Polvo-comum (*Octopus vulgaris*);
- (15). Choupa (*Diplodus vulgaris*); (16). Goraz (*Pagellus bogaraveo*);
- (17). Faneca (*Trisopterus luscus*); (18). Enguia (*Anguilla anguilla*);
- (19). Alface-do-mar (*Ulva lactuca*).





12

15

16

13

17

14

11

18

19

3. Depuração dos efluentes

Melhoria da qualidade da água, através da redução da carga de nutrientes da água e sedimentos, fixando-os em tecidos de degradação lenta, ao contrário do plâncton e macroalgas (assim, diminuem a probabilidade de ocorrência de “blooms” de fitoplâncton e macroalgas) e da redução da quantidade de partículas em suspensão, por promoverem a sua sedimentação e estabilizarem os sedimentos.

4. Diminuem a erosão costeira

Através da estabilização de sedimentos promovidos pelo sistema de rizomas e raízes, e dissipação da energia das ondas, correntes e tempestades (importante na manutenção das praias e atividades turísticas).

5. **Produção de oxigénio** através da fotossíntese, que os peixes e os outros animais respiram.

26. Os serviços ecológicos prestados pelas pradarias marinhas são tremendos: num ano, uma área de pradaria do tamanho de um campo de futebol (1 ha) absorve 510 toneladas de azoto (N) ⁽¹⁾ prestando um serviço de reciclagem de nutrientes de pelo menos 25,000€ ⁽⁶⁾, e sequestra 830 kg de carbono (C) ⁽⁹⁾, o que equivale às emissões médias de um automóvel num trajeto de ~14 068 km.



6. Benefício cultural

Oferecem oportunidades de turismo e recreação, têm significado religioso e espiritual e um papel fundamental na preservação de património arqueológico e histórico.

7. Usos tradicionais

Há mais de 10 000 anos que as ervas marinhas são usadas pelos humanos com diversos fins: para fertilizar os campos na agricultura, isolamento de casas, mobiliário, encher colchões e bancos de carros e até pensos-rápidos. Em Setúbal a comunidade piscatória testemunha a utilização das ervas marinhas secas como o “colchão”, nomeadamente nas noites quentes à beira-mar.

As pradarias marinhas são consideradas um dos habitats mais produtivos da biosfera estando esta função ecológica na base todos estes serviços.

Devido às suas características ecológicas, as ervas marinhas são consideradas espécies bandeira, indicadoras de bom estado do sistema onde se incluem (Diretiva Quadro da Água da UE). Estas têm capacidade de produzir metabolitos secundários bioativos com atividade antibacteriana e antifúngica, assim podem controlar doenças removendo agentes patogénicos da água.

4.5. Estado de Conservação

As pradarias marinhas têm vindo a desaparecer devido a causas relacionadas com a ação humana e, por isso, são considerados habitats vulneráveis e em perigo de extinção.⁽³⁾

Já perderam aproximadamente 30% da cobertura global histórica e estão a desaparecer a uma taxa mais rápida do que os corais e florestas tropicais.

Estudos recentes concluíram que estamos de momento a perder 1.5 % das ervas marinhas de todo mundo, por ano, desaparecendo o equivalente a 2 campos de futebol por hora (desde 1980)⁽²¹⁾. No entanto em alguns locais pode haver recuperação de pradarias, melhoria essa que está relacionada com ações de conservação ou proteção do habitat. Um novo estudo revelou que, em certas zonas na Europa, há uma

tendência de reversão na sua extensão e densidade. Esta recuperação traz uma expectativa de retorno dos benefícios e serviços que as pradarias de ervas marinhas nos proporcionam^(12,22).

Apesar da sua grande importância, as pradarias marinhas não são um habitat carismático, como os corais, os mangais e até os sapais. A falta de atenção para com este habitat revela-se no número de citações tanto em revistas científicas como nos media⁽¹³⁾.

27. Principais ameaças às pradarias marinhas:

- (1). pesca e ancoragem desordenadas;
- (2). dragagens;
- (3). descargas de efluentes, deposição de sedimentos e fenómenos de eutrofização;
- (4). urbanização e construção de infraestruturas no litoral;
- (5). alterações climáticas.



4.6. Causas para o Declínio

As pradarias marinhas estão em declínio devido ao uso insustentável das zonas costeiras ⁽¹⁴⁾. Consequentemente, as funções ecológicas fornecidas por estas zonas são prejudicadas afetando assim os serviços e benefícios que elas fornecem tendo repercussões negativas quer ao nível económico e social.

As principais ameaças são:

1. a destruição das folhas e rizomas pela apanha de pescado com **técnicas de pesca destrutivas** (o arrasto de fundo, a ganchorra, o ancinho de mão e a apanha com escafandro autónomo);
2. danos diretos causados pelo **desordenamento na ancoragem** e amarração de embarcações de pesca e de recreio;
3. os danos mecânicos diretos, soterramento e aumento de turbidez causado pelas **dragagens** das zonas estuarinas e lagunares, destinadas, por exemplo, a promover as atividades comerciais nos portos;
4. a contaminação devido aos resíduos e aos **esgotos urbanos, industriais** e dos estaleiros navais, que levam à eutrofização e ao atrofiamento do crescimento de certas espécies pelos químicos agrícolas (ex. fertilizantes e herbicidas). O processo de eutrofização é causado pelo excesso de nutrientes (compostos químicos ricos em fósforo ou azoto) num corpo de água, como rios e lagos, que levam à multiplicação exagerada de fitoplâncton e algas, fazendo com que a água fique mais turva e com níveis muito baixos de oxigénio, que levam à morte de muita vida marinha.
5. a construção de infraestruturas no litoral, como portos, marinas e viveiros.
6. eventos extremos (inundações, ondas de calor) associados às alterações climáticas.

4.7. Casos de Estudo

1. Biomares - Recuperação de pradarias marinhas no Parque Natural da Arrábida

O projeto BIOMARES, coordenado pelo CCMAR, tem contribuído para a recuperação das pradarias de ervas marinhas existentes no Parque Marinho da Arrábida, com vista ao restauro da biodiversidade e outros serviços de ecossistema associados. As fotografias aéreas mais antigas (1946) mostram uma pradaria contínua de 10 ha,



28. Trabalhos realizados por mergulhadores científicos em pradarias de ervas marinhas.

que se foi fragmentando progressivamente ao longo do tempo, principalmente devido a impactos diretos no fundo, até desaparecer completamente em 2006 ⁽¹²⁾.

Esta recuperação tem sido efetuada maioritariamente através do transplante de plantas marinhas recolhidas em locais dadores (principalmente a Ria Formosa). Em Portugal, os melhores resultados foram obtidos com a espécie *Z. marina* no Parque Natural da Arrábida, comparada a *Z. noltei* e *C. nodosa*. No entanto, a persistência a longo prazo de transplantes estabelecidos (bem enraizados) é principalmente afetada por tempestades extremas de inverno ⁽¹²⁾.

O BIOMARES trouxe um contributo importante à investigação acerca da conservação de pradarias marinhas e técnicas de restauro ⁽¹³⁾. Foram realizados mais de 100 transplantes entre 2007 e 2011, dos quais apenas um persistiu até hoje. O que sublinha a fragilidade deste habitat e a necessidade de proteger e manter saudáveis as pradarias marinhas que ainda existem. Ainda assim, neste local, o transplante que resistiu tem multiplicado a sua área; as folhas de cerca de 40 cm e a densidade de cerca de 450 plantas/m² servem já de refúgio e abrigo a diversas espécies de fauna, protegendo especialmente fases juvenis (“efeito de maternidade” deste habitat). A tarefa de recuperação das pradarias marinhas continua, mas requer um trabalho muito intenso e o seu crescimento é um processo naturalmente lento.

2. Shark Bay - Austrália

Em Shark Bay, na Austrália, vive uma população de golfinhos roazes que tem vindo a ser estudada e seguida há décadas. Um estudo de uma equipa internacional documentou como as alterações climáticas neste local afetaram as pradarias marinhas e a sua perda afetou a população de golfinhos. A ocorrência de uma onda de calor que se estendeu por um período prolongado em 2011, aumentou a temperatura média anual da água em 4°C e teve por consequência houve uma perda considerável

de ervas marinhas. Os investigadores observaram que, nos seis anos seguintes, as crias dos golfinhos sobreviviam menos anos e as mães tinham menos crias ⁽¹⁴⁾. Este estudo demonstrou que as consequências ecológicas dos eventos climáticos extremos, como as ondas de calor cuja frequência está prevista aumentar mais de 40 vezes até ao final deste século, podem ser demasiado abruptas e disruptivas até para animais muito adaptáveis como os golfinhos responderem.



29. Roazes nas pradarias marinhas de Shark Bay.

5

Importância do Oceano no Combate às Alterações Climáticas

5.1. Alterações Climáticas

O clima no planeta Terra tem vindo a mudar ao longo da história. Só nos últimos 650.000 anos, houve 7 ciclos de avanço e recuo glacial. A temperatura da terra sobe e desce de ano para ano devido a pequenas variações de energia solar que o nosso planeta recebe, mas ao longo do último século tem vindo a subir a uma velocidade 10 vezes mais rápida do que a média, acontecimento sem precedentes na história.

