
DO AZUL DO MAR

**O VALOR DAS ERVAS MARINHAS
PARA O AMBIENTE E PARA AS PESSOAS**

Copyright © 2020 Programa das Nações Unidas para o Ambient

ISBN: 978-92-807-3780-6

Número do trabalho: DEP/2278/NA

Esta publicação pode ser reproduzida na íntegra ou em parte, sob qualquer forma, para fins educativos e não comerciais, sem a autorização especial do titular dos direitos de autor, desde que a fonte seja creditada. O Programa das Nações Unidas para o Ambiente gostaria de receber uma cópia de qualquer publicação que utilize esta publicação como fonte.

Não é permitido utilizar esta publicação para fins de revenda ou para qualquer outro fim comercial sem a autorização prévia por escrito do Programa das Nações Unidas para o Ambiente. Os pedidos de autorização, com a indicação da finalidade e amplitude da reprodução, devem ser dirigidos ao Diretor da Divisão de Comunicações, Programa das Nações Unidas para o Ambiente, P. O. Box 30552, Nairobi 00100, Quênia.

Citação sugerida: Programa das Nações Unidas para o Ambiente (2020). *Do azul do mar: O valor das ervas marinhas para o ambiente e para as pessoas*. PNUA, Nairobi.

Exonerações de responsabilidade

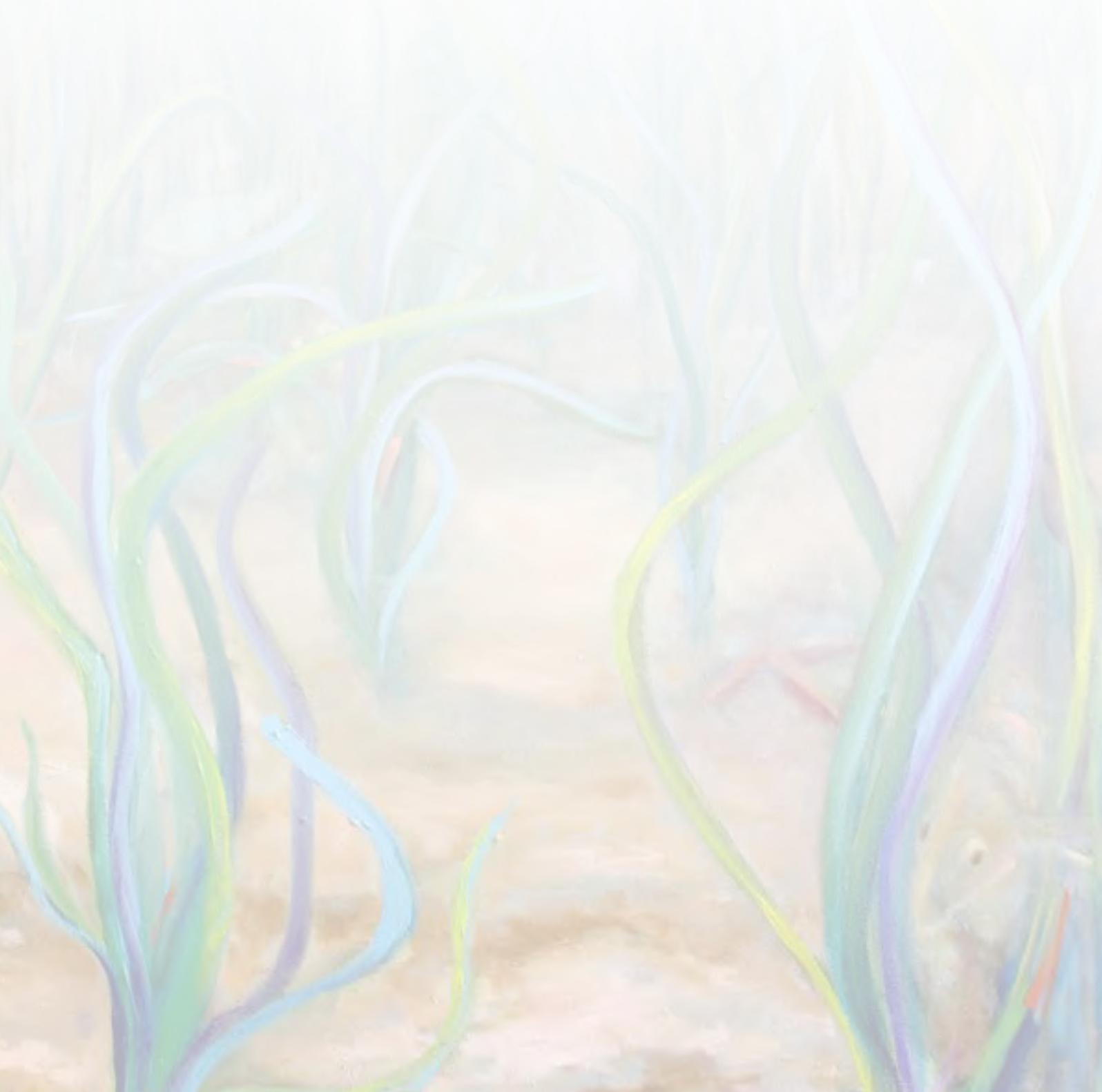
As designações utilizadas e a apresentação do material na presente publicação não representam a expressão de qualquer opinião por parte do Programa das Nações Unidas para o Ambiente no que se refere ao estatuto jurídico de qualquer país, território ou cidade ou das respetivas autoridades ou no que se refere à delimitação das suas fronteiras ou limites. Para obter orientações gerais sobre matérias relacionadas com a utilização de mapas em publicações, consulte <http://www.un.org/Depts/Cartographic/english/htmain.htm>

A menção de uma sociedade ou de um produto comercial no presente documento não significa a aprovação do Programa das Nações Unidas para o Ambiente nem dos seus autores. Não é permitida a utilização de informações deste documento para fins publicitários. Os nomes e os símbolos de marcas registadas são utilizados em termos editoriais sem qualquer intenção de violar a legislação relativa a marcas registadas ou direitos de autor.

Os pontos de vista expressos nesta publicação são os dos seus autores e não refletem necessariamente os pontos de vista do Programa das Nações Unidas para o Ambiente. Lamentamos eventuais erros ou omissões que possam ter sido involuntariamente cometidos.

DO AZUL DO MAR

**O VALOR DAS ERVAS MARINHAS
PARA O AMBIENTE E PARA AS PESSOAS**



Chefe de Redação: Maria Potouroglou (GRID-Arendal)

Equipa Editorial: Gabriel Grimsditch (PNUA), Lauren Weatherdon (Centro Mundial de Vigilância da Conservação do PNUA), Steven Lutz (GRID-Arendal)

Comité Diretor: Emmett Duffy (Rede de Observatórios Marinhos Tennenbaum, Instituto Smithsonian), Jane Glavan (Iniciativa Global sobre Dados Ambientais de Abu Dhabi), Jared Bosire (PNUA), Jessie Jarvis (Universidade da Carolina do Norte Wilmington), Takehiro Nakamura (PNUA)

Principais autores coordenadores:

Capítulos:

- *Serviços ecossistêmicos das ervas marinhas: Avaliação e escala dos benefícios* – Carmen B. de los Santos (Centro de Ciências Marinhas, Universidade do Algarve)
- *Ameaças às ervas marinhas e resiliência dos ecossistemas* – Rod Connolly (Universidade Griffith)
- *Inventariação e vigilância das ervas marinhas* – Dimosthenis Traganos (Centro Aeroespacial Alemão) e Dimitris Poursanidis (Fundação para a Investigação e Tecnologia – Hellas)
- *Transformar a conservação e compreender os ecossistemas de ervas marinhas através da aplicação da ciência cidadã* – Richard K.F. Unsworth (Universidade de Swansea)
- *Opções de políticas e gestão* – Miguel Fortes (Universidade das Filipinas)
- *Incentivos financeiros* – Mark Huxham (Universidade Napier de Edimburgo) e Mat Vanderklift (CSIRO)

Caixas especiais:

- *Avançar para práticas justas de conservação das ervas marinhas* – Maricela de la Torre-Castro (Universidade de Estocolmo)
- *As ervas marinhas na economia azul* – Christopher J. Brown (Universidade Griffith)

Principal Direção Técnica: GRID-Arendal

Cartografia: Levi Westerveld (GRID-Arendal) e Hisham Ashkar

Paginação: GRID-Arendal

Edição e traduções: Strategic Agenda

Capa e imagens de separação: Nedret Andre

Agradecimentos

Gostaríamos de exprimir a nossa gratidão aos seguintes especialistas pelo apoio dado ao presente relatório na sua qualidade de autores e revisores, através de contributos em termos de texto, estudos de casos, fotografias, análise e orientação de pares externos. Agradecemos o seu valioso tempo, conhecimentos e experiência, confiança contínua e colaboração e profissionalismo exemplares.

Autores participantes: Abbi Scott (Universidade James Cook), Anchana Prathep (Universidade Prince of Songkla), Ariane Arias-Ortiz (Instituto de Ciências e Tecnologia Ambientais, Universidade Autónoma de Barcelona), Benjamin Jones (Universidade de Estocolmo), Catherine Collier (Universidade James Cook), Genki Terauchi (NOWPAP CEARAC), Fanny Kerninon (Universidade da Bretanha Ocidental), Hilary Kennedy (Universidade de Bangor), Inés Mazarrasa (Universidade de Cantábria), Janmanee Panyawai (Universidade Prince of Songkla), Jennifer O’Leary (The Nature Conservancy), Joel Creed (Universidade do Estado do Rio de Janeiro), Laura Griffiths (Universidade Griffith), Len McKenzie (Universidade James Cook e Seagrass-Watch), Lina Mtwana Nordlund (Universidade de Uppsala), Milica Stankovic (Universidade Prince of Songkla), Patricia Arenas González (GRID-Arendal), Peter Macreadie (Universidade Deakin), Rohani Ambo-Rappe (Universidade Hasanuddin), Salomão Bandeira (Universidade Eduardo Mondlane), Tantely Tianarisoa (Sociedade para a Conservação da Vida Selvagem, Madagáscar), Tatsuyuki Sagawa (Centro de Tecnologia de Teledeteção do Japão), Teruhisa Komatsu (Escola de Comércio de Yokohama), Wawan Kiswara (Fundação das Ervas Marinhas da Indonésia).

Revisores: Andi Rusandi (Ministério dos Assuntos Marinhos e das Pescas, Indonésia), Erin Satterthwaite (NCEAS e Future Earth), Firdaus Agung (Ministério dos Assuntos Marinhos e das Pescas, Indonésia), Helena Rodriguez (London School of Economics), Katelyn Theuerkauf (The Pew Charitable Trusts), Katia Ballorain (CEDTM), Kristin Jinks (Universidade Griffith), Lars Lindström (Universidade de Estocolmo), Margot Hessing-Lewis (Instituto Hakai), Michael Njoroge Githaiga (Universidade de Embu), Mike van Keulen (Universidade Murdoch), Mohamed Ahmed (PNUA), Mohamed Ahmed Sidi Cheikh (Caisse des Dépôts et de Développement, Maurítânia), Novi Susetyo Adi (Ministério dos Assuntos Marinhos e das Pescas, Indonésia), Nurul Dhewani Mirah Sjafrie (Ministério dos Assuntos Marinhos e das Pescas, Indonésia), Stacy Baez (The Pew Charitable Trusts), Tibor Vegh (Universidade Duke).

O presente relatório foi financiado pelo Governo norueguês.

DO AZUL DO MAR

O VALOR DAS ERVAS MARINHAS PARA O AMBIENTE E PARA AS PESSOAS

Preâmbulo	7
Prefácio: Ervas marinhas – a sua saúde, a nossa riqueza	8
Nota da Associação Mundial das Ervas Marinhas	9
Resumo para os formuladores de políticas	11
Introdução	14
PARTE 1 — PROVAS CIENTÍFICAS	19
Serviços ecossistêmicos das ervas marinhas Avaliação e escala dos benefícios	21
Ameaças às ervas marinhas e resiliência dos ecossistema	38
Levantamento e monitorização de ervas marinhas	50
Transformar a conservação e compreender os ecossistemas de ervas marinhas através da aplicação da ciência cidadã	58
PARTE 2 — OPÇÕES DE POLÍTICAS E GESTÃO	63
PARTE 3 — INCENTIVOS FINANCEIROS	75
Medidas recomendadas	87
Referências	92
Anexo	100



Preâmbulo

As ervas marinhas constituem um dos ecossistemas costeiros e marinhos mais valiosos do planeta, proporcionando um conjunto de benefícios ambientais, económicos e sociais críticos.

Proporcionam alimento e meios de subsistência a centenas de milhões de pessoas e apoiam uma biodiversidade rica, sendo que os seus sedimentos constituem um dos mais eficazes reservatórios de carbono do planeta.

No entanto, o desenvolvimento costeiro e o crescimento demográfico, o aumento da poluição e as alterações climáticas estão a ameaçar a sobrevivência deste ecossistema vital. O presente relatório de síntese global, o primeiro do seu género, visa melhorar o nosso entendimento sobre o valor das ervas marinhas e apresentar recomendações para protegê-las e geri-las.

Mil milhões de pessoas vivem num raio de 100 km das pradarias de ervas marinhas e 20% das maiores zonas de pesca do mundo dependem destes ecossistemas. Estima-se que o contributo das emissões de carbono para a atmosfera decorrentes da perda de ervas marinhas chegue anualmente a 299 Tg.

Num momento de emergência climática, o declínio preocupante da área de ervas marinhas a nível mundial, estimado em cerca de 30% desde finais do século XIX, exige um conjunto de medidas e políticas que reconheçam os múltiplos benefícios dos ecossistemas de ervas marinhas.

A preservação da saúde dos ecossistemas de ervas marinhas é fundamental para uma vida marinha saudável e para pessoas saudáveis em todo o mundo. Ao fazê-lo, representam soluções poderosas baseadas na natureza para o desafio climático e o desenvolvimento sustentável.



A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Inger Andersen'.

Inger Andersen
Diretora Executiva
Programa das Nações Unidas para o Ambiente

Prefácio: Ervas marinhas – a sua saúde, a nossa riqueza

As ervas marinhas são o ecossistema esquecido, apesar de omnipresentes ao longo das linhas de costa de todo o mundo e da sua presença em 159 países em seis continentes, abrangendo uma área de mais de 300 000 km². Oscilando suavemente abaixo da superfície do oceano, as ervas marinhas estão, o mais das vezes, longe da vista e longe do pensamento, eclipsadas por coloridos recifes de corais e imponentes mangais. Quando se dá conta delas, as ervas marinhas são por vezes consideradas um inconveniente, embora, na verdade, proporcionem um valor enorme à humanidade.

As pradarias de ervas marinhas têm uma importância crucial para a natureza e para as pessoas. Protegem, há cerca de 100 milhões de anos, as águas costeiras, as criaturas que habitam estas áreas e, mais recentemente, os seres humanos. As ervas marinhas contam-se entre os habitats naturais mais produtivos na terra ou no mar: purificam a água, protegem-

nos das tempestades, proporcionam alimento a centenas de milhões de pessoas e apoiam uma biodiversidade rica, sendo que os seus sedimentos constituem um dos mais eficazes reservatórios de carbono do planeta.

Tendo em conta tudo o que as ervas marinhas fazem pelas pessoas e pela natureza, a sua proteção e recuperação são cruciais. Os ecossistemas de ervas marinhas podem ajudar-nos a cumprir muitos dos compromissos ambientais internacionais necessários para salvar o nosso planeta, desde os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável ao Acordo de Paris, passando pela Convenção sobre a Diversidade Biológica.

Chegou o momento de reforçar a visibilidade deste subvalorizado ecossistema marinho e de lançar luz sobre as inúmeras formas como as ervas marinhas podem ajudar-nos a superar os nossos maiores desafios ambientais.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'R. Jumeau', with a long horizontal line extending to the right.

Ronald Jumeau

Representante permanente das Nações Unidas e embaixador das alterações climáticas, República das Seicheles

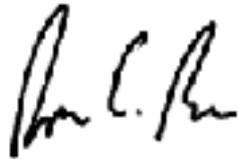
Nota da Associação Mundial das Ervas Marinhas

Há muito que as ervas marinhas são ignoradas como uma espécie essencial em que assentam os ecossistemas costeiros. O nosso conhecimento sobre os seus contributos globais para a função, diversidade e beleza das regiões próximas do litoral aumenta de ano para ano à medida que os investigadores e os cientistas cidadãos continuam a interrogar-se e a realizar observações. Está a tornar-se cada vez mais claro um entendimento abrangente, às escalas local, regional e global, da importância ecológica e socioeconómica das ervas marinhas, associado aos esforços incansáveis dos gestores das zonas costeiras e dos decisores políticos. Infelizmente, à medida que o nosso entendimento aumenta, também aumentam os fatores de tensão que têm resultado num padrão de declínio à escala global. É, por conseguinte, necessário reforçar a consciencialização deste recurso e delinear as medidas necessárias para proteger este habitat essencial no futuro.

O presente relatório de síntese global consolida as bases lançadas por inúmeras pessoas em todo o mundo, que dedicam o seu tempo, energia e recursos ao conhecimento destes habitats extraordinários. A Associação Mundial das Ervas Marinhas foi criada em 2000 por um grupo de 11 destas pessoas, de 7 países

diferentes, com o objetivo de sensibilizar para a importância das ervas marinhas, promover ações de formação e o intercâmbio de informações, recolher e disponibilizar informações de gestão facilmente acessíveis para a conservação dos habitats de ervas marinhas e prestar apoio político à sustentabilidade, biodiversidade e resiliência do ambiente marinho. Desde então, a AMEM tem vindo a alargar-se, incluindo membros de mais de 20 países, promovido o intercâmbio científico através da série de Seminários Internacionais em Biologia das Ervas Marinhas, contribuído para o desenvolvimento do primeiro Atlas Global das Ervas Marinhas e liderado um esforço para desenvolver um "Dia Mundial das Ervas Marinhas" informal, com o intuito de intensificar a consciencialização global para estes importantes ecossistemas. A Associação Mundial das Ervas Marinhas espera que o presente relatório reforce ainda mais a visibilidade destes recursos subvalorizados e indique um caminho a seguir para a sua conservação e gestão de base científica.

Na qualidade de presidente da AMEM, cumpre-me subscrever este relatório de síntese global, prevendo com entusiasmo os efeitos positivos de uma maior atenção global às ervas marinhas.



Dra. Jessie Jarvis

Presidente da Associação Mundial das Ervas Marinhas



Resumo para os formuladores de políticas

As ervas marinhas são plantas marinhas produtoras de flor presentes em águas pouco profundas em muitas regiões do mundo, desde os trópicos ao Círculo Ártico. Existem em 159 países em seis continentes, abrangendo mais de 300 000 km², o que as torna num dos habitats costeiros mais disseminados da Terra. As ervas marinhas formam extensas pradarias subaquáticas, criando habitats complexos, altamente produtivos e biologicamente ricos. As ervas marinhas desempenham igualmente um papel importante na prestação de uma abundância de serviços ecossistémicos de elevado valor, que contribuem substancialmente para a saúde dos ecossistemas mundiais, para o bem-estar humano e para a segurança das comunidades costeiras.

As pradarias de ervas marinhas revestem-se de uma importância fundamental para a produção pesqueira mundial, proporcionando um valioso habitat de reprodução para mais de um quinto das 25 maiores zonas de pesca do mundo, bem como abrigo e alimento para milhares de espécies, incluindo peixes, moluscos e espécies em extinção, ameaçadas e carismáticas, como os dugongos, os cavalos-marinhos e as tartarugas-marinhas. As ervas marinhas podem melhorar a qualidade da água, através da filtragem, ciclagem e acumulação de nutrientes e poluentes e podem reduzir a incidência de bactérias marinhas patogénicas, o que não só protege diretamente os seres humanos, como também reduz as doenças dos corais e a contaminação dos produtos do mar. Além disso, as ervas marinhas oferecem benefícios culturais em todo o mundo, apoiando oportunidades turísticas e recreativas.

Sendo uma componente essencial dos esforços de atenuação e adaptação às alterações climáticas, as ervas marinhas proporcionam soluções baseadas na natureza para combater os impactos das mesmas. Apesar de cobrirem apenas 0,1% do fundo marinho, estas pradarias constituem sumidouros de carbono altamente eficientes, armazenando até 18% do carbono oceânico do mundo. As ervas marinhas podem ainda atenuar a acidificação dos oceanos, contribuindo assim para a resiliência dos ecossistemas e das espécies mais vulneráveis, como os recifes de corais, e funcionar como a primeira linha de defesa ao longo das costas, reduzindo a energia das ondas e protegendo as pessoas contra o risco crescente de inundações e tempestades.

No entanto, as ervas marinhas têm vindo a decrescer a nível global desde a década de 1930, sendo que o mais recente censo estimou que se está a perder anualmente 7% deste habitat marinho fundamental em todo o mundo, o que equivale à perda de um campo de futebol de ervas marinhas de 30 em 30 minutos. Somente 26% das pradarias de ervas marinhas registadas se inscrevem nas zonas marinhas protegidas (ZMP), comparados com 40% dos recifes de corais e 43% dos mangais. As ameaças suscetíveis de ter o maior impacto nas ervas marinhas incluem os efluentes agrícolas e industriais, o desenvolvimento costeiro e as alterações climáticas. As atividades pesqueiras não regulamentadas, a ancoragem, o calcamento e a dragagem

constituem também grandes ameaças. Contudo, apesar de uma tendência global para a perda de ervas marinhas, existem motivos de otimismo, dado que algumas zonas têm revelado um declínio decrescente ou uma recuperação substancial das ervas marinhas. Estas recuperações podem muitas vezes atribuir-se a intervenções humanas que reduzem o efeito de fatores de tensão de origem humana.

O reconhecimento crescente da importância dos ecossistemas de ervas marinhas para a biodiversidade e para o bem-estar humano pode impulsionar os esforços mundiais de conservação, de melhor gestão e de restauração destes ecossistemas. A garantia de um futuro sustentável para as ervas marinhas pode ajudar os países a alcançar diversos objetivos económicos, sociais e nutricionais, em conformidade com políticas aplicadas aos níveis nacional, regional ou global e com o apoio destas. Os benefícios de conservar e recuperar as pradarias de ervas marinhas podem igualmente ajudar os países a alcançar 26 metas e indicadores associados a 10 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). As ervas marinhas são críticas para a vida subaquática, mas também trazem benefícios abrangentes para as pessoas em terra. Dada a capacidade de armazenagem e sequestro de carbono dos ecossistemas de ervas marinhas, a sua inclusão nos contributos determinados a nível nacional (CDN) pode ajudar os países a alcançar as respetivas metas no âmbito do Acordo de Paris e da Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (CQNUAC). A inclusão dos sistemas de ervas marinhas no quadro global da biodiversidade pós-2020 e na Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) é igualmente importante para proteger a integridade dos ecossistemas marinhos e da biodiversidade. A recuperação das ervas marinhas abre ainda oportunidades para os países concretizarem compromissos a assumir para com a próxima Década das Nações Unidas para a Restauração dos Ecossistemas.

O presente relatório de síntese global destaca o conjunto de valores únicos proporcionados pelas ervas marinhas às pessoas de todo o mundo. Procura apresentar uma síntese de base científica dos inúmeros serviços associados às ervas marinhas e dos riscos conexos de perdê-las na era das alterações climáticas, assim como da perda e degradação globais de habitats que se verificam em todo o mundo. O presente relatório apresenta opções de gestão e políticas aos níveis local, regional e global destinadas a partilhar melhores práticas e a prevenir perdas futuras. Realça ainda as oportunidades que medidas de conservação efetivas e esforços de gestão sustentável e restauração eficaz dos ecossistemas de ervas marinhas podem oferecer aos governos para que concretizem os seus compromissos, metas e objetivos internacionais em matéria de política ambiental. Espera-se que este relatório suscite um acréscimo de interesse pelas ervas marinhas por parte dos formuladores de políticas e que contribua para garantir um futuro sustentável para estes ecossistemas essenciais, mas subvalorizados.

Principais mensagens e constatações

→ **As ervas marinhas representam um dos habitats costeiros mais disseminados do planeta.** As ervas marinhas estão presentes em águas pouco profundas em todo o mundo, desde latitudes subárticas a tropicais, e existem em 159 países em seis continentes. Foram inventariados cerca de 300 000 km² de ervas marinhas em todo o planeta, mas as estimativas atuais sugerem que a cobertura real poderá ser muitas vezes superior.

→ **As ervas marinhas proporcionam um conjunto de benefícios ambientais, económicos e sociais aos seres humanos, o que as torna num dos ecossistemas costeiros e marinhos mais valiosos do planeta.** As ervas marinhas têm uma função global importante no apoio à segurança alimentar, na atenuação das alterações climáticas, no enriquecimento da biodiversidade, na purificação da água, na proteção dos litorais e no controlo de doenças. A integridade e prestação de serviços pelas pradarias de ervas marinhas são otimizadas graças à sua proximidade e interligação com outros ecossistemas costeiros, como as terras banhadas pelas marés, os recifes de corais, as florestas de mangais e algas e os bancos de ostras e mexilhões. A manutenção destes serviços é essencial para apoiar o bem-estar humano e promover o desenvolvimento futuro.

→ **As pradarias de ervas marinhas estão ameaçadas globalmente por fatores de tensão naturais e antropogénicos.** Desde o final do século XIX, perdeu-se quase 30% da área mundial de ervas marinhas e, pelo menos, 22 das 72 espécies de ervas marinhas do mundo encontram-se em declínio. As principais ameaças incluem os efluentes urbanos, industriais e agrícolas, o desenvolvimento costeiro, a dragagem, as atividades pesqueiras e náuticas não regulamentadas

e as alterações climáticas. As perdas globais de cobertura de ervas marinhas têm repercussões significativas para os seres humanos devido aos inúmeros serviços ecossistémicos que prestam. A conservação, reabilitação e restauração das ervas marinhas podem inverter os padrões de declínio destas espécies e reconstruir serviços ecossistémicos perdidos.

→ **Verifica-se uma necessidade urgente de desenvolver e aplicar opções integradas de políticas e gestão que reconheçam os diversos benefícios dos ecossistemas de ervas marinhas.** A conservação e restauração das ervas marinhas podem ajudar os países a cumprir múltiplos compromissos internacionais, contribuindo direta ou indiretamente para o alcance de 26 metas dos ODS, além de outros objetivos de política internacional, designadamente, as Metas de Biodiversidade de Aichi, o Acordo de Paris, a Década das Nações Unidas para a Restauração dos Ecossistemas, a Década das Nações Unidas da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável, a Convenção de Ramsar sobre as Zonas Húmidas e o Quadro de Ação de Sendai para a Redução do Risco de Catástrofes.

→ **Existem várias práticas regionais, nacionais e locais que têm resultado em benefícios comprovados para os ecossistemas de ervas marinhas.** A proteção dos ecossistemas de ervas marinhas pode ser realizada tendo em conta as múltiplas pressões e os impactos acumulados das atividades terrestres e marinhas. Os quadros de gestão requerem abordagens transectoriais e a integração entre jurisdições, em consonância com o avanço global no sentido de economias marítimas holísticas, inclusivas e sustentáveis.

→ **A ciência cidadã pode ser utilizada para aumentar a influência sobre as políticas e a sua eficácia, fortalecendo assim a conservação das ervas marinhas.** Os cientistas cidadãos podem ajudar a gerar dados científicos com vista à conservação, implementar a recuperação, dar contributos e envolver-se na gestão e na formulação de políticas no domínio do ambiente e dos recursos naturais. O envolvimento das comunidades locais na gestão conjunta dos ecossistemas de ervas marinhas ou das zonas protegidas associadas pode ajudar a criar iniciativas coerentes e mais eficazes.

→ **É possível aceder a diversos fundos públicos e privados para a conservação e recuperação das ervas marinhas, sendo provável que uma abordagem mista seja a mais eficaz.** Atualmente, os pagamentos para projetos de serviços ecossistémicos (PSE) são raros no caso dos ecossistemas de ervas marinhas, embora existam múltiplas opções para o seu desenvolvimento e constituam um promissor caminho a seguir. A inclusão da gestão, conservação e restauração das ervas marinhas deve constituir uma componente crítica das estratégias futuras da economia azul sustentável.



Medidas recomendadas

1 Apoiar o desenvolvimento de um grupo de especialistas em políticas em matéria de ervas marinhas a fim de analisar mais profundamente a eficácia atual das políticas relativas às ervas marinhas e apresentar recomendações à comunidade internacional.

2 Desenvolver um mapa global abrangente da distribuição e da saúde das ervas marinhas. Consolidar e coordenar esforços para colmatar as lacunas atualmente existentes nos conjuntos de dados globais sobre a extensão e a distribuição de ervas marinhas, reforçando as redes existentes de vigilância das ervas marinhas no local, explorando novas oportunidades de teledeteção e investindo na gestão de dados para a manutenção de longo prazo de uma base de dados global.

3 Investir numa melhor compreensão e quantificação do valor dos bens e serviços do ecossistema de ervas marinhas. Investir na compreensão e quantificação dos serviços ecossistémicos associados a diferentes espécies de ervas marinhas, dando prioridade a biorregiões sub-representadas, como as costas da América do Sul, do Sudeste Asiático e da África Ocidental.

4 Sensibilizar para a importância económica e social das ervas marinhas, bem como para as consequências da sua perda, e comunicar esta mensagem. Abordar o “défice de carisma” dos ecossistemas de ervas marinhas, informando melhor o público sobre os bens e serviços que as ervas marinhas oferecem à humanidade.

5 Desenvolver planos de ação nacionais sobre os ecossistemas de ervas marinhas. Os planos de ação devem estar associados a vários compromissos internacionais e contribuir para cumpri-los. Devem igualmente ser bem integrados e reconhecer a ligação aos ecossistemas vizinhos, como os recifes de corais, os mangais, as florestas de algas, os sapais ou os bancos de moluscos, consoante o caso.

6 Integrar as ervas marinhas no planeamento e implementação do quadro de biodiversidade global pós-2020. Um resultado positivo para as ervas marinhas e para as regiões costeiras em geral da Conferência das Partes (COP) da Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) de 2020 consistiria em metas específicas, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e limitadas no tempo para os ecossistemas de ervas marinhas em todo o mundo.

7 Incluir medidas sobre os ecossistemas de ervas marinhas nos planos da Década das Nações Unidas para a Restauração dos Ecossistemas e da Década das Nações Unidas da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável. Desenvolver metas para

restaurar ecossistemas de ervas marinhas e investir na ciência e vigilância das ervas marinhas no que diz respeito à segurança alimentar, à redução do risco de catástrofes, à adaptação às alterações climáticas e à sua atenuação.

8 Reconhecer o valor das ervas marinhas nos CDN como uma componente essencial da adaptação e atenuação das alterações climáticas. Incluir os ecossistemas de ervas marinhas nos inventários nacionais dos gases com efeito de estufa, nos relatórios de nível do Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (PIAC) e nos relatórios sobre as CDN relevantes.

9 Reconhecer o valor da proteção das ervas marinhas para os ODS, para a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e para outras metas políticas internacionais. Desenvolver indicadores sobre as ervas marinhas no âmbito dos sistemas de vigilância, com base em métodos de deteção tanto no local como remotos, incluindo estes no contexto dos ODS, do Acordo de Paris, do CDB e do Quadro de Ação de Sendai.

10 Aumentar o financiamento nacional, bilateral e multilateral de medidas abrangentes necessárias para conservar e gerir de forma sustentável os ecossistemas de ervas marinhas. Identificar oportunidades de financiamento específico no âmbito de fundos ambientais multilaterais. Explorar o potencial para desenvolver um fundo global para a conservação, restauração e desenvolvimento de capacidades no domínio das ervas marinhas.

11 Envolver as partes interessadas a todos os níveis e estimular parcerias para facilitar a integração da conservação das ervas marinhas nas fases de planeamento e execução. O papel e o conhecimento das comunidades locais e indígenas são fundamentais para a eficácia a longo prazo e a sustentabilidade das intervenções.

12 Designar mais ZMP ou áreas marinhas geridas localmente (AMGL) que incluam ou se concentrem em medidas de gestão dos ecossistemas de ervas marinhas. Sendo que apenas 26% das ervas marinhas conhecidas ocorrem em zonas protegidas, trata-se de uma medida crítica na prevenção da perda de ervas marinhas e na manutenção dos serviços ecossistémicos que prestam à humanidade.

13 Estimular a conservação e a restauração das ervas marinhas disponibilizando mecanismos e incentivos financeiros. Promover incentivos económicos ou integrar as ervas marinhas nos PSE existentes como fonte de rendimento local proveniente de atividades de proteção e restauração. Desenvolver metodologias e orientações para que as ervas marinhas entrem no mercado de carbono.

Introdução

As ervas marinhas são uma componente da paisagem marinha frequentemente negligenciada, mas vital. Embora tenham sido descritas como os “pulmões” e os “engenheiros do ecossistema” do mar, os seus contributos para a saúde planetária e para o bem-estar humano não são tão conhecidos como os de outros ecossistemas marinhos, como os recifes de corais e os mangais. Para superar este “défice de carisma” (Unsworth et al., 2019), o presente relatório sintetiza o conhecimento atual sobre os ecossistemas de ervas marinhas, destaca os inúmeros valores que conferem às pessoas e apresenta recomendações de políticas que reconheçam plenamente tais valores.

As ervas marinhas, os recifes de corais e os mangais estão frequentemente interligados e são interdependentes, apoiando as comunidades costeiras em todo o mundo. Existem mais de 70 espécies de ervas marinhas em todo o mundo (Short et al., 2011), presentes em 159 países em seis continentes, abrangendo potencialmente mais de 300 000 km² (ver a figura 1), sendo que mais de mil milhões de pessoas vivem num raio de 100 km de uma pradaria de ervas marinhas (Small e Nicholls, 2003). O compósito da área global de ervas marinhas compilado até à data foi estimado em 160 387 km² em 103 países/territórios com um nível de confiança moderado a alto, com 106 175 km² adicionais noutros 33 países compilados com um nível baixo de confiança (McKenzie et al., 2020).

Os múltiplos benefícios que as ervas marinhas proporcionam contribuem para o bem-estar das comunidades, quer através da segurança alimentar decorrente da produção piscícola,

quer da melhoria da qualidade da água filtrada pelas ervas marinhas, da proteção das costas contra erosão, tempestades e inundações ou do sequestro e armazenamento de carbono. As ervas marinhas sustentam cerca de 20% das maiores zonas de pesca do mundo (Unsworth et al., 2018), que só no Mediterrâneo têm um valor total de pelo menos 200 milhões de EUR anuais (Jackson et al., 2015), estando a perda de habitat das ervas marinhas associada a rápidos declínios das unidades populacionais de peixes (McArthur e Boland, 2006). As ervas marinhas reduzem em 50% a incidência de bactérias marinhas patogénicas na água do mar (Lamb et al., 2017) e reduzem a energia das ondas que atingem a costa em cerca de 40%, diminuindo os danos nos litorais (Fonseca e Cahalan 1992). Podem crescer 30 mm por ano mais do que as zonas sem vegetação, ajudando as comunidades a adaptar-se à subida do nível do mar (Potouroglou et al., 2017). Os ecossistemas de ervas marinhas são importantes para a atenuação das alterações climáticas, sendo que as emissões da degradação global das ervas marinhas atingem potencialmente 0,65 GtCO₂ por ano (Hoegh-Guldberg et al., 2018), o que equivale aproximadamente às emissões anuais do setor global dos transportes marítimos. As ervas marinhas são ainda utilizadas num vasto conjunto de bens e serviços, desde os produtos farmacêuticos aos materiais e géneros alimentícios, como o saqué japonês. Esta versatilidade sustenta as economias locais, proporcionando também benefícios regionais e globais e soluções baseadas na natureza. O presente relatório salienta os inúmeros benefícios da proteção e recuperação das ervas marinhas para a comunidade internacional.





© Benjamin Jones, Project Seagrass



© Dimitris Poursanidis, Foundation for Research and Technology – Hellas

Infelizmente, as ervas marinhas contam-se entre os ecossistemas costeiros menos protegidos (Centro Mundial de Vigilância da Conservação do Programa das Nações Unidas para o Ambiente [PNUA-CMVC] e Short, 2018; Programa das Nações Unidas para o Ambiente [PNUA] e União Internacional para a Conservação da Natureza [UICN], 2019) e enfrentam muitas vezes pressões acumuladas do desenvolvimento costeiro, do escoamento de nutrientes e das alterações climáticas. Somente 26% das pradarias de ervas marinhas registadas se inscrevem nas zonas marinhas protegidas (ZMP), comparados com 40% dos recifes de corais e 43% dos mangais. A maior parte das ervas marinhas não está abrangida por planos de gestão nem protegida contra impactos antropogénicos. Os indicadores mais atuais indicam que quase 50% das zonas húmidas litorais se perderam nos últimos 100 anos, estando mais 20% a 90% das zonas húmidas litorais em risco de se perder até 2100 (Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas [PIAC], 2019). Só as pradarias de ervas marinhas diminuíram mais de 10% por década entre 1970 e 2000 (Plataforma Intergovernamental Científica e Política sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistémicos [ISPBS], 2019), sendo que as projeções atuais apontam para que a distribuição das ervas marinhas se deslocará para os polos nas próximas décadas em resposta às alterações climáticas (PIAC, 2019).

Dada a importância das ervas marinhas para as comunidades de todo o mundo, verifica-se uma necessidade urgente de combater estes importantes fatores cumulativos da degradação das ervas marinhas, através de políticas integradas e de medidas de gestão transeitoriais, que reflitam dependências na interface terra-mar. Como este relatório demonstra, a aplicação de uma gestão, conservação e restauração eficazes dos ecossistemas de ervas marinhas pode ajudar os países a alcançar múltiplos objetivos económicos, sociais e nutricionais, em conformidade com os seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nacionais. Os benefícios de conservar e recuperar as pradarias de ervas marinhas podem ajudar os países a alcançar 26 metas e indicadores associados a 10 ODS, incluindo os ODS 1, 2, 5, 6, 8, 11, 12, 13, 14 e 17. As ervas marinhas são críticas para a vida subaquática, mas também trazem benefícios enormes para as pessoas em terra. Dado o potencial de armazenagem e sequestro

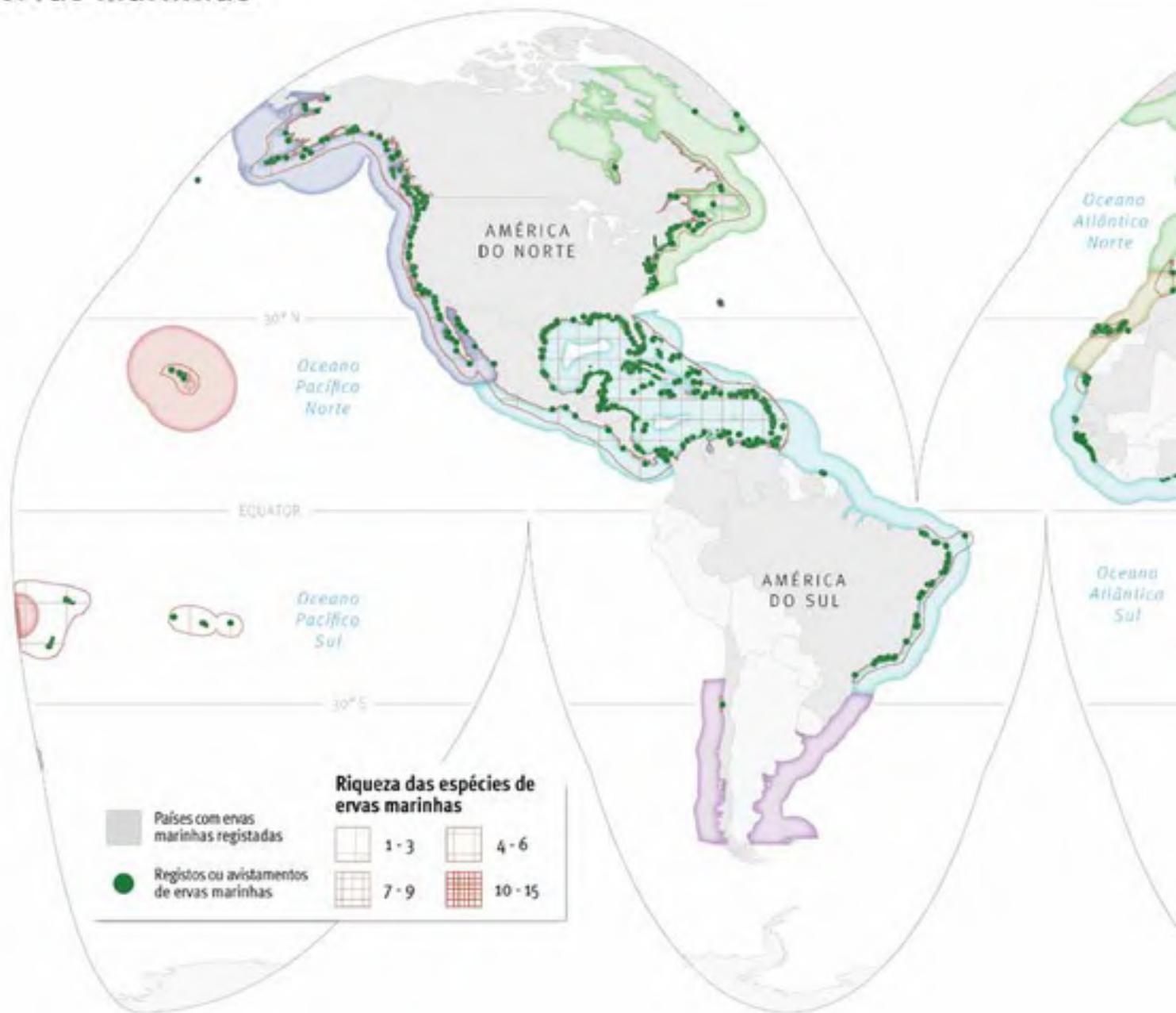
de carbono dos ecossistemas de ervas marinhas, a sua inclusão nos contributos determinados a nível nacional (CDN) pode ajudar os países a alcançar as respetivas metas no âmbito do Acordo de Paris e da Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (CQNUAC). A inclusão dos sistemas de ervas marinhas no quadro global da biodiversidade pós-2020 e na Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) é importante para proteger a integridade dos ecossistemas marinhos e a biodiversidade. A recuperação das ervas marinhas abre ainda oportunidades para os países concretizarem compromissos a assumir para com a próxima Década das Nações Unidas para a Restauração dos Ecossistemas. O presente relatório realça ainda as oportunidades que a gestão, conservação e recuperação dos ecossistemas de ervas marinhas oferecem aos governos para que concretizem as suas metas e objetivos internacionais em matéria de política ambiental.