Vários estudos científicos mostram que a temperatura global aumentou quase 1,5°C desde o início do século XX e, segundo a ONU, 2015, 2016, 2017 e 2018 foram os quatro anos mais quentes registados até hoje.

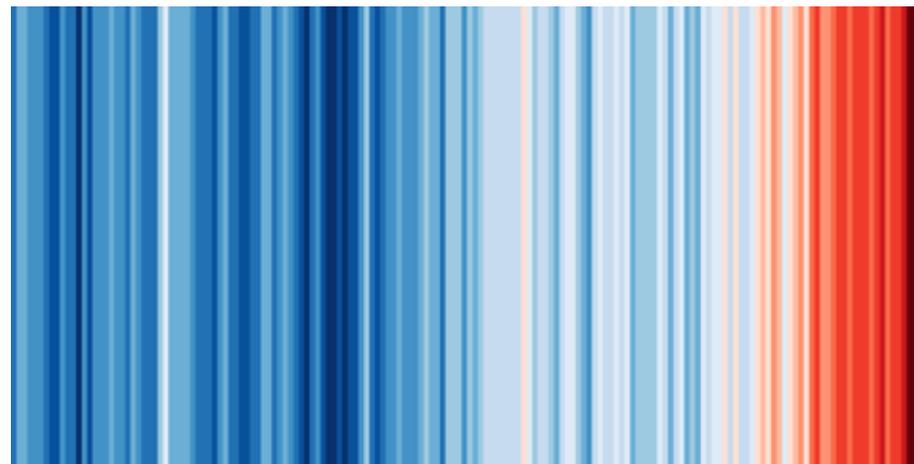
5.2. Porque estão a Acontecer?

O carbono inorgânico sob forma de dióxido de carbono (CO₂) constitui um gás de efeito de estufa, absorvendo calor e libertando-o de forma gradual, mantendo o planeta quente. O aumento de temperatura que temos vindo a testemunhar deve-se ao aumento da emissão de gases de efeito estufa resultantes da atividade humana, que se intensificou bastante desde meados do século XX.

Os gases de efeito estufa acumulam-se na atmosfera e formam uma espécie de cobertor ao redor da terra, aprisionando o calor e aumentando a temperatura média do planeta. Se não tivéssemos CO₂ a níveis naturais, a temperatura média do planeta seria -33°C, em vez de ser 15°C. Ao longo de centenas de milhares de anos, isto possibilitou um lugar muito seguro para os animais e as plantas viverem, mas ao adicionarmos mais e mais gases de efeito estufa na atmosfera, o cobertor tornou-se cada vez mais espesso, aquecendo o planeta mais do que nunca.

30. Imagem representativa das temperaturas globais anuais entre 1850 e 2017; a escala de cores representa a variação nas temperaturas globais em 1,35 °C neste período.

FONTE: www.climate-lab-book.ac.uk/2018/warming-stripes/



5.3. Previsões e Políticas Europeias

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o painel do clima da ONU, criou, com base em modelos matemáticos, quatro projeções diferentes para mostrar o que poderá ocorrer com o nosso Planeta no futuro, em diferentes cenários - do optimista ao pessimista. Cada cenário considera o histórico evolutivo de diversos fatores, como a emissão de gases de efeito estufa (GEE) e têm sido utilizados em vários estudos para prever como as diferentes espécies irão reagir em diferentes cenários ambientais.

No pior cenário, as emissões de GEE continuariam a crescer num ritmo acelerado e, como consequência, a superfície da Terra aqueceria entre 2,6° e 4,8° ao longo deste século, e o nível médio dos oceanos aumentaria entre 45 e 82 centímetros.

Prevenir alterações climáticas perigosas é uma prioridade para a UE, que defende que limitar o aquecimento global abaixo dos 2°C é tecnologicamente possível e economicamente viável e que quanto mais cedo forem tomadas medidas, mais eficazes e menos dispendiosas serão.

A UE baseia as suas políticas em dados científicos e acredita que deve dar o exemplo no que respeita à luta contra as alterações climáticas a nível mundial, pelo que define metas vinculativas para os Estados-Membros, para certos períodos de tempo. Após aprovação das metas pelo parlamento europeu, cada Estado-Membro deve elaborar um plano nacional em matéria de energia e clima, o qual inclui metas nacionais, os

31. Não Há Planeta B — um dos slogans das recentes manifestações pelo alerta às alterações climáticas.



contributos, as estratégias e as medidas para cada uma das cinco dimensões da União da Energia: a descarbonização, a eficiência energética, a segurança energética, o mercado interno da energia, bem como a investigação, a inovação e a competitividade.

Uma vez que as alterações climáticas não conhecem fronteiras, é evidente e fundamental que sejam tomadas medidas a nível internacional. A UE teve um papel decisivo na elaboração da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas, assinada em 1992, e do Protocolo de Quioto de 1997, que limita as emissões de gases com efeito de estufa dos países desenvolvidos.

No entanto, hoje em dia, visto que mais de metade das emissões mundiais provém de países em desenvolvimento, chegou-se a um acordo quanto a um tratado internacional sobre as alterações climáticas que exija a adoção de medidas tanto pelos países desenvolvidos como pelos países em desenvolvimento. Esse acordo foi celebrado na conferência da ONU, COP21, que decorreu em Paris em Dezembro de 2015, e ficou conhecido como o Acordo de Paris, onde 195 países negociaram um plano de ação para manter o aquecimento global muito abaixo dos 2°C em relação aos níveis pré-industriais, preferencialmente em 1,5 °C, e reforçar a capacidade dos países de responder ao desafio, num contexto de desenvolvimento sustentável.

5.4. Ciclo do Carbono

A compreensão do ciclo do carbono é uma aprendizagem chave no que diz respeito às alterações climáticas.

O carbono constitui a base da estrutura de todos os seres vivos: se retirarmos toda a água do nosso corpo, metade da nossa biomassa é carbono. O carbono existente no nosso planeta está constantemente a ser transformado de carbono orgânico para carbono inorgânico e vice-versa, por vários processos que constituem o ciclo do carbono.

O carbono inorgânico da atmosfera é transformado em carbono orgânico através de um processo natural chamado fotossíntese, realizado pelas plantas e certas algas. O carbono orgânico vai sendo transferido em cada etapa da cadeia alimentar de todos os seres vivos, sendo reciclado de novo para carbono inorgânico quando o animal morre, através do processo da decomposição.

Os combustíveis fósseis são formados pela decomposição natural de matéria orgânica, através de um processo que leva milhares de anos. E por este motivo, não são renováveis ao longo da escala de tempo humana, ainda que ao longo de uma escala de tempo geológica esses combustíveis continuem a ser formados pela natureza. Assim, ao queimar os combustíveis fósseis estamos a colocar de volta à atmosfera uma enorme quantidade de carbono, a uma velocidade muito mais rápida do que a velocidade em que foi armazenado, aumentando o efeito natural do efeito estufa, fazendo com que o planeta fique mais quente.

Pelo facto da nossa sociedade industrial de hoje ser ainda, na sua grande maioria, dependente da combustão de combustíveis fósseis para o transporte e produção de energia, torna-se difícil viver sem contribuirmos ativamente para este processo.

O carbono pode ser encontrado em vários tipos de reservas no nosso planeta: no solo, no oceano e na atmosfera. O equilíbrio do fluxo de carbono entre estas reservas, determina se o CO_2 na atmosfera está a aumentar ou a diminuir. O fluxo é constituído por fontes de libertação de CO_2 como é o caso da combustão dos combustíveis fósseis e por agentes de fixação de CO_2 como é o caso do processo da fotossíntese. Neste momento há um fluxo muito maior de libertação do que de fixação de CO_2 , que está a causar o aquecimento global.

33. Extração de carvão a céu aberto; a China é hoje o principal produtor de carvão (mais de 48% do total mundial), mas as maiores reservas encontram-se na Rússia, que se estima poderem suportar mais 495 anos de consumo.

32. Blocos de carvão fóssil mineral (sob a forma de antracite).

A queima de carvão é uma das principais causas de libertação de carbono e gases com efeito de estufa para a atmosfera, e das consequentes alterações climáticas em curso no planeta.



Ciclo rápido e ciclo lento

Na verdade, o ciclo do carbono tem lugar em escalas de tempo tão diferentes - de frações de segundo a muitos milhões de anos - que existem dois ciclos do carbono, um rápido e um lento.

O ciclo rápido acontece quando o carbono circula através dos seres vivos e as camadas superficiais do planeta. No entanto este carbono pode acabar por ficar retido no sedimento, e ao longo de grandes períodos de tempo e sob uma enorme pressão, o carbono de antigas zonas pantanosas torna-se em carvão, o esqueleto carbonatado de fitoplâncton torna-se petróleo e gás natural, e conchas e corais transformam-se em calcário.