Por último, o financiamento da conservação e restauração das ervas marinhas constitui um obstáculo importante à gestão sustentável dos ecossistemas de ervas marinhas, à execução de políticas e ao acompanhamento do progresso no sentido de objetivos políticos e de gestão. O presente relatório explora as diversas opções existentes de financiamento privado, público e de pagamentos para os serviços ecossistémicos (PSE), apresentando um conjunto de estudos de casos de todo o mundo. Além disso, a gestão sustentável dos ecossistemas de ervas marinhas é uma componente crítica das “economias azuis” sustentáveis, uma vez que os serviços prestados por estes ecossistemas estão na base de diversas atividades económicas e fontes de receitas. A inclusão da gestão, conservação e restauração das ervas marinhas deve constituir uma componente crítica das estratégias para uma economia azul sustentável no futuro.

Este é o primeiro relatório das Nações Unidas de natureza global sobre a importância dos ecossistemas de ervas marinhas para o ambiente e para as pessoas; espera-se que ajude a sensibilizar para a importância, mas também para a vulnerabilidade, deste ecossistema marinho crítico, mas frequentemente subvalorizado.

FIGURA 1

Mapa global da distribuição, riqueza das espécies e biorregiões de ervas marinhas



Fontes: Short, F.T. et al. (2007); Centro Mundial de Vigilância da Conservação do Programa das Nações Unidas para o Ambiente (PNUMA-CMVC) e Short, F.T. (2018).

Países e áreas com ervas marinhas registadas:

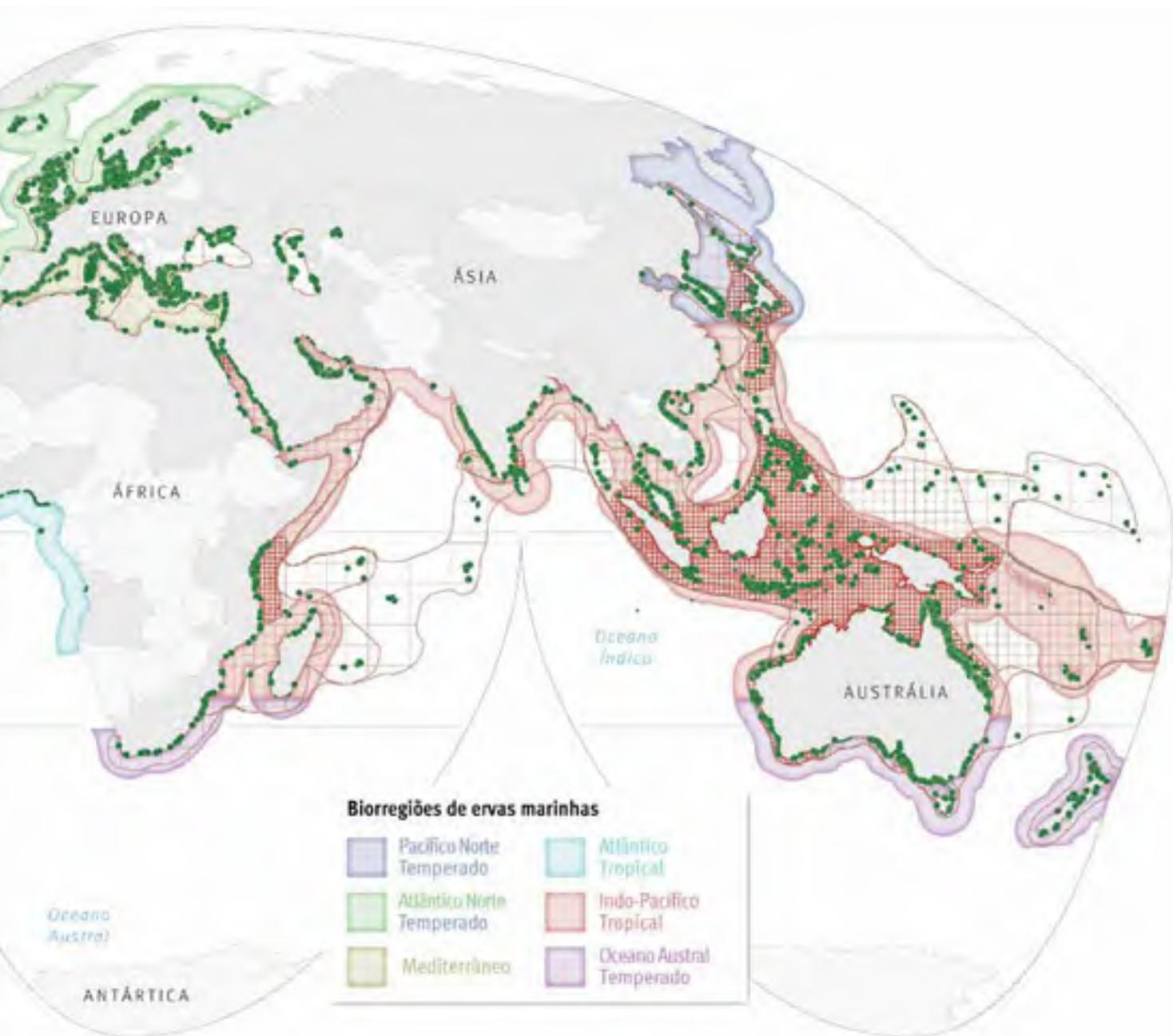
AMÉRICA DO NORTE: Canadá, Estados Unidos.

AMÉRICA DO SUL: Brasil, Chile, Colômbia, Suriname, Venezuela.

AMÉRICA CENTRAL E CARAÍBAS: Anguila, Antígua e Barbuda, Aruba, Baamas, Barbados, Belize, Bermudas, Costa Rica, Cuba, Domínica, Granada, Guadalupe, Guatemala, Haiti, Honduras, Ilhas Caimão, Ilhas Turcas e Caicos, Ilhas Virgens Britânicas, Ilhas Virgens dos Estados Unidos, Jamaica, México,

Monserate, Nicarágua, Panamá, República Dominicana, São Bartolomeu, São Cristóvão e Névis, Santa Lúcia, São Martinho, São Vicente e Granadinas, Trindade e Tobago.

EUROPA: Albânia, Alemanha, Croácia, Chipre, Dinamarca, Eslovênia, Espanha, Estónia, Finlândia, França, Grécia, Gronelândia, Guernsey, Ilha de Man, Islândia, Irlanda, Itália, Jersey, Lituânia, Malta, Mónaco, Montenegro, Noruega, Países Baixos, Polónia, Portugal, Reino Unido, Romênia, Suécia, Ucrânia.



Mapa elaborado por Levi Westerveld/GRID-Arendal (2019).
 Projeção: Grde Hemisfério

ÁFRICA: África do Sul, Angola, Argélia, Benim, Comores, Egito, Eritreia, Gana, Guiné, Guiné-Bissau, Líbia, Madagáscar, Maurítânia, Maurícia, Maiote, Marrocos, Moçambique, Nigéria, Quênia, Reunião, São Tomé e Príncipe, Seicheles, Senegal, Serra Leoa, Somália, Sudão, Tanzânia, Terras Austrais e Antárticas Francesas, Togo, Tunísia.

ÁSIA: Arábia Saudita, Azerbaijão, Barém, Bangladesh, Birmânia, Camboja, Catar, Cazaquistão, China, Coreia do Norte, Coreia do Sul, Emirados Árabes Unidos, Filipinas, Hong Kong, Iémen, Ilha do

Natal, Ilhas Cocos, Índia, Indonésia, Irão, Iraque, Israel, Japão, Jordânia, Kuwait, Líbano, Malásia, Maldivas, Omã, Palau, Papua Nova Guiné, Rússia, Singapura, Sri Lanka, Síria, Taiwan, Tailândia, Território Britânico do Oceano Índico, Turquia, Turquestão, Vietname.

OCEÂNIA: Austrália, Fiji, Guão, Ilha Norfolk, Ilhas Marianas do Norte, Ilhas Marshall, Ilhas Salomão, Martinica, Micronésia, Nova Caledónia, Nova Zelândia, Polinésia Francesa, Quiribati, Samoa, Samoa Americana, Timor Leste, Tonga, Vanuatu.



PARTE 1

PROVAS CIENTÍFICAS

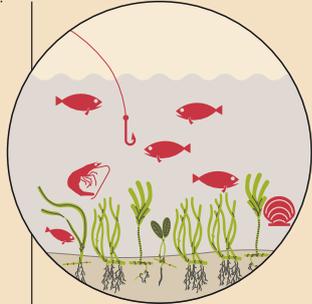


FIGURA 2

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DAS ERVAS MARINHAS

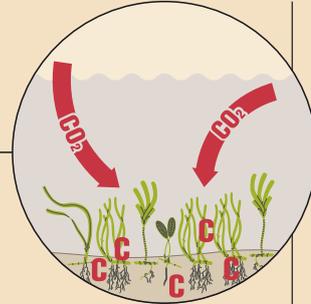
PESCAS

AS ERVAS MARINHAS APOIAM AS ZONAS DE PESCA GLOBAIS E PROPORCIONAM HABITATS DE REPRODUÇÃO PARA ESPÉCIES DE PEIXES, BIVALVES E CRUSTÁCEOS DE INTERESSE COMERCIAL.



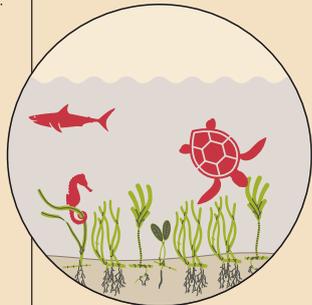
REGULAÇÃO DO CLIMA

AS PRADARIAS DE ERVAS MARINHAS ARMAZENAM GRANDES QUANTIDADES DE CARBONO NA BIOMASSA E NO SEDIMENTO EM BAIXO, AJUDANDO A ATENUAR AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS.



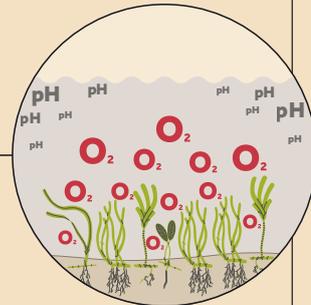
BIODIVERSIDADE

AS PRADARIAS DE ERVAS MARINHAS SÃO PONTOS CRÍTICOS DE BIODIVERSIDADE MARINHA, INCLUINDO ESPÉCIES PROTEGIDAS E CARISMÁTICAS, COMO OS DUGONGOS, AS TARTARUGAS-MARINHAS, OS TUBARÕES E OS



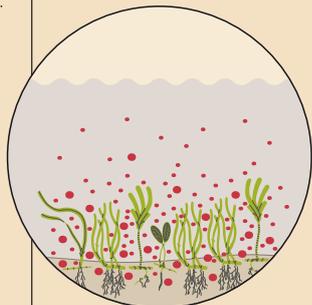
ATENUADOR DA ACIDIFICAÇÃO DO OCEANO

AS PRADARIAS DE ERVAS MARINHAS REGULAM A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA ÁGUA DO MAR LIBERTANDO OXIGÊNIO E ELIMINANDO DIÓXIDO DE CARBONO DURANTE O DIA, OXIGENANDO A ÁGUA E ATENUANDO A ACIDIFICAÇÃO DO OCEANO.



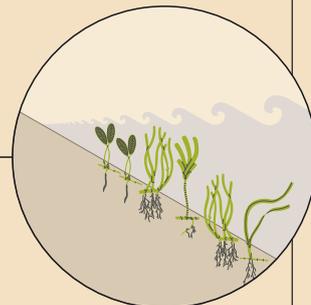
FILTRAGEM DA ÁGUA

AS ERVAS MARINHAS SÃO FILTROS NATURAIS QUE CAPTURAM DA ÁGUA OS SEDIMENTOS E OS NUTRIENTES EM EXCESSO.



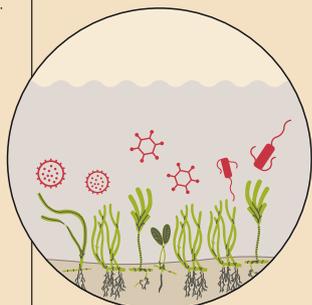
PROTEÇÃO COSTEIRA

AS ERVAS MARINHAS EVITAM A EROSIÃO COSTEIRA E PROTEGEM CONTRA INUNDAÇÕES E MARÉS DE TEMPESTADE.



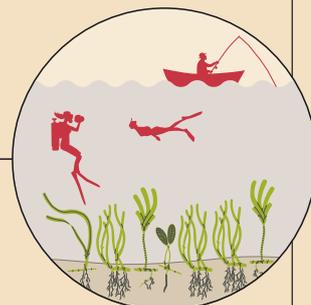
CONTROLE DE DOENÇAS

AS ERVAS MARINHAS CONTROLAM AS DOENÇAS HUMANAS, DOS PEIXES E DOS CORAIS REDUZINDO A EXPOSIÇÃO A PATÓGENOS.



TURISMO

AS PRADARIAS DE ERVAS MARINHAS PRESTAM VÁRIOS SERVIÇOS CULTURAIS, COMO A PRESERVAÇÃO DE UM SENTIDO DE IDENTIDADE DAS COMUNIDADES LOCAIS E OPORTUNIDADES PARA ATIVIDADES DE LAZER (POR EXEMPLO, ORNITOLOGIA, MERGULHO, PESCA).



Fonte: GRID-Arendal (2020).

SERVIÇOS ECOSSISTÉMICOS DAS ERVAS MARINHAS: AVALIAÇÃO E ESCALA DOS BENEFÍCIOS

Carmen B. de los Santos, Abbi Scott, Ariane Arias-Ortiz, Benjamin Jones, Hilary Kennedy, Inés Mazarrasa, Len McKenzie, Lina Mtwana Nordlund, Maricela de la Torre-Castro, Richard K.F. Unsworth, Rohani Ambo-Rappe

As instituições em que os autores estão afiliados são indicadas na página 4

Os ecossistemas de ervas marinhas prestam uma grande variedade de serviços que apoiam o bem-estar humano em todo o mundo (Barbier et al., 2011). Estima-se que mais de mil milhões de pessoas vivam num raio de 100 km de uma costa com pradarias de ervas marinhas, beneficiando, assim, potencialmente dos seus serviços de provisionamento, de regulação e culturais. As ervas marinhas desempenham um papel global significativo no apoio à segurança alimentar, na atenuação das alterações climáticas, no enriquecimento da biodiversidade, na purificação da água, na proteção dos litorais e no controlo de doenças (figura 2). A integridade e a prestação de serviços pelas pradarias de ervas marinhas são otimizadas graças à sua proximidade e interligação com outros ecossistemas costeiros, como as terras banhadas pelas marés, os recifes de corais, as florestas de mangais e algas e os bancos de ostras e mexilhões. A manutenção e regulamentação destes serviços é, por conseguinte, essencial para apoiar o bem-estar humano e promover o desenvolvimento futuro.

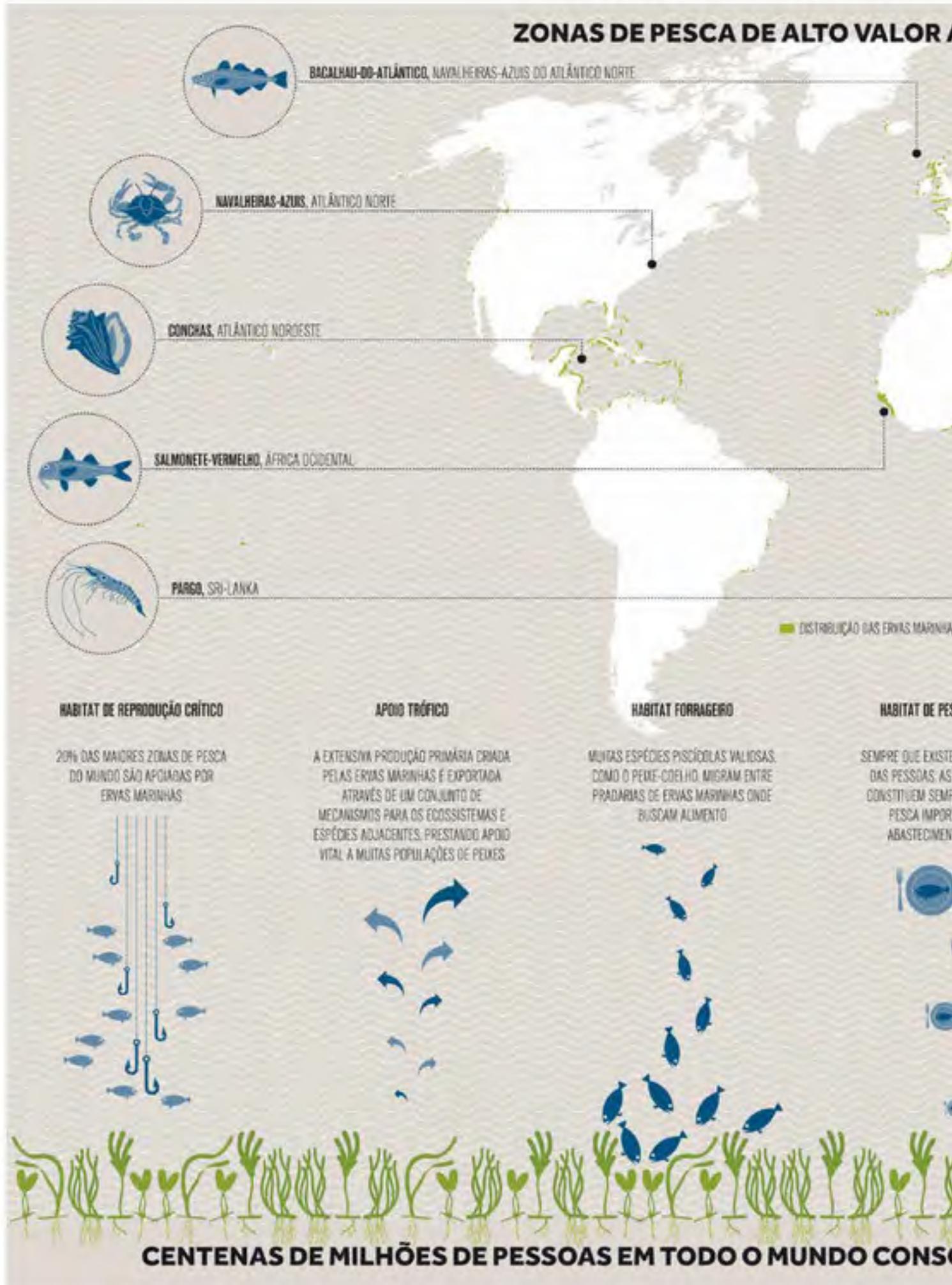
As ervas daninhas apoiam a produção pesqueira mundial

As pradarias de ervas marinhas têm uma importância fundamental para a produção pesqueira mundial de vertebrados e invertebrados sob várias formas (Nordlund et al., 2018; Unsworth et al., 2019) (figura 3). As pradarias de ervas marinhas proporcionam um valioso habitat de reprodução para mais de um quinto das 25 maiores zonas de pesca do mundo, incluindo o escamudo-do-alasca, a espécie mais desembarcada do planeta (Unsworth et al., 2019). Os juvenis de espécies de alto valor, como o bacalhau-do-atlântico, têm melhorado a sua taxa de crescimento e sobrevivência quando vivem nas ervas marinhas e escolhem intencionalmente este habitat (Lilley e Unsworth, 2014). As zonas de pesca nas ervas marinhas a nível mundial têm valor comercial, recreativo e de subsistência, visando tudo o que possa ser consumido, vendido ou utilizado como isco em todo o mundo. Nos casos em que se situam em estreita proximidade das comunidades, as pradarias de ervas marinhas constituem muitas vezes um habitat de pesca para o abastecimento alimentar local (Nordlund et al., 2018). A apanha de invertebrados que ocorre nas pradarias de ervas marinhas é considerada como uma atividade pesqueira acessível, sobretudo devido ao seu ambiente de águas pouco

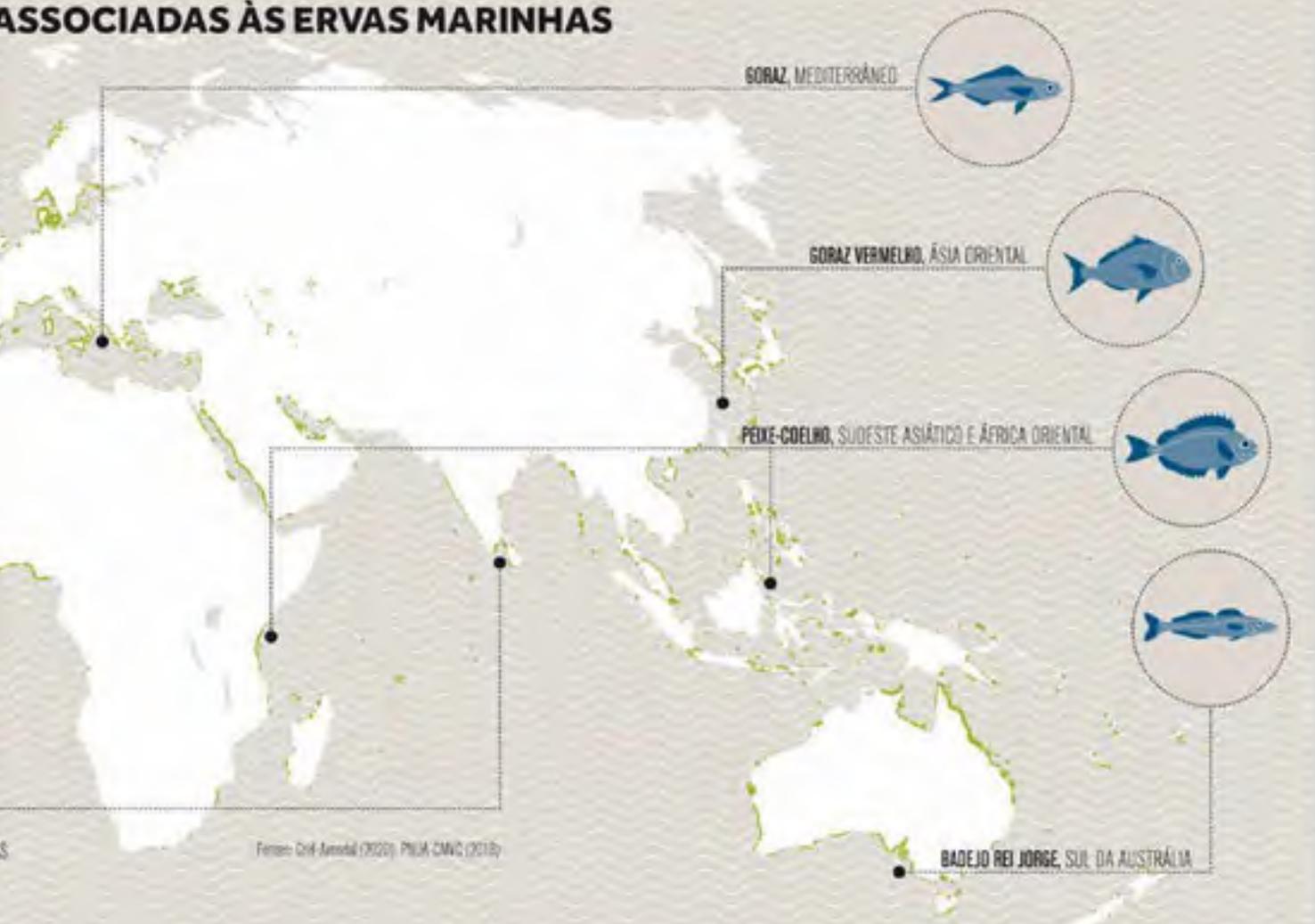
profundas próximas da costa e à facilidade de apanha desta fauna (Unsworth et al., 2019). Em muitas zonas da região indo-pacífica, esta atividade de apanha é vital para manter as necessidades diárias de proteínas e para aliviar a pobreza (Unsworth et al., 2014). Em muitos casos, os beneficiários das zonas de pesca apoiadas pelas pradarias de ervas marinhas não partilham os mesmos locais. As ervas marinhas proporcionam benefícios “extralocais” a pessoas que não vivem nas proximidades das pradarias de ervas marinhas ou mesmo em zonas costeiras, como é o caso do bacalhau-do-atlântico (ver o estudo de caso 1). As ervas marinhas também desempenham um conjunto de funções indiretas no aumento da pesca, proporcionando, designadamente, um subsídio trófico para a pesca de alto mar ou em águas mais profundas ou filtrando o escoamento terrestre.

No contexto de um ambiente global em evolução, em que muitos habitats marinhos, como os recifes de corais, estão cada vez mais degradados, a necessidade de os pescadores compensarem esta perda de habitat piscícola, explorando diferentes habitats e locais, é suscetível de aumentar. Sendo um habitat potencialmente menos vulnerável às alterações climáticas, muitas pradarias de ervas marinhas tornar-se-ão provavelmente extremamente apetecíveis pelos seus agrupamentos de peixes, colocando em dúvida a sua sustentabilidade (Unsworth et al., 2019). Embora haja um reconhecimento generalizado de que as ervas marinhas apoiam a pesca, há poucos exemplos documentados das consequências da perda de ervas marinhas nas zonas de pesca associadas. Em muitas áreas (no Reino Unido, por exemplo), verificou-se uma perda extensiva de ervas marinhas não abarcada pelos registos históricos recentes, em que a perda foi eclipsada pela sobreexploração massiva das zonas de pesca. Esta “variação da linha de base” teve como resultado o reconhecimento deficiente do papel do habitat no apoio à pesca, causando uma discrepância entre a biodiversidade e a conservação do habitat na paisagem marítima costeira e a gestão das pescas (Sundblad et al., 2013). São necessários novos métodos e bases de dados globais sobre as tendências dos habitats e a sua utilização pelas espécies piscícolas para atribuir corretamente as causas do declínio das pescas (Brown et al., 2018). É crucial olhar para além dos modelos de produção de unidades populacionais e considerar o papel do habitat na produção piscícola por forma a melhorar a exploração sustentável das unidades populacionais de peixes.

FIGURA 3



ASSOCIADAS ÀS ERVAS MARINHAS



ESPECÍFICO

EM NA PROXIMIDADE
ERVAS MARINHAS
RE UM HABITAT DE
TANTE PARA O
TO ALIMENTAR

PATÓGENOS REDUZIDOS NAS POPULAÇÕES DE PEIXES

REDUÇÃO DE 50% NA ABUNDÂNCIA
RELATIVA DE POTENCIAIS PATÓGENOS
BACTERIANOS CAPAZES DE CAUSAR
DOENÇAS EM ORGANISMOS HUMANOS
E MARINHOS

HABITAT DE DESOVA

AS PRADARIAS DE ERVAS MARINHAS
OFERECEM AMBIENTES PROPÍCIOS ONDE
OS PEIXES PODÊM DESOVAR; O ARENQUE
DO PACÍFICO GERALMENTE PÔE OVOS NAS
FOLHAS DAS ERVAS MARINHAS

APOIO À BIODIVERSIDADE

AS PRADARIAS DE ERVAS MARINHAS
SUSTENTAM PELO MENOS 200 ESPÉCIES
DE PEIXES EM TODO O MUNDO, MUITAS
DAS QUAS SÃO IMPORTANTES PARA O
ABASTECIMENTO ALIMENTAR



OMEM DIARIAMENTE MARISCO ASSOCIADO A ERVAS MARINHAS



ESTUDO DE CASO 1

Benefícios extralocais das pradarias de ervas marinhas no apoio à pesca: pesca de bacalhau-do-atlântico

Na região do Atlântico norte, as pradarias de *Zostera marina* dão um importante contributo às unidades populacionais de bacalhau-do-atlântico, uma das maiores espécies comerciais do mundo (Lilley e Unsworth, 2014). O bacalhau-do-atlântico juvenil está normalmente confinado a zonas costeiras pouco profundas, em que podem ocorrer pradarias de ervas marinhas. Os juvenis estão normalmente presentes em alta densidade em locais com ervas marinhas, onde o seu crescimento e sobrevivência podem ser reforçados, aumentando assim as suas hipóteses de atingir a fase adulta. Os dados experimentais também indicam que estes peixes juvenis podem escolher ativamente as ervas marinhas como habitat. No Atlântico norte, foram registados juvenis de bacalhau em águas pouco profundas próximas do litoral ao longo das costas leste (Inglaterra, Alemanha, Noruega, Escócia, Suécia e País de Gales) e oeste (Canadá, Gronelândia e Estados Unidos da América), bem como em águas mais profundas dos Grandes Bancos da Terra Nova. Estas águas compreendem duas grandes zonas de pesca (FAO 21 e 27), onde operam frotas de países locais e estrangeiros. A maior parte da captura (81%) tem origem na Federação Russa, na Islândia e na Noruega com alguns contributos menores da Alemanha, Canadá,

Dinamarca, Espanha, França, Gronelândia, Ilhas Faroé, Polónia, Portugal e Reino Unido. Depois de o bacalhau-do-atlântico ser embarcado e processado (por exemplo, seco e salgado), é distribuído por vários países da Europa, nomeadamente Espanha, Países Baixos, Portugal e Suécia, bem como a China, Brasil e Nigéria, entre outros (figura 4). Este exemplo ilustra como os benefícios da natureza, concretamente das ervas marinhas, podem ser distribuídos para além da localização do ecossistema. Os habitats que as ervas marinhas proporcionam aos juvenis de bacalhau-do-atlântico geram benefícios nutricionais (alimentos para as pessoas) e económicos (criação de postos de trabalho). Os beneficiários não são apenas as pessoas dos países em que as ervas marinhas funcionam como habitat de reprodução, mas também dos países que importam parte dos desembarques de bacalhau-do-atlântico, como Espanha, Países Baixos e Portugal. Deve ser equacionada a gestão local da *Zostera marina* em áreas costeiras pouco profundas da região do Atlântico norte não só para a manutenção das zonas de pesca de bacalhau-do-atlântico, mas também pelos seus impactos sobre o fluxo dos serviços ecossistémicos e os benefícios extralocais para lá das fronteiras locais.

FIGURA 4

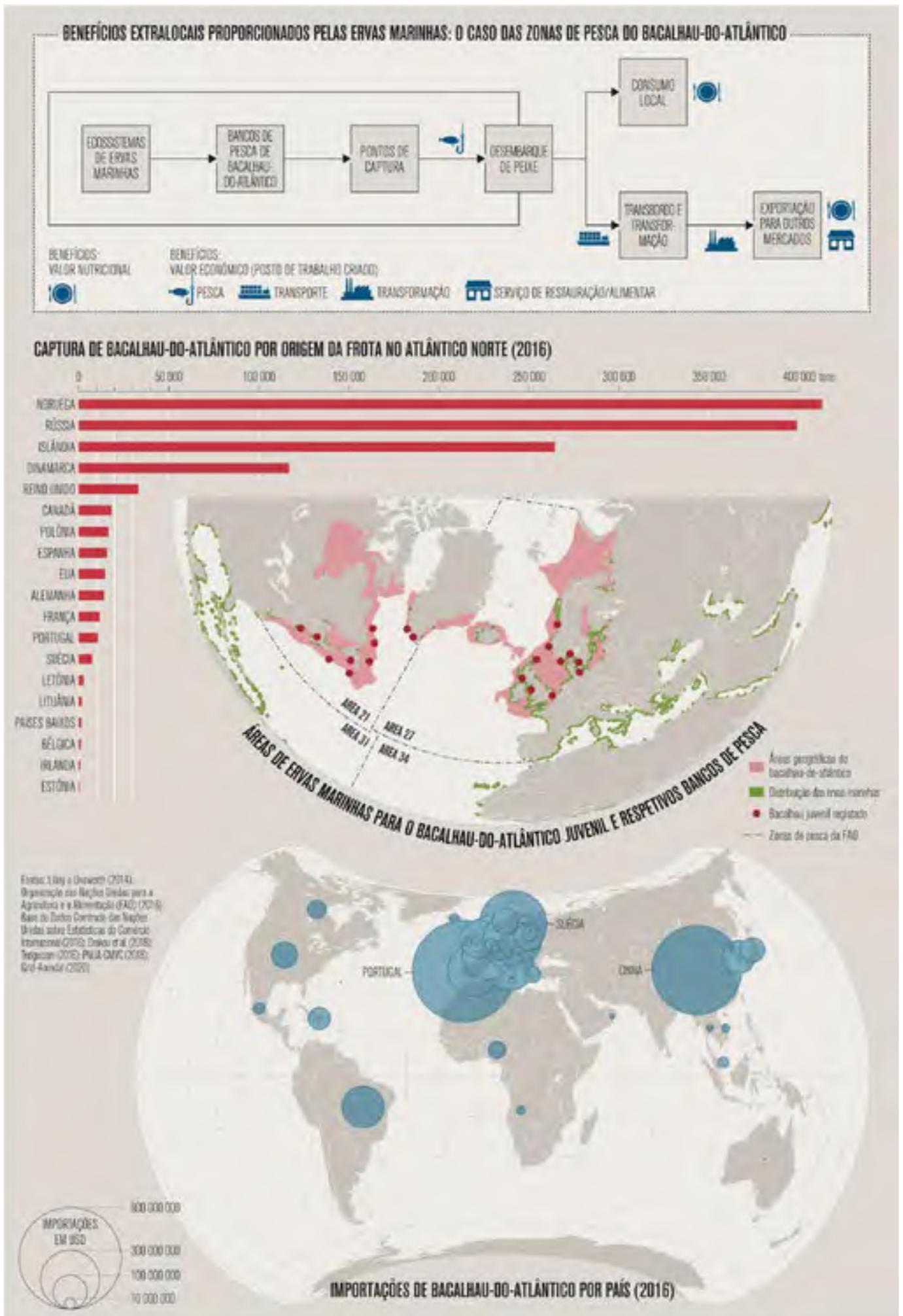


FIGURA 5

AS ERVAS MARINHAS APOIAM A MEGAFAUNA

UTILIZAÇÃO DAS ERVAS MARINHAS PELA MEGAFAUNA MARINHA

	OCORRE	BUSCA ALIMENTO	APASCENTA	REPRODUZ-SE	
TARTARUGAS-MARINHAS					CERCA DE 60% DE TODAS AS ESPÉCIES DE TARTARUGAS-MARINHAS UTILIZAM AS ERVAS MARINHAS COMO HABITATS FORRAGEIROS OU DE ALIMENTAÇÃO
DUGONGOS E PEIXES-BOIS					OS DUGONGOS UTILIZAM AS PRADARIAS DE ERVAS MARINHAS COMO PRINCIPAL HABITAT DE ALIMENTAÇÃO NA REGIÃO INDO-PACÍFICA
GOLFINHOS E TONINHAS					ESTÁ DOCUMENTADO QUE, PELO MENOS, SEIS ESPÉCIES DE GOLFINHOS E TONINHAS, INCLUINDO A ESPÉCIE AMEAÇADA <i>NEOPHOCAENA ASIAEORIENTALIS</i> , OCORREM EM PRADARIAS DE ERVAS MARINHAS
TUBARÕES E RAIAS					ESTÁ DOCUMENTADO QUE CERCA DE 100 ESPÉCIES DE TUBARÕES E RAIAS OCORREM EM PRADARIAS DE ERVAS MARINHAS, UTILIZANDO-AS PARA FINS DE ALIMENTAÇÃO OU REPRODUÇÃO
LONTRAS, BALEOTES E FOCAS					O LÊÃO-MARINHO AUSTRALIANO E A LONTRA-MARINHA UTILIZAM AS ERVAS MARINHAS COMO HABITATS FORRAGEIROS

PERCENTAGEM DE GRUPOS DE ESPÉCIES GLOBAIS QUE UTILIZAM ÁREAS DE ERVAS MARINHAS



Fontes: GRID-Arendal (2020); Sievers et al. (2019).

As ervas marinhas apoiam uma biodiversidade marinha diversa, única e ameaçada

A criação de zonas de abrigo, alimento e alevinagem são serviços ecossistêmicos críticos proporcionados pelas ervas marinhas em todo o mundo, como demonstra a elevada diversidade e abundância de fauna nas pradarias de ervas marinhas. Muitos destes animais são de interesse especial e incluem espécies ameaçadas, em perigo ou carismáticas, em particular a megafauna marinha, como os dugongos, as tartarugas-marinhas e os tubarões (Sievers et al., 2019) (figura 5). Várias espécies marinhas que utilizam as ervas marinhas como habitat de reprodução são classificadas como ameaçadas, em perigo ou criticamente em perigo pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) (Lefcheck et al., 2019), como é o caso da enguia europeia (*Anguilla anguilla*). Os dugongos e as tartarugas-verdes adultas utilizam as pradarias de ervas marinhas como principal habitat forrageiro na região indo-pacífica, pois consomem até 40 kg e 2 kg de ervas marinhas por dia, respetivamente. A alimentação com ervas marinhas por estas espécies de megafauna é um processo importante, resultando na exportação significativa de nutrientes para ecossistemas próximos, como os recifes de corais, bem como promovendo o armazenamento de carbono em substratos das pradarias de ervas marinhas (Scott et al., 2018). Os cavalos-marinhos passam a maior parte do tempo presos pelas caudas às ervas marinhas, onde caçam para se alimentarem. Cerca de 30% das espécies de cavalos-marinhos, que utilizam as pradarias de ervas marinhas como habitat principal, estão incluídos na Lista Vermelha da UICN (Hughes et al., 2009). Os cavalos-marinhos são considerados espécies emblemáticas para a conservação das ervas marinhas e da fauna associada (Shokri et al., 2008).