A maior parte do carbono existente no planeta está nestes reservatórios de longa duração (99,9% como rocha, cerca de 80% como calcário). Em condições naturais demorariam milhões de anos a voltar à atmosfera enquanto CO₂, através de processos como a tectónica de placas e os vulcões.

Mas conseguimos acelerar este processo com o acender de um fósforo: a queima de combustíveis fósseis e do calcário para fazer cimento instantaneamente libertam este carbono de volta à atmosfera como CO₂. Isto acrescenta até cerca de 6 mil milhões de toneladas de carbono emitidos cada ano.

Conceitos que são normalmente associados às alterações climáticas mas que devem ser desmistificados nas escolas

Através da experiência internacional e da nossa própria experiência sabemos que há conceitos que são normalmente associados às alterações climáticas, tanto por estudantes como professores, e que acabam por confundir sobre as verdadeiras causas e efeitos das alterações climáticas.

Consideramos que a compreensão do ciclo do carbono, a forma como se move entre fontes e reservatórios, é um conceito-chave para consolidar os conhecimentos e adquirir as competências que necessitamos para uma sociedade informada e participativa perante este desafio.

E o buraco do ozono? Não está relacionado com as alterações climáticas?

É frequente que se associe o fenómeno do buraco na camada do ozono ao aumento da temperatura global e consequentemente às alterações climáticas. Esta associação advém da atenção internacional que este tema teve há algumas décadas, que originou um acordo internacional (Protocolo de Montreal) no final dos anos 80. Apesar de se estar a verificar uma regressão nesta anomalia na atmosfera com origem nas atividades humanas, não existe uma relação direta comprovada com as alterações climáticas.

A camada do ozono, que se localiza nas camadas superiores da atmosfera, é um escudo protetor da Terra contra as radiações ultravioleta (UV) com origem no sol e efeitos negativos sobre os organismos vivos. A atividade humana, nomeadamente a emissão de clorofluorocarbonetos (CFCs), substâncias que eram largamente usadas em sprays, frigoríficos e sistemas de refrigeração, levou ao enfraquecimento da camada e aparecimento de um “buraco” no hemisfério sul perto do Pólo. Apesar maior entrada de radiação UV nesta região, o seu efeito é maior no arrefecimento da estratosfera que o aquecimento da troposfera. Assim, este aumento dos raios UV não explica o aquecimento do planeta a que temos vindo a assistir.

As florestas são importantes para mim porque produzem o oxigénio que eu respiro

Um dos processos que acaba por ser apreendido pela maioria dos alunos com sucesso é a fotossíntese. Assim, quando pensam florestas (terrestres ou marinhas) e porque são importantes para nós estabelecem uma associação direta e individual às florestas enquanto ecossistemas que lhes fornecem oxigénio, sendo os seus outros serviços ecológicos, como o ciclo de nutrientes ou o ciclo de carbono, deixados para segundo plano.

Tendo em conta o cenário de emergência climática é importante que os alunos consigam também adquirir outros conceitos, nomeadamente a sua importância enquanto reservatórios de carbono, nomeadamente os ecossistemas costeiros, que podem armazenar o carbono no sedimento por centenas ou mesmo milhares de anos.

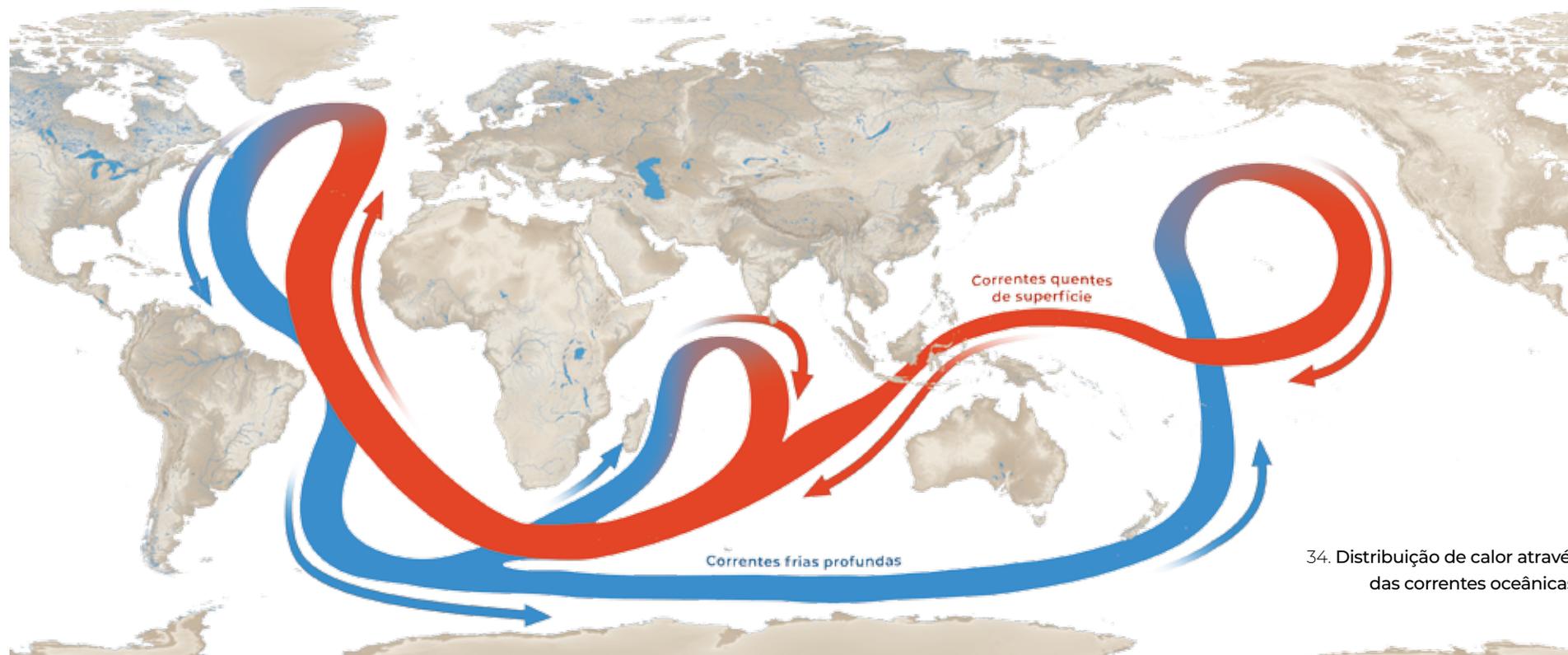
5.5. Qual é o Papel do Oceano na Regulação do Clima?

O Oceano exerce um controlo fundamental sobre o clima e as condições meteorológicas. Transporta energia e domina os ciclos da água e do carbono, moderando as oscilações de temperatura e mantendo a estabilidade da composição da atmosfera.

Uma das formas pelas quais o oceano afeta a meteorologia e o clima é através do seu papel em manter o calor no nosso planeta. A maioria da radiação que vem do sol é absorvida pelo oceano, particularmente nas águas tropicais do equador, onde funciona como uma caldeira aquecida por um painel solar gigante. Mas o seu papel não se limita ao armazenamento: ele também ajuda a distribuir o calor no planeta. Através da evaporação, dá-se um aumento de temperatura e de humidade no ar

circundante, que forma chuvas e tempestades que são transportadas pelo vento (o que é especialmente evidente onde a evaporação é maior - nos trópicos). Em outras áreas do globo os padrões meteorológicos são conduzidos principalmente pelas correntes oceânicas. As correntes são os movimentos de água do mar num fluxo contínuo, que se geram não só devido aos ventos de superfície, mas também pelos gradientes de salinidade e temperatura, a rotação da Terra e as marés.

As correntes oceânicas transportam água aquecida e precipitação do equador para os pólos, e água arrefecida dos pólos para o equador. Assim, as correntes oceânicas regulam o clima global, ajudando a contrariar a distribuição desigual de radiação solar que atinge diferentes partes do globo. Sem elas as temperaturas regionais



34. Distribuição de calor através das correntes oceânicas.

seriam mais extremas - muito quentes no equador e frias nos pólos - e superfície da Terra habitável seria muito menor.

5.6. Como é que as Alterações Climáticas afetam o Oceano?

Um relatório do IPCC apresentado na Conferência do Clima da ONU (Setembro 2019) revela que as consequências da crise climática serão dramáticas no oceano. O oceano já absorveu um quarto das emissões de GEE desde os anos 80 do séc. XX. Como consequência a temperatura da água do mar subiu (o que provoca sua expansão e subida do nível médio do mar), o oceano está mais ácido (o que traz consequências para animais que aí vivem, nomeadamente os que têm conchas de carbonato). A concentração de O₂ também desceu, levando a um aumento de “dead zones”. E a frequência, intensidade e extensão das ondas de calor marinhas, como a que recentemente devastou a Grande Barreira de Coral da Austrália aumentaram. Prevê-se que 70-90% dos corais não irão sobreviver a um aquecimento de 1,5°C comparativamente a níveis pré-industriais. Com um aquecimento de 2°C a previsão

é de que todos se irão perder, o que não é apenas uma catástrofe ambiental já que ~500 mil milhões de pessoas dependem dos peixes que vivem nos recifes de coral como a sua principal fonte de proteína.