As ervas marinhas purificam a água de nutrientes, partículas e contaminantes

As ervas marinhas podem melhorar a qualidade da água através de filtragem, ciclagem e acumulação de nutrientes e poluentes por absorção pelas folhas e raízes. As ervas marinhas, por exemplo, funcionam como biofiltros naturais do amónio produzido pela criação intensiva de ostras (Sandoval-Gil et al., 2016). As ervas marinhas podem igualmente acumular contaminantes, como metais vestigiais, que podem armazenar no sedimento durante milénios (por exemplo, a *Posidonia oceanica* no mar Mediterrâneo) (Serrano et al., 2011). No entanto, quando é muito elevada, a concentração de poluentes não só é nociva para as próprias ervas marinhas, como constitui também uma ameaça à cadeia alimentar sustentada pelas ervas marinhas, devido a processos de bioamplificação. Graças à sua capacidade de bioacumulação e sensibilidade às mudanças ambientais, as ervas marinhas são utilizadas como bioindicadores da qualidade da água (Marbà et al., 2013). A sua capacidade de purificação da água pode potencialmente ajudar a controlar contaminantes emergentes, como microplásticos ou substâncias químicas libertadas pelos plásticos, embora a investigação sobre esta matéria ainda esteja a dar os primeiros passos.

As ervas marinhas podem controlar as doenças ao eliminar patógenos da água

As ervas marinhas podem eliminar a contaminação microbiológica da água, reduzindo assim a exposição dos peixes, dos humanos e dos invertebrados a patógenos bacterianos. As ervas marinhas produzem metabolitos secundários bioativos



© Benjamin Jones, Project Seagrass

com atividade antibacteriana e antifúngica. Os extratos de três espécies de ervas marinhas – *Halophila stipulacea*, *Cymodocea serrulata* e *Halodule pinifolia* – revelaram-se ativos contra a *Staphylococcus aureus*, uma bactéria que causa várias doenças nos seres humanos (Kannan et al., 2010). Em pequenas ilhas da Indonésia central, os níveis de bactérias marinhas potencialmente patogênicas que causam doenças nos seres humanos, nos peixes e nos invertebrados podem ser reduzidas em 50%, se estiverem presentes pradarias de ervas marinhas, por comparação com locais sem ervas marinhas (Lamb et al., 2017). Os recifes de corais também beneficiam com as ervas marinhas, sendo que os níveis de doença dos corais diminuem para metade quando há ervas marinhas adjacentes aos recifes (Lamb et al., 2017). As pradarias de ervas marinhas podem igualmente controlar a proliferação nociva de algas, através de atividades algicidas e inibidoras do crescimento, contra as microalgas que causam a proliferação (Inaba et al., 2017).

As ervas marinhas ajudam a atenuar as alterações climáticas sequestrando e acumulando carbono

As pradarias de ervas marinhas constituem sumidouros de carbono importantes à escala global com uma elevada

capacidade para capturar e armazenar carbono no sedimento, o que também se designa como carbono “azul” (Nellemann et al., 2009). Globalmente, estima-se que as ervas marinhas armazenem até 19,9 Pg de carbono orgânico (Fourqurean et al., 2012). No caso deste serviço, os ecossistemas de ervas marinhas possuem um grande potencial para combater as alterações climáticas, trazendo benefícios a todo o planeta (estudo de caso 2). O carbono é sequestrado e armazenado como biomassa de ervas marinhas (carbono orgânico autóctone) e através da captura de partículas orgânicas derivadas de ecossistemas adjacentes (carbono orgânico alóctone). As condições anóxicas dos sedimentos de ervas marinhas otimizam a preservação do carbono orgânico sedimentar (tecido subterrâneo e carbono orgânico alóctone), causando em alguns casos a formação de grandes depósitos de carbono no sedimento que podem perdurar durante milénios, se não forem perturbados. O carbono armazenado na biomassa viva de superfície (nas folhas, por exemplo) é mais propenso a pastoreio, exportação ou decomposição e é considerado um sumidouro de carbono de curta duração. A maior parte do carbono sequestrado nas pradarias de ervas marinhas encontra-se armazenada no sedimento. A capacidade das ervas marinhas para sequestrar carbono varia entre as espécies de ervas marinhas, as características das pradarias e

ESTUDO DE CASO 2

Aplicação do quadro de serviços ecossistémicos extralocais ao serviço de regulação climática das ervas marinhas na Baía de Gazi, no Quênia

Embora os mapas da capacidade de sequestro e armazenagem de carbono das ervas marinhas tenham aumentado consideravelmente nos últimos anos, os beneficiários deste serviço ecossistémico não são muitas vezes especificados ou inventariados. Como primeira abordagem, os beneficiários do sequestro e armazenagem de carbono atmosférico pelas ervas marinhas são a população global, dado que a regulação e a atenuação das alterações climáticas proporcionam benefícios globais. A medida em que as pessoas beneficiam deste serviço varia, provavelmente, entre os países, sendo que os benefícios dependem da vulnerabilidade da população às alterações climáticas, dos regimes de investimento dos países e do produto interno bruto (PIB).

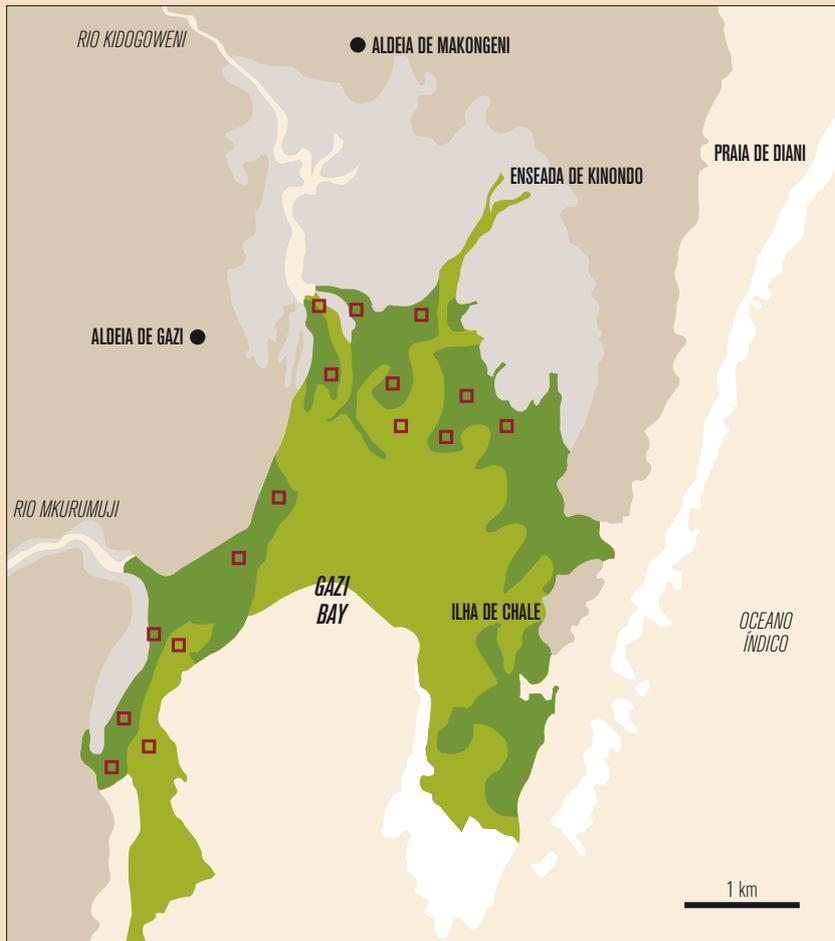
Este exemplo ilustra os benefícios globais da regulação do clima que as ervas marinhas tropicais proporcionam na Baía de Gazi, no Quênia. Esta baía faz parte da Reserva Marinha Nacional de Diani-Chale, localizada na costa meridional do Quênia. A baía tem uma profundidade média inferior a 5 m e uma área de 17 km². Estão presentes ervas marinhas no centro da baía, abrangendo uma área de 7 km², em que as espécies dominantes são a *Thalassodendron ciliatum*, a *Thalassia hemprichii*, a *Enhalus acoroides* e a *Syringodium isoetifolium*. A reserva total de carbono das pradarias de ervas marinhas na Baía de Gazi é de cerca de 620 000 Mg, incluindo

a biomassa viva (5,9 Mg C ha⁻¹) e a camada superficial de sedimento de 1 m (235,6 Mg C ha⁻¹) (Githaiga et al., 2017).

Os beneficiários deste serviço prestado pelas ervas marinhas podem ser avaliados seguindo a abordagem extralocal (Drakou et al., 2017; Ganguly et al., 2018), com base no custo social do carbono (CSC) em diferentes regiões do mundo. O CSC denota o valor dos danos evitados em resultado da redução de uma unidade de CO₂ ou das suas emissões equivalentes. Com base no modelo DICE-2016R revisto (Modelo Dinâmico Integrado do Clima e da Economia), estima-se que o valor monetário do carbono total armazenado nas pradarias de ervas marinhas na Baía de Gazi seja de 19 milhões de USD a uma escala global. Este valor é partilhado de forma desigual em todo o globo, conforme ilustra a figura 6, sendo a China, a Europa e os Estados Unidos da América os principais beneficiários. Se bem que esta análise seja fortemente influenciada pelas estimativas regionais do CSC, o principal objetivo desta abordagem foi mostrar que, embora os ecossistemas de ervas marinhas do Quênia possam ser um importante prestador deste serviço, o povo queniano não é o único beneficiário. Trata-se de um exemplo excelente do modo como os benefícios de regulação do clima proporcionados pelas pradarias de ervas marinhas numa determinada região do mundo têm benefícios extralocais para pessoas em regiões geograficamente separadas.

FIGURA 6

O VALOR DE REGULAÇÃO DO CLIMA CONFERIDO PELAS ERVAS MARINHAS NA BAÍA DE GAZI, NO QUÊNIA, A DIFERENTES REGIÕES DO MUNDO



EXTENSÃO DAS ERVAS MARINHAS E PONTOS DE AMOSTRAGEM NA BAÍA DE GAZI

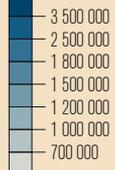
- ERVAS MARINHAS INTERMAREAIS
- ERVAS MARINHAS SUBMAREAIS
- FLORESTA DE MANGAIS
- RECIFES DE CORAIS
- PONTOS DE AMOSTRAGEM

ARMAZENAMENTO DE CARBONO × ÁREA TOTAL DE ERVAS MARINHAS × CUSTO SOCIAL DO CARBONO = BENEFÍCIO DA REGULAÇÃO DO CLIMA

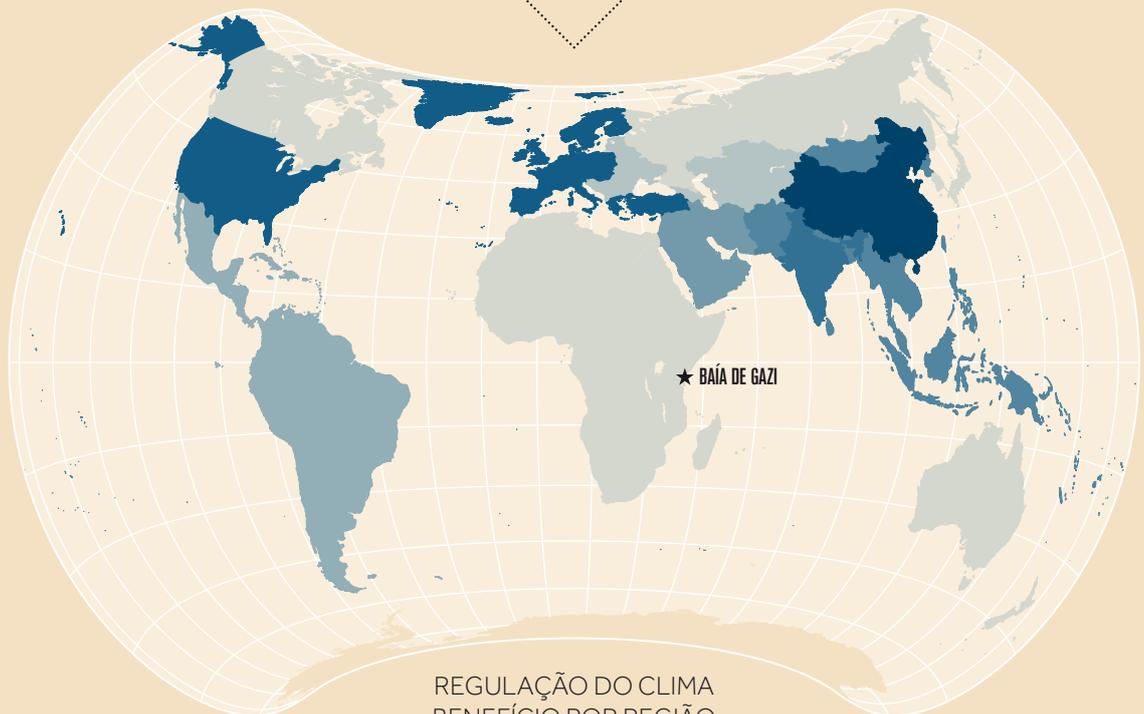
(BIOMASSA DO SOLO E DAS ERVAS MARINHAS)

MAIOR BENEFÍCIO

USD



MEIOR BENEFÍCIO



REGULAÇÃO DO CLIMA
BENEFÍCIO POR REGIÃO

Fontes: Githaiga et al (2017); GRID-Arendal (2020).



as condições ambientais. De modo geral, os maiores depósitos de carbono orgânico ocorrem em pradarias permanentemente intocadas formadas por espécies grandes e persistentes com copas complexas e quando estão localizadas em ambientes abrigados, pouco profundos, de baixa energia com contribuição de nutrientes baixa a média. As espécies de ervas marinhas mais pequenas, localizadas em baías abrigadas ou lagoas com elevado teor de lama, também podem desenvolver grandes reservas de carbono no solo, principalmente através da acumulação de matéria orgânica produzida noutros ecossistemas. A perda de pradarias de ervas marinhas resulta na redução do sequestro de carbono e da capacidade de armazenamento e em mais emissões de CO_2 derivadas da remineralização dos depósitos de carbono orgânico no solo. Com as taxas atuais de perda, estima-se que as ervas marinhas libertem até 299 Tg de carbono por ano (Fourqurean et al., 2012). À semelhança do que acontece com a degradação de sumidouros de carbono terrestres, a perda de ecossistemas de ervas marinhas pode contribuir significativamente para as emissões antropogénicas de CO_2 e para a aceleração das alterações climáticas.

Apesar do importante papel que desempenham como sumidouros de carbono e do risco de emissões de CO_2 na sequência da degradação, as pradarias de ervas marinhas têm sido tradicionalmente negligenciadas nos inventários

contabilísticos das emissões de gases com efeito de estufa e, subsequentemente, no desenvolvimento de estratégias de atenuação das alterações climáticas, fatores estes que tendem a concentrar-se em ecossistemas terrestres (por exemplo, o Programa das Nações Unidas para a Redução das Emissões Resultantes da Desflorestação e da Degradação Florestal nos Países em Desenvolvimento [REDD+]). A publicação de dois relatórios de referência de Nellemann et al., (2009) e Laffoley e Grimsditch (2009) apontaram para o potencial da restauração e conservação das pradarias de ervas marinhas (juntamente com os mangais e os sapais) como uma abordagem à atenuação das alterações climáticas no âmbito de um quadro inovador denominado “estratégias de carbono azul”. Desde a publicação destes relatórios, verificaram-se avanços significativos na ciência e na política no sentido de implementar estratégias de carbono azul. O desenvolvimento de orientações pelo Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (PIAC) apoia a comunicação de informações sobre emissões de gases com efeito de estufa ou sobre o sequestro derivado da conversão e restauração das pradarias de ervas marinhas nos inventários nacionais dos países (PIAC, 2013). Por outro lado, foram desenvolvidas normas relativas ao carbono para que os projetos de restauração possam beneficiar de créditos de carbono (por exemplo, o Verified Carbon Standard) (Needelman et al., 2018). No entanto, ainda existem



alguns desafios que impedem a aplicação generalizada destas estratégias, como a ausência de taxas de sequestro e reservas de carbono orgânico para algumas regiões, a falta de mapas exatos das ervas marinhas, a variabilidade espacial das emissões de gases com efeito de estufa derivadas da degradação das ervas marinhas e as incertezas relacionadas com aspetos legais, como a propriedade fundiária, os limites das marés ou as responsabilidades jurídicas (Herr et al., 2017; Needelman et al., 2018; Lovelock e Duarte, 2019). Embora nenhum projeto tenha utilizado até à data as ervas marinhas como ferramenta para a redução de emissões, estão a ser atualmente desenvolvidos os mercados e os métodos e é provável que sejam testados e aplicados em breve (consultar o capítulo sobre incentivos financeiros).

As ervas marinhas podem atenuar o efeito da acidificação do oceano

A elevada produtividade das ervas marinhas afeta a química dos carbonatos da água do mar circundante devido às grandes quantidades de carbono inorgânico dissolvido absorvido durante a fotossíntese. Como resultado, as ervas marinhas tendem a aumentar o pH da água do mar durante o dia, compensando potencialmente os efeitos deletérios do aumento do CO₂ antropogénico na água do mar. Os organismos

marinhos, em particular, os organismos calcificados, como os corais (Manzello et al., 2012) e os moluscos (Wahl et al., 2017) que vivem nas ervas marinhas ou na sua proximidade, podem beneficiar deste serviço, uma vez que podem encontrar um refúgio local da acidificação do oceano. Embora a sua função de atenuação da acidificação do oceano dependa das condições ambientais (Koweek et al., 2018), as pradarias de ervas marinhas saudáveis podem contribuir para melhorar a curto prazo a resiliência das espécies mais vulneráveis à acidificação do oceano (Wahl et al., 2017).

As ervas marinhas proporcionam proteção costeira e contribuem para a adaptação às alterações climáticas

As pradarias de ervas marinhas desempenham um papel importante na proteção das zonas costeiras contra a erosão, as inundações e as marés de tempestade (Duarte et al., 2013; Ondiviela et al., 2014). As suas folhas reduzem a velocidade do fluxo e diminuem a energia das ondas favorecendo a sedimentação e, juntamente com as raízes e os rizomas, previnem a erosão e estabilizam o sedimento. Além disso, os detritos de ervas marinhas que se acumulam na praia contribuem para a estabilidade das dunas. No caso particular de grandes espécies de ervas marinhas, como a posidónia,

os densos montes de material de ervas marinhas lançados na praia, denominados banquetas, podem atingir até 3 m de altura, protegendo a linha costeira da erosão. As pradarias de ervas marinhas também aumentam a acumulação vertical de sedimentos e a elevação do fundo marinho (Potouroglou et al., 2017) através da acumulação de biomassa subterrânea e de partículas presas na coluna de água. O serviço de proteção costeira que as pradarias de ervas marinhas prestam é particularmente importante no contexto das alterações climáticas, perante a previsão do aumento da frequência e da força das ondas e das tempestades. As pradarias de ervas marinhas podem adaptar-se à subida do nível do mar através da elevação do solo ou da migração para o interior, se não forem impedidas por qualquer infraestrutura costeira (Duarte et al., 2013). As soluções de engenharia tradicionais baseiam-se na construção das chamadas infraestruturas "cinzentas" (por exemplo, diques e paredões), embora estas soluções possam envolver a perda direta de habitats costeiros. Estas infraestruturas também precisam de ser mantidas e modernizadas para garantir a sua eficiência em cenários futuros de alterações climáticas que as tornem economicamente insustentáveis (Morris et al., 2018). Em contrapartida, as barreiras naturais dos ecossistemas, como as ervas marinhas, têm a capacidade de autorreparação e adaptação à subida do nível do mar, ao mesmo tempo que prestam vários outros serviços ecossistémicos. Em zonas tropicais, as ervas marinhas,

juntamente com algas calcificadas produtoras de sedimentos, têm-se revelado uma solução natural eficaz para a nutrição das praias, oferecendo uma alternativa autossustentável às soluções de engenharia tradicionais e aumentando a resiliência das áreas costeiras às alterações climáticas (James et al., 2019). Estes fatores põem em relevo as ervas marinhas como um dos melhores ecossistemas para soluções de engenharia ecológicas baseadas na natureza.

As pradarias de ervas marinhas prestam vários serviços culturais

As pradarias de ervas marinhas proporcionam benefícios culturais em todo o mundo, desde oportunidades turísticas e recreativas à sua importância espiritual e religiosa. Estes serviços culturais raramente são incluídos na contabilização dos ecossistemas a nível nacional, regional ou global, pois a sua quantificação não é tão direta como em relação a outros serviços. A língua é considerada um indicador de diversidade cultural e pode ser utilizada para identificar os locais onde as ervas marinhas são culturalmente valorizadas. Por exemplo, se as ervas marinhas tiverem nomes específicos numa língua local, existe a perceção de um certo valor dos recursos que proporcionam (por outras palavras, as pessoas sabem o que são e valorizam-nas como plantas específicas por determinadas razões). Várias línguas denotam o valor distinto das ervas



Ervas marinhas e respetivas utilizações diretas

Ervas marinhas na indústria de fermentação

A investigação sobre a produção de bioetanol tem vindo a aumentar desde 2000, com o estudo pelos investigadores de espécies de água doce, como o jacinto-de-água e as macroalgas marinhas, como a *Saccharina japonica* e a *Ulva* spp. Em 2014, um grupo de cientistas japoneses estudou a possibilidade de utilizar sementes de *Zostera marina* para obter produtos fermentados que continham concentrações elevadas de etanol (Uchida et al., 2014). Processaram sementes de *Zostera* aplicando um método semelhante ao utilizado no fabrico do saqué ou vinho de arroz japonês. Foi assim possível produzir etanol a 16,5%, um teor alcoólico superior ao da maioria dos vinhos. Sendo uma planta comum no hemisfério norte, a *Zostera marina* tem o potencial para ser futuramente utilizada não apenas para biocombustível, mas também pelos setores alimentar e de bebidas. Tem ainda o potencial para ser explorada como uma cultura, o que permitiria o desenvolvimento de uma nova indústria de fermentação marinha.

As ervas marinhas como biocarvão

O sargaço de ervas marinhas (ervas marinhas lançadas à costa em zonas litorais) pode ser benéfico para os ecossistemas terrestres e marinhos, bem como para os seres humanos. A produção de biocarvão consiste no

processo de conversão da biomassa através de processos termoquímicos num ambiente em que o oxigénio é limitado, a fim de criar um material sólido com elevado teor de carbono. Tem sido objeto de reconhecimento recente como uma ferramenta para aumentar o sequestro de carbono atmosférico, contribuindo assim para atenuar as alterações climáticas. Determinou-se que as ervas marinhas possuem uma eficácia de conversão elevada, comparável a produtos de biocarvão terrestres de alta qualidade (Macreadie et al., 2017).

As ervas marinhas na medicina

Apesar dos avanços promissores na biotecnologia farmacêutica e no desenvolvimento de novos medicamentos, o cancro e as doenças infecciosas continuam a ser as principais causas de mortalidade e morbidade no mundo. A síntese verde tem sido introduzida como uma abordagem alternativa simples, economicamente viável e ecológica para a síntese de nanopartículas. Numa síntese verde típica, os compostos biológicos (como os extratos de plantas) atuam como um agente redutor e um agente estabilizador, resultando na produção de nanopartículas desejáveis com características predefinidas. A erva marinha *Cymodocea serrulata* é um recurso biológico valioso para gerar nanopartículas bioativas rápidas e ecológicas no tratamento do cancro do pulmão (Palaniappan et al., 2015).

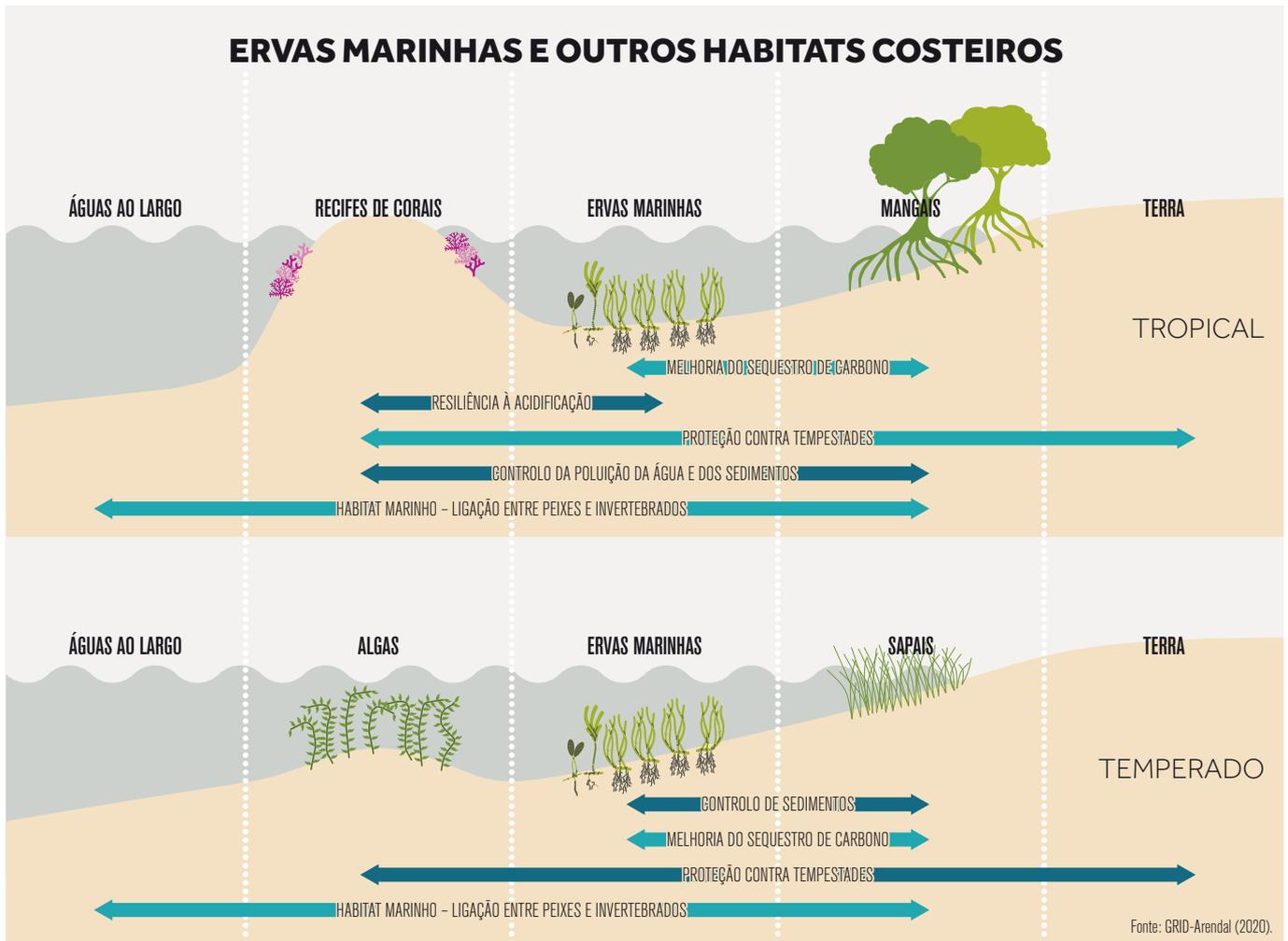
marinhas como uma entidade biológica. Demonstram-no os nomes específicos dados às ervas marinhas em línguas locais, como Lamun em indonésio e Nyasi bahari em suaili. Alguns nomes locais também se relacionam com a ecologia destas espécies na prestação de serviços importantes, como no caso das tribos Monken do arquipélago de Mergui (Mianmar), que se referem às ervas marinhas como Leik-Sar-Phat-Myet ou "o alimento das tartarugas-marinhas" (Jones et al., 2018), bem como com a ecologia reprodutiva, como no caso, por exemplo, da etnia Seri no México que se refere ao mês de abril como *xnoois ihaat iizax* ou "o mês em que as ervas marinhas florescem" (Felger e Moser, 1973).

Muitas vezes, o valor das ervas marinhas para o turismo e a recreação não é reconhecido, apesar dos avultados rendimentos indiretos que proporcionam a estes setores. Por exemplo, a região de Quintana Roo, no México, é famosa pelas suas populações de peixes para a pesca desportiva de tarpão, peixe-banana, falso-robalo-branco e sernambiguara, mas grande parte da atividade de pesca recreativa ocorre nas lagoas de ervas marinhas da península. Da mesma forma, muitos turistas afluem a áreas de ervas marinhas em Akumal, no México, para nadar com tartarugas-verdes, e a Marsa Alam, no Egito, para fazer *snorkel* e mergulhar com dugongos. Em zonas

temperadas, os gansos-de-faces-negras, bem como muitas outras aves, atraem os ornitólogos a locais com pradarias de ervas marinhas, como Solent no Reino Unido e Puget Sound nos Estados Unidos da América (Plummer et al., 2013).

Em muitas regiões do mundo, as pradarias de ervas marinhas também representam um modo de vida tradicional e de identidade para os pescadores e as comunidades, pois estão diretamente associadas à alimentação e aos meios de subsistência, bem como à realização espiritual (de la Torre-Castro e Rönnbäck, 2004). Por exemplo, em Zanzibar, na Tanzânia, acredita-se que as ervas marinhas foram enviadas por Deus para decorar o mar (de la Torre-Castro e Rönnbäck, 2004), enquanto na Lagoa Roviana, nas Ilhas Salomão, os pescadores torcem as folhas das ervas marinhas e gritam "Kuli pa Kovi!" (ervas marinhas de Kaovi!) como uma invocação dos espíritos das ervas marinhas para lhes dar mais sorte (Lauer e Aswani, 2010). Numa perspetiva religiosa, os opérculos de moluscos recolhidos em pradarias de ervas marinhas têm sido utilizados para produzir incenso cerimonial. Os depósitos de ervas marinhas desempenham um papel fundamental na preservação do valioso património arqueológico e histórico subaquático em todo o mundo, designadamente, naufrágios romanos e fenícios, locais de assentamentos pré-históricos e

FIGURA 7



idades antigas submersas, constituindo igualmente arquivos históricos do desenvolvimento cultural humano ao longo do tempo (Krause-Jensen et al., 2019). Por conseguinte, o aumento da compreensão e integração dos serviços culturais neste contexto exige a utilização de ferramentas socioecológicas para associar a estrutura e as funções das ervas marinhas aos valores e benefícios culturais.

Interligação da paisagem marítima e prestação de serviços ecossistêmicos

Os ecossistemas de ervas marinhas não ocorrem isoladamente, estando, pelo contrário, interligados ao longo de uma interface contínua terra-mar, conhecida como paisagem marítima. Nos trópicos, as pradarias de ervas marinhas existem normalmente na proximidade de mangais e recifes de corais, enquanto em locais temperados, as ervas marinhas estão frequentemente ligadas a sapais, estuários, florestas de algas ou recifes de bivalves (figura 7). A interligação dos ecossistemas em toda a paisagem marítima sugere uma transferência direta de carbono, nutrientes e sedimentos (Gillis et al., 2013; Huxham et al., 2018), sendo também importante para os movimentos ontogenéticos e forrageiros da fauna marinha entre os habitats no interior das paisagens marítimas (Campbell et al., 2011). Existem vários exemplos do modo como estes ecossistemas interligados melhoram os serviços que prestam (figura 7). Nos trópicos, as ervas marinhas e os recifes de corais moderam o

impacto das ondas e das tempestades, melhorando o serviço de proteção costeira proporcionado pelos mangais (Huxham et al., 2018). Por sua vez, os mangais podem proteger os ecossistemas de ervas marinhas do excesso de nutrientes e do escoamento de sedimentos de fontes terrestres (Gillis et al., 2014). A interligação da paisagem marítima pode ser particularmente importante face às alterações climáticas, uma vez que a associação de habitats pode melhorar a sua resiliência e manter, assim, o fluxo dos serviços que prestam. Por exemplo, a existência de pradarias de ervas marinhas em zonas marítimas tropicais pouco profundas depende do grau em que os recifes de corais reduzem a energia das ondas, uma interdependência que pode ser alterada pela subida do nível do mar. Em cenários moderados de subida futura do nível do mar, as taxas de acumulação de corais de 3 mm por ano⁻¹ poderiam atenuar os efeitos negativos do aprofundamento da água na aptidão dos habitats de ervas marinhas até 2050, embora este processo de facilitação não encontre sustentação em trajetórias acentuadas de subida do nível do mar ou durante longos períodos de tempo (Saunders et al., 2014). Continua a verificar-se uma falta de compreensão do modo como a interligação da paisagem marítima afeta os diferentes serviços que as ervas marinhas prestam. São, por conseguinte, necessários estudos para determinar quais os serviços que são mais influenciados pela interligação e como esta influencia a forma como as pessoas acedem e beneficiam dos serviços ecossistêmicos.

Inventariar os serviços do ecossistema de ervas marinhas

É fundamental inventariar os serviços prestados pelos ecossistemas de ervas marinhas para acompanhar as respetivas alterações ao longo do tempo e do espaço. Além disso, a apresentação dos serviços e dos seus beneficiários de um modo espacialmente explícito constitui uma abordagem eficaz para fundamentar os processos de tomada de decisão e de formulação de políticas. A inventariação dos serviços ecossistémicos é também uma das etapas da contabilização dos ecossistemas, cujo objetivo é acompanhar as alterações

dos recursos ecossistémicos e associar estas informações às atividades económicas e a outras atividades humanas (PNUA-CMVC, 2017). Apesar dos avanços em termos de avaliação dos serviços dos ecossistemas de ervas marinhas e da inventariação da sua extensão, ainda existem muitas lacunas em termos de dados que dificultam a aquisição de mapas abrangentes dos serviços. Por exemplo, os mapas de distribuição das ervas marinhas ainda estão mal resolvidos em muitas áreas, tornando a inventariação dos habitats uma prioridade absoluta das avaliações dos serviços do ecossistema de ervas marinhas. Além disso, uma melhor compreensão das relações entre a extensão, a situação e a prestação de

Avaliação dos serviços do ecossistema de ervas marinhas: quantificação e inventariação

A avaliação dos serviços ecossistémicos requer a utilização de indicadores relativos à capacidade, ao fluxo ou aos benefícios do serviço em questão (Liquete et al., 2013). Os estudos que avaliam o serviço das ervas marinhas de apoio à pesca, por exemplo, utilizam normalmente a biomassa de peixes de espécies de interesse comercial, associadas às pradarias de ervas marinhas, juntamente com indicadores de fluxo, como a captura anual de peixes, e indicadores de benefícios, como o preço de mercado do peixe. Esta abordagem facultava estimativas das receitas anuais da captura de peixe associada às ervas marinhas. No caso das pradarias de ervas marinhas de *Cymodocea nodosa* na Grã-Canária (Tuya et al., 2014), o serviço de apoio à pesca foi estimado em 895 kg ha⁻¹ de peixes de interesse comercial com base no censo visual de peixes. Este serviço traduziu-se em benefícios económicos de 866 € ha⁻¹, ou cerca de 600 000 EUR por ano⁻¹ ao contabilizar a extensão total da área de ervas marinhas na ilha. Outra abordagem para avaliar o serviço de apoio à pesca consiste em utilizar o índice de residência de ervas marinhas de espécies economicamente importantes de modo a estimar a proporção dos valores de desembarque de pesca comercial e as despesas totais da pesca recreativa que podem ser atribuídos às ervas marinhas. Por meio desta abordagem, estimou-se que a erva marinha mediterrânica *Posidonia oceanica* é responsável por um contributo anual direto de 4% do valor total dos desembarques de pesca comercial e de 6% das despesas totais da pesca recreativa, apesar de cobrir < 2% da área marinha (Jackson et al., 2015). As avaliações de apoio às zonas de pesca nas ervas marinhas normalmente carecem da componente espacial ou temporal, que é essencial para melhorar o entendimento da dinâmica da oferta e procura de serviços ecossistémicos, bem como para informar os gestores e os formuladores de políticas. As avaliações de outros serviços ecossistémicos prestados pelas ervas marinhas, como a purificação de água ou a proteção costeira, raramente incluem indicadores dos benefícios. A quantificação do serviço de purificação

de água prestado pelas ervas marinhas inclui geralmente indicadores do fluxo, tais como a taxa de eliminação ou a taxa de absorção de azoto (Asmala et al., 2019), mas raramente inclui indicadores dos benefícios ou do valor associado. A inventariação dos serviços ecossistémicos requer dados com um grau de pormenor que varia de acordo com a seleção da escala espacial, de local a global, e a finalidade dos mapas (Burkhard e Maes, 2017). Os requisitos básicos de dados incluem a extensão e a condição do ecossistema, assim como mapas mais avançados, para visualizar o fluxo dos serviços associados em unidades biofísicas e os benefícios e valores em unidades socioeconómicas. As avaliações locais normalmente requerem mapas de extensão de alta resolução e um entendimento profundo dos processos ecológicos subjacentes à prestação do serviço, o que pode envolver medições onerosas in situ dos indicadores de serviço. Por outro lado, as avaliações globais podem utilizar mapas de resolução inferior e estimativas de aumento de escala a partir da quantificação local ou regional do serviço. A ausência dos dados necessários, ajustados à escala desejada, é uma das limitações identificadas na inventariação dos serviços do ecossistema de ervas marinhas. Alguns países e regiões são mais ricos em dados, o que permite uma avaliação robusta dos serviços do ecossistema de ervas marinhas. É o caso da avaliação recente dos recursos de carbono azul da Austrália (Serrano et al., 2019), que inclui dados científicos de 637 pradarias de ervas marinhas sobre as reservas de carbono do solo e da biomassa e sobre as taxas de sequestro, compilados por mais de 40 investigadores. Este é um exemplo de como a partilha de dados pode abrir o caminho no sentido de mapas mais completos dos serviços das ervas marinhas a nível nacional ou regional. Em áreas com défice de dados, a inventariação de habitats de ervas marinhas deve ser uma prioridade, para que os serviços possam ser inventariados e calculados de forma aproximada, utilizando faixas de indicadores ecologicamente relevantes a partir de dados disponíveis sobre serviços avaliados em locais semelhantes.

serviços das ervas marinhas, bem como indicadores definidos dos serviços e respetivos benefícios, são fundamentais para inventariar os serviços ecossistémicos em diferentes escalas temporais e espaciais.

Degradação e perda de serviços do ecossistema de ervas marinhas

Os serviços ecossistémicos que apoiam o bem-estar humano têm-se deteriorado como consequência das atividades humanas, especialmente durante a última metade do século passado, em que as alterações ocorreram mais rápida e extensivamente do que em épocas anteriores. Os ecossistemas de ervas marinhas estão sujeitos a impactos do desenvolvimento costeiro e da poluição da água, bem como de outras utilizações costeiras, os quais podem causar o seu declínio ou degradação. Como consequência, as funções ecológicas que as ervas marinhas desempenham podem ser prejudicadas, afetando os respetivos serviços e benefícios, o que acabará por ter repercussões económicas e sociais negativas. Há notícia de perdas nos serviços do ecossistema de ervas marinhas em muitos locais em todo o globo. Estas perdas estão a resultar no declínio de animais associados às ervas marinhas, como os dugongos, os cavalos-marinhos e espécies de interesse comercial (Scott et al., 2018; Sievers et al., 2019). A perda de capacidade das ervas marinhas para sequestrar e armazenar carbono causa igualmente grande preocupação, dado que a perda de ervas marinhas resulta eventualmente em emissões significativas de CO₂ para a atmosfera (Arias-Ortiz et al., 2018). Por exemplo, a Baía de Shark (Austrália), uma das maiores pradarias de ervas marinhas do mundo, sofreu estragos na sequência de uma onda de calor marinha em 2010/2011, causando a libertação estimada de 2 a 9 milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera e resultando no declínio de espécies associadas às ervas marinhas, muitas delas de interesse para a conservação ou para o comércio (ver o estudo de caso 4 e o capítulo sobre ameaças e resiliência). Na Baía de Chesapeake, nos Estados Unidos da América, um declínio de 29% na zona de *Zostera* entre 1991 e 2006 resultou em graves consequências ecológicas e económicas.