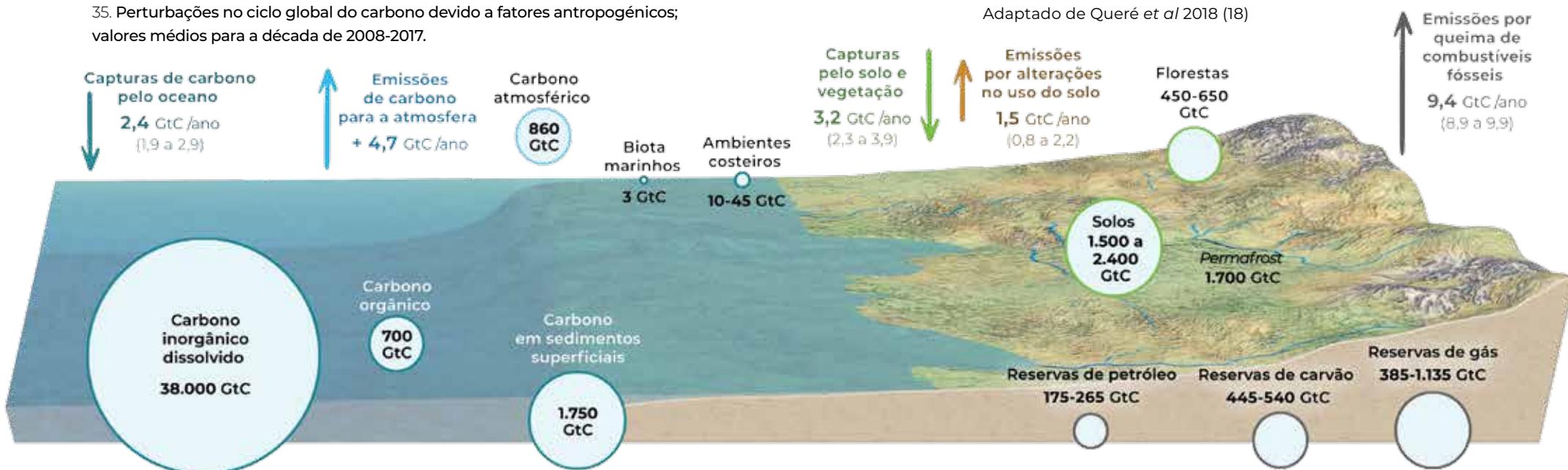
E agora?

De acordo com o IPCC da ONU, são necessárias mudanças urgentes e sem precedentes para evitar a catástrofe associada às alterações climáticas. Apesar de já estarem a ser feitos esforços para reduzir a produção de GEE, não são suficientes para impedir os impactos da crise climática.

É por isso essencial que consigamos encontrar formas de reduzir drasticamente a quantidade de gases já na atmosfera. Esta mitigação terá de ser feita atuando nas fontes - diminuição das emissões através da transição para uma economia de baixo carbono - e atuando nos “sumidouros” de carbono, os ecossistemas naturais capazes de captar e armazenar grandes quantidades de dióxido de carbono - proteção dos que ainda existem e restauro dos que foram perdidos.

35. Perturbações no ciclo global do carbono devido a fatores antropogénicos; valores médios para a década de 2008-2017.

Adaptado de Queré *et al* 2018 (18)



5.7. Carbono Azul

Os mangais, sapais e pradarias marinhas actuam como reservatórios naturais de CO₂, ou “sumidouros” de carbono. A importância dos ecossistemas marinhos e costeiros no sequestro e armazenamento de CO₂ tornou-se cada vez mais evidente nos últimos anos, e levou a que surgisse o termo “carbono azul” para dar destaque a este papel.

O carbono azul é o carbono armazenado em ecossistemas marinhos e costeiros. Os sistemas costeiros sequestram e armazenam mais carbono por unidade de área que as florestas terrestres.

Quando estes ecossistemas são degradados ou destruídos, a sua capacidade de sumidouros de carbono é perdida ⁽¹⁷⁾. A degradação e perda destes ecossistemas tem dois efeitos nas emissões de carbono:

1. Os habitats perdem a sua função de capturar e armazenar carbono, prejudicando o seu potencial de contribuir para o equilíbrio de fluxos de carbono no planeta contrabalaneando as emissões humanas no combate às alterações climáticas;
2. As grandes quantidades de carbono que estavam sequestrada a longo prazo nesses ecossistemas é libertada, aumentando os níveis de CO₂ na atmosfera, e transformando estes sumidouros naturais em fontes de emissões de carbono.

5.8. De que forma é que a Proteção das Pradarias Marinhas Contribui para Combater as Alterações Climáticas?

A razão pela qual os sistemas costeiros são tão eficientes na captura e armazenamento de carbono é explicada pelo balanço entre dois processos:

— Sequestro

É o processo através do qual o CO₂ presente na atmosfera é capturado pelas plantas, durante a fotossíntese. Algum deste carbono é perdido de volta para a atmosfera através da respiração. O restante é armazenado nas folhas e rizomas das plantas.

Uma vez que as pradarias marinhas são sistemas com elevada produtividade, isto significa nelas ocorre taxas elevadas de fotossíntese, e consequentemente muita captura de carbono da atmosfera.

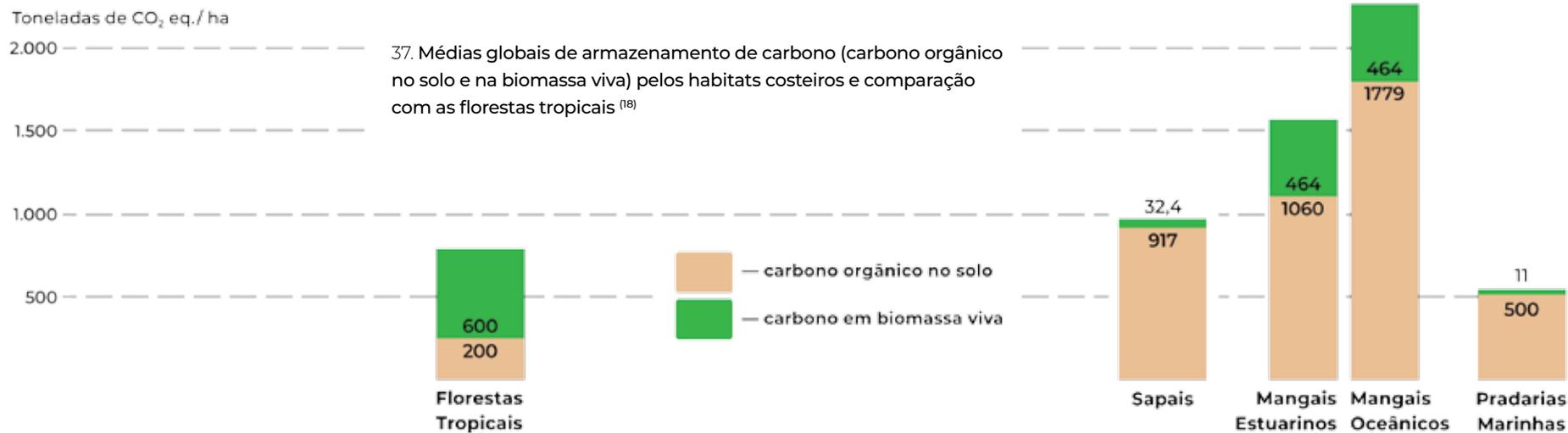
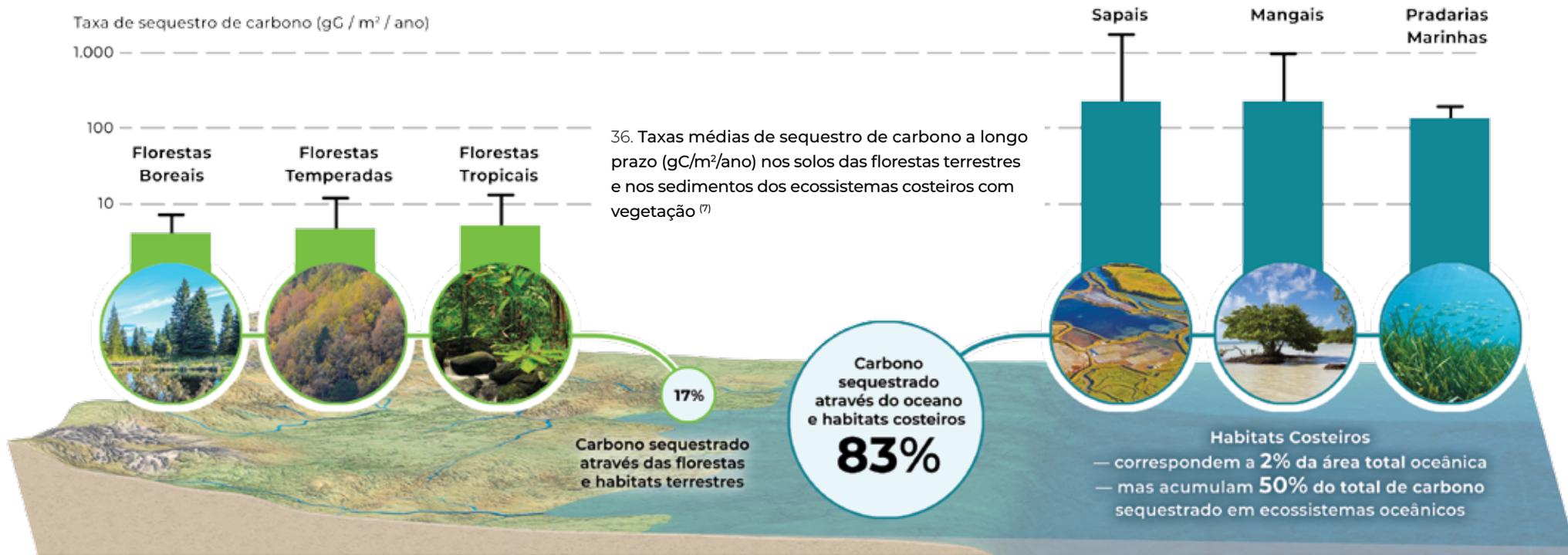
— Armazenamento