A perda estimada de 693 000 a 1 859 000 toneladas de carbono após o declínio das ervas marinhas traduziu-se numa perda económica de 96,5 a 259 milhões de USD. A perda de ervas marinhas também levou a uma perda estimada de 523 a 1403 milhões de navalheiras-azuis juvenis e de 47 800 a 80 200 toneladas de perca-prateada, o que representa, respetivamente, em valores económicos, 1 a 2 e 10 a 20 anos da pesca destas espécies (Lefcheck et al., 2017).

Restauração dos serviços ecossistémicos das ervas marinhas

A restauração de ecossistemas de ervas marinhas degradados, seja por plantio ou recolonização natural, pode ser eficaz na reversão da perda de biodiversidade e na recuperação de serviços ecossistémicos. Por exemplo, as comunidades faunísticas associadas às ervas marinhas podem recuperar na sequência da recolonização natural das pradarias, tal como observado numa pradaria de *Zostera muelleri* num estuário urbano da Nova Zelândia (Lundquist et al., 2018). Ao longo de um período de 15 anos, a diversidade e a abundância da macrofauna bentónica aumentaram, o que também melhorou a ciclagem de nutrientes e carbono. Outros estudos de longo prazo também demonstraram a eficácia da restauração das ervas marinhas no restabelecimento de serviços de ervas marinhas, como, por exemplo, os projetos de restauração bem-sucedidos em Oyster Harbor, na Austrália Ocidental (estudo de caso 3) e nas baías costeiras da Virgínia, nos Estados Unidos da América. No último caso, a nova sementeira de *Zostera marina* resultou numa alteração distinta em termos de eliminação de azoto e armazenamento de carbono (Reynolds et al., 2016). A pradaria restaurada eliminou 4100 toneladas de azoto por meio da absorção das plantas e do armazenamento de sedimentos e possuía reservas de carbono e taxas de acumulação de carbono semelhantes às das pradarias naturais, sendo sequestradas cerca de 15 000 toneladas de carbono. Estimou-se que a recuperação destes serviços tinha um valor económico de 8 milhões de USD anuais. Estes elevados benefícios económicos e ambientais dos serviços restaurados destacam a importância e a necessidade de investir em recursos para recuperar as ervas marinhas. É ainda mais proveitoso facilitar a restauração natural através do controlo da qualidade da água contaminada pela poluição por nutrientes, controlo esse graças ao qual foram restauradas, por exemplo, áreas extensas de ervas marinhas previamente degradadas na Baía de Chesapeake (Lefcheck et al., 2017) e na Baía de Tampa, nos Estados Unidos da América (Greening et al., 2011).

Necessidades de investigação no domínio dos serviços ecossistémicos das ervas marinhas

Com vista ao avanço dos conhecimentos atuais sobre os serviços ecossistémicos das ervas marinhas, foram identificados três grandes temas: 1) investigar a variabilidade dos serviços ecossistémicos, tendo em conta a distribuição de diferentes espécies de ervas marinhas, as características das pradarias e as condições ambientais; 2) investigar os serviços ecossistémicos das ervas marinhas no âmbito da paisagem marítima



Perda e recuperação de sumidouros de carbono de ervas marinhas na sequência da degradação e restauração das pradarias – Oyster Harbour, Austrália Ocidental

Um exemplo de perda e subsequente restauração eficaz das ervas marinhas foi documentado em Oyster Harbour, uma enseada de mar na costa sul da Austrália Ocidental. A enseada foi colonizada por exuberantes pradarias de ervas marinhas até ao início da década de 1960. As atividades de eutrofização e assoreamento, devido à extensiva limpeza de terras para fins agrícolas e à utilização de fertilizantes, causaram a perda de cerca de 80% da cobertura de ervas marinhas no início da década de 1980. Teve início em novembro de 1994 um projeto de restauração de sucesso, concluído em janeiro de 2006, o qual incluiu cinco ações de plantio da erva marinha *Posidonia australis*, tornando-o no mais longo projeto de restauração de ervas marinhas acompanhado até à data. Vinte e cinco anos após a primeira experiência-piloto de restauração em 1994, a recuperação em larga escala é evidente (ver a imagem), graças aos esforços iniciais de plantio, à gestão contínua da área de

captação e ao acompanhamento da qualidade da água, bem como às baixas taxas de precipitação. Desde a restauração, o acompanhamento a longo prazo da recuperação das ervas marinhas permitiu o estudo do sequestro de carbono orgânico (C_{org}) e o desenvolvimento da capacidade de armazenamento. A perda da copa de ervas marinhas diminuiu a capacidade da pradaria de sequestrar carbono e causou a erosão dos depósitos históricos de carbono acumulados antes da perda das ervas marinhas. As pradarias restauradas revelaram quase quatro vezes mais reservas de carbono orgânico no solo do que sedimentos não colonizados e alcançaram taxas de enterramento de carbono orgânico semelhantes às de pradarias intactas até 18 anos após o plantio. Este exemplo mostra que a restauração de ervas marinhas pode proporcionar oportunidades para aumentar o sequestro de CO_2 e evitar emissões de CO_2 , ao mesmo tempo que recupera vários serviços ecossistêmicos adicionais.

Oyster Harbour: Projeto de rede de restauração de ervas marinhas

Imagens aéreas de parcelas da erva marinha *Posidonia* transplantada em Oyster Harbour, Albany, Austrália.



Fontes: Fotografias aéreas que mostram pormenores das parcelas de transplantação da erva marinha *Posidonia* em Oyster Harbor, Albany, ao fim de 3,6 anos de crescimento (outubro de 2001), indicando o progresso ao longo de uma década (janeiro de 2010), em que as plantas separadas em cada parcela cresceram juntas para formar uma pradaria densa e contínua. (Fotografias: Geo Bastyan).

comparando a prestação de serviços entre os diferentes habitats costeiros e marinhos e investigar os efeitos da interligação, da justaposição de habitats, da configuração de manchas de habitat e da dinâmica da paisagem marítima; e 3) melhorar a comunicação ao público sobre os serviços ecossistêmicos das ervas marinhas, analisando quais as mensagens mais eficazes a comunicar, como chegar a níveis mais amplos da sociedade e os mecanismos de comunicação (Nordlund et al., 2017). Os serviços ecossistêmicos das ervas marinhas são mais importantes para as pessoas locais em áreas economicamente pobres do mundo em desenvolvimento, que são também muitas vezes as áreas insuficientemente inventariadas e estudadas. A investigação

sobre as características das ervas marinhas e dos serviços que prestam deve ser alargada a áreas geográficas atualmente sub-representadas, como as costas da América do Sul, do Sudeste Asiático e da África Ocidental. Deve ser dada maior atenção aos serviços culturais para que sejam compreendidos na mesma medida dos serviços de provisionamento e de regulação. Por último, os serviços ecossistêmicos das ervas marinhas devem ser investigados no âmbito dos sistemas socioecológicos, salientando de que forma os serviços se traduzem em benefícios para as pessoas, utilizando não apenas unidades biofísicas, mas também indicadores sociais e económicos relevantes para os responsáveis pelas políticas e pela gestão.

AMEAÇAS ÀS ERVAS MARINHAS E RESILIÊNCIA DO ECOSISTEMA

Rod Connolly, Catherine Collier, Jennifer O'Leary, Len McKenzie,
Rohani Ambo-Rappe, Salomão Bandeira, Wawan Kiswara

As instituições em que os autores estão afiliados são indicadas na página 4

As ervas marinhas constituem um habitat marinho importante que está em declínio global desde a década de 1930 (Orth et al., 2006), sendo que o censo mais recente estima que 7% das ervas marinhas está a perder-se atualmente em todo o mundo, o que equivale a um campo de futebol de ervas marinhas de 30 em 30 minutos (Waycott et al., 2009). As pradarias de ervas marinhas são ameaçadas por fatores de tensão naturais e antropogênicos atribuídos a uma variedade de fatores físicos (por exemplo, aumento da temperatura, alterações de salinidade, hipóxia, eventos climáticos extremos, sedimentação e alteração da dinâmica das ondas e das correntes) e de fatores biológicos (por exemplo, espécies invasivas, proliferação de algas, eutrofização, padrões de pastoreio alterados, competição e doença) (Short e Wyllie-Echeverria, 1996). Estes impactos são amplificados em todo o ecossistema porque as ervas marinhas criam o seu ambiente e funcionam como uma fundação para comunidades inteiras. As perdas globais de cobertura de ervas marinhas têm repercussões significativas para os seres humanos devido aos inúmeros serviços ecossistêmicos que prestam.

As ervas marinhas são plantas produtoras de flor e sementes, que também crescem através do substrato por extensão dos seus rizomas subterrâneos e produção de novas folhas como feixes denominados rebentos. São vários os parâmetros biofísicos que determinam se as ervas marinhas podem crescer e reproduzir-se, incluindo a temperatura, a salinidade, a hidrodinâmica, a profundidade, o substrato e a disponibilidade de luz (Unsworth et al., 2011). Os níveis específicos de cada necessidade variam entre as 72 espécies diferentes de ervas marinhas que ocorrem globalmente (Erftemeijer e Robin Lewis III, 2006). Estas necessidades podem agrupar-se em três classes:

1. aptidão do habitat – profundidade, substrato de sedimentos, temperatura e movimento da água
2. qualidade da água – luz adequada para a fotossíntese, salinidade, ausência de substâncias tóxicas
3. processos de pastoreio e recrutamento – agrupamentos adequados de animais de pasto, movimento da água para transportar sementes e fragmentos de vegetação.

A avaliação das ameaças e da resiliência das ervas marinhas é fundamental para identificar estratégias de gestão. As ameaças de maior impacto às ervas marinhas são os efluentes urbanos/ industriais, o desenvolvimento das infraestruturas urbanas/ portuárias, os efluentes agrícolas e a dragagem (Grech et al., 2012). Considera-se que a maior ameaça relacionada com o

clima decorre do aumento da frequência e intensidade das tempestades tropicais, com mais incerteza sobre o impacto da subida das temperaturas e do nível do mar. Por exemplo, os mares turbulentos durante os ciclones podem arrancar diretamente pela raiz plantas de ervas marinhas, enquanto os eventos de precipitação extrema associados aos ciclones podem aumentar as cargas de contaminantes, resultando numa limpidez da água e disponibilidade de luz reduzidas. As atividades de pesca, ancoragem, calcamento e dragagem (Erftemeijer e Robin Lewis III, 2006) também representam grandes ameaças para as ervas marinhas.

Embora nem sempre sejam equacionadas, é essencial compreender e reconhecer as diferentes escalas espaciais e temporais e as intensidades das ameaças. Os impactos de várias atividades que decorrem em simultâneo podem interagir, aumentando ou diminuindo os efeitos das atividades individuais (Grech et al., 2011). Nesta fase, o conhecimento quantitativo destas interações é limitado e os planos de gestão não as têm em conta (Griffiths et al., 2019). A sensibilidade das ervas marinhas a algumas ameaças pode variar sazonalmente, o que significa que o momento em que as atividades ameaçadoras ocorrem pode ser crítico. Muitas espécies, por exemplo, correm maior risco durante as fases de crescimento e reprodução. Durante estas fases, as ameaças que afetam a produção de um banco de sementes num só ano podem ser catastróficas para as gerações futuras (van Katwijk et al., 2010). As ervas marinhas perenes de crescimento lento são capazes de resistir a ameaças durante períodos mais longos, mas esta estratégia de crescimento mais lento significa também que a perda pode demorar décadas a reparar, mesmo no caso de impactos de escala relativamente pequena, como os estudos sísmicos, que podem causar manchas em pradarias de *Posidonia australis* que, de outro modo, seriam contínuas (Meehan e West, 2017). Além dos efeitos sazonais, a frequência das ameaças também pode ser problemática, sobretudo se os processos de ameaça se repetirem com maior rapidez do que a capacidade de recuperação das ervas marinhas (O'Brien et al., 2017; Wu et al., 2017). As ameaças podem ser terrestres, marítimas ou climáticas (figura 8) e todas elas podem afetar direta ou indiretamente as ervas marinhas.

Ameaças terrestres

As ervas marinhas estão predominantemente presentes em águas litorais pouco profundas (embora haja algumas

exceções) (Coles et al., 2009) e situam-se, por conseguinte, na proximidade de áreas mais intensivamente utilizadas pelos seres humanos. Existem várias ameaças comuns que têm origem em fontes terrestres, como os escoamentos de regiões agrícolas, urbanas e industriais que transportam contaminantes, incluindo sedimentos, nutrientes, pulsos de salinidade reduzida e substâncias tóxicas em excesso (por exemplo, herbicidas) para habitats de ervas marinhas (Grech et al., 2012). O escoamento terrestre também pode ter um impacto indireto nas pradarias de ervas marinhas, afetando as necessidades básicas de múltiplos habitats através de um processo conhecido como eutrofização, ou seja, um estado de crescimento excessivo das plantas e das algas causado por nutrientes na água (predominantemente, azoto e fósforo) (Burkholder et al., 2007). A ameaça dos poluentes é especialmente elevada em regiões com níveis intensos de atividade agrícola ou de desenvolvimento urbano (Bainbridge et al., 2018). Com rios capazes de transportar contaminantes durante centenas e até milhares de quilómetros e sedimentos capazes de armazenar contaminantes durante longos períodos, os efeitos podem ser de longo alcance e de longa duração (Thangaradjou et al., 2014). Estas ameaças podem ser recorrentes devido à suspensão repetida de sedimentos através da energia das ondas, impulsionados pelo vento ou por embarcações, o que pode reduzir a penetração da luz e libertar contaminantes ou nutrientes armazenados (Bainbridge et al., 2018). A remineralização sazonal da matéria orgânica também pode libertar nutrientes dos sedimentos acumulados e prolongar os impactos das cargas de nutrientes (van Katwijk et al., 2010). O estabelecimento quantitativo da influência relativa das ameaças terrestres requer dados ou modelação local que possa ter em conta cargas específicas do local, a hidrodinâmica e processos biológicos (Serrano et al., 2016). Por exemplo, num estuário na Califórnia, as alterações hidrodinâmicas relacionadas com a sedimentação parecem ser responsáveis pela perda de *Zostera* em todo o estuário (perda de 90%) devido a águas mais quentes, mais salinas, menos oxigenadas e mais turvas (Walter et al., 2018).

O desenvolvimento costeiro constitui outra ameaça terrestre capaz de minimizar direta ou indiretamente a área de habitat adequada para as ervas marinhas (Yaakub et al., 2014). O aproveitamento de terras permite que sejam construídas estruturas urbanas sobre (antigos) habitats de ervas marinhas, removendo permanente e irreversivelmente as ervas marinhas ou mergulhando-as na sombra (Yaakub et al., 2014). Os desenvolvimentos próximos da costa também podem lançar na sombra os habitats das ervas marinhas ou criar um fenómeno designado "compressão costeira", que interage com a subida do nível do mar, reduzindo o habitat disponível para as ervas marinhas e outras zonas húmidas costeiras (sapais e mangais). Os desenvolvimentos costeiros reduzem ou convertem (por exemplo, em paredes de rocha) o espaço disponível para acolher estes tipos de habitat, resultando em perdas gerais dos três habitats com a subida dos níveis do mar (Holon et al., 2015). A subida do nível do mar é abordada em maior profundidade na secção sobre ameaças relacionadas com o clima.

Ameaças marítimas

Existem também muitas ameaças decorrentes de atividades que ocorrem nos estuários e mares onde as ervas marinhas crescem. As áreas costeiras de águas pouco profundas que as ervas marinhas geralmente ocupam podem atrair uma elevada densidade de atividades industriais e recreativas, gerando uma série de potenciais ameaças, desde danos físicos diretos ou remoção à degradação a longo prazo. Os danos físicos diretos às ervas marinhas podem ser resultado de dragagem, navegação (danos provocados por hélices e amarrações) e acidentes de navegação, pesca (especialmente pesca de arrasto), colheita, aquacultura e espécies invasivas (especialmente animais de pasto) (Grech et al., 2012). Como exemplo, ao longo da costa do Quênia, as ervas marinhas têm sido afetadas pela extensa utilização de redes de arrasto de praia na pesca artesanal. Num dos exemplos, a densidade das ervas marinhas nas áreas de pesca era metade da existente numa secção protegida próxima num parque marinho. Assim que a utilização de redes de arrasto cessou, as ervas marinhas alcançaram densidades semelhantes às que existiam no parque num espaço de 18 meses (ver www.smarertseas.org).

Além da remoção física direta, o despejo de resíduos de dragagem pode também asfixiar as ervas marinhas, ao passo que a ressuspensão de sedimentos finos pode afetar as ervas marinhas a dezenas de quilómetros do local de dragagem (Lavery et al., 2009). A ressuspensão de sedimentos pode causar tensão persistente ou recorrente de forma muito semelhante à que ocorre com as ameaças em terra na medida em que liberta sedimentos e contaminantes (Erftemeijer et al., 2006). Contudo, em algumas áreas, os protocolos de gestão (incluindo medidas de atenuação e o cumprimento das leis) e novas técnicas de dragagem contribuem para minimizar os impactos da dragagem no habitat das ervas marinhas (Erftemeijer et al., 2006). As estruturas de aquacultura podem deslocar fisicamente e ensombrar as ervas marinhas diretamente, mas podem também causar uma vasta sombra indireta e tensão devido ao acréscimo de turbidez, nutrientes e contaminantes ou à introdução de espécies exóticas e agentes patogénicos. A navegação, a pesca e as atividades de arrasto geralmente causam efeitos profundos e localizados relacionados com a remoção direta das ervas marinhas, caso não sejam reguladas com eficácia (Orth et al., 2002). A navegação e a pesca também têm efeitos indiretos, como os danos a longo prazo causados por derrames de petróleo resultantes de percalços no reabastecimento e acidentes. A atividade de navegação também cria energia das ondas, o que pode causar a ressuspensão de sedimentos e reduzir a penetração da luz. A pesca pode alterar a composição das espécies animais associadas às ervas marinhas e tem também o potencial de alterar os regimes de pasto (por exemplo, se os predadores forem removidos, as espécies-presa podem desenvolver-se). Este aspeto pode resultar numa redução direta da biomassa das ervas marinhas através do consumo pelos animais de pasto, alterações na facilitação dos processos reprodutivos das ervas marinhas (como a dispersão das sementes) ou cascatas tróficas que causam um crescimento excessivo das algas. De uma maneira geral, embora as atividades marítimas sejam flagrantes e frequentemente apercebidas pela

AMEAÇAS AOS ECOSISTEMAS DE ERVAS MARINHAS

AMEAÇAS QUE AFETAM:

-  APTIDÃO DOS HABITATS
-  QUALIDADE DA ÁGUA
-  PASTOREIO/RECRUTAMENTO



AUMENTO DA TEMPERATURA

PERDA DE HABITAT DEVIDO À TENSÃO TÉRMICA
RISCO ACRESCIDO DE DOENÇAS E POTENCIAL
DIMINUIÇÃO DE COMUNIDADES DE ANIMAIS
DE PASTOREIO

EFLUENTES AGRÍCOLAS

OS APORTES DE NUTRIENTES EM EXCESSO
E SEDIMENTOS REDUZEM A LUZ
NECESSÁRIA À FOTOSÍNTESE



ATIVIDADES NÁUTICAS

DANOS ÀS PRADARIAS DE ERVAS MARINHAS
CAUSADOS PELAS HÉLICES E AMARRAÇÕES
DOS BARCOS, REDUÇÃO DA CLARIDADE DA
ÁGUA DEVIDO À RESSUSPENSÃO DE
SEDIMENTOS CAUSADA PELA ESTEIRA
DOS BARCOS

SUBIDA DO NÍVEL DO MAR

PERDA DE ÁREA DE HABITAT QUANDO A
MIGRAÇÃO DAS ERVAS MARINHAS AO LONGO
DA LINHA DA COSTA É INIBIDA

REDES DE ARRASTO E ENVOLVENTES

DANOS DIRETOS CAUSADOS POR EQUIPAMENTOS DE PESCA,
INCLUINDO REDES DE ARRASTO, COMUNIDADES DE ANIMAIS
DE PASTOREIO ALTERADAS

COLHEITA

PERDAS LOCAIS DEVIDO À
COLHEITA DE PLANTAS

ESPÉCIES INVASIVAS

PERDA DE ERVAS MARINHAS DEVIDO A
PLANTAS INVASIVAS E ALTERAÇÃO DAS
TAXAS DE PASTOREIO DE ERVAS MARINHAS
CAUSADA POR ANIMAIS INVASIVOS

A MAIORIA DAS ERVAS MARINHAS CRESCE EM
PROFUNDIDADES INFERIORES A 15 METROS

OS OBJETOS NESTA IMAGEM NÃO ESTÃO DESENHADOS À ESCALA
ALGUMAS AMEAÇAS ESTÃO AINDA MAIS PRÓXIMAS DO QUE PARECEM

INFRAES
DESTRUIÇ
MARINHAS
PERDA DE



AQ
ENSOM
CLAR

ALTERAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRECIPITAÇÃO



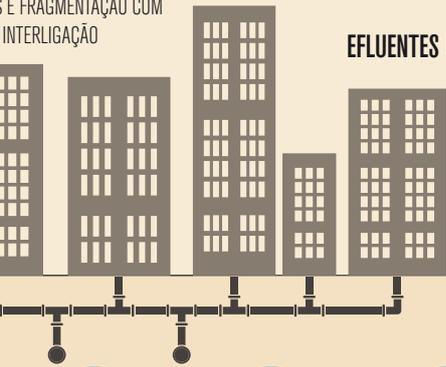
ERVAS MARINHAS AFETADAS PELA ALTERAÇÃO DE SALINIDADE E EM PONTOS DE CAPTAÇÃO EM QUE A PRECIPITAÇÃO AUMENTA POR AUMENTOS DE SEDIMENTOS E NUTRIENTES



AUMENTO DA FREQUÊNCIA DE DESTRUIÇÃO DAS ERVAS MARINHAS COSTEIRAS, DIMINUIÇÃO DA CLARIDADE DA ÁGUA APÓS CHUVAS INTENSAS

INFRAESTRUTURA URBANA

CONTAMINAÇÃO DIRETA DE PRADARIAS DE ERVAS E FRAGMENTAÇÃO COM A INTERLIGAÇÃO



EFLUENTES URBANOS E INDUSTRIAIS

OS APORTES DE NUTRIENTES EM EXCESSO REDUZEM A LUZ NECESSÁRIA À FOTOSÍNTESE



INSTALAÇÕES DE DESSALINIZAÇÃO

AS SALINIDADES ELEVADAS PODEM CAUSAR TENSÃO LOCAL E A MORTALIDADE DAS ERVAS MARINHAS

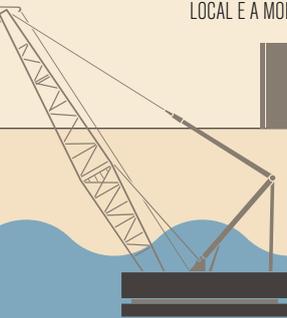


AQUICULTURA

PERDA DE HABITATS POR DERRAMAMENTO DIRETO, REDUÇÃO DA OXIGENIDADE DA ÁGUA DECORRENTE DO EXCESSO DE NUTRIENTES

ACIDENTES DE TRÁFEGO MARÍTIMO

POLUIÇÃO CAUSADA POR ÓLEO E OUTROS CONTAMINANTES APÓS DERRAMAMENTOS DE GRANDE E PEQUENA ESCALA



DRAGAGEM

ELIMINAÇÃO DIRETA DE HABITATS, MORTALIDADE POR ASFIXIA CAUSADA POR SEDIMENTOS ELIMINADOS



ACIDIFICAÇÃO DO OCEANO

EQUILÍBRIO ENTRE POTENCIAIS EFEITOS POSITIVOS NO CRESCIMENTO DAS PLANTAS E EFEITOS NEGATIVOS NA FAUNA DE PASTOREIO



Fonte: GRID-Arendal (2020).

comunidade, quando a escala e a frequência são levadas em conta, normalmente constituem uma ameaça em menor grau do que as ameaças terrestres mais difusas (Grech et al., 2012).

Ameaças relacionadas com o clima

As ameaças associadas às alterações climáticas abrangem uma área espacial bastante ampla (global) e causam impacto tanto por via terrestre como marítima. Entre estas ameaças contam-se o aumento das temperaturas do mar e do ar, a subida do nível do mar, a acidificação dos oceanos, as alterações nos regimes de pluviosidade e o acréscimo da frequência e intensidade de fenómenos meteorológicos extremos. Cada uma destas ameaças tem o potencial de reduzir drasticamente a extensão de ervas marinhas no curto e no longo prazo.

Atualmente, a precisão das previsões sobre os efeitos prováveis das alterações climáticas nas ervas marinhas é reduzida devido aos desafios relacionados com a redução dos

modelos climáticos globais para uma escala que seja apropriada para a biologia das ervas marinhas (Hobday e Lough, 2011) e também porque se verifica uma ausência de estudos de teste aos efeitos interativos das alterações climáticas e que abordem respostas a longo prazo, as variações entre as espécies e no interior das mesmas, a aclimação local e o potencial de adaptação (Duarte et al., 2018). As previsões das alterações futuras continuam a basear-se em opiniões de especialistas e avaliações semiquantitativas, como o risco relativo, por exemplo (Aumen et al., 2015).

Os futuros aumentos da temperatura da água irão conduzir a alterações na composição da comunidade e nos serviços ligados ao ecossistema devido às diferenças na temperatura ideal para o crescimento de cada espécie em relação às condições locais. Algumas espécies têm uma tolerância profunda às flutuações da temperatura da água, ao passo que outras parecem ter uma capacidade limitada de aclimação à mudança da temperatura (Collier et al., 2017), o que resulta na mortalidade durante

Quadro 1. Perdas e ganhos de ervas marinhas por área – exemplos de biorregiões de ervas marinhas

↑ ganho ↓ perda

Biorregião*	Localização	Ameaça	Pressões e medidas de recuperação	Área de estudo (km ²)	Alteração na cobertura (%)	Período de estudo
Temperada Atlântico Norte	Baía de Chesapeake, Maryland, Virgínia, EUA	Origem terrestre	Carga de nutrientes e sedimentos	11 600).	29 ↓	1984–2015
Atlântico tropical	Baía de Tampa, Flórida, EUA	Origem terrestre	Redução de nutrientes ^a	959	25 ↑	1982–2004
Pacífico Norte temperado	Baía de San Quintín, Baja California, México	Origem terrestre	Sedimentos	48	13 ↓	1987–2000
Indo-Pacífico tropical	Estreito de Great Sandy, Queensland, Austrália	Origem terrestre	Recuperação natural ^b	500	86 ↑	1998–2002
Mediterrâneo	Mar Mediterrâneo	Origem terrestre e marítima	Diversas (pesca, navegação, nutrientes e sedimentos)	2,5×106	20 ↓	1869–2016
Indo-Pacífico tropical	Quênia, África Oriental	Origem terrestre e marítima	Pesca e sedimentos	NA	26 ↓	1986–2016
Oceanos do hemisfério sul temperados	Ilha de Rottneest, Austrália Ocidental, Austrália	Origem marítima	Navegação (amarrações)	1	5 ↓	1930–2009
Indo-Pacífico tropical	Baía de Shark, Austrália Ocidental, Austrália	Relacionada com o clima	Onda de calor de 2011 (temperatura da água: 2 °C–4 °C acima da média)	8900	22 ↓	2002–2014

Notas: no que se refere aos ganhos, a coluna “pressões” demonstra as medidas que conduzem à recuperação. Linhas ordenadas por tipo de ameaça.

*Biorregiões de Short et al., (2007).

a Práticas de gestão da qualidade da água melhoradas para reduzir a carga de azoto causada pelo tratamento das águas residuais.

b Recuperação natural da carga elevada de nutrientes e sedimentos na sequência de uma grande tempestade em fevereiro de 1999.

Oceano Índico – as pequenas ameaças podem ter grandes consequências

Os impactos de larga escala nas ervas marinhas causados por ameaças amplamente reconhecidas, como fenômenos meteorológicos extremos ou escoamento de águas de terras degradadas, são frequentemente alvo da maior atenção. Por exemplo, os ciclones contribuíram para a perda de mais de metade da área de ervas marinhas da Baía de Inhambane em Moçambique (Amone-Mabuto et al., 2017) e provocaram fortes perdas no sudoeste de Madagáscar (Côté-Laurin et al., 2017). As ameaças e atividades locais que resultam em impactos de menor escala e locais (em geral com uma área inferior a 100 km²) são frequentemente negligenciadas, apesar de poderem ocorrer com uma maior frequência e causar enormes preocupações para as comunidades costeiras. Os impactos das ameaças locais nas ervas marinhas podem ser raros, como um derrame de petróleo, mas a maioria é regular ou persistente. Apesar de algumas ameaças localizadas causarem um impacto reduzido, como a ancoragem ou amarração de barcos, podem também ocorrer a uma maior escala e com uma frequência de tal forma elevada que tornam as ervas marinhas altamente vulneráveis (Grech et al., 2012). A natureza das ameaças locais também difere geograficamente, em especial no que respeita às circunstâncias socioeconômicas (Grech et al., 2012). Por exemplo, o Quênia e a Tanzânia sofreram substanciais perdas de ervas marinhas como resultado da cultura de algas marinhas (Eklöf et al., 2008) e da pesca excessiva de predadores de ouriços-do-mar naturais (*Tripneustes gratilla*), que provocou o excesso de pasto por parte dos ouriços-do-mar. Na Indonésia, a extração de areia e de coral para material de construção causou um impacto severo nas pradarias de ervas marinhas locais. Além da natureza da ameaça, as consequências dos impactos locais podem ser mais severas quando as comunidades costeiras dependem de serviços ligados ao ecossistema das ervas marinhas para a alimentação e o sustento. Por exemplo, em Zanzibar, na Tanzânia, uma diminuição das ervas marinhas causada pela pesca excessiva de animais invertebrados, pelas marcas deixadas pelos barcos e pela escavação exerceu um impacto



© Wawan Kiswara, Indonesian Seagrass Foundation

negativo no bem-estar e nos meios de subsistência das pessoas, especialmente das mulheres (Cullen-Unsworth et al. 2014). A maioria dos impactos locais é acidental, incluindo os danos físicos causados pelo encalhamento de embarcações, marcas de hélices e atividade de arrasto. Contudo, alguns impactos são deliberados, como a reclamação de áreas para desenvolvimento costeiro ou a remoção ativa de ervas marinhas com o objetivo de criar lagoas e praias claras e de areia macia para atrair turistas (Daby 2003). Felizmente, os esforços atualmente em curso nas Maldivas têm sido bem-sucedidos na atenuação deste tipo de impactos, tendo-se conseguido convencer mais de 25% dos empreendimentos turísticos a protegerem as suas pradarias de ervas marinhas (Malsa, 2019). As ameaças locais raramente ocorrem de forma isolada e constituem o efeito cumulativo de diversas ameaças que exercem o maior impacto ao nível local. Por exemplo, na zona ocidental da Baía de Maputo, Moçambique, verificaram-se perdas recentes de ervas marinhas superiores a 7% por ano devido à sedimentação, inundações e apanha da amêijoia (Bandeira et al., 2014). Os pequenos impactos localizados não somente causam perdas diretas de ervas marinhas como, o que é mais importante, tornam-nas mais vulneráveis a impactos de larga escala e às alterações climáticas. Por conseguinte, a identificação e gestão de ameaças locais são uma consideração importante para a determinação de objetivos de gestão e de conservação (Unsworth et al., 2018).



Fenómeno climático extremo: ondas de calor marinhas provocam perdas maciças de um dos maiores e contínuos ecossistemas de ervas marinhas do mundo – a Baía de Shark

O Parque Marinho da Baía de Shark faz parte de um local classificado como património mundial pela UNESCO situado na Austrália ocidental que contribui para a economia local através do turismo e das pescas. Contém várias características naturais excepcionais, incluindo as maiores populações mundiais de estromatólitos e uma das maiores (mais de 4000 km²) pradarias de ervas marinhas contínuas e diversificadas do mundo.

No verão austral de 2011, uma onda de calor marinha afetou a costa ocidental da Austrália (Wernberg et al., 2012), o que provocou diminuições acentuadas nas pradarias de ervas marinhas na Baía de Shark. O levantamento efetuado no interior do parque marinho em 2014 revelou uma redução líquida de aproximadamente 22% no habitat de ervas marinhas face à base de referência de 2002. A paisagem das ervas marinhas também se alterou drasticamente em vastas áreas da baía, em virtude da debilitação de pradarias de ervas marinhas densas e contínuas, com uma queda de 72% em 2002 para 46% em 2014 (Arias-Ortiz et al., 2018). A espécie temperada *Amphibolis antarctica*, que ocupava 85% da cobertura total e cujas florestas densas e altas oferecem alimento e abrigo em abundância a numerosas espécies, foi a erva marinha mais profundamente afetada. Em virtude da sua ampla extensão e importância ecológica, a sua perda e degradação tiveram implicações catastróficas (Kendrick et al., 2019).

A estrutura do habitat de ervas marinhas perdeu-se numa área estimada em 1000 km², resultando no

mau funcionamento de importantes serviços ligados ao ecossistema (ver imagem). A perda da copa de ervas marinhas causou uma diminuição progressiva na clareza e qualidade da água. As pradarias desfolhadas e mortas convertidas em areia não colonizada perderam a sua capacidade de reter e estabilizar sedimentos e a diminuição de biomassa de ervas marinhas e a erosão de reservas de sedimentos de ^{carbono orgânico} produziram cargas de nutrientes acrescidas para a coluna de água, alimentando uma proliferação de fitoplâncton e bactérias (Nowicki et al., 2017). Este fenómeno causou condições favoráveis para as emissões de CO₂, que foram estimadas em 2–9 milhões de toneladas de CO₂ nos três anos seguintes ao evento e resultaram numa perda da capacidade anual de fixação do carbono de 52 ± 14 GgC por ano⁻¹, que persistirá enquanto as pradarias de ervas marinhas não recuperarem (Arias-Ortiz et al., 2018).

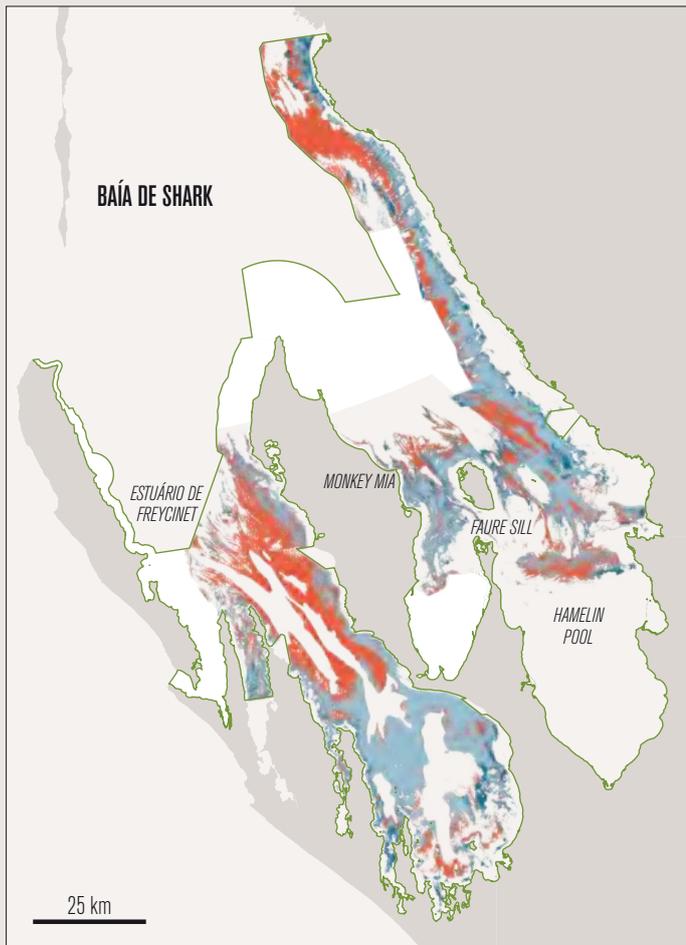
A perda verificada na estrutura e composição do habitat de ervas marinhas também teve impactos indiretos nos consumidores em diferentes níveis tróficos. A perda de habitat de forragem conduziu a declínios em espécies que suscitam preocupações a nível de conservação, como tartarugas verdes, dugongos e cobras-do-mar (diversas espécies), e também afetou a sobrevivência e a reprodução de golfinhos-roazes (Kendrick et al., 2019) que se alimentam de peixes associados às ervas marinhas. A pesca comercial de caranguejos e vieiras também sofreu fortes declínios devido a efeitos indiretos, como a mortalidade relacionada com a temperatura e os efeitos legados indiretos da perda de ervas marinhas. Foi necessário

fenómenos de aquecimento prolongados (Marbà e Duarte, 2010). As ervas marinhas perto da extremidade do seu intervalo distribucional estão em maior risco de sofrer com a subida das temperaturas. Entre estas contam-se espécies no seu limite latitudinal (Hyndes et al., 2016) e em águas pouco profundas que podem aquecer muito além da temperatura da água do oceano circundante, em especial na maré baixa (Seddon et al., 2000). Os efeitos das ondas de calor podem ser confundidos por outros impactos cumulativos, como uma salinidade elevada (Thomson et al., 2015).

Além dos efeitos indiretos da subida da temperatura nas ervas marinhas em si, existem também potenciais problemas decorrentes do efeito dos aumentos da temperatura em organismos associados às ervas marinhas, incluindo animais que se alimentam de ervas marinhas ou algas concorrentes, além de agentes patogénicos (Sullivan et al., 2018). Por exemplo, a subida da temperatura já desencadeou alterações na distribuição das espécies, fazendo com que animais de pasto que são

reconhecidos engenheiros do ecossistema (por exemplo, ouriços-do-mar e peixes da espécie *siganidae*, conhecidos como peixes-coelho) se mudem de áreas tropicais para áreas temperadas, e alterou as pressões resultantes da sobrepastagem na vegetação submergida (Vergés et al., 2014). A subida da temperatura pode também alterar o desempenho dos animais de pasto (a quantidade que cada indivíduo é capaz de comer) (Pearson et al., 2018). Estas modificações nas pressões resultantes da sobrepastagem têm a capacidade de alterar a abundância da taxa de formação do habitat, incluindo as ervas marinhas. Temperaturas invulgarmente altas estão também associadas à doença emaciante que dizimou a *zostera* no hemisfério norte nos anos 30.

Com a subida do nível do mar, os habitats de ervas marinhas iriam naturalmente migrar para áreas mais elevadas a fim de manter a sua zona ideal de ocupação em relação à profundidade da água. No entanto, a colonização poderia ser impedida por condições não favoráveis às ervas marinhas, como costas rochosas que provocam uma redução na área habitável. Nestes



ALTERAÇÃO DA EXTENSÃO DAS ERVAS MARINHAS NO PARQUE MARINHO DA BAÍA DE SHARK ENTRE 2002 E 2014



Fontes: Arias-Otiz et al. (2018);
 Governo da Austrália Ocidental, Departamento de Biodiversidade, Conservação e Atrações; GRID-Arendal (2020).



implementar encerramentos temporários destas pescas, que foram catastróficas para o setor. A escala espacial da perda de ervas marinhas devido a fenómenos climáticos e oceanográficos é, de uma maneira geral, muito maior do que a perda associada a impactos antropogénicos diretos à escala local, pelo que pode

também causar um maior impacto à escala do ecossistema. Existe a necessidade de aprender de que forma os ecossistemas de ervas marinhas irão responder às ameaças globais à mudança e de criar resiliência nas ervas marinhas a fim de assegurar o funcionamento de todo o ecossistema.

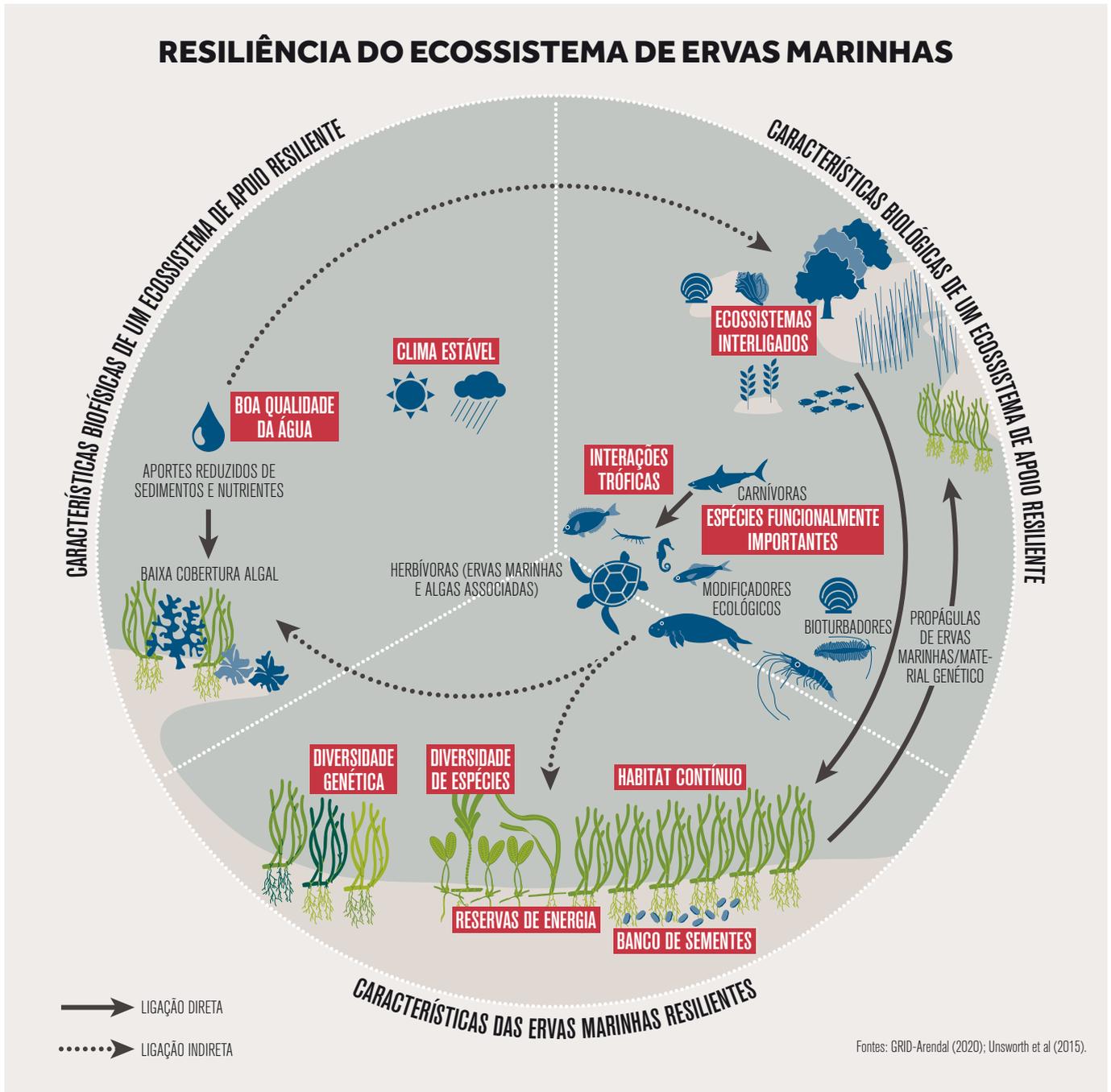
casos, as melhorias na transparência da água irão permitir que as extremidades mais profundas das pradarias persistam, resultando em perdas menores da subida no nível do mar (Saunders et al., 2013).

As respostas à crescente pressão parcial do dióxido de carbono (pCO_2) ou à acidificação dos oceanos são difíceis de prever (Koch et al., 2013) e os dados que existem são insuficientes para determinar se as ervas marinhas sairão “vencedoras” da acidificação dos oceanos (Fabricius et al., 2011) ou se serão simplesmente menos afetadas pelo fenómeno do que habitats mais sensíveis, como os recifes de coral. A sua capacidade de responder ao aumento do pCO_2 depende de outras condições limitadoras, como a disponibilidade de luz (Kroeker et al., 2017). Pode também verificar-se uma debilitação da regulação na resposta a pCO_2 , pelo que os ganhos a curto prazo na produtividade líquida observados durante experiências críticas não são necessariamente concretizados no longo prazo (Smith e Dukes, 2013). Além disso, as flutuações costeiras no pCO_2

são altamente variáveis e as taxas de variação diferem em comparação com áreas situadas mais próximas do mar alto (Uthicke et al., 2014), o que acrescenta uma maior complexidade à previsão das respostas futuras à acidificação dos oceanos.

É provável que os fenómenos climáticos, incluindo furacões, ciclones e pluviosidade, se tornem mais extremos no futuro, embora possam variar de região para região. A energia das águas altas associada aos ciclones pode desenraizar diretamente as ervas marinhas e mobilizar os bancos de sementes, deixando paisagens marítimas modificadas que são vulneráveis à degradação recalcitrante (O'Brien et al., 2017; McKenzie et al., 2019). Embora os impactos dos escoamentos das águas terrestres e das cargas poluentes dos fenómenos extremos possam ter um vasto e duradouro impacto (conforme anteriormente descrito), os objetivos de gestão para promover comunidades diversas de ervas marinhas e ameaças crónicas menores podem tornar as pradarias menos vulneráveis a fenómenos extremos (Steward et al., 2006; Cole et al., 2018).

FIGURA 9



Resiliência do ecossistema ligado às ervas marinhas

O conceito de resiliência do ecossistema é agora vulgarmente considerado na gestão dos habitats costeiros. A resiliência consiste na capacidade de o ecossistema manter a sua estrutura ecológica e função face às perturbações causadas por fenómenos naturais ou atividades humanas. Surge através de um caminho ou de uma combinação de dois caminhos: a resistência à mudança e a recuperação rápida após uma perda temporária (Folke et al., 2004). Para as ervas marinhas, em especial, a resiliência tornou-se um aspeto proeminente da gestão e da investigação devido à sua extensa prestação de serviços ligados ao ecossistema e à sua vulnerabilidade a várias ameaças (York et al., 2017). Uma das alterações mais comuns observadas nas pradarias de ervas marinhas reside no desvio para um habitat sem vegetação ou dominado por algas, ambos os quais oferecem menos serviços

ligados ao ecossistema, tornando assim a resiliência importante para os ecossistemas das ervas marinhas, motivo pelo qual é agora aplicada com tanta frequência (ver capítulo sobre os serviços ligados ao ecossistema).

A fundamentação científica dos catalisadores que sustentam a resiliência das ervas marinhas progrediu rapidamente nos últimos anos. Num inquérito global de análise e com as opiniões de especialistas sobre os fatores que conduzem à resiliência das ervas marinhas (e outros habitats biogénicos) que se confrontam com perturbações climáticas, 40% dos documentos que demonstravam perturbações climáticas e 70% dos especialistas em ervas marinhas globais entrevistados (n=17) observaram resiliência (O'Leary et al., 2017). Os fatores que foram considerados importantes podem ser catalogados conforme sejam característicos da pradaria em si ou do ambiente circundante, seja biológico ou biofísico (Figura 9). Noutro estudo,

Quadro 2. Características da resiliência das ervas marinhas, medidas de gestão e métodos práticos utilizados para aumentar a resiliência dos ecossistemas ligados às ervas marinhas

Caraterística	Medida	Método
Diversidade – espécie e genética	Aumentar a diversidade genética	Utilizar sementes de uma região mais alargada Reforçar a conectividade genética, através, por exemplo, da minimização das barreiras artificiais
Boa qualidade da água	Reduzir os impactos físicos	Gestão local para evitar impactos diretos como a ancoragem e a escavação da isca
	Reduzir o crescimento excessivo das algas	Melhorar a qualidade da água e gerir as pescas para aumentar a herbivoria na rede alimentar
	Aumentar a produtividade fotossintética	Aumentar a qualidade da água, através, por exemplo, de uma gestão da terra melhorada
	Reduzir a toxicidade química	Controlar a entrada de tóxicos químicos nas vias fluviais
	Aumentar a conformidade com os regulamentos ambientais relacionados com as ervas marinhas	Melhorar o conhecimento local das localizações de pradarias de ervas marinhas e do seu valor e sensibilidades
Ecossistemas conectados e habitat contínuo	Voltar a conectar as pradarias isoladas e fragmentadas	Restauração seletiva
	Manter a conectividade	Assegurar a presença continuada e a saúde dos habitats associados (por exemplo, recifes, mangais)
Interações tróficas equilibradas	Incentivar a herbivoria e a bioturbação equilibradas	Gerir as espécies da pesca, incluindo os predadores, através da gestão da pesca e do habitat (por exemplo, reservas marinhas)
	Lançar um alerta precoce das questões que suscitam preocupação	Monitorização da estrutura e de funções associadas a retroações

Sources: Unsworth et al. (2015); Connolly et al. (2018)

as ervas marinhas mais afastadas da foz dos rios apresentavam uma maior resiliência porque o caudal do rio alterara a salinidade, a turbidez e as florescências de fitoplâncton após a ocorrência de furacões, cujos impactos se revelaram mais severos do que a perda inicial (Carlson Jr. et al., 2010). De uma maneira geral, os fatores determinantes da resiliência das ervas marinhas estão relacionados com a localização, a diversidade, a qualidade da água, a conectividade e as interações da rede alimentar (as chamadas interações tróficas, ver Quadro 2). Tanto a diversidade genética como a diversidade da espécie das ervas marinhas podem também proporcionar resiliência face aos fatores de tensão. Uma maior diversidade genética das transplantações está relacionada com um aumento da produção de rebentos floridos, da germinação de sementes e de rebentos de folhas (Williams 2001), com todos estes fatores a reforçarem o recrutamento e reprodução clonal. Além disso, a transplantação de espécies diversas de ervas marinhas aumentou a sobrevivência e a cobertura em comparação com a transplantação de espécies individuais.

Diferentes espécies de ervas marinhas variam nas suas adaptações à resistência às perturbações e recuperação das mesmas. Algumas espécies toleram reduções de curto prazo na quantidade de luz que recebem ao armazenar reservas de hidratos de carbono (Fraser et al., 2014), ao passo que outras demonstram adaptações na fotossíntese (Campbell et al., 2007). A resiliência também depende fortemente da reprodução assexuada e sexual, como taxas de crescimento rápidas, bancos de sementes

dispersos e duradouros e o potencial de fragmentos de plantas se romperem e serem transportados por correntes para novas áreas (McMahon et al., 2014). Verificaram-se ao longo de várias décadas aumentos das ervas marinhas na paisagem marítima, nos quais o recrutamento de plântulas desempenhou um papel fundamental na colonização e na recuperação (Kendrick et al., 2000).

Os ciclos de retroação desempenham um papel importante na manutenção das funções ecológicas dos ecossistemas de ervas marinhas. Estes ciclos de retroação são propriedades da pradaria, que, por exemplo, removem eficientemente os nutrientes em excesso, suprimem a ressuspensão dos sedimentos e apoiam populações de pequenos animais de pasto. Nos últimos anos, estudos revelaram que o desvio das ervas marinhas para um fundo marinho menos produtivo e sem vegetação ou dominado por algas ocorre quando fatores de tensão ambiental enfraquecem os ciclos de retroação. Impactos como uma qualidade da água reduzida têm o potencial de superar retroações fundamentais ao ponto de o ecossistema alcançar um ponto de viragem, causando uma mudança profunda no estado do ecossistema (Maxwell et al., 2016). É essencial ter em conta que diferentes ciclos de retroação funcionam neste estado alterado, com implicações bastante sérias para os gestores das regiões costeiras. Na medida em que os ciclos de retroação no estado alterado (por exemplo, fundo marinho sem vegetação) funcionam para manter o novo sistema, a simples redução ou remoção do fator de tensão original geralmente não é suficiente

para recuperar as ervas marinhas (Maxwell et al., 2015). O fator de tensão (por exemplo, concentrações excessivas de nutrientes em águas costeiras) poderá ter de ser reduzido para um nível muito mais baixo do que o ponto em que a perda original de ervas marinhas ocorreu (Duarte et al., 2009). Outras medidas ativas de restauração poderão também ser necessárias, como a limitação da areia para reduzir a ressuspensão dos sedimentos finos (Flindt et al., 2016) e a plantação de sementes ou rebentos para estimular a regeneração das ervas marinhas (Van Katwijk et al., 2016). Para os gestores das regiões costeiras, uma melhor compreensão da resiliência das ervas marinhas tem o potencial de desviar a atenção para a gestão centrada em proteger os ciclos de retroação fundamentais (Connolly et al., 2018).

Ameaças à conectividade entre ecossistemas

As ligações entre as ervas marinhas e outros habitats na paisagem marítima mais alargada são importantes para a prestação dos serviços ligados ao ecossistema ou benefícios extralocais (ver capítulo sobre os serviços ligados ao ecossistema). As pradarias de ervas marinhas têm conectividade com outros habitats, como mangais, recifes de coral, sapais e florestas de algas marinhas, o que é mais evidente em termos de movimento animal, dispersão de propágulos e de larvas animais e transferência de nutrientes e matéria orgânica (Lavery et al., 2013; Kendrick et al., 2017). A conectividade desempenha um papel vital na estruturação das populações biológicas e na manutenção da biodiversidade (Sheaves, 2009). A conectividade das ervas marinhas com outros habitats estimula numerosos processos ecológicos que são fundamentais para a saúde dos ecossistemas de ervas marinhas. Por exemplo, as pradarias de ervas marinhas em estreita proximidade de mangais propiciam uma maior abundância e diversidade de peixes e crustáceos, incluindo espécies da pesca importantes (Jelbart et al., 2007). Além disso, os peixes de recifes são mais abundantes quando os recifes de coral estão conectados com pradarias de ervas marinhas próximas (Berkström et al., 2013), o que sugere que a conectividade beneficia tanto as ervas marinhas como os habitats relacionados. A saúde dos animais individuais também é geralmente mais elevada em habitats mais conectados. Os peixes que aderem às rochas nas pradarias de ervas marinhas adjacentes a florestas de algas marinhas, por exemplo, consomem presas de melhor qualidade e têm uma melhor condição corporal do que os peixes das pradarias de ervas marinhas adjacentes a areia não colonizada (Olson et al., 2019). Por fim, a conectividade das ervas marinhas e de outros habitats costeiros pode reduzir os impactos das ondas e das tempestades e melhorar as condições para as espécies que compõem o habitat, como os corais, através da alteração da composição química da água (Unsworth et al. 2012), e aumentar o armazenamento de carbono global (Huxham et al., 2018). De uma maneira geral, serviços substanciais ligados ao ecossistema dependem da conectividade entre as ervas marinhas e outros habitats.

No entanto, a destruição e a alteração do habitat a nível global estão a comprometer a conectividade do habitat e, conseqüentemente, a ameaçar os importantes benefícios que tanto o ambiente como os seres humanos tiram do mesmo (Gerber et al., 2014; Bishop et al., 2017). A perda do habitat

constitui o disruptor mais flagrante da conectividade; pode interferir através da remoção de um tipo de habitat inteiro ou da modificação da configuração das restantes parcelas do habitat. Por exemplo, a pressão sobre as zonas costeiras está a causar a perda de sapais em muitas regiões do mundo, já que a subida do nível do mar está a forçar os sapais a dirigirem-se para terra em áreas em que a orla urbana impede tal migração (Saintilan et al., 2014). A perda de sapais terá impactos consideráveis, já que a combinação de ervas marinhas, mangais e sapais, e conseqüentemente a conectividade entre os mesmos, é importante para contribuir para pescas produtivas (Nagelkerken et al., 2013). Quando a diversidade de ervas marinhas é fraca ou a distribuição é limitada, é de prever que a perda exerça impactos especialmente fortes na biodiversidade marinha e na saúde do ecossistema (Short et al., 2011). Por exemplo, ao longo da costa do Pacífico dos Estados Unidos da América, as ervas marinhas (*Zostera marina*) são relativamente escassas (ocorrem em 17%-36% dos estuários em Washington, Oregon e Califórnia) (Sherman e DeBruyckere, 2018), encontrando-se assim separadas por grandes distâncias. A perda de ervas marinhas num determinado estuário (como no caso recente de Morro Bay, Califórnia) (Walter et al., 2018) irá resultar em profundas lacunas de conectividade de espécies dependentes de ervas marinhas. De igual modo, a construção de barreiras físicas como esporões pode restringir ou modificar a conectividade entre ervas marinhas e zonas húmidas adjacentes, como sapais e mangais (Bishop et al. 2017). Este fenómeno diminui a transferência de indivíduos e recursos entre habitats, o que poderia exercer impacto na produtividade do ecossistema.

A atividade da pesca pode também afetar o grau de conectividade entre ervas marinhas e outros habitats. Por exemplo, a pesca excessiva de peixe e crustáceos afeta direta e indiretamente a conectividade (por exemplo, através de uma redução da oferta de larvas) ao reduzir a transferência de recursos entre habitats (Hyndes et al., 2014). A pesca excessiva de predadores marinhos de primeira ordem, por exemplo, tem probabilidades de interromper as ligações da rede alimentar nas ervas marinhas, mangais e recifes de coral (Hyndes et al. 2014). Outras ameaças aos sistemas costeiros provocadas pelo Homem, como a eutrofização e a contaminação ambiental, afetam os animais que utilizam vários tipos de habitats e provavelmente virão a exercer impactos semelhantes na conectividade ao perturbarem os padrões de distribuição e os fluxos de energia. De uma maneira geral, muitas das ameaças associadas a aumentos rápidos nas populações humanas costeiras à conectividade dos habitats costeiros mantêm-se especulativas, mas existe um crescente interesse em determiná-las de forma mais rigorosa (Bishop et al., 2017).

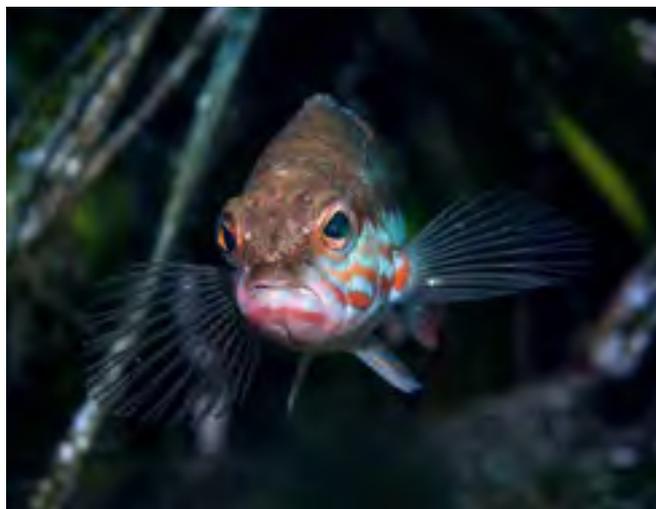
Otimismo em torno das ervas marinhas – algumas boas notícias

Apesar de uma tendência global geral de perda de ervas marinhas, existem algumas áreas onde declínios passados foram diminuídos e se verificou uma recuperação substancial. Estas recuperações podem muitas vezes atribuir-se a intervenções humanas que reduzem o efeito de fatores de tensão de origem humana. Por exemplo, planos de gestão

seletivos que visam melhorar a qualidade da água para a restauração das ervas marinhas, especialmente os que abordam fontes de nutrientes e reduzem os fatores de produção, tiveram um sucesso considerável em algumas áreas. Esta secção debate dois estudos de caso em áreas em que as ervas marinhas recuperaram de substanciais declínios passados, ambos demonstrando o benefício de melhorar a qualidade da água para a saúde das ervas marinhas.

Na Baía de Tampa, Flórida, Estados Unidos da América, a dimensão das áreas de ervas marinhas diminuiu 46% entre 1950 e 1980, ao passo que a população humana costeira cresceu. Nestas águas tropicais, as pradarias eram predominantemente compostas por *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* e *Halodule wrightii* (Greening e Janicki, 2006; Sherwood et al., 2017). Esta perda foi largamente atribuída a um aumento das cargas de nutrientes (em especial, do azoto) nos estuários próximos, desencadeada por um rápido crescimento populacional e pela conversão da utilização da terra. O reconhecimento deste problema nos anos 80 e 90 do século XX conduziu à implementação de medidas de gestão para melhorar a qualidade da água como forma de promover a saúde das ervas marinhas e recuperar a cobertura para os níveis de 1950 (Sherwood et al., 2017). Desde aquela altura, verificou-se uma redução aproximada de 90% nas cargas de azoto na Baía de Tampa, em grande parte devido à gestão das fontes de nutrientes (Tomasko et al., 2018). Em conjunto com esta melhoria na qualidade da água, a área de ervas marinhas da Baía de Tampa aumentou acentuadamente, para o dobro da que se registava em 1982 (8761 hectares) e regressou aos níveis que se verificavam aproximadamente em 1950 (>16 300 hectares) em 2014 (Tomasko et al., 2018).

As ervas marinhas intermareais também demonstraram uma recuperação substancial de perdas passadas nas frias águas temperadas do Mar de Wadden, que constitui parte do Mar do Norte. Este habitat de ervas marinhas faz parte do maior sistema de planícies de maré coerente do mundo (de los Santos et al., 2019). Apesar de ocorrer no lado oposto do Oceano Atlântico com uma composição diferente de espécies de ervas marinhas (*Zostera marina* e *Zostera noltii*), este estudo de caso espelha muito estreitamente os eventos verificados na Baía de Tampa. Ao longo do século XX, o Mar de Wadden sofreu um aumento drástico das cargas de nutrientes até aproximadamente 1980, quando os níveis começaram a diminuir (van Beusekom, 2010). As ervas marinhas na área afetada diminuíram drasticamente para níveis bem abaixo dos que se verificavam nos anos 30 e 50 do século XX. Os sinais de recuperação foram percebidos pela primeira vez no final dos anos 80 do século XX, vários anos após a qualidade da água ter começado a melhorar, e persistiram até cerca de 2012, em conjunto com a melhoria da qualidade da água e alguns esforços de restauração física (Dolch et al., 2017). Em 2005, estimava-se que a área total de ervas marinhas fosse de cerca de 16% do possível habitat intermareal, que era aproximadamente equivalente à cobertura observada nas fotografias aéreas dos anos 30 do século XX e muito superior aos < 5% da cobertura registada ao longo dos anos 90 do século passado. A extensão das ervas marinhas



© Dimitris Poursanidis, Foundation for Research and Technology – Hellas

continuou a aumentar no Mar de Wadden até cerca de 2012, quando parece ter alcançado um nível máximo, que se manteve estável desde então (Dolch et al., 2017).

Face aos impactos demonstrados das redes de arrasto de praia no litoral da África Oriental nas ervas marinhas (www.smartseas.org), a recente aplicação (em setembro de 2019) da proibição nacional de utilização destas redes deverá resultar numa recuperação generalizada das ervas marinhas ao longo da costa da nação.

Estes estudos de caso demonstram que existem benefícios claros decorrentes da redução da introdução de nutrientes nas vias fluviais para a melhoria da adequabilidade do habitat para as ervas marinhas. No entanto, tal como salientado neste capítulo, existem muitos outros fatores de tensão e potenciais opções de gestão que devem ser considerados em conjunto com a qualidade da água quando se tenta minimizar a perda e/ou restaurar os ecossistemas de ervas marinhas. Por exemplo, Dolch et al. (2017) sugerem que, apesar de a ameaça da eutrofização ter sido abordada no Mar de Wadden, é possível que a dinâmica da sedimentação em mutação e/ou a subida do nível do mar possam desencadear futuras perdas.

A utilização crescente da automatização na monitorização ambiental também oferece uma oportunidade para a gestão melhorada das atividades que ameaçam as ervas marinhas. Até à data, a monitorização de alterações na extensão, cobertura e funções ecológicas associadas das ervas marinhas tem sido demasiado dispendiosa ou difícil de realizar com frequência. Uma ausência de dados de monitorização atualizados também tem dificultado a gestão. Esta limitação poderia ser superada através de plataformas digitais avançadas que integram fluxos de dados automatizados na análise de grandes volumes de dados ("big data"). A análise automatizada de imagens teledetetadas por satélite (ver capítulo sobre o levantamento e monitorização), os dados da qualidade da água no local e meteorológicos podem agora ser todos obtidos praticamente em tempo real. O desafio consiste em combinar a teledeteção com a validação no local para melhorar os algoritmos de reconhecimento e levantamento de ervas marinhas. A automatização, aliada à ciência cidadã, pode propiciar uma gestão adaptativa mais eficiente e eficaz.

LEVANTAMENTO E MONITORIZAÇÃO DE ERVAS MARINHAS

Dimosthenis Traganos, Genki Terauchi, Jane Glavan, Janmanee Panyawai, Joel Creed, Lauren Weatherdon, Len McKenzie, Milica Stankovic, Tatsuyuki Sagawa, Teruhisa Komatsu, Dimitris Poursanidis

As instituições em que os autores estão afiliados são indicadas na página 4

O levantamento e a monitorização da extensão, cobertura e composição de espécies das ervas marinhas é vital para compreender estes complexos e dinâmicos ecossistemas, colocando em destaque áreas de resiliência e sensibilidade e prevendo a sua resposta às pressões induzidas pelas alterações climáticas. No entanto, o levantamento e a monitorização das ervas marinhas vai além destas medições diretas a fim de incluir os seus benefícios, processos e pressões relacionadas com a regulamentação alimentar, a produção das pescas, o ciclo de carbono global, a biodiversidade e as alterações climáticas, entre outros aspetos.

Existem muitos desafios quando se efetua o levantamento das ervas marinhas a nível global. De acordo com os conhecimentos mais fiáveis disponíveis, as ervas marinhas ocupam mais de 300 000 km² do fundo marinho, uma área equivalente à dimensão da Alemanha, estando distribuídas por todos os continentes exceto a Antártida (Figura 1). Contudo, estas informações baseiam-se numa amálgama de diversos conjuntos de dados, incluindo medições de dados de campo (pontos), medições teledetetadas (geralmente polígonos) e conhecimentos de especialistas, recolhidos ao longo de várias escalas espaciais entre 1934 e 2015. A natureza das informações e a sua ampla variação temporal poderiam resultar numa possível subestimação da área global coberta por ervas marinhas. O compósito da área global de ervas marinhas compilado até à data foi estimado em 160 387 km² em 103 países/territórios com um nível de confiança moderado a alto, com 106 175 km² adicionais noutros 33 países compilados com um nível baixo de confiança (McKenzie et al., 2020).

A diversidade dos ecossistemas de ervas marinhas dificulta a monitorização das suas localizações e saúde ao longo do tempo. Encontramos ervas marinhas num vasto intervalo de profundidade, desde a zona intermareal até 80 metros de profundidade, e elas crescem tanto em águas extremamente límpidas como extremamente túrbidas. As pradarias de ervas marinhas também variam em densidade, desde pequenas manchas a quilómetros quadrados de pradarias homogéneas, e na composição de espécies, sendo possível encontrar zonas com espécies únicas ou zonas mistas com mais de 10 espécies (Green e Short, 2003).

Para conseguir um levantamento e monitorização inovadores e atempados das ervas marinhas, é necessária uma abordagem do estilo matriz coordenada a nível global. Esta matriz deve consistir em abordagens do topo para a base e da base para

o topo, desde instrumentos de teledeteção a medições no local, em todas as escalas espaciotemporais, dos níveis local ao global e do sazonal ao por década. A teledeteção por si só (satélites, aviões, drones, sonares) pode perder informações sobre as ervas marinhas, como variáveis com capacidade de assinalar a condição do ecossistema (por exemplo, a densidade de rebentos ou a composição da espécie), ao passo que a amostragem no local a nível global por si só utiliza demasiados recursos e pode variar em termos de calendário, consistência e metodologias. Quando combinadas, as informações espaciotemporais extraídas dos métodos de teledeteção e no local podem gerar informações críticas sobre a saúde e as tendências dos ecossistemas de ervas marinhas para os investigadores e os legisladores e decisores, incluindo governos, empresas e comunidades locais. As três principais componentes da matriz para efetuar o levantamento e a monitorização das ervas marinhas à escala global no futuro próximo são as seguintes: as técnicas, a tecnologia e os dados.

As técnicas

Existem três técnicas principais para efetuar o levantamento e a monitorização das ervas marinhas: 1) técnicas de base ótica que recorrem a instrumentos de teledeteção como satélites e drones; 2) técnicas de base acústica que utilizam instrumentos de teledeteção como sonares laterais; e 3) técnicas baseadas em campo realizadas através de mergulho, *snorkelling* e monitorização ecológica.

1) Óticas: satélites e drones

Ao longo dos últimos 20 anos, verificou-se uma evolução na observação da Terra: a recolha de informações sobre as propriedades da Terra ao nível biofísico através de técnicas de teledeteção. Atualmente, a teledeteção baseada em satélite pode identificar e levantar as ervas marinhas entre resoluções espaciais de 0,30 e 30 m, resoluções temporais entre 1 e 17 dias e bandas espectrais entre 400 e 700 nm, ou seja, o espectro visível. Dentro destes intervalos, os satélites podem observar as ervas marinhas com um pormenor e frequência satisfatórios para profundidades de água máximas de 40 m em muitos casos, mas não em todos, dependendo da clareza da água. A decisão final respeitante à seleção do sensor por satélite adequado depende fortemente do âmbito do projeto (escala e extensão), das capacidades espaciais e temporais dos sensores e dos fundos disponíveis (Figura 10).

O recente desenvolvimento de drones de baixo peso, também conhecidos como Veículos Aéreos Não Tripulados, constitui o acréscimo mais recente ao kit de ferramentas de observação e teledeteção da Terra. Têm sido utilizados drones numa série de estudos de monitorização de ervas marinhas intermareais (Duffy et al., 2018; Konar et al., 2018; Nahirnick et al., 2019), que demonstram a sua capacidade de uma resolução espacial bastante alta, frequentemente subdecimétrica, com uma elevada flexibilidade nas capacidades de implementação e personalização. Além disso, a capacidade de voar na mesma rota repetidamente e de recolher dados conforme necessário tornou os drones uma ferramenta muito útil na monitorização rotineira dos ecossistemas das ervas marinhas. Contudo, os drones adquirem imagens a uma altitude mais baixa (a altura máxima depende de permissões, mas geralmente não supera os 300 m), o que oferece a cobertura de um terreno inferior em comparação com os satélites, além de exigir permissões especiais e licença.

Os drones e os satélites podem trabalhar em sinergia: os drones podem recolher dados de referência de alta qualidade e de alta resolução para validar os produtos de levantamento de ervas marinhas de resolução inferior obtidos pelos satélites. Esta abordagem pode reduzir custos associados à recolha de dados de validação de campo no local (por meio de *snorkelling* e/ou mergulho), aumentando a viabilidade de um dado projeto de levantamento de ervas marinhas.

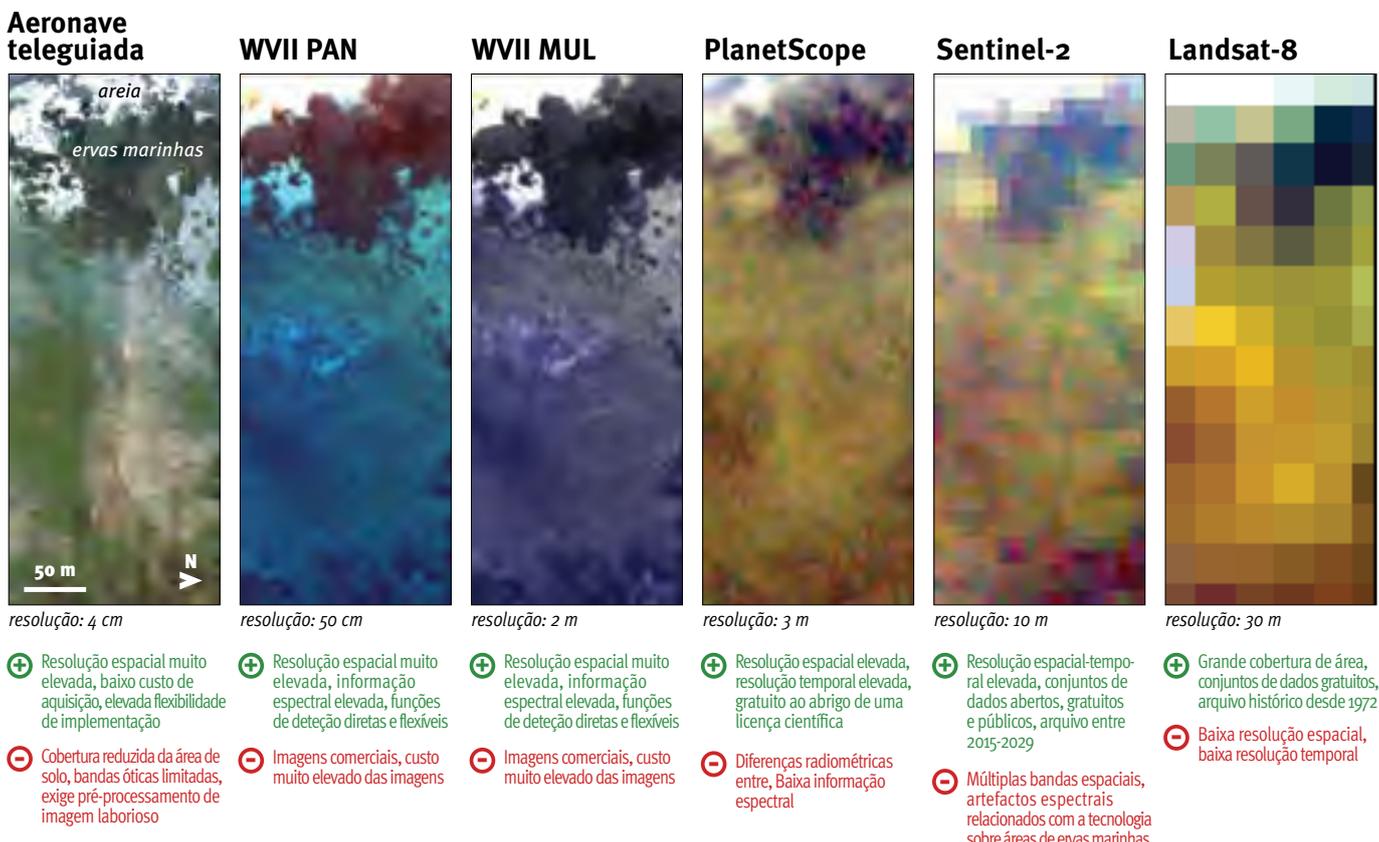
2) Acústicas: sonares laterais, sondadores acústicos multifeixe e de feixe simples

Os sensores acústicos são vulgarmente utilizados para efetuar o levantamento das propriedades físicas e biológicas do fundo marinho. Recorrendo a técnicas de ultrassom, é possível efetuar o levantamento de pradarias de ervas marinhas utilizando um aparelho acústico, geralmente rebocado por um barco ou instalado no mesmo. A dimensão da área estudada geralmente corresponde à área dos métodos no local e das imagens por satélite. Os sonares laterais têm sido utilizados para efetuar o levantamento das pradarias de ervas marinhas desde os anos 70 do século XX no Mar Mediterrâneo (Newton e Stefanon, 1975; Meinesz et al., 1981; Pasqualini et al., 1998; Fakiris et al., 2019), embora seja difícil medir densidades e alturas da copa. Os sondadores acústicos multifeixe, por outro lado, constituem uma das ferramentas acústicas mais eficazes, na medida em que podem criar uma imagem tridimensional da pradaria de ervas marinhas (Komatsu et al., 2003). Os sondadores acústicos de feixe simples foram desenvolvidos para detetar distribuições de cardumes de peixes e para medir a topografia submarina do fundo marinho, o que tem sido bastante útil para efetuar o levantamento do limite de profundidade inferior da distribuição de ervas marinhas. No entanto, ao contrário dos sonares laterais e dos sondadores acústicos multifeixe, os sondadores acústicos de feixe simples não proporcionam uma cobertura completa do fundo marinho.

FIGURA 10

As ervas marinhas vistas de cima – aeronaves teleguiadas e satélites

Exemplos de imagens de Lesbos, na Grécia 39°09'30.6"N 26°32'01.8"E



Fontes: Topouzelis, K. University of Aegean (2018); Digital Globe (2018); PlanetScope (2018); Dados Copernicus Sentinel (2018); Landsat-8 (2018) U.S. Levantamento geológico.

Redes globais de monitorização das ervas marinhas

O programa **Seagrass-Watch**, criado em 1998, consiste numa iniciativa global de educação participativa científica de monitorização e baseada na ciência que monitoriza de forma precisa o estado e as tendências da condição das ervas marinhas a partir de 408 locais em 21 países recorrendo a protocolos globalmente normalizados. A fim de garantir o controlo da qualidade e a precisão dos dados, as avaliações são predominantemente conduzidas por cientistas experientes e profissionais do setor do ambiente, em parceria com a comunidade mais alargada. A condição das ervas marinhas é avaliada com base em 33 quadrículas (50 cm × 50 cm) em locais de monitorização permanentes e replicados (0,25–5,5 hectares), estabelecidos em pradarias representativas (McKenzie et al., 2003). As medições incluem a cobertura percentual e a composição da espécie das ervas marinhas, a altura da copa das ervas marinhas, a cobertura de epífitos, a cobertura de macroalgas e o tamanho do grão dos sedimentos (McKenzie et al., 2003). Dependendo da capacidade local, entre as medições adicionais contam-se os frutos/flores das ervas marinhas, densidades da semente, paisagem marítima da pradaria (por exemplo, fragmentação), herbivoria, concentrações de nutrientes de tecidos de folhas, temperatura e luz. A frequência das avaliações depende da capacidade local e pode ser trimestral (a cada três meses), semestral, anual ou ad hoc. Os relatórios de situação sobre a condição das ervas marinhas são apresentados no site do programa (www.seagrasswatch.org), sendo os resultados utilizados aos níveis local e regional para sustentar os objetivos de conservação e gestão das ameaças.

A **Global Seagrass Monitoring Network (SeagrassNet)**, criada em 2001, investiga e documenta o estado das pradarias de ervas marinhas através da monitorização de 126 locais em 33 países. Utiliza um protocolo global de monitorização derivado de técnicas de amostragem normalizadas e um sistema de elaboração de relatórios de dados baseado na Internet (www.seagrassnet.org). Cada área monitorizada possui três transectos permanentes de 50 metros com 12 posições amostradas replicadas, sendo

a amostragem predominantemente realizada pelo governo local e profissionais do setor do ambiente até quatro vezes por ano (Duffy et al., 2019). Entre os parâmetros biológicos contam-se a espécie, a cobertura, a altura da copa, a biomassa e os frutos/flores e a expansão/retração, que são medidas em conjunto com a temperatura, a luz, a salinidade e as características dos sedimentos. Os resultados da SeagrassNet revelam mudanças nas ervas marinhas ao longo do tempo que são relevantes para a gestão, ao mesmo tempo que fundamentam declarações de base científica sobre o estado do habitat de ervas marinhas e a magnitude da necessidade de ações de gestão. O protocolo da SeagrassNet (adaptado) foi adotado como a norma nacional no Brasil (Copertino et al., 2015).

O **Sistema Mundial de Observação dos Oceanos (GOOS, na sigla em inglês)** e a **Rede de Observação da Biodiversidade Marinha (MBON, na sigla em inglês)** têm estado a trabalhar para coordenar estes esforços globais de monitorização das ervas marinhas (por exemplo, a SeagrassNet e a Seagrass-Watch) no contexto dos quadros das variáveis essenciais, nomeadamente as Variáveis Essenciais dos Oceanos do GOOS e as variáveis Essenciais da Biodiversidade da Rede de Observação da Biodiversidade do Grupo de Observação da Terra (GEO BON, na sigla em inglês). O objetivo da abordagem das Variáveis Essenciais dos Oceanos biológicas, incluindo as Variáveis Essenciais dos Oceanos das ervas marinhas, consiste em desenvolver comunidades de profissionais em todo o mundo com vista a medir as principais variáveis biológicas, como as ervas marinhas, de uma forma globalmente coordenada e intercomparável. Além de desenvolver parcerias e uma comunidade de profissionais, esta comunidade está a trabalhar no sentido de desenvolver melhores práticas para a monitorização, os metadados e a gestão dos dados. Por exemplo, o repositório das Melhores Práticas dos Oceanos (www.oceanbestpractices.net) foi desenvolvido para compilar e arquivar as melhores práticas em investigação, observação e gestão de dados e informações relacionados com os oceanos.