Quando morrem, as folhas e rizomas com carbono acabam por ficar enterrados no solo, cobertos por água na zona entremarés. Este ambiente pobre em oxigénio faz com que a decomposição dos materiais da planta seja muito lenta, o que resulta num armazenamento de carbono significativo.

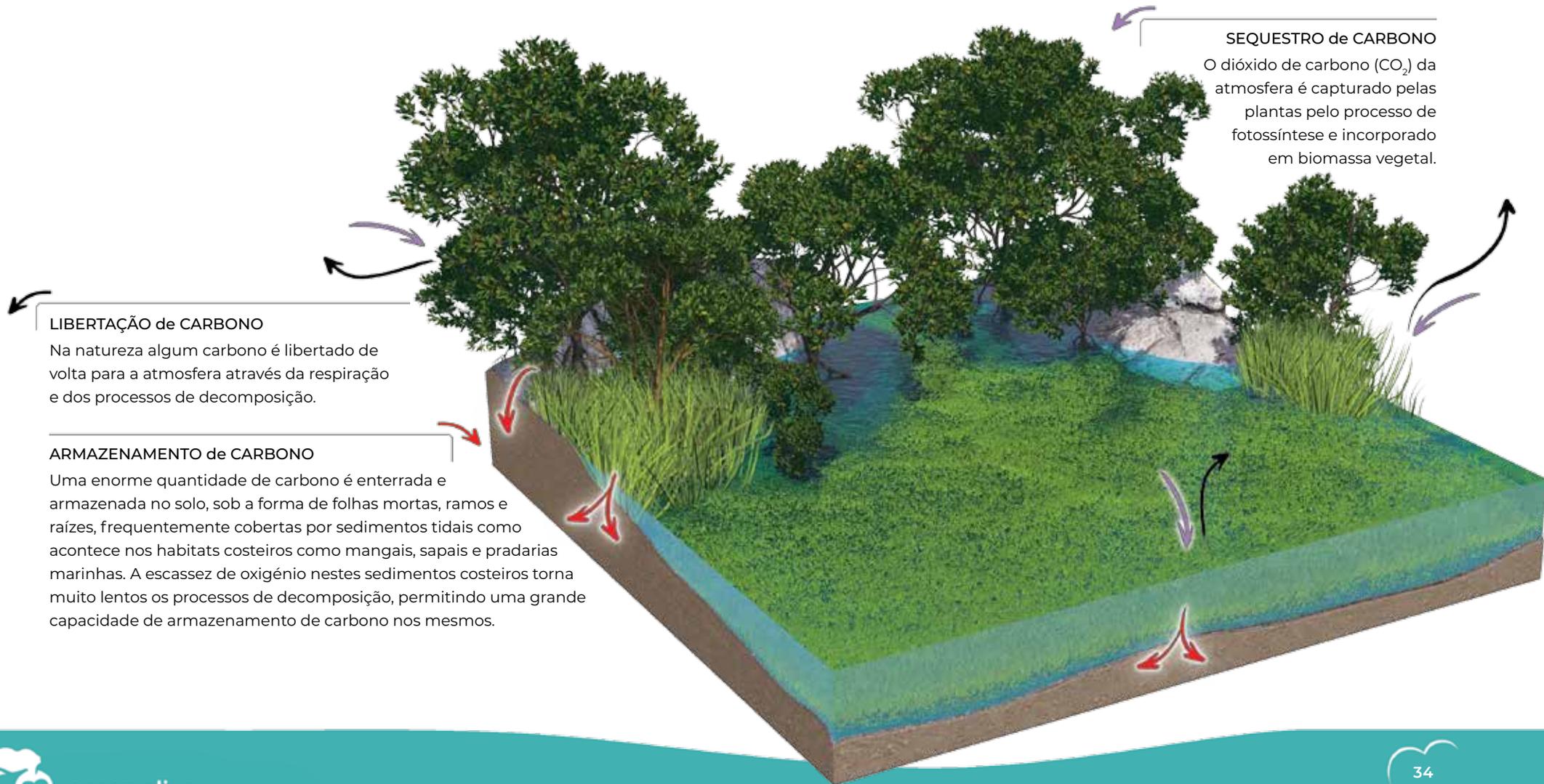
Assim, dadas as características físico-químicas e biológicas do meio, o carbono que é absorvido pelas plantas fica indisponível para voltar à atmosfera durante muito tempo, o que faz das pradarias marinhas excelentes reservatórios de carbono do planeta.

36-37. 83% do ciclo de carbono global circula pelo oceano.

Apesar dos habitats costeiros cobrirem menos de 2% da área total do oceano, contribuem para aproximadamente 50% do carbono total sequestrado nos sedimentos oceânicos ⁽¹⁶⁾ > (à direita)



38. O carbono é capturado através da fotossíntese (setas violetas) pelos mangais, sapais e pradarias marinhas, onde fica sequestrado / armazenado em biomassa lenhosa e no solo (setas vermelhas). Uma pequena parte deste carbono volta à atmosfera através da respiração (setas pretas).



5.9. O que Podemos Fazer?

Conservar e restaurar florestas terrestres é desde há muito reconhecido como uma componente importante da mitigação das alterações climáticas. Esta abordagem também pode ser aplicada aos sistemas costeiros - que são reservatórios ricos de carbono. Esforços de conservação dedicados às pradarias marinhas podem assegurar que continuam a desempenhar o seu papel como sumidouros de carbono de longa duração, assegurando que não há novas emissões resultantes da sua perda ou degradação, e estimulando ao mesmo tempo que continuam ou potenciam o seu sequestro de carbono atmosférico.

Quem está envolvido na proteção, gestão e conservação das pradarias marinhas?

- A administração pública: a nível local, nacional e internacional;
- Os setores profissionais envolvidos na gestão do meio marinho;
- Organizações da sociedade civil: ONGs, associações e redes de voluntariado;
- Os agentes e setores com possível impacto ambiental sobre as pradarias (urbanismo, agricultura, indústrias, pescas, turismo recreativo, obras e infraestruturas);
- Os organismos com competência de vigilância, denúncia e sanção;
- Os agentes de investigação, educação e comunicação (comunidade científica, comunidade científica, empresas de I&D e meios de comunicação);
- Os utilizadores do mar (profissionais e recreativos);
- Todos os cidadãos.

O público em geral sente-se frequentemente impotente face à magnitude dos cenários pessimistas. É, no entanto, crucial entender que cada ação individual conta, mesmo que pequena. Existem muitas formas de criar um impacto positivo para a proteção de pradarias marinhas.

Exemplos práticos para os professores:

1. Torne-se um mensageiro das pradarias marinhas: dê a conhecer este habitat aos seus alunos e a outros professores, alargando esta mensagem a toda a comunidade educativa;

2. Seja uma voz ativa: partilhe o seu conhecimento sobre os benefícios das pradarias marinhas para todos nós;
3. Procure saber se existem ervas marinhas na zona onde mora, leciona ou passa férias; em caso afirmativo, informe-se sobre o estado de conservação e das ameaças a que estão sujeitas;
4. Informe-se junto das entidades competentes quais são as estratégias que estão a ser seguidas para a conservação das pradarias marinhas;
5. Não perca a oportunidade de conversar sobre este tema com conhecidos com poder de reduzir as ameaças e melhorar o estado das pradarias; sensibilize os seus alunos para a oportunidade que estas conversas podem representar;

39. De Foundation Peau Bleue.



40. Ação de monitorização no âmbito da iniciativa “Guardiães do Mar”.





41. Plataformas de ciência cidadã Seagrass spotter (em cima) e Marine Forests (à direita).



6. Promova debates na sua escola sobre o potencial da proteção dos ecossistemas costeiros na mitigação das alterações climáticas;
7. Sempre que possível leve os seus alunos a conhecer de perto este habitat; no estuário do Sado poderão vê-las ao vivo na maré baixa na praia de Tróia-Mar, e aproveitar os painéis interpretativos presentes na entrada da praia e no *catamaran*;
8. Colabore em projetos com foco na conservação e restauro de pradarias marinhas e outros ecossistemas costeiros.