3) Amostragem e monitorização (no local) baseada em campo

A monitorização baseada em campo pode oferecer informações sobre o estado de saúde (estado ecológico) das pradarias de ervas marinhas, já que um conjunto de variáveis são recolhidas a uma escala precisa, incluindo a cobertura percentual, a densidade de rebentos, a altura da copa e a composição da biomassa e das espécies, entre outros aspetos. A variável mais solidamente estabelecida e mais utilizada na monitorização de ervas marinhas é a cobertura percentual. A cobertura de ervas marinhas, referida como "a cobertura da folhagem horizontalmente projetada da copa", tem uma vasta aplicação e pode reduzir o erro de

amostragem geral porque é simples e promove a replicação. Ainda que a estimativa da cobertura possa ser subjetiva, a utilização de cartões de referência comuns e de procedimentos de garantia da qualidade/controlo da qualidade podem melhorar significativamente a precisão do método.

As redes de monitorização coordenadas aumentam o poder e o valor da monitorização local através da ligação de conjuntos de dados e da normalização de protocolos, o que facilita as comparações no tempo e no espaço. As redes oferecem um método excelente e económico para obter dados normalizados e comparáveis sobre as alterações nas ervas marinhas e catalisadores relacionados nas diferentes localizações em todo o mundo ao longo do tempo.

Dados abertos sobre a distribuição de ervas marinhas: agora e no futuro

Até à data, os esforços desenvolvidos para compilar dados sobre a distribuição das ervas marinhas conduziram à criação do conjunto de dados Global Distribution of Seagrasses (Green e Short, 2003; PNUA-CMVC e Short, 2003), bem como inventários regionais ou nacionais de dados detidos por organizações intergovernamentais, governamentais e não governamentais (por exemplo, o mapa em larga escala da Rede Europeia de Observação e de Dados sobre o Meio Marinho [EMODnet] sobre habitats de ervas marinhas, incluindo ervas marinhas recentemente lançadas, macroalgas e conjuntos de dados de Variáveis Essenciais dos Oceanos de coral vivo). Estão também disponíveis registos de pontos individuais através do Sistema Mundial de Informação sobre a Biodiversidade (GBIF, na sigla em inglês), da Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI) da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e do Sistema de Classificação Biogeográfica dos Oceanos (OBIS, na sigla em inglês), que podem ser utilizados para complementar os que se encontram no conjunto de dados globais. Apesar de estes esforços continuarem a reforçar a compreensão das localizações das ervas marinhas, ainda persistem lacunas nos conhecimentos. À exceção dos

programas de observação coordenados como a SeagrassNet e a Seagrass-Watch, que oferecem séries cronológicas importantes na captação do estado das ervas marinhas em localizações específicas do mundo, persiste uma escassez de séries cronológicas abrangentes e em larga escala sobre o estado das ervas marinhas. As tecnologias emergentes enfrentam desafios na captação da variedade das ervas marinhas que existem globalmente e cuja utilização regular pode ser dispendiosa. Os projetos de curto prazo estabelecem dados críticos da base de referência, mas de uma maneira geral não proporcionam as informações de longo prazo e consistentes que são necessárias para a tomada de decisões. Para abordar estes desafios, o Sistema Mundial de Observação dos Oceanos (GOOS) da COI-UNESCO está a desenvolver um conjunto de Variáveis Essenciais dos Oceanos, incluindo um sobre a cobertura e a composição das ervas marinhas. Os protocolos de monitorização e fichas de especificações resultantes irão contribuir para normalizar a recolha de dados sobre ervas marinhas a nível mundial, contribuindo para as normas de dados e melhores práticas a fim de assegurar que os inventários de dados nacionais, regionais e globais possam ser comparados de uma forma que produza significado.

Existem numerosos programas de monitorização de ervas marinhas em todo o mundo que recolhem uma série de dados sobre ecossistemas de ervas marinhas. Um estudo global recente identificou 19 programas de monitorização de ervas marinhas de longo prazo ativos (Duffy et al., 2019), sendo os maiores o Seagrass-Watch (www.seagrasswatch.org) e o SeagrassNet (www.seagrassnet.org) (ver caixa sobre as redes globais de monitorização de ervas marinhas). Ambas as redes visam oferecer sistemas de envio de dados online atualizados, bem como recursos para apoiar a monitorização, como manuais ou protocolos, guias de campo e folhas de dados (McKenzie et al., 2003; Short et al., 2006), notícias, pormenores de locais de ervas marinhas e participantes. Através da utilização de métodos normalizados, dados de diferentes áreas são diretamente comparáveis e podem ser utilizados para avaliar o seu estado ecológico.

A tecnologia

Na última década, os avanços tecnológicos na informática deram origem a dois pilares das imagens obtidas por satélites e drones de hoje: as plataformas informáticas na nuvem e a inteligência artificial (IA), o que inclui aprendizagem automática e uma profunda aprendizagem. Esta tecnologia estabelece o cenário para técnicas altamente escaláveis, repetíveis e precisas que podem facilitar o levantamento e a monitorização de ervas marinhas.

Plataformas informáticas na nuvem

Os últimos cinco anos testemunharam o estabelecimento e o crescimento das plataformas informáticas na nuvem, que

representam uma abordagem sem precedentes em termos de grandes volumes de dados ("big data") à ciência e à gestão, colocando em destaque análises intensivas em dados, acesso a dados atempado e económico, enormes recursos informáticos e visualização de alta qualidade (Goodchild et al., 2012). Este paradigma dos grandes volumes de dados pode facilitar as estimativas, as informações e as perceções sobre as ervas marinhas à escala global. Desde o primeiro trimestre de 2019, foram desenvolvidas quatro grandes plataformas baseadas na nuvem que ofereciam o seu ambiente na nuvem para armazenamento, processamento, análise e visualização de dados no domínio da observação da Terra: Google Earth Engine (Gorelick et al., 2017), Amazon Web Services (2019), Microsoft Azure (2019) e Serviços de Acesso aos Dados e Informações Copernicus da Comissão Europeia (2019). Em 2018, um novo fluxo de trabalho baseado na nuvem foi concebido e utilizado na plataforma na nuvem do Google Earth Engine, tirando partido de mais de 1000 imagens de alta resolução por satélite aberto e efetuando o levantamento da extensão da erva marinha *Posidonia oceanica* ao longo de mais de 16 000 quilómetros da linha costeira grega, com uma precisão geral de 72% (ver estudo de caso 2).

Inteligência artificial

Seria mais difícil para os cientistas obter e ampliar as estimativas sobre as ervas marinhas no espaço e no tempo sem a utilização da IA. Esta tecnologia refere-se a programas não humanos ou modelos com capacidade para resolver problemas matemáticos sofisticados. A IA agora inclui: aprendizagem automática – um programa que utiliza dados

introduzidos para construir e empregar um modelo preditivo; e aprendizagem profunda – um membro mais vasto da família da aprendizagem automática baseado na estrutura e na função do cérebro, que utiliza as chamadas redes neurais artificiais. Estes algoritmos e quadros podem conduzir a inovações importantes na monitorização de ervas marinhas baseada em dados, especialmente em ambientes na nuvem através de: a) uma melhor precisão da classificação; b) uma maior automatização do processamento e análise dos dados; e c) o desenvolvimento de deteção de mudanças automatizadas das ervas marinhas.

Os dados

Dados de referência: dados de formação e validação

A análise de dados de observação da Terra recorrendo a métodos de aprendizagem automática exige dados de formação de elevada qualidade para a calibração dos algoritmos. Estes dados podem ser recolhidos por campanhas de campo reunindo observações no local combinadas com GPS ou via aplicações móveis personalizadas. Em alternativa, imagens via satélite e baseadas em drones, georreferenciadas e de alta resolução, quando disponíveis, podem ser utilizadas como mapas-base por utilizadores experientes que concebem conjuntos de dados de formação sob a forma de pontos espaciais ou polígonos. A validação dos dados ou levantamento de dados em campo é o processo de avaliar a precisão e a qualidade da imagem classificada. Os dados de validação devem ser representativos da população, incluindo amostras de todas as classes (o mesmo número de classes que foi utilizado para a classificação e os dados de formação). Os conjuntos de dados de classificação podem ser obtidos a partir de várias fontes como mapas e inventários existentes, imagens de satélites ou drones de alta resolução e no local (mergulho, *snorkelling* ou a pé em áreas de ervas marinhas intermareais).

Metadados

Os metadados rigorosos constituem um requisito essencial, mas frequentemente negligenciado, para a utilização futura dos dados recolhidos, seguindo o princípio “recolha uma vez, utilize muitas vezes”. Os metadados fornecem pormenores sobre a fonte, a localização, o horizonte temporal, a versão e as metodologias utilizados para cada registo de dados e permitem a comparação entre registos a fim de determinar se podem ser combinados com significado e comparados para fundamentar decisões e desenvolver indicadores. Existem normas globais e regionais, como a ISO 19115 e a diretiva INSPIRE Directive, em conjunto com plataformas que podem documentar conjuntos de dados no local disponíveis, como o Ecological Information Management System – Site and Data Set Registry (DEIMS-SDR), que contribuem para melhorar a acessibilidade e capacidade de reutilização de dados ecológicos. Entre as normas de metadados geralmente utilizadas para dados biológicos e ecológicos contam-se a Ecological Metadata Language (EML) e as normas Darwin Core (Madin et al., 2007). Os quadros das variáveis essenciais – as Variáveis Essenciais dos Oceanos e as Variáveis Essenciais da Biodiversidade – estão a desenvolver esforços no sentido de promover a utilização generalizada destas normas de metadados nas comunidades observadoras.

Do levantamento local...

Alterações temporais em pradarias de ervas marinhas tropicais intermareais em Koh Libong, Tailândia

As pradarias de ervas marinhas intermareais em Koh Libong são das maiores pradarias da Tailândia. Sustentam vários serviços ligados aos ecossistemas, oferecendo as pescas mais importantes para a população local e zonas de alimentação para dugongos, um mamífero marinho em perigo de extinção.

Para investigar as alterações na distribuição de ervas marinhas aqui, foi adquirida uma série de imagens teledetetadas do Landsat 5 TM e do Landsat 8 OLI a cada cinco anos, com início em 1999. A área de ervas marinhas foi classificada utilizando um sistema de classificação supervisionado baseado em aprendizagem automática, ao passo que a precisão foi avaliada recorrendo a dados de campo relativos a 2014 e 2019 e à sobreposição de imagens relativas a 1999, 2004 e 2009.

Nos anos anteriores ao tsunami de 2004, a área de ervas marinhas estava a crescer à taxa de 0,94 km² por ano. As áreas de grande dimensão (8,85 km²) estavam constantemente cobertas por ervas marinhas e apenas uma pequena porção da pradaria de ervas marinhas (2,62 km²) se perdeu. Após o tsunami (2004–2009), grandes áreas de ervas marinhas mantiveram-se (9,3 km²), mas uma enorme proporção das pradarias perdeu-se (6,88 km²). Foram detetadas tendências semelhantes de perda de ervas marinhas (com a taxa de perda situada em quase 0,6 km² por ano) até 2014, quando as pradarias de ervas marinhas começaram a recuperar a uma taxa de 0,38 km² por ano. Em 2019, a área total de pradarias de ervas marinhas (11,98 km²) excedia ligeiramente as áreas de pradarias originais em 1999. O início da perda de ervas marinhas coincide com o tsunami do Indo-Pacífico em 2004. No entanto, as pradarias não foram diretamente afetadas pela onda do tsunami; em seu lugar, parece que a subida do nível do mar pode ter desencadeado a perda.



© Benjamin Jones, Project Seagrass

Ao levantamento nacional...

Águas territoriais gregas

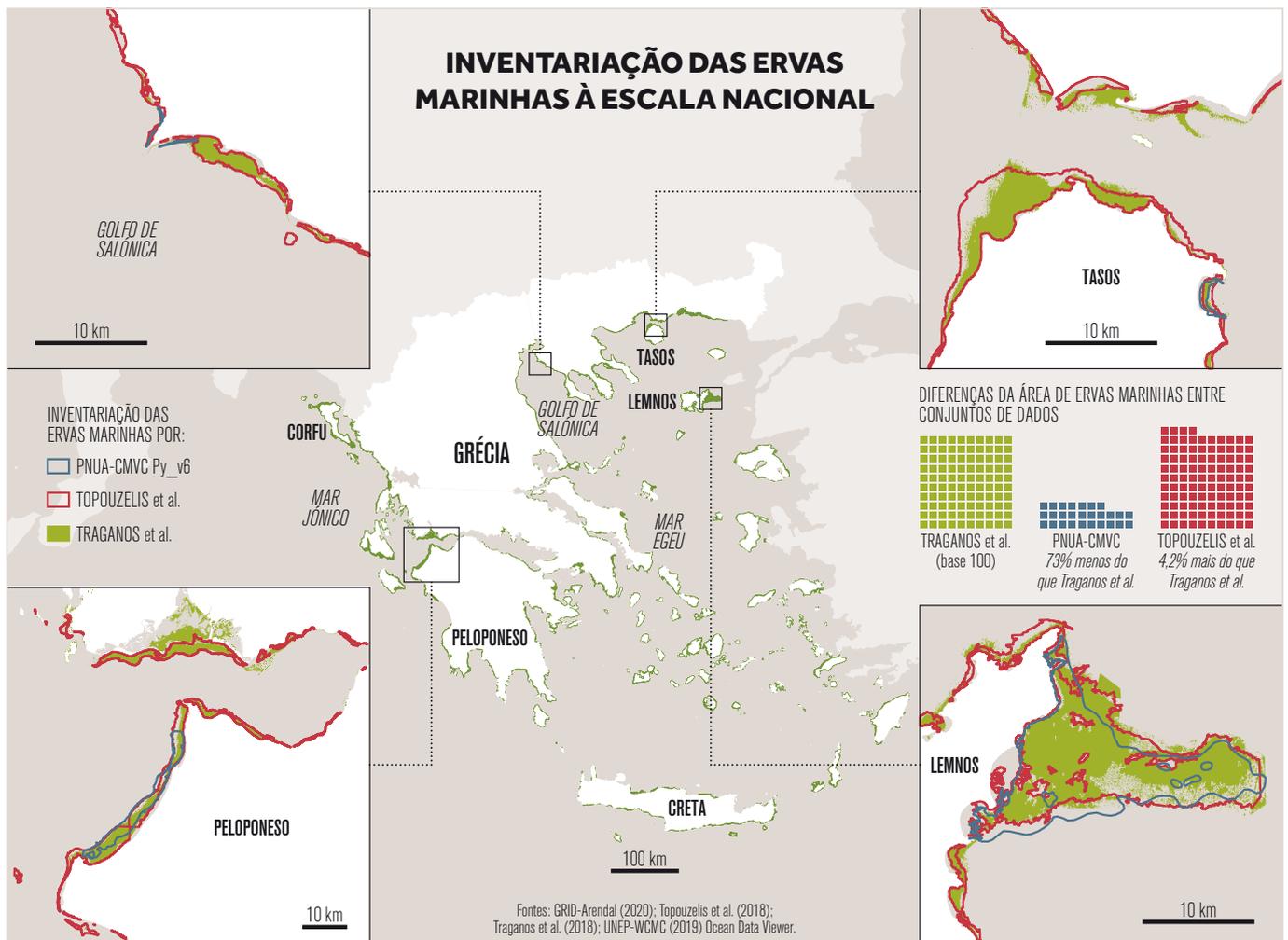
Situada na biorregião mediterrânea, a linha costeira grega abrange aproximadamente 16 000 quilômetros de comprimento, apresentando mais de 1400 ilhas ou ilhotas, uma ampla diversidade de praias arenosas, costas rochosas, penhascos, lagoas costeiras e sistemas deltaicos, além de diversos tipos de habitat costeiros, incluindo ervas marinhas submareais.

Utilizando 1045 imagens de satélite do Sentinel-2, cerca de 1457 polígonos de dados de formação e um quadro de classificação baseado em aprendizagem automática num fluxo de trabalho de levantamento recentemente desenvolvido baseado na nuvem, de ponta a ponta, Traganos et al. (2018) estimaram que havia cerca de 2510 km² de ervas marinhas temperadas situadas entre 0 e 40 m de profundidade no total dos 40 951 km² das águas territoriais gregas (Figura 11). A precisão geral da detecção de ervas marinhas foi de 72%, tal como revelado por um conjunto de dados de validação independente, baseado em campo. Estes resultados sugerem que existem menos 4,2% de ervas marinhas do que o respetivo cálculo de ervas marinhas à escala grega utilizando as imagens via satélite



do Landsat 8 (Topouzelis et al., 2018). Esta discrepância deve-se maioritariamente a diferenças metodológicas na resolução espacial (10 m versus 30 m), dados de campo e abordagens de análise de imagens e classificação. Pelo contrário, o que é mais importante, o inventário de Traganos et al. (2018) demonstra cerca de quatro vezes mais ervas marinhas do que estimado pelo PNUA-CMVC e Short, (2018) no inventário de ervas marinhas da Grécia (639,5 km²). Este aspeto indica que este último inventário constitui uma subestimação, o que pode ser atribuído à fonte de dados, aos pontos e aos conhecimentos dos especialistas interpolados. Pode também ter implicações para a possível subestimação das estimativas da distribuição de ervas marinhas à escala global.

FIGURA 11



Em direção a soluções de levantamento

Esforços regionais de levantamento das ervas marinhas na Ásia

No âmbito do Projeto de Teledeteção dos Oceanos (ORSP, na sigla em inglês) para o Levantamento do Habitat Costeiro da Subcomissão da COI para o Pacífico Ocidental (WESTPAC, na sigla em inglês), o levantamento das ervas marinhas foi realizado através da análise de imagens de satélite da região do Pacífico ocidental desde 2010. Até à data, os membros do ORSP efetuaram o levantamento de pradarias de ervas marinhas no Camboja (Phauk et al., 2012), Indonésia (Nurdin et al., 2019), Japão (Tsujiimoto et al., 2016), Malásia (Hashim et al., 2014), Tailândia (Komatsu et al., 2012) e Vietname (Van Luong et al., 2012), após a normalização dos métodos de análise de imagens de satélite. O Plano de Ação para o Noroeste do Pacífico (NOWPAP, na sigla em inglês), um dos programas para os Mares Regionais da ONU Ambiente, também começou

a efetuar o levantamento das ervas marinhas na China, no Japão, na Coreia e na Federação Russa em 2016. O ORSP e o NOWPAP decidiram utilizar os mesmos métodos para efetuar o levantamento das pradarias de ervas marinhas utilizando imagens de satélite. Recentemente, ambas as organizações começaram a desenvolver um sistema automatizado baseado na Internet para a análise de imagens de satélite na região da Ásia e do Noroeste do Pacífico utilizando tecnologias de informática na nuvem. O fluxo de trabalho do levantamento baseado na nuvem utilizado aos níveis nacional e regional é altamente flexível em termos de espaço, tempo e introdução de dados. Com dados de validação suficientes, a ferramenta pode ser utilizada para iniciativas de levantamento e monitorização de ervas marinhas em larga escala, precisas e eficazes e para projetos noutras áreas e biorregiões de ervas marinhas, embora venha a ser mais útil em regiões de águas límpidas e para certas espécies.



Rumo a uma imagem global das localizações e da saúde das ervas marinhas

Ao combinar informações geradas por teledeteção com técnicas de monitorização de campo, tecnologias emergentes e dados de referência existentes ou novos, existe uma oportunidade de conceber e aplicar metodologias normalizadas para medir a localização e a condição dos ecossistemas de ervas marinhas globalmente de uma forma precisa, eficaz, repetível e comparável (Duffy et al., 2019; Traganos et al., 2018). Os inventários resultantes iriam reforçar a compreensão dos pontos críticos do ecossistema ou de desvios do regime no ambiente da paisagem marítima mais alargado, potencialmente facilitando as previsões das alterações do ecossistema, e também fortalecer a gestão, a conservação e a utilização de recursos sustentáveis nestas regiões. Para alcançar este objetivo, devem ser utilizados esforços de levantamento e monitorização semelhantes à escala planetária visando outros habitats na paisagem marítima costeira, como o Allen Coral Atlas, o Global Mangrove Watch e o Global Forest Watch, para inspiração e reforço de capacidades. Estas plataformas online emergiram de desenvolvimentos associados à informática na nuvem, arquivos de imagens de satélite abertos e gratuitos, IA e dados de referência adequados a fim de fornecer dados relevantes da base de referência e de monitorização.

O levantamento das ervas marinhas à escala global é cada vez mais exequível graças aos referidos avanços a nível tecnológico e de dados. Utilizando conjuntos de dados de imagens de satélite de acesso aberto do Sentinel-2 com uma resolução espacial de 10 m e aproximadamente 15 960 mosaicos (área por mosaico de 100 x 100 km) ou 159 600 000 km² de mosaicos de satélite de três meses, as ervas marinhas poderiam ter o seu levantamento efetuado em todo o mundo em apenas um ano. Para ampliar estas medições da base de referência e quantificar os padrões espaciotemporais das ervas marinhas no passado e no futuro, as seguintes ações são necessárias:

1. desenvolver e normalizar um quadro algorítmico;
2. conceber e recolher novos dados de referência à escala global para formar e validar as ferramentas de IA;
3. desenvolver e adaptar a interoperabilidade e complementaridade entre as diferentes plataformas na nuvem, respetivos códigos utilizados e formatos de dados;
4. encontrar métodos adequados para detetar espécies de ervas marinhas de vida curta, dinâmicas, menos densas e profundas.

Quando combinados com esforços de monitorização nacionais e locais no terreno para fornecer mais informações sobre a saúde da espécie e do ecossistema, as abordagens de teledeteção podem oferecer uma imagem mais completa do estado e da localização dos ecossistemas de ervas marinhas a nível global.



© Dinitis Poursanidis, Foundation for Research and Technology – Hellas

TRANSFORMAR A CONSERVAÇÃO E A COMPREENSÃO DOS ECOSSISTEMAS DAS ERVAS MARINHAS ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DA CIÊNCIA CIDADÃ

Richard K.F. Unsworth, Benjamin Jones, Miguel Fortes, Abbi Scott, Peter Macreadie, Fanny Kerninon, Len McKenzie

As instituições em que os autores estão afiliados são indicadas na página 4

Os membros do público registaram as suas observações do mundo natural ao longo de séculos (Miller-Rushing et al., 2012). Numa era de ciência ecológica profissional, a utilização de membros do público agindo como voluntários cria um meio de recolha de dados de baixo custo. A utilização de voluntários do público em geral cria uma força de trabalho bastante necessária, ao mesmo tempo que ajuda a ligar a ciência, a formulação de políticas e a prática enquanto componente básica da gestão de recursos naturais costeiros (Jones et al., 2018). Os voluntários formados para realizar os projetos de ciência cidadã também aprendem sobre o tópico, o que lhes permite comunicar a sua importância para além do campo científico. Encontrar uma forma de envolver o público em geral nos ecossistemas de ervas marinhas é vital dadas as provas consistentes que demonstram o baixo nível de apreciação social pelos mesmos (Duarte et al., 2008).

Projetos de ciência cidadã em ervas marinhas em curso

A ciência cidadã pode ajudar a abordar importantes desafios de conservação ao: 1) dar lugar a uma ciência que de outro modo

poderia não ser viável devido à escala ou a outros motivos práticos; e 2) envolver melhor o público na tomada de decisões (McKinley et al., 2017). Num contexto de ervas marinhas, existe uma crescente inclusão da ciência cidadã numa gama de programas de monitorização e avaliação (Jones et al., 2018) (Quadro 3). Praticamente um terço das atuais redes de observação de ervas marinhas de longo prazo contém algum nível de ciência cidadã, incluindo a Seagrass-Watch e a SeagrassSpotter (Duffy et al., 2019). Além disso, um crescente número de projetos de investigação e conservação de ervas marinhas inclui um componente de voluntariado (por exemplo, TeaComposition H2O, Seagrass Ocean Rescue). Em várias localizações em todo o mundo, entidades governamentais criaram os seus próprios programas de monitorização de ervas marinhas personalizados impulsionados por voluntários. Um dos maiores programas situa-se na Baía de Sarasota, Flórida (Estados Unidos da América), onde centenas de cientistas cidadãos recolhem dados sobre a extensão espacial das ervas marinhas de forma a contribuir para a criação de mapas anuais de ervas marinhas para ajudar no programa do Distrito de Gestão da Água do Sudoeste da Flórida para a Gestão e Melhoria da Água Superficial (SWIM).



© Dimitris Poursanidis, Foundation for Research and Technology – Hellas

Quadro 3. Projetos de ervas marinhas que se baseiam na ciência cidadã ou que a utilizam e que contribuíram para a política ambiental

Projeto	Tipo de projeto	Organização responsável	Reach	Descrição do elemento da ciência cidadã	Exemplo de influência na formulação de políticas e na gestão
Seagrass-Watch <i>seagrasswatch.org</i>	Programa de liderança científica que incorpora ciência cidadã contributiva e colaborativa e o envolvimento dos cidadãos	Seagrass-Watch, Austrália	Global	Utiliza grupos de voluntários formados para recolher dados de monitorização.	Dados recolhidos por voluntários da Seagrass-Watch com a assistência do plano de zonamento do Parque Marinho de Great Sandy (sul de Queensland). Em Bantay, Filipinas, a Seagrass-Watch ajudou nos esforços de pressão com vista à promulgação do Decreto Municipal da Ordem Executiva 02-01 04-01 (um decreto orientado para a conservação das ervas marinhas no Município de Puerto Galera).
SeagrassSpotter <i>seagrassspotter.org</i>	Ciência cidadã contributiva e envolvimento dos cidadãos	Project Seagrass	Global	Utiliza uma aplicação de telemóvel e um site em que os utilizadores carregam imagens de ervas marinhas georreferenciadas e respondem a perguntas básicas relativas à saúde e a ameaças.	Envio de dados ao organismo público de conservação sobre localizações de ervas marinhas na Escócia a fim de ajudar no planeamento da conservação.
Iniciativa comunitária de levantamento da zosteria <i>www.seagrassconservation.org/conservation</i>	Ciência cidadã	Grupo de Trabalho para a Conservação das Ervas Marinhas, British Columbia, Canadá	Regional	Utiliza grupos de voluntários formados para recolher dados de monitorização.	Dados de levantamento utilizados pelo departamento do governo canadiano para analisar o valor do ecossistema das ervas marinhas.
Inquérito sobre as Ervas Marinhas de Sarasota County	Ciência cidadã contributiva e envolvimento dos cidadãos	Sarasota County, Estados Unidos da América	Regional	Utiliza um grande grupo de voluntários para prestarem ajuda num inquérito de monitorização anual.	Criação de mapas anuais de ervas marinhas para ajudar o programa SWIM do Distrito do Sudoeste da Flórida para a Gestão da Água.
Mergulho voluntário na Zona de Conservação Marinha de Skomer	Ciência cidadã	Reino Unido	Local	Forma e utiliza voluntários para prestarem ajuda em inquéritos pormenorizados e levantamento de ervas marinhas.	Os dados prestam assistência em relatórios sobre Áreas de Conservação Especiais com ligações diretas à gestão de Zonas de Conservação Marinha. Além disso, os dados são enviados para o Governo galês para prestarem assistência na Secção 7 da Lei do Ambiente (de Gales) de 2016, com relatórios sobre as principais espécies e habitats.
Seasearch (Reino Unido)	Ciência cidadã	Reino Unido	Regional	Utiliza grupos de voluntários formados para recolher dados de monitorização.	Presta assistência ao levantamento de ervas marinhas nas Zonas de Conservação Especiais e na compreensão dos impactos no interior das Zonas de Conservação Especiais a fim de apoiar a gestão.
Salvamento de Ervas Marinhas no Oceano <i>www.projectseagrass.org/seagrass-ocean-rescue</i>	Ciência cidadã	Reino Unido	Regional	Utiliza grupos de voluntários formados para recolherem materiais para projetos de restauração de ervas marinhas.	As informações são utilizadas para criar uma sessão informativa de formulação de políticas nacionais sobre as melhores práticas de restauração de ervas marinhas.

Fonte: Adaptado de Jones et al., (2018)

FIGURA 12



Cientistas cidadãos conduzem avaliações da água e intermareais em localizações predeterminadas, utilizando frequentemente os seus próprios barcos. Os dados são recolhidos através de uma aplicação de telemóvel ou de metodologias baseadas em papel. As informações disponíveis indicam que a ciência cidadã é mais bem-sucedida quando exige equipamentos e recursos especializados mínimos (Duffy et al., 2019). Desta forma, a integração de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na ciência cidadã ampliou o seu alcance, como aconteceu no caso da SeagrassSpotter, por exemplo, que, até à data, recolheu dados em 75 países, incluindo observações de 36 espécies, utilizando uma abordagem de Internet e aplicação de telemóvel. Outros programas, como a Rede de Ervas Marinhas do Indo-Pacífico, que incluem alguns componentes de voluntariado, foram pioneiros na utilização do Kit de Dados Abertos enquanto plataforma de TIC, facilitando a recolha rápida de dados e os processos de garantia e controlo da qualidade.

O potencial da ciência cidadã para apoiar as alterações ao nível da formulação de políticas

A ciência cidadã pode ajudar os membros do público a desempenharem um papel ativo na criação de uma base de provas para a formulação de políticas, ao mesmo tempo que lhes permite compreender e monitorizar as mudanças que têm lugar à sua volta. Existem duas formas pelas quais a ciência cidadã pode melhorar as políticas e os resultados da conservação (McKinley et al., 2017). Um caminho implica adquirir conhecimentos científicos, tal como acontece na investigação convencional. Os voluntários contribuem para gerar informações científicas para os cientistas da conservação, gestores de recursos naturais e do ambiente e outros decisores (McKinley et al., 2017). O outro caminho estimula o contributo do público e o envolvimento na gestão de recursos naturais e do ambiente e na formulação de políticas. Os voluntários podem

Quadro 4. Exemplo de questões e desafios de investigação e conservação que podem ser respondidos através da ciência cidadã

Ponto de vista	Área de concentração	Atividade
Compreender a fenologia no contexto de um clima em mudança	Biológica	Identificação da ocorrência de flores Contagens de sementes de sedimentos
Compreender a extensão e as causas da doença	Biológica	Ocorrência da doença emaciante
Distribuição e abundância de ervas marinhas	Ecológica	Presença das ervas marinhas a nível local, regional, nacional ou global Abundância da espécie específica ao local
Biodiversidade nas ervas marinhas	Ecológica	Presença de peixes nas ervas marinhas Presença de invertebrados nas ervas marinhas Identificação de uma vasta fauna marinha nas ervas marinhas
Ameaças às ervas marinhas e gestão das mesmas	Socioecológica	Identificação de ameaças correntes, como, por exemplo, inquéritos sobre amarrações
Perda histórica de ervas marinhas	Socioecológica	Utilização de conhecimentos ecológicos locais
Utilização de pescas	Socioecológica	Identificação da utilização de pradarias de ervas marinhas pela pesca
Respostas a alterações na utilização da terra	Socioecológica	Monitorização da mudança ao longo do tempo
Restauração	Biológica	Recolha de materiais

Source: Adapted from Jones et al. (2018)

contribuir diretamente para as decisões, por exemplo, utilizando o que aprenderam num projeto de ciência cidadã para comentar as medidas governamentais propostas (Figura 12). Tendo em conta a compreensão geralmente fraca das pradarias de ervas marinhas e da sua importância para a sociedade pelo público em geral, a ciência cidadã pode ser utilizada como um mecanismo para aumentar a influência na formulação de políticas por parte dos voluntários, melhorando assim a conservação das ervas marinhas. Num contexto de ervas marinhas, existe uma série de exemplos em que a formulação de políticas poderia beneficiar dos dados recolhidos pela ciência cidadã (ver Quadro 4).

Criar parcerias para a ciência cidadã das ervas marinhas

Apesar de muitos projetos de ciência cidadã dependerem da boa-vontade de membros do público genuinamente interessados, é necessário encontrar formas de aumentar este conjunto de participantes para aumentar o impacto da ciência cidadã. Uma abordagem reside na criação, por parte dos ambientalistas e

cientistas, de parcerias com organizações públicas e privadas, empresas, clubes e sociedades. Tal poderia incluir trabalhar com grupos de escoteiros e clubes de jovens para realizar atividades de amostragem no terreno, por exemplo. Este aspeto tem a vantagem de oferecer altos níveis de organização de grupo e números garantidos associados a tais atividades, bem como a capacidade de direcionar mais rapidamente a sua participação. As empresas privadas procuram cada vez mais oportunidades de voluntariado ambiental para os seus funcionários através dos seus programas de Responsabilidade Social das Empresas (RSE) a fim de aumentar o bem-estar dos mesmos (Ondiviela et al., 2014). Um destes exemplos é o programa HSBC/Earthwatch, organizado em colaboração com a Universidade de Deakin, que implica que membros da empresa ajudem a universidade através da recolha de dados sobre o conteúdo do armazenamento de carbono numa gama de ambientes costeiros. Por outro lado, o Projeto Seagrass desenvolveu recentemente uma parceria com uma empresa internacional de estudos de turismo a fim de implementar a utilização da plataforma SeagrassSpotter para os voluntários.





PARTE 2

OPÇÕES DE POLÍTICAS E GESTÃO





OPÇÕES DE POLÍTICA SE GESTÃO

Miguel Fortes, Laura Griffiths, Catherine Collier, Lina Mtwana Nordlund, Maricela de la Torre-Castro, Mat Vanderklift, Rohani Ambo-Rappe, Gabriel Grimsditch, Lauren Weatherdon, Steven Lutz, Maria Potouroglou

As instituições em que os autores estão afiliados são indicadas na página 4

Proteger e restaurar os ecossistemas de ervas marinhas constitui uma oportunidade para que os países alcancem várias metas nacionais relacionadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), reforçando as economias locais e cumprindo numerosos compromissos globais. Conforme demonstrado no capítulo sobre os serviços ligados aos ecossistemas de ervas marinhas, os bens e serviços associados às ervas marinhas sustentam o bem-estar de muitas comunidades costeiras em todo o mundo, com ligações diretas à segurança alimentar, economias locais e resiliência às alterações climáticas. Apesar desta importância, as ervas marinhas têm sido frequentemente uma consideração secundária no âmbito das medidas de formulação de políticas e gestão. Da distribuição conhecida das ervas marinhas, apenas um quarto (26%) ocorre em Zonas Marinhas Protegidas (ZMP) (UNEP-CMVC e Short, 2018), verificando-se apenas alguns exemplos de abordagens de gestão integradas que fazem uma referência explícita às ervas marinhas e que contabilizam as pressões cumulativas. Este nível de proteção não se distribui de modo uniforme pelas diferentes biorregiões de ervas marinhas, sendo que apenas 17% das ervas marinhas na biorregião do Indo-Pacífico tropical ocorrem em ZMP. Em

contrapartida, 40% dos recifes de corais de água quente, 43% dos mangais, 42% dos sapais e 32% dos corais de água fria situam-se em ZMP oficiais, o que faz com que as ervas marinhas sejam o ecossistema marinho menos protegido (Quadros 5 e 6). Como é evidente, há que reconhecer que o facto de um ecossistema pertencer oficialmente a uma ZMP não confere necessariamente proteção aos ecossistemas marinhos e que existem muitas ZMP sem planos eficazes de cumprimento ou de gestão. No entanto, este valor indica efetivamente que as ervas marinhas não são prioritárias nas estratégias de formulação de políticas e gestão. Para alcançarmos os objetivos e metas de biodiversidade e desenvolvimento sustentável estabelecidos pela comunidade global na próxima década, existe uma necessidade urgente de desenvolver e implementar políticas e opções de gestão integradas que reconheçam os diversos benefícios dos ecossistemas de ervas marinhas.

Estes quadros baseiam-se nos dados mais precisos disponíveis e podem estar sujeitos a erro ou correção à medida que sejam disponibilizados dados mais precisos.

Quadros políticos

Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Os ecossistemas de ervas marinhas podem contribuir de forma direta ou indireta para os progressos associados à maioria dos ODS das Nações Unidas e são essenciais para o alcance das metas relacionadas com as alterações climáticas e a segurança alimentar. Os benefícios de conservar e recuperar as pradarias de ervas marinhas podem ajudar os países a alcançar 26 metas e indicadores associados a 10 ODS, incluindo os ODS 1, 2, 5, 6, 8, 11, 12, 13, 14 e 17 (Figura 13). Por exemplo, as ervas marinhas contribuem para a atenuação das alterações climáticas através do sequestro e armazenagem do carbono, ao mesmo tempo que ajudam a amortecer os impactos de eventos meteorológicos extremos, reforçando assim a resiliência climática das comunidades locais. As ervas marinhas também contribuem para a segurança económica e alimentar através de zonas de reprodução de peixes que melhoram os rendimentos da pesca ou por intermédio das receitas resultantes do turismo para as comunidades (ver capítulo sobre os serviços ligados ao ecossistema). Quando aliadas a mecanismos financeiros, como os sistemas de pagamento dos serviços ligados aos ecossistemas (PSE), estas abordagens podem gerar receitas para as comunidades locais através de uma

Quadro 5. Área registada dos ecossistemas e percentagem no interior das ZMP

Tipo de ecossistema	Área registada a nível global (km ²)	% no interior das ZMP
Ervas marinhas	324 248	26
Mangais	152 233	43
Sapais	54 661	42
Corais de água fria	18 993	32
Corais de água quente	150 045	40

Quadro 6. Área de ervas marinhas registada por biorregião e percentagem no interior das ZMP

Biorregião de ervas marinhas	Área de ervas marinhas registada (km ²)	% no interior das ZMP
Mediterrâneo	25 777	35
Atlântico Norte temperado	3031	77
Pacífico Norte temperado	1134	70
Oceanos do hemisfério sul temperados	19 609	48
Atlântico tropical	108 887	32
Indo-Pacífico tropical	165 663	17



carteira de soluções baseadas na natureza (ver capítulo sobre os incentivos financeiros). As práticas de gestão das ervas marinhas necessitam de ser sensíveis à questão de género, reconhecendo os conhecimentos, funções e necessidades diferenciados dos homens e das mulheres, promovendo assim a igualdade de género na governação e na tomada de decisões. A conservação e a restauração das ervas marinhas podem assim oferecer aos países diversos benefícios e ajudá-los a alcançar compromissos que se coadunam com as suas metas nacionais.

As Metas de Aichi para a Biodiversidade e o quadro para a biodiversidade pós-2020

No que respeita ao Plano Estratégico para a Biodiversidade 2011–2020 da CBD e às suas 20 Metas de Aichi para a Biodiversidade que se centram em cinco objetivos estratégicos, muitas são direta ou indiretamente relevantes para as ervas marinhas (ver Figura 13).

Vários objetivos, em especial os que abordam a perda de habitats (Meta 5), as unidades populacionais de peixes e invertebrados (Meta 6), a poluição (Meta 8), as ZMP (Meta 11), a prestação de serviços ligados ao ecossistema para os meios de subsistência e o bem-estar (Meta 14) e a segurança climática (Meta 15), estão diretamente relacionados com os benefícios obtidos a partir das ervas marinhas ou das atividades que as irão ajudar e restaurar. O Plano de Ação para o Género 2015–2020, adotado em 2014 na COP 12 da CBD, constitui um mandato significativo para as Partes no que se refere à integração das considerações de género, bem como um quadro de medidas reforçado para o Secretariado, com o fim de integrar a questão de género nas esferas de formulação de políticas, organizacional, de execução e de grupos-alvo. As zonas húmidas costeiras, como as ervas marinhas e os mangais, estão também documentadas nos planos de ação e estratégias nacionais dos países para a biodiversidade, bem como nos relatórios nacionais, e podem contribuir para a

Pelo menos mil milhões de pessoas vivem num raio de 100 km de uma pradaria de ervas marinhas, dependendo potencialmente dos ecossistemas de ervas marinhas para a sua subsistência (pesca, turismo, etc.)

Metas dos ODS: **1.5**
Metas de Aichi: **1, 2, 14**
Metas de RAMSAR: **11**

Centenas de milhões de pessoas dependem das ervas marinhas para as suas necessidades de proteínas diárias

Metas dos ODS: **2.1, 2.3**
Metas de Aichi: **3, 4, 7, 8, 18**
Metas de RAMSAR: **3, 10**

As mulheres desempenham um papel central na gestão e proteção dos ecossistemas de ervas marinhas

Metas dos ODS: **5.5**
Metas de Aichi: **14, 18**
Metas de RAMSAR: **10**

As ervas marinhas são filtros de nutrientes, poluentes e doenças e fornecem água limpa

Metas dos ODS: **6.1, 6.3, 6.6**
Metas de Aichi: **2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12**
Metas de RAMSAR: **1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 12**

As ervas marinhas apoiam os meios de subsistência baseados na pesca e no turismo

Metas dos ODS: **8.9**
Metas de Aichi: **2, 6, 7**
Metas de RAMSAR: **1, 13**

De que forma contributos determinados nacionalmente reconhecem as ervas marinhas e outros ecossistemas costeiros e marinhos

197	países assinaram o Acordo de Paris
185	países apresentaram CDN (até 2019)
64	ecossistemas costeiros e marinhos em termos de adaptação e atenuação
64	ecossistemas costeiros e marinhos em termos de adaptação
34	ecossistemas costeiros e marinhos em termos de atenuação
21	metas mensuráveis para os ecossistemas costeiros e marinhos
45	mangais em termos de adaptação e atenuação
10	ervas marinhas em termos de adaptação e atenuação (ver anexo relativo a estes CDN)
8	ervas marinhas em termos de adaptação
5	ervas marinhas em termos de atenuação
1	meta mensurável que inclui as ervas marinhas

execução dos mesmos, tendo por objetivo definir a situação atual da biodiversidade, assim como das estratégias e medidas necessárias para conservar e utilizar de forma sustentável a biodiversidade em conformidade com a implementação bem-sucedida da CBD e da Visão para a Biodiversidade 2050 – “Viver em harmonia com a natureza”. As consultas com vista ao desenvolvimento do quadro para a biodiversidade pós-2020 estão atualmente em curso, constituindo uma oportunidade para desenvolver objetivos SMART (específicos, mensuráveis, acessíveis, realistas e limitados no tempo) para a gestão eficaz das ervas marinhas e ecossistemas associados.

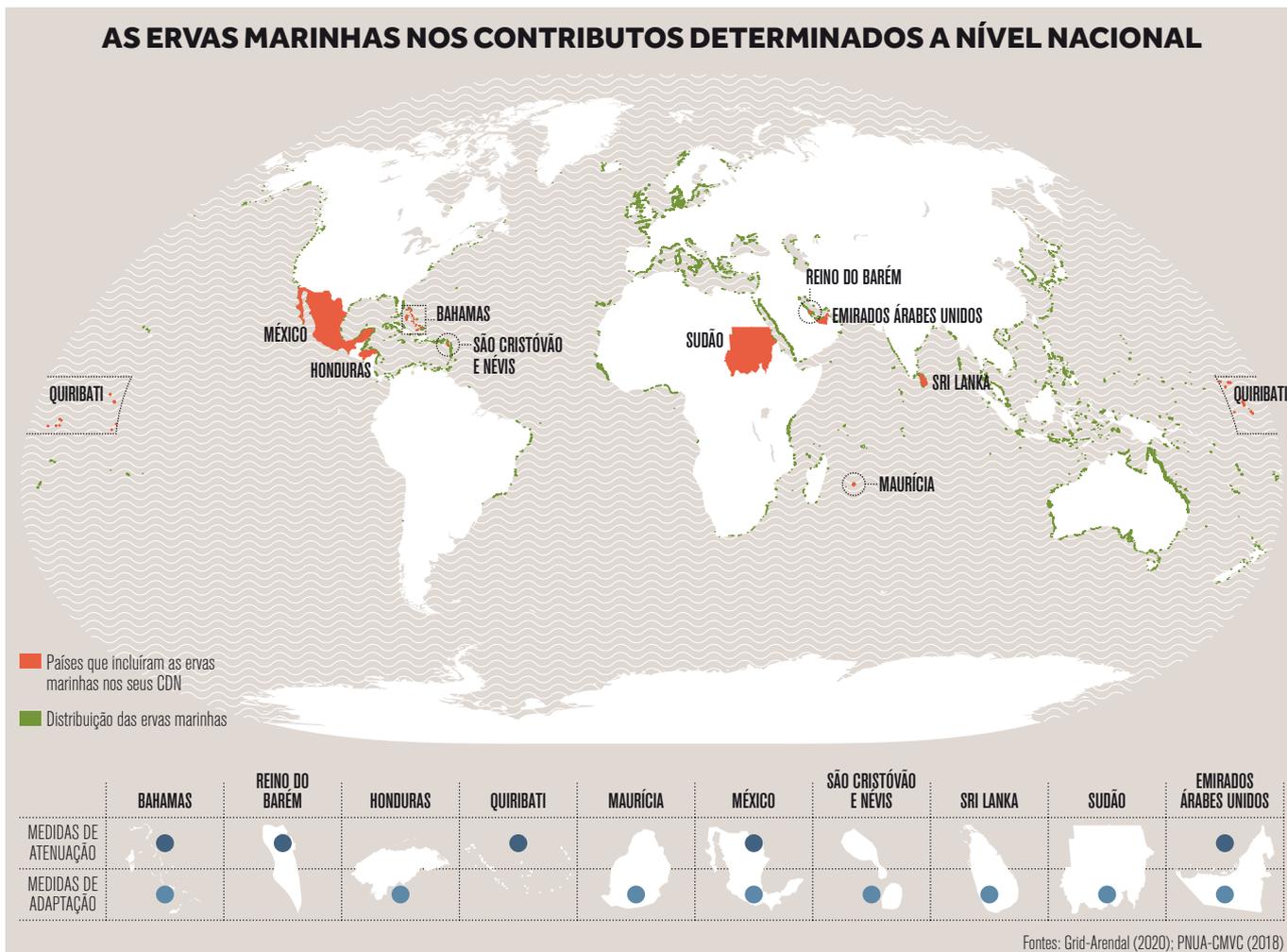
Acordo de Paris e contributos determinados a nível nacional

As ervas marinhas promovem tanto soluções baseadas na natureza para a atenuação das alterações climáticas

(Fourqurean et al., 2012) como a adaptação às mesmas (Potouroglou et al., 2017). Por intermédio da CQNUAC, vários acordos internacionais estabeleceram quadros relevantes para as ervas marinhas. Por exemplo, o Protocolo de Quioto, um tratado internacional que entrou em vigor em 2005, estabeleceu diversos mecanismos. É de salientar, em especial, o estabelecimento do comércio internacional da compensação das emissões de carbono, nomeadamente através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, que permite o investimento em projetos que reduzam as emissões de gases com efeito de estufa. O Acordo de Paris, adotado em 2015 e assinado em 2016, promove outras medidas para a atenuação das alterações climáticas e visa manter o aumento da temperatura média global num valor bastante abaixo dos 2 °C acima dos níveis pré-industriais e desenvolver esforços para limitar o aumento a 1,5 °C. Um dos principais instrumentos ao abrigo do Acordo de Paris reside no estabelecimento dos

FIGURA 14

AS ERVAS MARINHAS NOS CONTRIBUTOS DETERMINADOS A NÍVEL NACIONAL



CDN, que oferecem um fórum para que cada nação estabeleça passos determinados pela mesma que irá tomar para alcançar reduções nas emissões. Um aspeto importante nos CDN reside no estabelecimento de inventários nacionais de gases com efeito de estufa e o PIAC emitiu um conjunto de diretrizes sobre a forma como os países devem responsabilizar-se pelos gases com efeito de estufa nas zonas húmidas, o que inclui as ervas marinhas. Tal como acontece com outros ecossistemas costeiros de carbono azul (por exemplo, os mangais e os sapais), estes valores estão a ser reconhecidos pelos países nos seus respetivos CDN. Em 2016, Martin et al. declararam que 28 países tinham reconhecido a importância dos habitats costeiros de carbono azul em termos de atenuação, tendo 59 países feito referência aos ecossistemas costeiros em relação às estratégias de adaptação. Em setembro de 2019, estimava-se que 64 países tinham incluído uma referência a ecossistemas costeiros e marinhos em termos de adaptação e atenuação nos seus respetivos CDN. Destes total, somente 10 países incluem uma referência explícita às ervas marinhas, sendo que oito referiam a adaptação e cinco a atenuação, embora estes não incluam necessariamente uma meta mensurável. Apenas um país até à data inclui uma meta mensurável que faz referência aos ecossistemas de ervas marinhas no seu respetivo CDN. O CDN das Bahamas inclui uma meta para a proteção de 20% do ambiente marinho próximo do litoral do país até 2020. Estas zonas protegidas conservam e protegem os habitats para populações reprodutoras de garoupa e peixe-

banana, os recifes de corais, as pradarias de ervas marinhas, os mangais com atividade de reprodução e importantes zonas de aves migratórias. É importante levar em conta os benefícios que as ervas marinhas oferecem na atenuação das alterações climáticas e adaptação às mesmas para o desenvolvimento de políticas que protejam e restaurem tais ecossistemas. A combinação destes valores com outros benefícios económicos proporcionados pelas ervas marinhas e mecanismos financeiros (ver capítulo sobre os incentivos financeiros) poderia apoiar medidas de longo prazo e sustentáveis em matéria de CDN.

Quadro de Ação de Sendai para a Redução do Risco de Catástrofes

Além dos benefícios ao nível do carbono, as ervas marinhas atenuam os riscos para as comunidades costeiras e infraestruturas associados a eventos meteorológicos extremos como temporais e inundações (Duarte et al., 2013; Ondiviela et al., 2014). Ao minimizar o risco, as ervas marinhas podem também reduzir os riscos relacionados com as perdas económicas, em consonância com as metas do Quadro de Ação de Sendai para a Redução do Risco de Catástrofes. Embora as soluções baseadas na natureza não estejam em grande destaque, existe uma referência à necessidade de "reforçar a utilização e gestão sustentáveis dos ecossistemas e de implementar abordagens integradas de gestão de recursos ambientais e naturais que incorporem a redução do risco de catástrofes" (Nações Unidas, 2015).



A Década das Nações Unidas para a Restauração dos Ecossistemas e a Década das Nações Unidas da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável (2021–2030)

Ambas as Décadas das Nações Unidas, proclamadas pela Assembleia-Geral das Nações Unidas por meio da resolução 73/284 de 1 de março de 2019, oferecem excelentes oportunidades de atrair atenção e financiamento para a proteção e restauração dos ecossistemas de ervas marinhas. A Década das Nações Unidas para a Restauração dos Ecossistemas (2021–2030) visa apoiar e ampliar os esforços para prevenir, suspender e inverter a degradação dos ecossistemas em todo o mundo, bem como sensibilizar para a importância de uma restauração bem-sucedida dos ecossistemas, o que inclui os ecossistemas marinhos e costeiros. Para alcançar os objetivos relacionados com as décadas, as partes interessadas podem incluir as ervas marinhas nos seus compromissos e medidas. A Década das Nações Unidas da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável (2021–2030) apoia os esforços desenvolvidos para inverter o ciclo de declínio na saúde dos oceanos e reunir as partes interessadas da área dos oceanos de todo o mundo em torno de um quadro comum que irá assegurar que a ciência dos oceanos possa assistir plenamente os países na criação de melhores condições para o desenvolvimento sustentável dos oceanos. Na medida em que constituem um habitat marinho crucial, as ervas marinhas deverão ser fortemente reconhecidas no processo.

Convenção de Ramsar sobre as Zonas Húmidas

A Convenção de Ramsar é um acordo internacional que promove a conservação e a utilização sensata das zonas húmidas, o que inclui as pradarias de ervas marinhas. A Resolução XIII.20, criada no âmbito da Conferência das Partes Contratantes da Convenção de Ramsar de 2018, promove especificamente a conservação e a utilização racional das zonas húmidas intermareais e dos habitats ecologicamente associados, com uma referência explícita aos ecossistemas de ervas marinhas.

Resoluções da Assembleia das Nações Unidas para o Ambiente

Embora não exista nenhuma resolução da Assembleia das Nações Unidas para o Ambiente (ANUA) especificamente adotada para a gestão sustentável dos ecossistemas de ervas marinhas, há várias resoluções relacionadas com os ecossistemas de ervas marinhas, incluindo as resoluções 4/11 sobre a proteção do ambiente marinho contra atividades em terra, 4/12 sobre a gestão sustentável para a saúde global dos mangais e 2/12 e 4/13 sobre a gestão sustentável dos recifes de corais. Muitos dos catalisadores da degradação das ervas marinhas estão abrangidos nestas resoluções sem referência específica a ecossistemas de ervas marinhas, tendo os países membros apelado a medidas para abordar fatores de tensão diversos e sinérgicos. Um desenvolvimento positivo para a

formulação de políticas internacionais de ervas marinhas seria a proposta e adoção de uma resolução da ANUA especificamente relacionada com a gestão sustentável de ecossistemas de ervas marinhas.

Abordagens regionais, nacionais e locais

Ainda que as ervas marinhas não tenham sido, de uma maneira geral, a principal prioridade das medidas ao nível da formulação de políticas e de gestão, existem exemplos de abordagens de formulação de políticas regionais, nacionais e locais que resultaram em benefícios comprovados para os ecossistemas de ervas marinhas. Uma análise global recente identificou 20 estudos de caso que abrangem cinco das seis biorregiões de ervas marinhas que representavam a gama de potenciais pressões e estruturas de governação (Griffiths et al., 2019). Esta análise revelou que os quadros de gestão exigem mais abordagens de gestão transeitoriais e a integração entre jurisdições, em consonância com o avanço global no sentido de economias marítimas holísticas, inclusivas e sustentáveis.

Regional

- Na **União Europeia**, as ervas marinhas são explicitamente referidas no Anexo I da Diretiva “Habitats” da União Europeia, o que pode levar a que sejam designadas como “zonas

especiais de conservação” e como “elementos de qualidade biológica” ou indicadores da saúde geral do ecossistema na Diretiva-Quadro da Água da União Europeia. Um estudo recente de los Santos et al. (2019) demonstrou que a taxa de perda de ervas marinhas nas águas europeias abrandou para a maioria das espécies e que se verificou uma inversão da tendência para as espécies de rápido crescimento, tendo-se registado ganhos na cobertura das ervas marinhas nos anos 2000.

- Na **região alargada das Caraíbas**, a Convenção de Cartagena constitui o único tratado ambiental regional juridicamente vinculativo e inclui o Protocolo relativo às Áreas Especialmente Protegidas e à Diversidade Biológica no Mar Mediterrâneo, assinado em 1990. Este protocolo inclui, entre outras medidas, objetivos para “mobilizar a vontade política e a ação dos governos e outros parceiros para a conservação e a utilização sustentável dos recifes de corais e ecossistemas associados, como os mangais e as pradarias de ervas marinhas” e “comunicar eficazmente o valor e a importância dos recifes de corais, mangais e pradarias de ervas marinhas, incluindo os respetivos serviços ligados aos ecossistemas, as ameaças à sua sustentabilidade e as ações necessárias para protegê-las” (PNUA, Programa Ambiental das Caraíbas).
- Nos **Mares da Ásia Oriental**, foram desenvolvidos planos nacionais de ação para as ervas marinhas no Mar da China



© Dimitris Poursanidis, Foundation for Research and Technology – Hellas

Meridional e no Golfo da Tailândia, incluindo legislação necessária para preservar zonas de habitats importantes a nível nacional (PNUA e Fundo Mundial para o Ambiente [PNUA-FMA], 1999).

- O **Memorando de Entendimento para a Conservação e Gestão dos Dugongos e seus Habitats em toda a sua Extensão** (em vigor desde 31 de outubro de 2007) visa promover ações coordenadas internacionalmente para assegurar a sobrevivência a longo prazo destes animais e dos seus habitats de ervas marinhas em toda a sua extensão. Abrange 46 Estados da área de distribuição da espécie em África, na Ásia e na Oceânia (Projeto de Conservação dos Dugongos e das Ervas Marinhas).

Nacionais

- Na **Índia**, as pradarias de ervas marinhas são consideradas zonas ecologicamente sensíveis em conformidade com a Notificação de Zona Regulamentar Costeira de 2011 (Ramesh et al., 2018).
- Na **Nova Zelândia**, a gestão das ervas marinhas está inextricavelmente ligada à gestão dos estuários e ecossistemas costeiros. Por conseguinte, foi implementada uma abordagem holística e baseada no ecossistema à gestão destes sistemas e suas bacias hidrográficas (Turner e Schwarz, 2006).

- Na **Austrália**, a gestão da Grande Barreira de Corais é apoiada por vários programas e políticas, incluindo a Política de Gestão dos Impactos Cumulativos dos Corais 2050 e a Política de Benefícios Líquidos, promulgadas em julho de 2018. A Política dos Recifes 2050 inclui as ervas marinhas no seu Programa Integrado de Monitorização e Comunicação.
- Na **Indonésia**, foi elaborado um plano de ação nacional para a conservação dos dugongos e das ervas marinhas.

Subnacionais

- Na **Baía de Chesapeake, Maryland, Estados Unidos da América**, a Lei da Água Limpa, Planos de Implementação de Bacias Hidrográficas e cooperação entre agências federais, estaduais, locais e científicas (o Programa da Baía de Chesapeake) resultaram em reduções de nutrientes que ajudaram as ervas marinhas a recuperar, com um aumento de 5% entre 2016 e 2017 e uma melhoria geral de 32% face a 1986.
- Na **Baía de Tampa, Flórida, Estados Unidos da América**, parceiros locais e regionais trabalharam em conjunto no âmbito do Programa do Estuário da Baía de Tampa e adotaram objetivos numéricos de proteção e restauração das ervas marinhas, metas de transparência da água e taxas da carga de azoto anuais. O desenvolvimento dos objetivos e metas seguiu um processo multietapas que envolvia a colaboração



© Dimitris Poursanidis, Foundation for Research and Technology - Hellas

conjunta entre os setores público e privado, o que resultou numa parceria público-privada ad hoc conhecida como o Consórcio de Gestão do Azoto da Baía de Tampa. A extensão das ervas marinhas aumentou mais de 65% desde os anos 80 do século XX e em 2014 excedeu o objetivo de recuperação adotado em 1996 (Greening et al., 2016).

Opções de gestão

Como forma de alcançar eficazmente os objetivos da formulação de políticas, existem medidas de gestão e ferramentas disponíveis para utilização aos níveis nacional, regional e global para assegurar um futuro sustentável para os ecossistemas de ervas marinhas. Os legisladores e decisores podem ponderar as seguintes opções-chave:

- **Desenvolver planos de ação nacionais para os ecossistemas de ervas marinhas.** Atualmente, muito poucos países elaboraram planos especificamente para a proteção e a gestão de ecossistemas de ervas marinhas, em comparação com os inúmeros países que desenvolveram planos nacionais para os recifes de corais e ecossistemas de mangais. Um passo importante para proteger e gerir os ecossistemas de ervas marinhas de forma sustentável seria a elaboração de planos nacionais para a gestão de ervas marinhas, incluindo metas para a proteção e a saúde. Os planos nacionais de ação para as ervas marinhas deveriam estar ligados aos CDN, ao Acordo de Paris, às metas da CDB e aos ODS e contribuir para o seu alcance. Os planos nacionais de ação para as ervas marinhas devem igualmente ser bem integrados e reconhecer a ligação aos ecossistemas vizinhos, como os recifes de corais, os mangais, as florestas de algas ou os sapais, consoante o caso.
- **Desenvolver uma gestão integrada das zonas costeiras ou planos espaciais marinhos, com medidas de gestão para as ervas marinhas.** Um planeamento espacial que integre a consulta interministerial e com as partes interessadas pode ajudar no desenvolvimento de medidas de gestão mais holísticas que sejam eficazes na interface terra-mar e que reduzam as pressões cumulativas que as ervas marinhas e ecossistemas associados enfrentam.
- **Implementar medidas de gestão das pescas baseadas no ecossistema.** A adoção da abordagem de ecossistema nas pescas da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) leva em conta a proteção dos habitats que promovem as pescas sustentáveis, centrando-se em reduzir as pressões sobre as ervas marinhas e espécies associadas, diminuindo ou erradicando ao mesmo tempo a utilização de técnicas de pesca destrutivas (Garcia et al., 2003).
- **Implementar períodos de defeso definidos a nível temporal ou espacial ou zonas de proibição de capturas que fomentam a produção de larvas e reduzem as pressões em áreas degradadas.** Estas zonas devem ser determinadas através do envolvimento da comunidade e de estruturas de

gestão conjunta, para ajudar a reforçar o apoio às mesmas, bem como a sua eficácia.

- **Intensificar a proteção explícita das pradarias de ervas marinhas no interior de zonas protegidas e conservadas.** As ZMP, as AMGL ou outras medidas de conservação orientadas para determinadas áreas eficazes que são concebidas com medidas específicas para a conservação das ervas marinhas e ecossistemas associados deverão produzir resultados de conservação mais eficazes para estes ecossistemas.
- **Abordar catalisadores diretos e indiretos da degradação das ervas marinhas.** Para suspender a degradação e promover a recuperação, a gestão deve levar em conta os fatores necessários para reforçar a resiliência do ecossistema de ervas marinhas e evitar “desvios do regime do ecossistema” que alteram fundamentalmente o potencial de recuperação destes ecossistemas. Adotar medidas que reforçam a diversidade genética, a diversidade das espécies, as características biológicas das espécies, a conectividade do ecossistema e os habitats contínuos e não fragmentados pode contribuir para a resiliência dos ecossistemas de ervas marinhas. Por exemplo, pressões como questões ligadas à qualidade da água derivadas de cargas de nutrientes podem ser abordadas através do tratamento das águas residuais, da redução da desflorestação a montante ou da diminuição da utilização de fertilizantes na agricultura, entre outras práticas. De igual modo, a gestão das águas de lastro pode reduzir o risco de transferência das espécies invasivas para os habitats de ervas marinhas. Se estes catalisadores da degradação ou fragmentação do ecossistema que afetam a resiliência do ecossistema de ervas marinhas não forem atenuados, as atividades de restauração não deverão ser bem-sucedidas (Unsworth et al., 2015).
- **Investir na restauração do ecossistema de ervas marinhas.** Embora o número de testes de restauração de ervas marinhas tenha sido relativamente pequeno, uma análise de 1786 testes revelou que o sucesso da restauração depende de vários fatores, incluindo a remoção de ameaças e a proximidade de pradarias de ervas marinhas doadoras, bem como a sua recuperação (van Katwijk et al., 2015). As técnicas de plantação também desempenham uma função no sucesso: a plantação em larga escala pode aumentar as taxas de sobrevivência e a seleção dos locais também é importante. A restauração do ecossistema de ervas marinhas contribui não somente para os benefícios locais através de serviços associados, como a oferta de alimentação e a proteção costeira, mas também para metas globais como as que estão associadas à Década das Nações Unidas para a Restauração dos Ecossistemas.
- **Implementar medidas consistentes de teledeteção e monitorização no local dos habitats de ervas marinhas.** Esta abordagem pode ajudar a acompanhar a eficácia das medidas de gestão, detetando tendências interanuais e contribuindo para a gestão adaptativa e o planeamento futuro. A monitorização pode também desempenhar uma função na fundamentação de ambições de desenvolvimento

sustentáveis, acompanhando os benefícios produzidos associados aos serviços ligados aos ecossistemas e apresentando relatórios sobre os compromissos nacionais em conformidade com as metas globais.

- **Aumentar as campanhas de sensibilização do público e os programas de educação.** A intensificação da sensibilização das comunidades locais ou dos turistas para o valor dos ecossistemas de ervas marinhas pode ajudar a reforçar o cumprimento das medidas de gestão e gerar apreciação por estes sistemas a fim de superar o “défice de carisma”.
- **Incentivar a utilização de conhecimentos ecológicos tradicionais e locais na elaboração de estratégias de gestão.** O envolvimento das comunidades locais na gestão conjunta dos ecossistemas de ervas marinhas ou das

zonas protegidas associadas pode ajudar a criar iniciativas coerentes e mais eficazes.

Para serem eficazes, estas opções devem ser consideradas a níveis de governação e escalas apropriados e compreendidas em termos das suas abordagens de implementação (por exemplo, análise passo zero, gestão adaptativa, participação das partes interessadas). A inclusividade e a distribuição equitativa dos impactos, privilégios e oportunidades (por exemplo, funções de género e acesso a recursos) constituem também considerações importantes. Os fatores biorregionais, políticos, culturais e específicos às espécies determinam os melhores métodos para levar os legisladores e os decisores a implementarem medidas de gestão que reduzem os impactos nos ecossistemas de ervas marinhas. Por conseguinte, cada situação exige uma consideração atenta de uma série de fatores socioecológicos (Coles e Fortes, 2001).

Avançar para práticas justas de conservação das ervas marinhas

O conceito de justiça no universo marinho constitui uma área emergente vital para os legisladores, investigadores e profissionais (Bennett, 2018; Jentoft, 2019; Martin et al., 2019). Estão a ser desenvolvidos programas para o “crescimento azul”, baseados nas vastas oportunidades económicas que o oceano oferece, embora se verifiquem preocupações emergentes relativas à marginalização da população costeira, à pesca em pequena escala e às mulheres. O conceito de “justiça azul” está a evoluir em paralelo como forma de resposta a tais desenvolvimentos económicos. A justiça está intuitivamente relacionada com o que as pessoas na sociedade encaram como justo e correto. Possui um componente legislativo formal e também um componente informal relacionado com a moral, a ética e a ideologia. Na medida em que se trata de um conceito complexo, em debate, a justiça necessita de ser operacionalizada para o universo marinho em geral e para as ervas marinhas em particular. Considerar a justiça nos sistemas socioecológicos das ervas marinhas (SSE) é um caminho promissor para reforçar a governação, a gestão, a conservação e a sustentabilidade geral dos SSE. Integrar a justiça nos processos de governação e gestão irá não somente aumentar a probabilidade de conformidade e sucesso, como é desejável do ponto de vista ético e moral.

A justiça nas ervas marinhas pode ter pelo menos três pontos de entrada:

1. Justiça individual (por exemplo, assegurar direitos de utilização às mulheres que colhem invertebrados nas pradarias de ervas marinhas);
2. Justiça social (por exemplo, gestão e legislação para uma comunidade costeira que utiliza pradarias de ervas marinhas para o abastecimento diário de proteínas);
3. Justiça para a natureza (que se refere à aplicação da justiça a seres não humanos [Nussbaum, 2006] e considera o valor intrínseco das pradarias de ervas marinhas).

O principal objetivo consiste em possuir SES de longo prazo e produtivos. Para que tal seja uma realidade, será necessário considerar a justiça tanto para o ecossistema como para as pessoas. Os valores intrínsecos das ervas marinhas devem ser preservados e as atividades e necessidades das pessoas devem ser consideradas e alicerçadas numa sólida consideração da natureza. Em áreas onde as atividades humanas são abundantes e as populações dependem dos bens e serviços oferecidos pelas ervas marinhas, a “gestão inclusiva” (de la Torre-Castro, 2019) e/ou outras abordagens podem ser implementadas para promover eficazmente a justiça. A diversidade de utilizadores de recursos (pescadores de ambos os sexos, idosos, crianças, gestores, empresários, hoteleiros, turistas, etc.) deve ser considerada e incluída em todos os processos.

Entre as considerações práticas para integrar a justiça nos SES das ervas marinhas contam-se as seguintes:

- investir recursos adequados para desenvolver conhecimentos aprofundados dos SES específicos e definir objetivos claros e a escala à qual as considerações da justiça devem ser abordadas;
- alcançar todos os agentes-chave nos SES, em especial quando a dependência dos recursos é elevada, e considerar de forma explícita as diferenças, funções, atividades e questões de poder da questão de género;
- aumentar a legitimidade dos processos conferindo o peso adequado aos diferentes agentes;
- criar instituições que ofereçam um acesso justo às ervas marinhas e bens e serviços associados;
- considerar tanto o valor intrínseco das pradarias como o seu valor para as necessidades humanas;
- personalizar diretamente planos de gestão específicos e/ou legislação para os mais carenciados.



PARTE 3

INCENTIVOS FINANCEIROS





INCENTIVOS FINANCEIROS

Mark Huxham, Christopher J. Brown, Richard K.F. Unsworth,
Milica Stankovic, Mat Vanderklift

As instituições em que os autores estão afiliados são indicadas na página 4

Que fontes de investimento existem para a conservação das ervas marinhas?

A proteção e a restauração de ervas marinhas podem ser fomentadas pelos domínios de investimento alargados da a) conservação; e b) da atenuação das alterações climáticas e adaptação às mesmas. Por vezes, estes domínios são combinados, mas em geral são considerados em separado. São vastos e complexos, conduzindo a equívocos generalizados das oportunidades e obstáculos que cada um acarreta. Cada um deles surgiu, em grande parte, como resposta a catalisadores separados, eles próprios com diversas camadas e complexos. Por exemplo, os acordos intergovernamentais estabelecem um programa amplo e as instituições governamentais e financeiras determinam a quantidade de fundos que está disponível, mas as medidas de restauração são geralmente implementadas por pequenos grupos de pessoas. Por conseguinte, estes fatores dificultam a compreensão de uma rede de agentes e fundos de tal forma complexa e confusa no sentido de poder gerar os melhores resultados para a proteção e restauração das ervas marinhas.

Para compreender melhor a complexidade, é necessário reconhecer que existe uma dicotomia grosseira entre o investimento público e privado, embora ambos possam ser combinados. Este relatório utiliza a palavra "investimento" de forma livre com o intuito de incluir fundos (que se define como

dinheiro dado sem a expectativa explícita de retorno financeiro, como o que é canalizado por intermédio de subvenções) e financiamento (que se define como dinheiro dado com uma expectativa explícita de reembolso ou outro retorno financeiro). A nível internacional, existem significativos fundos públicos disponíveis para ajudar os países, em especial os países em desenvolvimento, a cumprirem as obrigações que assumiram ao abrigo de acordos e tratados internacionais, como os ODS, as Metas de Aichi para a Biodiversidade, o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris. Entre os exemplos contam-se o Fundo Mundial para o Ambiente (ver caixa) e o Fundo Verde para o Clima (<https://www.greenclimate.fund/who-we-are/about-the-fund>), que foi criado para fornecer fundos para ajudar os países, especialmente os países menos desenvolvidos e os pequenos Estados insulares em desenvolvimento, a cumprirem os compromissos que assumiram ao abrigo do Acordo de Paris.

Outras organizações intergovernamentais também oferecem fundos públicos suplementares para apoiar iniciativas destinadas aos países membros de regiões específicas. Por exemplo, a Commonwealth Climate Finance Access Hub (<http://thecommonwealth.org/climate-finance-access-hub>) oferece fundos a países membros da Commonwealth (atualmente, um total de 53 países) para abordar as alterações climáticas, o que inclui captar fundos de fontes como o Fundo Verde para o Clima.

Muitas nações contam também com fundos públicos para alcançar objetivos específicos relacionados com a conservação ou o clima, quer para atividades no interior das suas fronteiras ou enquanto parte da ajuda externa ao desenvolvimento para apoiar atividades noutros países. Alguns são fundos clássicos compostos por doadores, como a ajuda bilateral, em que o dinheiro é fornecido para atividades sem qualquer expectativa de retorno financeiro direto. No entanto, verificam-se crescentemente esforços para criar interações financeiras inovadoras com o potencial de captar mais investimento, como a remissão da dívida em troca de ações a favor da natureza, que oferece um conjunto maior de expectativas.

Estes fundos públicos reúnem coletivamente dezenas de milhares de milhões de dólares em financiamento. No entanto, a quantidade de financiamento necessária para alcançar os objetivos globais relacionados com a conservação e o clima está estimada em centenas de milhares de milhões ou mesmo biliões de dólares (Huwyler et al., 2014). Como resultado, foram realizados esforços significativos no desenvolvimento de mecanismos que

Fundo Mundial para o Ambiente

O site do Coral Reef Funding Landscape (www.coralfunders.com) oferece um recurso bastante útil para identificar investimentos na conservação dos corais, ervas marinhas e mangais. Reúne um conjunto de dados de 314 projetos, em conjunto com o Fundo Fiduciário do Fundo Mundial para o Ambiente, a principal fonte de financiamento. O Fundo Mundial para o Ambiente funciona como um mecanismo financeiro para muitas convenções ambientais, ajudando os países em desenvolvimento a cumprirem as suas obrigações ao abrigo da Convenção sobre a Diversidade Biológica (CBD) e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (CQNUAC), entre outras. Desde 1994, esta fonte forneceu mais de 1,05 mil milhões de dólares a mais de 40 projetos relacionados com a conservação e a restauração das ervas marinhas.

permitem o investimento privado e empresarial. Talvez o mais simples deles seja a filantropia. Tal como acontece com os fundos públicos, habitualmente não existe qualquer expectativa explícita de retorno financeiro de tais doações, embora as motivações sejam, em geral, decorrentes de uma necessidade de cumprir estratégias de RSE. Embora seja importante em alguns contextos específicos, a quantidade de dinheiro disponibilizada por meio da filantropia constitui geralmente uma reduzida proporção do total (Huwylar et al., 2014).

A compensação da biodiversidade (ou atenuação compensatória) pode fornecer outra fonte de fundos. Neste caso, as entidades (indivíduos, governos ou empresas) fornecem dinheiro como pagamento de compensação por uma ação que provoca um impacto negativo na natureza como forma de restaurar ou melhorar ecossistemas semelhantes noutros locais. Em algumas jurisdições, incluindo o Reino Unido, os Estados Unidos da América e alguns estados australianos, a compensação é uma parte obrigatória ou opcional do processo de planeamento (Bull et al., 2013). Nota: estas "compensações da biodiversidade" não devem ser confundidas com a compensação das emissões de carbono, que são descritas mais à frente.

Uma fonte crescente, e potencialmente muito substancial, de investimento reside no financiamento, em que o dinheiro (ou ativos) é fornecido com um conjunto explícito de expectativas sobre retornos financeiros diretos ou indiretos. Apresentam-se sob várias formas, desde empréstimos simples que exigem reembolso a compras de bens e serviços específicos (Vanderkluft et al., 2019). Vários relatórios de instituições financeiras sugerem que esta é uma área com um forte potencial de expansão (Suttor-Sorel, 2019). Por exemplo, a Sociedade Financeira Internacional, membro do Grupo do Banco Mundial, estima que cumprir as obrigações do Acordo de Paris de apenas 21 países irá abrir caminho a 23 biliões de dólares em oportunidades de investimento até 2030 (Sociedade Financeira Internacional, 2016).

Já existem alguns mecanismos financeiros, mas a sua aplicação à proteção e restauração de ervas marinhas neste momento é reduzida. É necessário desenvolver outros mecanismos e reformas estruturais para facilitar esta tarefa. Por exemplo, o "capital natural", que significa todos os componentes vivos e não vivos dos ecossistemas que geram serviços ligados ao ecossistema utilizados pelas pessoas, em geral não é explicitamente contabilizado em transações baseadas no mercado (como acontece com a madeira obtida a partir de florestas de mangais), o que resulta num declínio gradual da qualidade deste capital e, assim, do valor que gera. Este fenómeno, resultante de uma percepção e incorporação incorretas do valor dos ecossistemas naturais que criam os bens e serviços, foi designado por "falha do mercado" (Guerry et al., 2015). Este fenómeno provoca inúmeras consequências, como a geração de problemas que custam muito mais a resolver do que as receitas criadas pelas transações originais (tal como o custo de reparar danos causados por tempestades em infraestruturas que de outro modo seriam protegidas pelos mangais).

O que são os sistemas de pagamento dos serviços ligados aos ecossistemas?

Uma classe promissora de investimento financeiro reside nos sistemas PSE. Este tipo de sistema personifica o princípio de que o beneficiário paga pela entrega de bens ou serviços ligados ao ecossistema de uma forma que também reconheça o valor do capital natural que o sustenta. Aqueles que beneficiam de um serviço ligado ao ecossistema pagam àqueles que são responsáveis por produzi-lo ou mantê-lo. Embora conceptualmente simples e tendo sido cunhada há relativamente pouco tempo, a ideia tem uma longa tradição (Gómez-Baggethun et al., 2010). A implementação de sistemas PSE eficazes pode ser desafiante e o conceito tem gerado significativos debates teóricos (Hejnowicz et al., 2015). Wunder (2005) forneceu uma clarificação útil e influente, que aplicava cinco princípios, declarando que os sistemas PSE deveriam:

1. Envolver uma transação voluntária, na qual os fornecedores negociam com compradores ou intermediários. Tal implica que os fornecedores tenham a liberdade (ao nível cultural, económico e de formulação de políticas) de fazer escolhas.
2. Envolver um serviço ligado ao ecossistema bem definido (em lugar de, por exemplo, simplesmente "conservação" de um habitat).
3. Envolver pagamentos por, pelo menos, um comprador de um serviço ligado ao ecossistema; estes pagamentos serão, de uma maneira geral, monetários, mas podem assumir outras formas.
4. Envolver pelo menos um fornecedor responsável por garantir a prestação do serviço ligado ao ecossistema.
5. Envolver condicionalidade; os pagamentos são feitos apenas se os serviços forem prestados. Por conseguinte, os PSE geralmente devem envolver o cumprimento monitorizado das metas negociadas.

Os serviços ligados aos ecossistemas mais frequentemente encarados como "mercadorias" são a armazenagem e o sequestro do carbono, a biodiversidade (geralmente para o turismo), a proteção da paisagem e os serviços hidrológicos, como água limpa e regulação dos caudais. O mercado maior e mais desenvolvido de todos eles é o do carbono. Na medida em que as pradarias de ervas marinhas prestam todos estes serviços, é evidente que existe uma margem maior para aplicar o PSE à conservação e restauração das ervas marinhas.

Teoricamente, o PSE pode ter vantagens económicas e éticas em relação a abordagens mais tradicionais ao financiamento da conservação, como projetos baseados em doadores do topo para a base. Podem surgir vantagens económicas porque o requisito da condicionalidade deverá tornar mais eficiente a atribuição de recursos do que as simples transferências de numerário. Podem surgir vantagens éticas quando as desigualdades nas transações são tornadas explícitas (como acontece quando os fornecedores, que são em geral comparativamente pobres, mantêm um fluxo de serviços aos beneficiários, que são comparativamente ricos sem compensação) e é possível fazer escolhas com base nestas

informações. Apesar destas atrações e da crescente literatura acadêmica e de formulação de políticas que descreve as oportunidades para o PSE nos ecossistemas costeiros (Locatelli et al., 2014; Hejnowicz et al., 2015), os exemplos de sistemas bem-sucedidos destes ecossistemas permanecem raros.

Caminhos para o financiamento dos pagamentos dos serviços ligados aos ecossistemas

A forte atenção que a formulação de políticas internacionais presta à atenuação das alterações climáticas, em conjunto com a generalizada conversão do carbono em "mercadoria", faz com que a aplicação mais comum do PSE seja através da transação de créditos de carbono (também designada por comércio da compensação das emissões) nos mercados de carbono. De uma maneira geral, funcionam através de mercados de conformidade ou voluntários.