Exemplos práticos para os alunos:

1. Usa a tua presença nas redes sociais para criares um impacto positivo nas pradarias: tira uma selfie nas pradarias; faz ou partilha publicações acerca das pradarias ou das criaturas marinhas fixas que nelas habitam; segue páginas e partilha vídeos, fotos ou informação sobre pradarias no Facebook e Instagram (sugestões: Ocean Alive, Marine Forests, Project Seagrass);
2. Participa num projeto de ciência-cidadã: usa as aplicações grátis Seagrass Spotter e iNaturalist para fotografar as pradarias marinhas ou a vida que elas albergam; colabora com o Marine Forests; os dados carregados nestas plataformas são carregados para uma base de dados mundial e permitem aos cientistas avaliar a distribuição e estado do habitat no planeta;
3. Passa para o próximo nível: cria o teu próprio grupo para ajudar a monitorizar áreas com ervas marinhas; podes encontrar toda a informação no site Seagrass Watch ou contatar a Ocean Alive para saber como ajudar no estuário do Sado;
4. Dá o teu tempo ou o teu contributo financeiro a uma organização ambiental; seja para replantar árvores, participar numa ação de limpeza, dedicar tempo a ensinar um grupo de jovens ou doar a uma organização que gostes, a tua ação conta; os nossos futuros e ecossistemas estão interligados.

Outras formas de ação:

1. Falar com os pescadores, quando surge a oportunidade, sobre o perigo de abandonar as redes de pesca e praticar a pesca do arrasto em zonas com pradarias marinhas;
2. Ajudar na construção de um sistema de bóias para a ancoragem e falar dos benefícios das amarrações amigas do ambiente aos utilizadores de barcos profissionais e recreativos;
3. Colaborar na limpeza do fundo marinho levando o lixo que encontra no estuário e nas praias, para os locais adequados;
4. Sensibilizar os agricultores para o problema do uso de fertilizantes químicos que frequentemente se infiltram em lençóis freáticos e nos rios, levando à eutrofização do meio, herbicidas e pesticidas.

Notas de esperança

O tema do ambiente e alterações climáticas está cada vez mais nas escolas e perto dos jovens, e são eles que estão a conduzir um movimento internacional que exige mudanças de paradigma. Inspirados pela carismática jovem sueca Greta Thunberg, milhões de crianças e jovens em todo o mundo já aderiram ao movimento Fridays for Future. O objetivo deste movimento de jovens é sublinhar a urgência na ação e exigir medidas aos governos e decisores políticos que estejam de acordo com os pareceres científicos, limitando as emissões e pressionando para que os acordos internacionais, nomeadamente o Acordo de Paris, sejam cumpridos.

O que começou por uma iniciativa de uma adolescente, que passou a fazer greve às aulas às sextas-feiras para se manifestar no exterior do parlamento sueco, com um cartaz onde estava escrito “Greve às aulas pelo clima” incendiou um movimento internacional que juntou milhões de jovens já levou à aprovação de declarações de emergência climática por parte de várias nações.

Mais info: <https://greveclimaestudantil.wixsite.com/greveclimaticapt>

Um estudo publicado muito recentemente na Nature Communications por investigadores do CCMAR mostra que após décadas de intenso declínio, as pradarias de ervas marinhas europeias mostram sinais de recuperação e menores taxas de perda. Esta conclusão é encorajadora para os esforços de conservação de ervas marinhas, pois sugere que medidas de gestão como a implementação de áreas marinhas protegidas e a redução da descarga de nutrientes pode ter resultados positivos ⁽¹⁹⁾.

Projeto Guardiãs do Mar

— um exemplo de ação pelo clima no estuário do Sado

A ação da Ocean Alive é um exemplo de como podemos ter um contributo local para este problema global. O projeto da Ocean Alive é focado no estuário do Sado, onde as pradarias marinhas são o habitat berçário das presas de uma população residente de golfinhos e do peixe e marisco da comunidade piscatória.

As “Guardiãs do mar” é uma iniciativa que contribui para o combate à crise climática, através da proteção das pradarias marinhas com o envolvimento das mulheres da comunidade piscatória. As Guardiãs do mar são catalisadoras de mudanças de comportamento na comunidade: divulgam as pradarias marinhas do Sado entre os alunos e o público em geral em ações do programa educativo, sensibilizam os seus pares para a adoção de boas-práticas de conservação em campanhas de sensibilização e colaboraram com os cientistas na recolha de dados geográficos que permitam monitorizar o seu estado.

Mais info: www.ocean-alive.org

42. Mapeamento colaborativo das pradarias marinhas no Sado.



6

Sobre o Projeto “O mar dá bom clima”

O objetivo deste projeto é sensibilizar e dar um papel ativo às comunidades costeiras em torno da importância do oceano no combate às alterações climáticas, nomeadamente através da promoção da cidadania ativa e advocacia para a proteção do oceano.

Com este projeto iremos criar, entre Novembro 2018 e Abril 2020, um programa de educação para o desenvolvimento sustentável que promove um efeito multiplicador a três níveis:

1 > líderes das comunidades escolar (professores) e piscatória (mulheres pescadoras de referência) são sensibilizados e formados para:

2 > alertar e ativar aluno(a)s e pescadores(as) que desenvolvem ações para a proteção das pradarias marinhas do estuário do Sado;

3 > envolver *stakeholders* locais e alavancar uma consciência comum na sociedade de que as escolhas locais têm efeitos globais.

Na ação educativa temos como parceiros o Centro de Ciências do Mar do Algarve, a Fundação Vox Populi e o Centro de Formação Ordem de Santiago. O público-alvo são os professores e alunos do 3º ciclo e secundário, das escolas na área de influência do estuário do Sado.

Pretende-se que o projeto, depois de monitorizado e avaliado, seja promovido em redes de organizações de sociedade civil europeias através de um position paper.

Com o projeto os jovens serão encorajados a assumir um papel ativo (investigação-ação), responsabilidade e sentimento de pertença que levarão à valorização das pradarias marinhas locais pelo seu impacto para o desenvolvimento sustentável. Reforçamos também a aposta do projeto no desenvolvimento de competências dos professores, condição que permitirá multiplicar, de forma continuada, o conhecimento nas gerações mais jovens.

6.1. Ação Educativa: Materiais e Atividades Desenvolvidas com Professores e Alunos

Este guião para professores faz parte de um pacote de materiais e atividades educativas a serem desenvolvidos no âmbito deste projeto em 2019/2020:

1. Curso de formação para professores “Serviços ecológicos dos ecossistemas costeiros”:

Curso de 25h resultante de parceria entre a OA, o CCMAR e o CFOS. Tem como objetivo capacitar os participantes sobre os serviços prestados pelos ecossistemas costeiros (com foco em pradarias marinhas e sapais) e a sua importância num contexto de alterações climáticas, proporcionando um contacto estreito entre as instituições científicas e ONG.

2. Curso de formação para professores “NEPSO - Escola Opinião”: Curso realizado pela FVP, com 3 sessões de formação de 8h (uma a cada início de período letivo), acreditada (0,5 créditos) destinada a capacitar e acompanhar o trabalho dos professores na metodologia NEPSO.

3. Saídas de campo pedagógicas com os alunos das 6 turmas envolvidas às pradarias marinhas do estuário do Sado, para promover um contacto experiencial dos alunos ao habitat e divulgar metodologias científicas de estudo e monitorização;

4. Guião para apoiar a ação dos professores nos temas do projeto;

5. Cartazes para sala de aula que chamam a atenção para os temas e convidam ao envolvimento dos alunos;

6. Vídeo sobre o projeto;

7. Separador no site da OA, onde a informação resumida e todos os materiais produzidos no âmbito do projeto ficarão disponíveis para consulta *online*.

6.2. Itinerário do Projeto com a Comunidade Educativa

Porquê participar?

Este projeto traz oportunidades relevantes para a comunidade educativa de Setúbal: os professores serão capacitados para utilizar na sua prática pedagógica um tema de atual, de relevância local e global, de forma multidisciplinar e com o apoio de organizações não-governamentais; irão aprender e aplicar uma nova metodologia de ensino que promove a autonomia dos alunos, o trabalho em equipa, e os empodera para resolução de problemas e fortalece a sua ligação com a comunidade em que se inserem e o exercício da cidadania ativa.

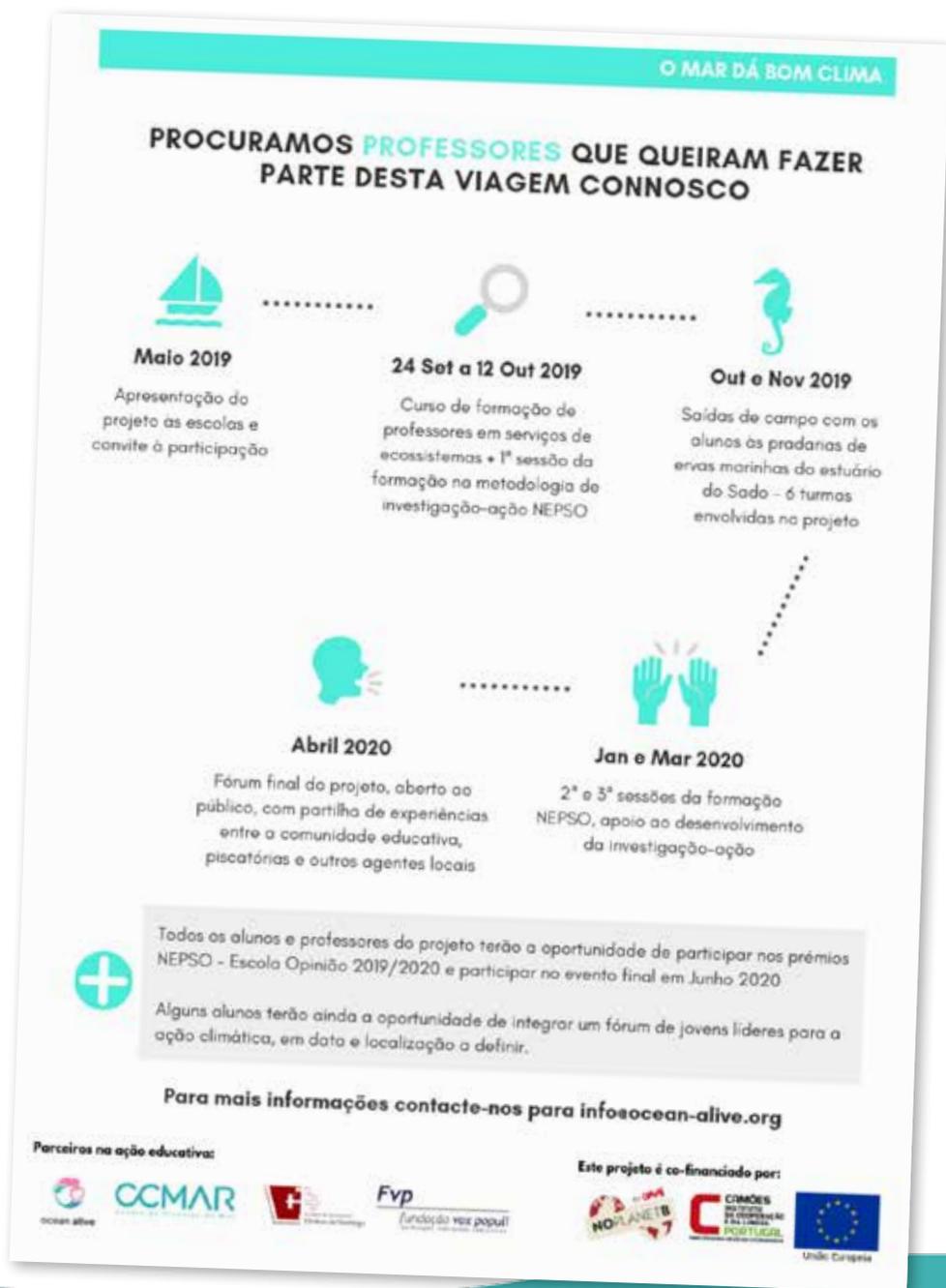
Os alunos participantes do projeto irão conhecer as pradarias marinhas ao vivo, aprender a desenvolver uma investigação-ação, uma nova ferramenta que poderão continuar a aplicar noutros contextos, e contactar diretamente com diversos agentes com capacidade de melhorar o estado das pradarias marinhas. Terão a oportunidade de ganhar voz e confiança ao partilhar a sua experiência no projeto entre pares e para o público em geral, através de a) apresentação da sua investigação no fórum final do projeto “O mar dá bom clima”, a decorrer em Setúbal em Abril 2020 b) participação no prémio NEPSO - Escola Opinião 2019/2020 e presença no evento final do projeto em Junho 2020 e c) integrar um fórum de jovens líderes para a ação climática, em data e local a definir.

6.3. Metodologia NEPSO - Escola Opinião

A Fundação Vox Populi é uma instituição sem fins lucrativos cujos objetivos, entre outros, visam promover o uso pedagógico dos estudos de opinião e estimular os jovens nas escolas, para a utilização dos instrumentos de recolha da opinião pública.

O projeto NEPSO (Nossa Escola Pesquisa a Sua Opinião) em Portugal, nasceu de uma parceria da Fundação Vox Populi com o Instituto Paulo Montenegro, instituição que criou este programa.

O projeto NEPSO – Escola Opinião, baseia-se numa metodologia de ensino que propõe o uso dos estudos de opinião como instrumento pedagógico para incrementar a literacia, aumentando os conhecimentos, a capacidade de interpretação dos mesmos, a tomada de consciência e a mudança de atitude dos alunos através de uma forma ativa e participativa.



É um projeto pluridisciplinar para ser desenvolvido nas escolas por professores e alunos do ensino básico e/ou secundário, envolvendo diversos professores de diferentes disciplinas, os alunos, a comunidade em que a escola está inserida, o país a que pertence e a comunidade NEPSO que promove o programa.

Mais informações em <http://www.fvp.pt/fvp/HomePage.aspx?r=70&c=3044>

Onde pode consultar o regulamento do Prémio NEPSO - Escola Opinião em 2019/2020

6.4. O No Planet B - AMI

Seis organizações que representam seis países europeus formaram um consórcio, com vista a desenvolver e implementar o projeto “There isn’t a PLANet B! Estratégias de benefício mútuo e pequenas ações para grandes impactos nas alterações climáticas” (CSO-LA/2017/388-137)

O objetivo é promover modelos práticos de comportamentos económicos e sociais, com vista a incentivar a noção de co-responsabilidade e interdependência entre os cidadãos europeus, diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas. Para tal pretende-se estimular pequenas e médias organizações da sociedade civil a tornarem-se ativas a nível local, regional e nacional.

O No Planet B é um projeto cofinanciado pela União Europeia e pelo Instituto Camões em Portugal.

Vídeo do projeto:

<https://www.youtube.com/watch?v=aMMj8GGueQQ>

São 22 os projetos financiados a nível nacional, enquadrados em dois grupos: grandes ações e pequenas ações. O projeto “o mar dá bom clima” da Ocean Alive enquadra-se nas grandes ações deste projeto.

Mais info: <https://pt.noplanetb.net/>



7

Outras Atividades Práticas

Para além da participação no projeto “O mar dá bom clima”, sugerimos as seguintes atividades complementares para trabalhar este tema com os seus alunos:

1. Organizar uma saída de campo com os seus alunos às pradarias marinhas do Sado e:

1a. Utilizar os recursos e protocolos desenvolvidos pelo projeto REASE (Rede de Educação Ambiental para os Serviços dos Ecossistemas) para explorar os serviços que nos são prestados pelos ecossistemas costeiros <http://rease.ccmар.ualg.pt>

1b. Fazer recolha de dados sobre as ervas marinhas e/ou a biodiversidade associada e carregamento dos mesmos em plataformas de ciência cidadã, para contribuir para aumentar o conhecimento destes locais e permitir que possam ser utilizados por cientistas e gestores

- Na web, através do site Marine Forests <https://marineforests.com/> coordenado pelo CCMAR;
- Com a aplicação para smartphone Seagrass Spotter <https://seagrassspotter.org/> desenvolvida pelo Project Seagrass;
- Na web ou com a aplicação para smartphone iNaturalist para registo da biodiversidade associada às pradarias marinhas.

2. Organizar uma visita ao Centro Interpretativo do Roaz do Estuário do Sado (CIRES) em Setúbal, para conhecer melhor o estuário do Sado, a biodiversidade associada às pradarias marinhas e as pressões a que estão sujeitas.

3. Dar uma aula a bordo da embarcação municipal “Maravilha do Sado”; aproveitar o enquadramento natural para transmitir os conceitos e/ou realizar metodologias a bordo (ex. análises de qualidade da água com recurso a kits rápidos, usar o disco de secchi para comparar turbidez da água).

4. Junte-se ao Seagrass Watch e crie um grupo para monitorização das ervas marinhas, seguindo os protocolos internacionais, na sua região www.seagrasswatch.org/

8

Glossário

AMI — Assistência Médica Internacional
CCMAR — Centro de Ciências do Mar do Algarve
CFOS — Centro de Formação Ordem de Santiago
COP — Conferência das Partes
ENEA — Estratégia Nacional Educação Ambiental
ENEC — Estratégia Nacional Educação para a Cidadania
FVP — Fundação Vox Populi
GEE — Gases com efeito de estufa
IPCC — Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas
OA — Ocean Alive
ODS — Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável
ONG — Organização não-governamental
ONU — Organização das Nações Unidas
REASE — Rede de Educação Ambiental para os Serviços dos Ecossistemas
RNES — Reserva Natural do Estuário do Sado
UE — União Europeia

9

Recursos

Sites

Ocean Alive — www.ocean-alive.org

Filmes

Filme sobre a Ocean Alive, por Raquel Gaião Silva, Julho 2019, 3:01min
<https://www.youtube.com/watch?v=zZ-0SHxMIt8>

Mini-série documental da BBC Blue Planet II, 2017 - Episódio 5: “Green Seas”, exibido em Portugal pela RTP, 53 min
<https://www.rtp.pt/programa/tv/p35142/e5>

Curta metragem do The Guardian com Greta Thunberg e George Monbiot sobre a crise climática - Setembro 2019, 3:41min
<https://www.youtube.com/watch?v=-Q0xUXo2zEY>

Palestra TED talk de Greta Thunberg no TEDx Estocolmo 2018, 11:12 min (legendas em português) — https://www.ted.com/talks/greta_thunberg_the_disarming_case_to_act_right_now_on_climate

Filme educativo TED Ed sobre o ciclo do carbono e alterações climáticas, 2:48 min (legendas em português) - Climate change: Earth's giant game of Tetris
<https://www.youtube.com/watch?v=ztWHqUFJRTs>

Documentário “Entre o céu e as marés”, de Daniel Pinheiro, sobre o estuário do Sado
<https://vimeo.com/64442299>

Notícias

Notícia CCMAR 2019 - “Após décadas de declínio pradarias marinhas europeias mostram sinais de recuperação”

<https://www.ccmarmar.ualg.pt/news/apos-decadas-de-declinio-pradarias-marinhas-europeias-mostram-sinais-de-recuperacao>

Notícia CCMAR 2018 - “Perda de ervas marinhas e possível extinção no Mediterrâneo”

<https://ccmar.ualg.pt/news/perda-de-habitat-e-possivel-extincao-de-ervas-marinhas-no-mediterraneo>

Entrevista TSF 2017 - Projeto LIFE Biomares - sobre replantação de pradarias marinhas na Arrábida

<https://www.tsf.pt/sociedade/interior/pradarias-marinhas-do-portinho-da-arrabida-estao-a-ser-replantadas-8496899.html>

Infografias e Gráficos

Storymap sobre pradarias marinhas “Unsung heroes of our oceans” (em inglês)

<https://storymaps.arcgis.com/stories/098c795b5afc4beca9ab6417b32e5bac>
2020. UNEP and GRID-Arendal

Infografia no Público “Alterações climáticas: o que já mudou e o que está para chegar”, Setembro 2019

https://www.publico.pt/2019/09/16/infografia/alteracoes-climaticas-ja-mudou-chegar-341?fbclid=IwAR1skxLwsEuzErTb8LoqvKLiNIQoelc5yoYXtdrO9i-U_1saGcld0VzjsFBo

Gráficos do NYTimes para ensinar acerca de alterações climáticas (em inglês)

<https://www.nytimes.com/2019/02/28/learning/teach-about-climate-change-with-these-24-new-york-times-graphs.html>

7 coisas para saber acerca de alterações climáticas - National Geographic (em inglês)

<https://www.nationalgeographic.com/magazine/2017/04/seven-things-to-know-about-climate-change/>

Recursos Educativos para Professores

Apresentação sobre ervas marinhas - Prof. Rui Santos (CCMAR)

http://voluntariadoambientalagua.apambiente.pt/FileControl/Site/Doc/114ervas-marinhas_fev_2011_light.pdf

Projeto ADOPTE uma pradaria marinha - Brochura “Dez perguntas que todos devemos saber responder sobre pradarias”

https://issuu.com/gobius3/docs/adopte_pradarias_faq_issuu

Projeto LIFE Biomares - Relatório não técnico

https://issuu.com/gobius3/docs/biomares_relatorio_n_o_t_cnico_is

Projeto LIFE+ *Posidonia* (Espanha) - Guia didático para professores sobre as pradarias de *Posidonia oceanica* “*Posidonia* en tus manos” — https://lifeposidonian-dalucia.files.wordpress.com/2015/05/anejod11_guia-didacticaprofesores.pdf

Projeto LIFE Adaptate - Unidade didática: Mudança do clima

http://lifeadaptate.eu/wp-content/uploads/LifeAdaptate_DidacticUnit_PT.pdf

Voluntariado Ambiental para a Água - recursos sobre ecossistemas costeiros

<http://voluntariadoambientalagua.apambiente.pt/Site/FrontOffice/default.aspx?module=Article/Article&ismenu=1&id=21>

Artigos e Relatórios Científicos

Recuperação de pradarias marinhas costeiras. Conseguimos fazê-lo? (em inglês)

Paulo D. et al., 2019. Open coast seagrass restoration. Can we do it? Large scale transplants. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00052>

Relatório “Cavalos-marinhos e ervas-marinhas no estuário do Sado”. Melo et al., 2014. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

http://www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/gestao-biodiv/roazes-do-sado/resource/doc/A_Rel_Cavalos_marinhos_2014.pdf

Outros

Bandas desenhadas sobre alterações climáticas em Portugal:

Portugal 2055 <http://digital.museus.ul.pt/files/original/Portugal/Portugal2055.pdf>

Reportagem especial: adaptação às alterações climáticas em Portugal https://www.oceanario.pt/content/files/reportagemespecial_bd_alteracoes_climaticas.pdf

10 Bibliografia

1. Short F. et al, 2007. Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **350**, 3-20. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2007.06.012>
2. <http://www.theplantlist.org>
3. Cunha A. et al, 2011. *Seagrasses in Portugal: a most endangered marine habitat*. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2011.08.007>
4. Chefaoui R. et al, 2018. *Dramatic loss of seagrass habitat under projected climate change in the Mediterranean Sea*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gcb.14401>
5. <https://www.dn.pt/ciencia/interior/portugueses-acham-ser-vivo-mais-antigo-a-face-da-terra-2303457>
6. Costanza R. et al., 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environment Change* **26**, 152-158.
7. Unsworth RKF et al., 2018. Seagrass meadows support global fisheries production. *Conservation Letters*. 2018; e12566.
8. Nordlund LM et al., 2018. Global significance of seagrass fishery activity. *Fish and Fisheries* **19**, 399–412.
9. Fourqurean JW et al., 2012. Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience* **5**, 505–509. <https://www.nature.com/articles/ngeo1477>
10. Mcleod E. et al., 2011. *A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂*. <https://doi.org/10.1890/110004>
11. Alexandre et al, 2011. Inorganic nitrogen uptake kinetics and whole-plant nitrogen budget in the seagrass *Zostera noltii*. *Journal of experimental marine biology and Ecology* **401**, 7-12
12. de los Santos C. et al., 2019. Recent trend reversal for declining European seagrass meadows. <https://www.nature.com/articles/s41467-019-11340-4>
13. Duarte et al., 2008. *The Charisma of Coastal Ecosystems: Addressing the Imbalance*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12237-008-9038-7>
14. IUCN, 2014. *Global Seagrass Status and health - summary points from ISBW11*. 11th International Seagrass Biology Workshop, Sanya, China.
15. Cunha et al., 2014. Biomares, a LIFE project to restore and manage the biodiversity of Prof. Luiz Saldanha Marine Park. <https://doi.org/10.1007/s11852-014-0336-x>
16. Paulo, D., Cunha, A. H., Boavida, J., Serrao, E., Gonçalves, E. J., & Fonseca, M. (2019). Open coast seagrass restoration. Can we do it? Large scale seagrass transplants. *Frontiers in Marine Science*, **6**, UNSP-52.
17. Wild S. et al., 2019. Long-term decline in survival and reproduction of dolphins following a marine heatwave. *Current Biology* **29** (7) PR239-R240 <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.02.047>
18. Le Quéré et al. (2018). Global Carbon Budget 2018. *Earth System Science Data Discussions*. 1-3. 10.5194/essd-2018-120.
19. <https://www.thebluecarboninitiative.org/>
20. Pendleton L. et al., 2012. *Estimating Global “Blue Carbon” Emissions from Conversion and Degradation of Vegetated Coastal Ecosystems*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043542>
21. Waycott, M. et al., 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **106**:12377–81. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905620106>
22. Sousa, A.I. et al., 2019. Blue Carbon stock in *Zostera noltei* meadows at Ria de Aveiro coastal lagoon (Portugal) over a decade. *Sci Rep* **9**, 14387. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50425-4>



43. Cavalo-marinho nas pradarias marinhas do estuário do Sado.

Recurso para professores realizado no âmbito do projeto “O mar dá bom clima”, promovido pela Ocean Alive. Este projeto é co-financiado pela União Europeia e pelo Instituto Camões através do projeto NoPLANetB - AMI.



Este documento foi produzido com o apoio financeiro da União Europeia. O seu conteúdo é da exclusiva responsabilidade da Ocean Alive, e não pode, em nenhuma circunstância, ser considerado como refletindo os pontos de vista da União Europeia.