Os mercados de conformidade (também designados por obrigatórios ou regulados) são os que existem para fazer cumprir determinadas leis ou regulamentações, como os limites à quantidade de gases com efeitos de estufa que uma empresa pode emitir. Estes mercados existem sob várias formas, como sistemas de "limitação e comércio", em que as compensações das emissões de carbono podem ser adquiridas e vendidas para alcançar um resultado líquido que cumpra as regulamentações. De uma maneira geral, envolvem grandes emissores e favorecem as opções de baixo custo. As soluções baseadas na natureza (que incluem a restauração das ervas marinhas) geralmente não se encontram entre as opções de custo mais baixo, pelo que não constituem uma elevada proporção destes mercados. Os mercados de conformidade regulam atividades no interior de jurisdições específicas (como o Regime de Comércio de Emissões da União Europeia), mas os mercados de carbono são internacionais e as atividades para atenuar as emissões podem ocorrer fora da jurisdição.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, implementado através do Protocolo de Quioto, oferece uma forma de as compensações das emissões de carbono serem comercializadas internacionalmente. A intenção generalizada consistia em facilitar a utilização do financiamento disponível nos países desenvolvidos para contribuir para os esforços de atenuação das alterações climáticas nos países em desenvolvimento. Os projetos de reflorestação com base em terra têm sido proeminentes, com a emergência de alguns projetos de reflorestação de mangais, mas os enormes custos transacionais e a incerteza relativa aos benefícios do carbono causaram uma ausência de projetos dedicados às ervas marinhas.

Em 2007, a reunião da Conferência das Partes (COP) da CQNUAC produziu o Plano de Ação de Bali, que lançou o programa REDD+. O termo é agora utilizado generalizadamente para referir "o agregado de iniciativas e políticas que visam alcançar emissões reduzidas de florestas em países em desenvolvimento" (Angelsen et al., 2018). Por conseguinte,

o REDD+ destaca a manutenção e o reforço do atual carbono presente nos ecossistemas, em lugar de incentivar a plantação de novas árvores ou florestas, e foi inicialmente encarado como uma forma de PSE. As abordagens REDD+ têm maior probabilidade de estimular a gestão do carbono azul no futuro do que os protocolos originais de florestação e reflorestação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Tal deve-se ao facto de poderem verificar-se potenciais ganhos de carbono relativamente rápidos decorrentes da destruição evitada nos habitats de carbono azul (se as taxas de destruição forem elevadas, em conjunto com as subseqüentes perdas de carbono do solo), ao passo que a restauração ou criação de habitats é geralmente lenta e apresenta pequenos incrementos de carbono nos anos iniciais. Atualmente, a maioria das abordagens REDD+ permanecem centradas nas florestas, embora o Suplemento das Zonas Húmidas do PIAC incorpore metodologias normalizadas para as ervas marinhas e outras zonas húmidas de carbono azul. O REDD+ e as medidas de atenuação apropriadas ao nível nacional da plataforma de Durban da CQNUAC sugerem potenciais caminhos para o investimento internacional e regulado na conservação das ervas marinhas. No entanto, estes ainda estão por desenvolver e persistem várias barreiras políticas, financeiras e técnicas que têm de ser superadas. Se tal acontecer, a utilização destes mecanismos para financiar a conservação das ervas marinhas poderá envolver algumas formas de PSE ou então programas mais tradicionais financiados por doadores ou governos. Os atuais projetos REDD+ dão algumas indicações quanto ao âmbito e aos desafios relacionados com o desenvolvimento do carbono azul. Estão em curso cerca de 350 projetos REDD+ em 53 países. Deste total, cerca de um terço já vendeu créditos de carbono, ao passo que outro terço optou por não gerar quaisquer créditos, preferindo confiar noutras fontes de financiamento, como a ajuda bilateral (Angelsen et al., 2018). Tal reflete, em parte, a estagnação da procura nos mercados de carbono.

Existem mercados voluntários porque determinados emissores (que podem ser pessoas, organizações ou empresas) procuram alcançar reduções de emissões por motivos próprios. Estes motivos variam fortemente, desde alcançar uma vantagem competitiva, melhorar a percepção da marca ou aderir a um conjunto de valores de sustentabilidade. O mercado voluntário é muito mais pequeno do que o mercado de conformidade do carbono, com menos de 1% das transações (Hejnowicz 2015), embora forneça uma alternativa flexível que permite a inovação e uma melhor adequação aos contextos locais. Além disso, as compensações das emissões de carbono nos mercados voluntários geralmente atingem preços mais elevados do carbono do que nos mercados de conformidade, em parte devido à inclusão de benefícios conjuntos (ou seja, outros benefícios que não a atenuação do carbono), bem como meios de subsistência melhorados e a conservação da biodiversidade, o que vai ao encontro dos motivos dos compradores nestes mercados. As soluções baseadas na natureza são populares nos mercados voluntários e existem numerosos projetos de florestação e reflorestação (incluindo para mangais). Organizações externas proporcionam uma acreditação independente para os projetos e desenvolvem métodos

Quadro 7. Exemplos de projetos de conservação e/ou restauração de ervas marinhas com relevância a nível da base comunitária, financiados por sistemas de pagamento dos serviços ligados aos ecossistemas e centrados nas ervas marinhas

Projeto	Objetivos	Descrição	Comunidade	Pagamento dos serviços ligados aos ecossistemas	Ervas marinhas	Fonte
Mikoko Pamoja, Quênia	Conservação de mangais e ervas marinhas com benefícios locais.	Um sistema de pagamento dos serviços ligados aos ecossistemas (PSE) que venda créditos de carbono com base na conservação do mangal, visando incorporar créditos associados de pradarias de ervas marinhas.	Alta.	Alta (mas ainda não lançado).	Média (combinado com mangais).	www.aces-org.co.uk
Acordos de Conservação Marinha, Ilhas Fiji	Principalmente para apoiar atividades turísticas, incluindo mergulho, <i>snorkelling</i> e observação da megafauna. Entre os objetivos secundários contam-se a segurança e a proteção (por exemplo, empreendimentos turísticos que controlam o acesso às praias ou que limitam o acesso a áreas de mergulho a pescadores de lança). Um projeto envolveu a restauração de um mangal para compensações das emissões de carbono.	Um relatório da Wildlife Conservation Society identificou 56 operadores turísticos nas Ilhas Fiji que estão a participar em Acordos de Conservação Marinha. Estes geralmente cumprem a definição de PSE de Wunder (2005). A maioria concentra-se no turismo de corais ou da megafauna, pelo que a proteção das ervas marinhas é acidental.	Alta. Todos os Acordos de Conservação Marinha envolvem membros da comunidade.	Alta. Muitos Acordos de Conservação Marinha incluíram pagamentos ou outros incentivos económicos para as comunidades locais. Muitas eram acordos informais entre os operadores e as comunidades, ao passo que outros eram formalmente reconhecidos pelo Governo.	Baixa a média. A proteção do ecossistema de ervas marinhas ocorre quando faz parte da paisagem marítima dos recifes. Não há informações de turismo específico das ervas marinhas.	Sykes et al., 2018
Parque Marinho de Taveuni Waitabu, Ilhas Fiji	Empreendimento de ecoturismo para oferecer empregos e fundos às comunidades locais.	Empreendimento de ecoturismo gerido por uma cooperativa comunitária local. Emprega membros da comunidade local e os fundos excedentários são utilizados na comunidade.	Alta.	A comunidade local gere a empresa sob a forma de cooperativa. Os turistas ou grupos ligados à educação pagam para visitar. Os serviços ligados ao ecossistema estão associados ao turismo/cultura. A comunidade presta o serviço e monitoriza a Zona Marinha Protegida (ZMP).	Baixa a média. As pradarias de ervas marinhas são explicitamente reconhecidas como parte da paisagem marítima que esta área protegida abrange.	Sykes et al., 2018

Quadro 7 (continuação)

Projeto	Objetivos	Descrição	Comunidade	Pagamento dos serviços ligados aos ecossistemas	Ervas marinhas	Fonte
Ataúro, projeto de ecoturismo em Timor-Leste	Incentivar a gestão de recursos naturais de base comunitária através de áreas marinhas geridas localmente (AMGL).	Os ecoturistas ficam alojados em casas de famílias da aldeia e pagam taxas de acesso, o que resulta em receitas que contribuem para o levantamento das ervas marinhas e a gestão de AMGL.	Alta.	Baixa.	Alta.	Piludu 2010,
Parque Nacional do Banco de Arguim, Mauritânia	Conservar os habitats marinhos, especificamente como zonas de reprodução de peixes, para peixes comerciais.	Pagamentos da União Europeia para acesso a zonas de pesca da Mauritânia.	Baixa. Acordo do Governo.	Alta (mas sem condicionalidade).	Média (as ervas marinhas constituem um habitat-chave).	Binet et al., 2013
Alimentação artificial da praia, Tarquinia Lido, Itália	Análise custo-benefício de um sistema de alimentação artificial da praia que causa danos nas ervas marinhas.	Uma análise do valor líquido atualizado de um programa que utiliza areia dragada para "alimentar" uma praia turística, que conclui que o PSE deveria ser utilizado para atenuar os danos causados às ervas marinhas.	Baixa.	Média (mas somente hipotético).	Alta.	Martino et al. 2015
Turismo costeiro na Ilha Pari, Indonésia	Fornecer financiamento para a manutenção dos ecossistemas costeiros, em especial a nidificação de tartarugas.	A Ilha Pari, Seribu, Indonésia, atrai turismo de praia estrangeiro que está a aumentar a pressão sobre os recursos. Sugere-se que os turistas contribuam com pagamentos para a conservação dos habitats.	Baixa.	Média (mas somente hipotético).	Baixa.	Hidayati et al., 2018
Reserva Nacional de Investigação do Estuário da Baía de Jobs, Porto Rico	Restaurar as pradarias de ervas marinhas e mangais danificados por furacões e promover a resiliência natural.	Um projeto de restauração gerido pela Ocean Foundation e financiado parcialmente por "contribuições de compensação de solidariedade social" (créditos não certificados) para o carbono vendido através do site da SeagrassGrow.	Baixa.	Média (as compensações de solidariedade social constituem uma fonte de financiamento).	Alta (ervas marinhas e mangais).	www.oceanfdn.org/calculator

Quadro 7 (continuação)

Projeto	Objetivos	Descrição	Comunidade	Pagamento dos serviços ligados aos ecossistemas	Ervas marinhas	Fonte
Ecoturismo baseado em mergulho e investigação no Parque Nacional de Wakatobi, Sulawesi, Indonésia	Promover recifes saudáveis e ecossistemas associados através do estabelecimento de zonas de proibição de capturas.	Um operador de mergulho e uma organização de ecoturismo de investigação pagam compensações às comunidades locais como forma de "locação de recifes". Os pescadores locais aceitam não utilizar as áreas protegidas.	Média.	Alta (mas com condicionalidade limitada).	Baixa (concentração nos recifes de corais).	Clifton, 2013
Koh Libong, Tailândia	Conservar mais de 1000 hectares de ervas marinhas recorrendo a fundos de compensações das emissões de carbono de uma empresa privada.	A Thailand Greenhouse Gas Management Organization (TGO) irá supervisionar um projeto utilizando fundos de compensações das emissões de carbono de uma empresa privada na Tailândia para conservar as ervas marinhas e mais tarde ponderar a restauração. Propôs-se que o projeto arrancasse no final de 2019.	Baixa. Serão considerados benefícios a nível de meios de subsistência para os locais.	Média. Os pormenores da condicionalidade e da acreditação não são claros.	Alta. Concentração nas ervas marinhas.	Stankovic (comunicação pessoal)

Nota: a relevância de cada projeto como sendo de "base comunitária", "financiado por PSE" e "centrado nas ervas marinhas" é avaliada como alta (verde), média (bege) ou baixa (cinzento).

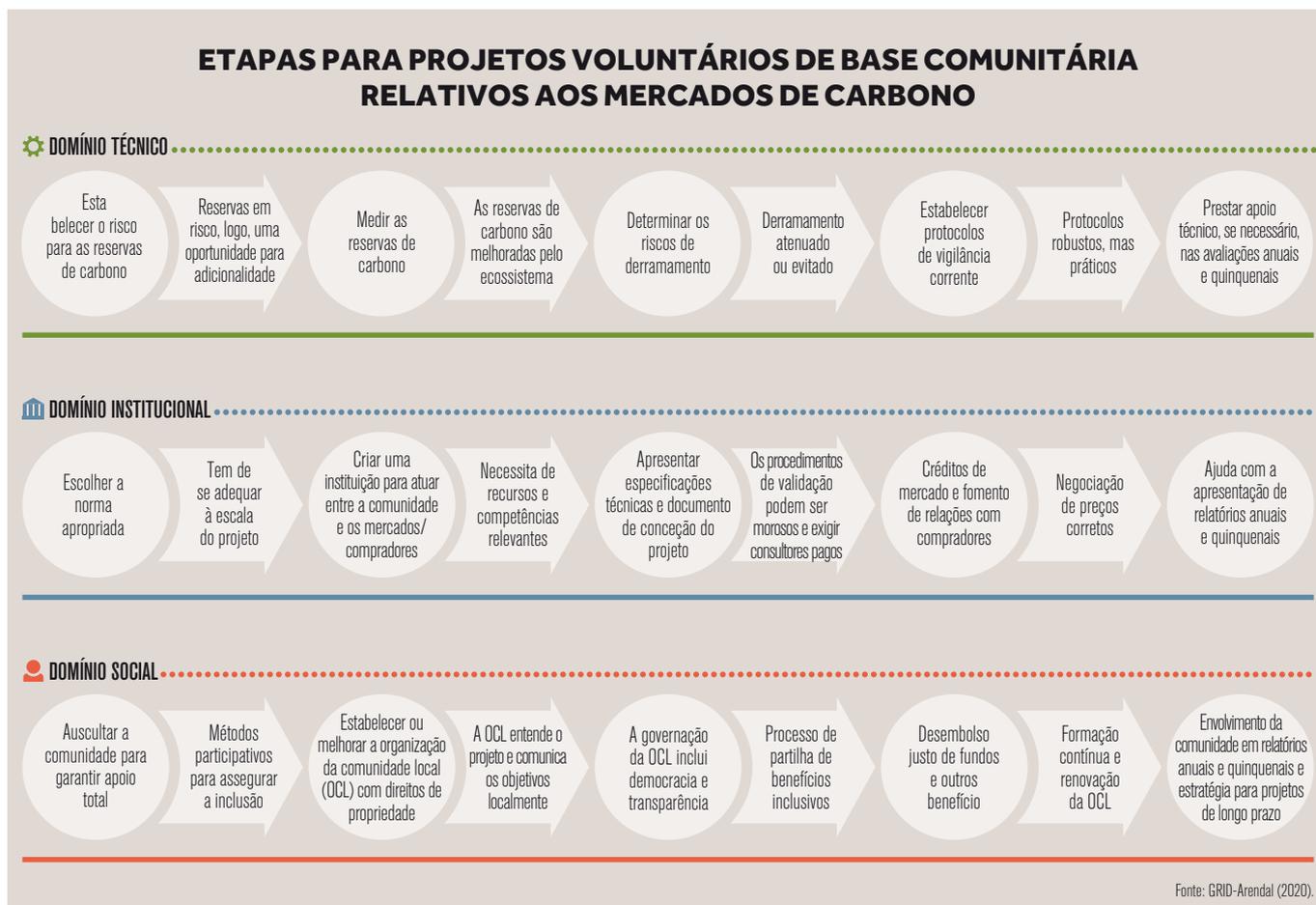
que permitem que tal seja realizado de uma forma sólida e transparente. Estão a ser desenvolvidos vários métodos para a restauração das ervas marinhas, incluindo por meio da Norma do Carvão Verificada (parte da Verra, uma organização de cúpula de acreditação).

Exemplos de pagamentos baseados na comunidade para projetos de serviços ligados aos ecossistemas que envolvem ervas marinhas

O Quadro 7 apresenta exemplos de projetos que se centram na conservação das ervas marinhas, ou que envolvem a mesma, e que também incluem as comunidades locais e/ou incorporam elementos do PSE. Estes exemplos são extraídos de uma avaliação de literatura e vários sites, bem como de consultas com especialistas, mas não constituem uma análise exaustiva. Os exemplos incluem projetos em países em desenvolvimento e desenvolvidos e casos em que o PSE foi sugerido mas ainda não foi iniciado. Embora existam exemplos de projetos que cumprem parte ou a maioria dos critérios estabelecidos por Wunder (2005), não foi identificado qualquer projeto de PSE com base na comunidade fundamentalmente centrado nas ervas marinhas ou que cumprisse todos os critérios.

Por exemplo, nas Ilhas Fiji, o PSE baseado no turismo de recifes inclui as pradarias de ervas marinhas enquanto parte da paisagem marítima, mas as ervas marinhas não constituem o ponto focal dos sistemas de PSE (Sykes et al., 2018). Ao abrigo destes sistemas, os turistas pagam pela conservação dos habitats marinhos de cuja experiência desfrutam quando praticam mergulho ou *snorkelling*. As Ilhas Fiji possuem um sistema tradicional de propriedade da terra-mar e a sua população tem uma forte ligação cultural ao ambiente, o que facilita as atividades de conservação marinha ao nível comunitário. Uma economia significativa baseada no turismo de corais também facilita o PSE. O envolvimento de longo prazo de ONG dedicadas à conservação também forneceu a experiência técnica e o potencial de angariar financiamento para desenvolver PSE e projetos semelhantes ao PSE, embora atualmente nenhum se centre nas ervas marinhas. Algumas comunidades realizam atividades de restauração relacionadas com os recifes e as pescas, que são financiadas através do PSE, o que sugere que existe também potencial para envolver atividades de restauração de ervas marinhas.

Outro exemplo é o de Mikoko Pamoja, um projeto estabelecido de PSE num mangal de base comunitária no Quênia (Huff e Tonui, 2017). O projeto visa incorporar o carbono de ervas



Sequência de objetivos e processos necessários nos domínios técnico, institucional e social durante o desenvolvimento e a gestão de projetos de mercados de carbono voluntários de base comunitária. Os objetivos são apresentados em círculos e os processos em setas. Estas sequências baseiam-se no estudo de caso de Mikoko Pamoja.

marinhas em atividades em 2019 e fornece um estudo de caso sobre as oportunidades e desafios que caracterizam os projetos de PSE das ervas marinhas. Fornece também uma oportunidade para demonstrar as possibilidades de combinar o carbono de ervas marinhas e dos serviços ligados ao ecossistema com os ecossistemas dos mangais a fim de promover uma abordagem integrada da paisagem marítima para a gestão. Existem consideráveis barreiras técnicas e financeiras ao desenvolvimento de sistemas de PSE para as ervas marinhas, pelo que se recomenda ponderar a combinação de serviços ligados aos ecossistemas com ecossistemas vizinhos (por exemplo, mangais, sapais ou recifes de corais) a fim de melhorar a viabilidade financeira e o potencial de escalabilidade do projeto.

Quais as perspetivas de expansão dos pagamentos dos serviços ligados aos ecossistemas aos habitats de ervas marinhas?

Apesar de ser utilizado há décadas noutros habitats e da sua notória relevância a nível político e ecológico (Hejnowicz et al., 2015), não existem exemplos de projetos de PSE de base comunitária nas ervas marinhas que cumpram todas as condições de Wunder (2005) (Quadro 7). Este aspeto levanta a seguinte questão: que potenciais obstáculos e barreiras

poderão existir que tenham impedido a expansão até à data e será que existe alguma oportunidade de expansão no futuro próximo? Com esta ideia em mente, esta secção baseia-se nas experiências do projeto de Mikoko Pamoja no Quênia. As condições locais irão sempre determinar até que ponto um projeto de PSE será fácil ou difícil, mas esta secção visa destacar aspetos gerais que deverão ser relevantes em quaisquer projetos semelhantes.

O desenvolvimento do projeto de Mikoko Pamoja exigiu trabalho e inovação em três esferas sobrepostas – a técnica, a institucional e a social –, todas elas relevantes para qualquer projeto de PSE de base comunitária centrado nas ervas marinhas. Embora a literatura científica se concentre principalmente nos aspetos técnicos (como de que forma medir as reservas, os fluxos e a vulnerabilidade do carbono), a experiência de Mikoko Pamoja sugere que as questões institucionais e sociais são, no mínimo, igualmente importantes. Um dos desafios consiste em assegurar que estas três esferas de preocupação sejam complementares e que sejam desenvolvidas em conjunto durante o tempo de vida do projeto, para que os esforços, a energia e a boa vontade não sejam desperdiçados através, por exemplo, do estabelecimento de representação local e da criação de expectativas de benefícios para a comunidade apenas para sofrer grandes atrasos antes que a acreditação e as vendas bem-sucedidas de créditos possam ocorrer.

A Figura 15 demonstra alguns dos processos e das fases necessários nestas três esferas e de que forma precisam de se complementar com outras.

A Figura 15 também capta parte da complexidade do apoio a projetos de PSE de base comunitária e contribui para explicar por que motivo se mantêm escassos (e ausentes dos ecossistemas de ervas marinhas). Os recursos necessários para estabelecer e gerir um projeto de PSE de base comunitária que seja acreditado para o mercado voluntário de carbono são substanciais. No caso de Mikoko Pamoja, o custo do estabelecimento do projeto foi de cerca de 400 000 dólares, dos quais 360 000 dólares eram provenientes de subvenções de investigação e de solidariedade social, sendo o resto fornecido maioritariamente sob a forma de apoio em espécie. As despesas correntes incluem cerca de 4000 dólares por ano em taxas (para retirar créditos, etc.), custos de governação da solidariedade social, reuniões de administradores, um site e marketing. Esta soma não inclui salários, já que a atividade de solidariedade social é realizada por voluntários, nem os custos diretos de proteção florestal e plantação de árvores. As receitas provenientes da venda de créditos de carbono (geralmente vendidos a 10–15 dólares por tonelada) variam entre 12 000 e 15 000 dólares por ano⁻¹. Estes custos refletem parcialmente os rigores de alcançar e manter a acreditação no mercado voluntário. Existem sistemas que comercializam o carbono sem acreditação (como a Climate

Stewards), bem como oportunidades para que o PSE envolva outros serviços ligados ao ecossistema cuja monitorização pode revelar-se mais barata.

Estes valores ilustram os limitados fundos disponíveis no mercado voluntário e o facto de os custos iniciais e de transação serem elevados. O projeto de Mikoko Pamoja é bem-sucedido em grande parte porque não produz quaisquer lucros e porque os voluntários no Quênia e no Reino Unido dedicam o seu tempo de forma gratuita. Os obstáculos financeiros enfrentados pelo trabalho de PSE de base comunitária para as ervas marinhas que converte o carbono em “mercadoria” deverão revelar-se semelhantes ou piores. Tal deve-se ao facto de a intensidade de carbono nas ervas marinhas ser geralmente inferior à que existe nos mangais (o que significa que existe menos carbono por hectare para proteger ou restaurar) e os custos de monitorização e fiscalização poderão ser mais elevados (especialmente se o trabalho envolver ervas marinhas submareais, o que exige mergulho). Na Baía de Gazi (o terreno de Mikoko Pamoja), por exemplo, a densidade média de carbono nas pradarias de ervas marinhas é de 236 tC/ha⁻¹ (Githaiga et al., 2017), o que é substancialmente inferior aos > 1500 tC/ha⁻¹ armazenados sob o solo no mangal vizinho (Gress et al., 2017). Tendências recentes na cobertura de ervas marinhas na baía demonstram perdas de 1,68% por ano⁻¹ (Harcourt et al., 2018), com a remoção das ervas marinhas a causar perdas de 3,14 tC/



© Dimitris Poursanidis, Foundation for Research and Technology – Hellas

ha⁻¹ por ano⁻¹ (Githaiga et al., 2019). Assim, um projeto nesta área que visasse conservar 300 hectares de ervas marinhas e vender emissões evitadas poderia converter em “mercadoria” $300 \times 3,14 \times 0,0168 = 15,8$ tC por ano⁻¹, o que é equivalente a vendas de cerca de 158–237 dólares por ano⁻¹ no mercado voluntário do carbono. Estes cálculos ilustram de que forma os projetos de PSE de base comunitária de pequena escala não são viáveis se dependerem apenas da venda de créditos de carbono. Os projetos poderão ser viáveis se envolverem escalas bem maiores, outras fontes de receita (talvez incluindo créditos para outros serviços ligados ao ecossistema) e/ou a combinação de carbono de ervas marinhas com outros ecossistemas. O projeto de Mikoko Pamoja tenciona adotar esta última opção, combinando as ervas marinhas com a conservação do mangal.

Perspetivas imediatas e de longo prazo relativas ao pagamento da conservação das ervas marinhas

Os elevados custos face aos retornos impedem a utilização de mercados de carbono como forma de sustentar a proteção e restauração de ervas marinhas. O financiamento misto é uma forma de abordar este problema, para o qual existem vários modelos. Em alguns casos, o investimento inicial é financiado por meio de subvenções ou donativos (como no projeto de Mikoko Pamoja, anteriormente referido), cimentando o

caminho para que os projetos sejam financeiramente viáveis. Noutros, o investimento é garantido por meio de uma garantia ou um empréstimo flexível, de uma forma que exija o reembolso do financiamento a taxas baixas ou ao longo de um período flexível. Estes modelos deverão tornar-se importantes para o desenvolvimento de projetos baseados em ervas marinhas, já que têm sido (e continuam a ser) orientados para outras soluções de atenuação das alterações climáticas baseadas na natureza. Os títulos da Dívida Pública também podem constituir uma potencial solução. Quais são, então, as principais opções disponíveis para o financiamento de projetos de proteção e restauração de ervas marinhas? Herr et al. (2015) descreveram diversas potenciais fontes de fundos e financiamento no contexto da proteção e restauração de mangais, embora poucas tenham sido investigadas para as ervas marinhas. Apresentamos uma breve lista das principais potenciais fontes de financiamento privado:

- Financiamento voluntário do carbono: a disponibilidade de um método acreditado para a proteção das ervas marinhas (evitando as emissões) ou de restauração (sequestrando o carbono), por exemplo, através do método da Norma do Carvão Verificada, VM0033, oferece uma nova oportunidade de investimento nas compensações das emissões de carbono de ervas marinhas, embora seja improvável que gere financiamento suficiente por si só, a menos que a



© Dimitris Poursanidis, Foundation for Research and Technology – Hellas

proteção e a restauração possam ter lugar em maior escala ou o carbono das ervas marinhas possa ser combinado com outros resultados desejáveis.

- Mecanismos de transferência do risco, como os seguros, ou de atenuação do risco: embora se encontrem numa fase inicial de desenvolvimento, os seguros de “ativos” de capital natural parecem ser promissores. O conceito essencial é o de que os compradores adquiram prémios, sendo os fundos canalizados para atividades baseadas na natureza que reduzam os riscos associados a fenómenos extremos. Caso ocorram, os titulares dos prémios recebem um pagamento. Permanecem inexplorados para os ecossistemas das ervas marinhas
- Obrigações: existem vários tipos de obrigações (um tipo de empréstimo) adaptadas para fins de conservação ou de combate às alterações climáticas, como as obrigações ecológicas (emitidas por instituições, incluindo o Banco Mundial). As obrigações foram concebidas para facilitar o investimento em atividades específicas e geralmente apresentam uma série de benefícios (como incentivos fiscais). O valor das ervas marinhas para as pescas podem torná-las atrativas como opções em obrigações “azuis” que procuram melhorar a sustentabilidade das pescas.

- Uma solução simples consiste em tratar as ervas marinhas como ativos que possam ser adquiridos ou alvo de contratos de locação financeira. Em geral, a maioria dos países não permite que partes dos seus oceanos sejam adquiridas a pronto da mesma forma que propriedades em terra, mas os contratos de locação são comuns (por exemplo, para a extração de petróleo e gás ou para operações de aquacultura). Realizar contratos de locação financeira para as pradarias de ervas marinhas em algumas áreas poderá permitir uma utilização exclusiva para o ecoturismo ou direitos de utilização de longo prazo que permitam a prestação de serviços específicos ligados ao ecossistema, como as pescas. Por exemplo, em áreas onde os sistemas de governação formais ou informais sejam suficientemente sofisticados, os sistemas de quotas da pesca podem revelar-se eficazes. Estes sistemas atribuem direitos de pesca (em áreas específicas ou para espécies específicas) a indivíduos que podem tornar-se investimentos transacionáveis na saúde a longo prazo das pescas. Dados empíricos demonstram que estas abordagens podem incentivar a conservação (Costello et al., 2008). Como é natural, os direitos devem incluir ressalvas específicas que evitem utilizações que possam degradar ou danificar as ervas marinhas.

As ervas marinhas na economia azul

As políticas sustentáveis da economia azul visam apoiar o desenvolvimento sustentável inclusivo e integrado no oceano. As pradarias de ervas marinhas oferecem muitos serviços ligados aos ecossistemas e, por conseguinte, podem desempenhar um papel importante nas economias azuis sustentáveis. No entanto, até à data, as estratégias da economia azul nacionais e internacionais não mencionaram explicitamente as ervas marinhas e quando estas se refletem nelas é frequentemente devido ao seu valor para o carbono azul. Por exemplo, um relatório do Banco Mundial sobre o apoio à economia azul nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento (Banco Mundial e Departamento dos Assuntos Económicos e Sociais das Nações Unidas [UN DESA], 2017) e o Relatório sobre a Economia Azul da União Europeia (Comissão Europeia, 2019) reconhecem a proteção e a restauração dos ecossistemas do carbono azul, incluindo as ervas marinhas, como atividades importantes para apoiar o desenvolvimento económico através do seu contributo para a atenuação das alterações climáticas.

As ervas marinhas podem também associar-se a aspetos das estratégias sustentáveis da economia azul que reconhecem os habitats marinhos pelos seus serviços de apoio, incluindo como habitats que apoiam as pescas e a estabilização costeira. A fraca representação das ervas marinhas nas estratégias da economia azul representa um desafio para a conservação dos ecossistemas de ervas

marinhas, já que outras atividades económicas associadas à economia azul podem contribuir para a destruição dos ecossistemas de ervas marinhas.

Contudo, existe uma oportunidade importante para planear eficazmente a conservação e a restauração das ervas marinhas no âmbito das estratégias da economia azul. Muitas estratégias referem, por exemplo, a necessidade de um planeamento espacial marinho e de uma gestão baseada no ecossistema (Banco Mundial e UN DESA, 2017; National Marine Science Committee, 2015), reconhecendo diretamente que as zonas costeiras estão frequentemente repletas de atividades económicas que podem causar a degradação das ervas marinhas. Os planos espaciais integrados podem gerir a conservação das ervas marinhas em conjunto com diversas atividades económicas de uma forma rentável (Giakoumi et al., 2015). Um forte impedimento à inclusão das ervas marinhas nas estratégias da economia azul consiste em compreender plenamente a avaliação económica dos serviços de apoio que as ervas marinhas prestam. As prioridades futuras para as ervas marinhas na economia azul podem, assim, implicar superar obstáculos técnicos na avaliação do ecossistema e criar uma maior consciencialização ao nível da formulação de políticas do valor dos serviços ligados aos ecossistemas relacionados com as ervas marinhas (Nordlund et al., 2018). Excluir as ervas marinhas das estratégias da economia azul é uma oportunidade desperdiçada.

An abstract painting with a vibrant, multi-colored palette. The background is a mix of blue, green, yellow, red, and white, with visible brushstrokes and splatters. The overall style is expressive and modern.

MEDIDAS RECOMENDADAS

Medidas recomendadas

1 Apoiar o desenvolvimento de um grupo de especialistas em políticas em matéria de ervas marinhas a fim de analisar mais profundamente a eficácia atual das políticas relativas às ervas marinhas e apresentar recomendações à comunidade internacional.

A Rede Internacional de Especialistas em Ervas Marinhas forneceu uma importante plataforma para sintetizar a ciência das ervas marinhas. Contudo, presentemente não existe nenhum estudo ou compreensão abrangente da eficácia das atuais políticas de ervas marinhas em todo o mundo. Um grupo de especialistas em formulação de políticas em matéria de ervas marinhas, sob os auspícios do Programa das Nações Unidas para o Ambiente, poderia analisar a situação atual e a eficácia das políticas relacionadas com as ervas marinhas a nível global e apresentar recomendações aos países membros. Além disso, os países membros podem ponderar apresentar uma resolução sobre a gestão sustentável dos ecossistemas de ervas marinhas à Assembleia das Nações Unidas para o Ambiente.

2 Desenvolver um mapa global abrangente da distribuição e da saúde das ervas marinhas.

Colmatar as lacunas atualmente existentes nos conjuntos de dados globais sobre a extensão e a distribuição de ervas marinhas, reforçando as redes existentes de monitorização das ervas marinhas no local, explorando novas oportunidades de teledeteção e investindo na gestão de dados para a manutenção de longo prazo de uma base de dados global. Investir em recursos de levantamento adicionais e conceber e aplicar metodologias normalizadas para abordar lacunas na distribuição das ervas marinhas e avaliar a condição dos ecossistemas de ervas marinhas globalmente de uma forma precisa, rentável e repetível. É também altamente recomendável que todos os projetos que recolhem dados sobre a distribuição de ervas marinhas: a) partilhem estes dados de forma aberta (por exemplo, por meio da Creative Commons); b) contribuam com estes dados para rede regionais ou globais e/ou para conjuntos de dados globais, como o conjunto de dados da Distribuição Global de Ervas Marinhas. Poderia ser criada uma parceria constituída por parceiros técnicos (organizações das Nações Unidas, agências governamentais e organizações não governamentais [ONG]) que se dedicasse a elaborar um mapa global atualizado e abrangente da distribuição e da saúde das ervas marinhas. Um mapa com estas características poderia complementar as iniciativas existentes para o levantamento dos ecossistemas costeiros, como o Allen Coral Atlas ou o Global Mangrove Watch. É possível encontrar recomendações técnicas no capítulo sobre levantamento e monitorização de ervas marinhas deste relatório. O mapa global deve concentrar-se em abordar as atuais lacunas de levantamento, especialmente em regiões como a África e a América do Sul.



3 Investir numa compreensão mais aprofundada e na quantificação do valor dos bens e serviços do ecossistema que os ecossistemas de ervas marinhas oferecem.

Investir em lacunas de investigação relativas à nossa compreensão e capacidade de quantificar os bens e serviços que os ecossistemas de ervas marinhas oferecem, incluindo os que estão associados a diferentes espécies e biorregiões. As biorregiões que estão atualmente sub-representadas nos estudos sobre ervas marinhas incluem as costas da América do Sul, Sudeste da Ásia e África Ocidental. São também necessários mais estudos sobre os fluxos de carbono nos ecossistemas de ervas marinhas e o destino das reservas de carbono quando as ervas marinhas se degradam a fim de compreender a função que podem desempenhar na atenuação das alterações climáticas. Por outro lado, os estudos sobre os serviços ligados ao ecossistema, incluindo a armazenagem e o sequestro de carbono, deverão apoiar o potencial desenvolvimento de atividades de serviços de pagamento dos serviços ligados aos ecossistemas, bem como a contabilidade do capital natural.

4 Sensibilizar para a importância económica e social das ervas marinhas, bem como para as consequências da sua perda, e comunicar esta mensagem.



Melhorar o alcance do público criando mensagens e selecionando meios a que os utilizadores em cada país ou região deverão ter probabilidade de aceder. Abordar o “défice de carisma” dos ecossistemas de ervas marinhas, informando melhor o público sobre os bens e serviços que as ervas marinhas oferecem à humanidade. É importante que as pessoas e os governos de todo o mundo reconheçam o valor das ervas marinhas, o que exige estratégias de comunicação direcionadas. Tais estratégias podem incluir artigos da comunicação social dedicados ou documentários populares, sessões informativas de formulação de políticas e campanhas nas redes sociais sobre a importância e a vulnerabilidade das ervas marinhas. Ao longo dos anos, março tornou-se o Mês da Sensibilização para as Ervas Marinhas em várias partes do mundo. Os países devem ponderar declarar o dia 1 de março o Dia Mundial das Ervas Marinhas, um dia internacional para sensibilizar para a necessidade de conservar as pradarias de ervas marinhas.

5 Desenvolver planos de ação nacionais para os ecossistemas das ervas marinhas.

Atualmente, existem muito poucos países com planos especificamente elaborados para a proteção e a gestão de ecossistemas de ervas marinhas, em comparação com os inúmeros países que desenvolveram planos nacionais

para os recifes de corais e ecossistemas de mangais. Um passo importante na proteção e gestão sustentáveis dos ecossistemas de ervas marinhas seria a elaboração de planos nacionais para a gestão de ervas marinhas, incluindo metas para a proteção e a saúde. Os planos de ação nacionais para os ecossistemas de ervas marinhas devem ser ligados aos Contributos Determinados a Nível Nacional (CDN), ao Acordo de Paris, às metas da Convenção sobre a Diversidade Biológica (CBD) e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), bem como contribuir para a sua concretização. Os planos nacionais de ação para as ervas marinhas devem igualmente ser bem integrados e reconhecer a ligação aos ecossistemas vizinhos, como os recifes de corais, os mangais, as florestas de algas ou os sapais, consoante o caso.

6 Integrar as ervas marinhas no planeamento e na implementação do quadro global para a biodiversidade pós-2020.

O quadro global para a biodiversidade pós-2020 oferece uma oportunidade de redefinir a nossa relação com a natureza e de desenvolver novas metas para proteger e restaurar os ecossistemas. Um resultado positivo para as ervas marinhas da Conferência das Partes (COP) da Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) de 2020 consistiria em metas específicas, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e limitadas no tempo para os ecossistemas de ervas marinhas em todo o mundo. Além disso, os países devem reconhecer e incluir os ecossistemas de ervas marinhas nos relatórios que apresentam à CBD.

7 Incluir medidas sobre os ecossistemas de ervas marinhas nos planos da Década das Nações Unidas para a Restauração dos Ecossistemas e da Década das Nações Unidas da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável.

Investir na restauração das ervas marinhas e desenvolver metas para a restauração dos ecossistemas de ervas marinhas a fim de contribuir para o alcance dos objetivos ao abrigo da Década das Nações Unidas para a Restauração dos Ecossistemas (2021–2030). Investimentos na ciência das ervas marinhas podem também apoiar os objetivos da Década das Nações Unidas da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável, em especial no que respeita à ciência sobre a segurança alimentar, a redução do risco de catástrofes, a adaptação às alterações climáticas e a atenuação das alterações climáticas.

8 Reconhecer o valor das ervas marinhas nos Contributos Determinados a Nível Nacional (CDN) enquanto componente-chave da adaptação às alterações climáticas e atenuação das mesmas.

Reconhecer a importância dos ecossistemas de ervas marinhas enquanto reservatórios de carbono e incluir os ecossistemas de

ervas marinhas nos inventários nacionais dos gases com efeito de estufa, nos relatórios de nível do Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (PIAC) e nos relatórios sobre os CDN relevantes. Desenvolver metas para a conservação e a restauração das ervas marinhas especificamente orientadas para a atenuação das alterações climáticas e adaptação às mesmas. Estas metas incluiriam uma série de atividades, desde o simples reconhecimento do valor das ervas marinhas para a adaptação às alterações climáticas e atenuação das mesmas a medidas tangíveis e mensuráveis.

9 Reconhecer o valor da proteção das ervas marinhas para os ODS, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e outras metas de formulação de políticas internacionais.

Promover a colaboração entre os pontos focais nacionais para as diferentes convenções e os pontos focais para o planeamento e implementação dos ODS a fim de fazer avançar abordagens mais alargadas da paisagem marítima à conservação e ao desenvolvimento sustentável. Incluir avanços relacionados com a conservação e restauração dos ecossistemas de ervas marinhas nos relatórios nacionais sobre os ODS. Compreender e quantificar de que forma a conservação e a restauração dos ecossistemas de ervas marinhas ajuda os governos nacionais a alcançar vários compromissos de formulação de políticas internacionais e ODS e a elaborar relatórios sobre os mesmos. Desenvolver indicadores de ervas marinhas em sistemas de monitorização para processos globais e incluí-los, por exemplo, no contexto dos ODS, no Acordo de Paris, na CBD e no Quadro de Ação de Sendai. Desta forma, as ervas marinhas devem ser incluídas nas estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável.

10 Aumentar o financiamento nacional, bilateral e multilateral de medidas abrangentes necessárias para conservar e gerir de forma sustentável os ecossistemas de ervas marinhas.

Identificar oportunidades de janelas de financiamento específico para os ecossistemas de ervas marinhas no âmbito de fundos ambientais multilaterais. Identificar prioridades de financiamento bilateral para os ecossistemas de ervas marinhas, por exemplo, ao abrigo de acordos ambientais multilaterais ou de metas de formulação de políticas internacionais. Explorar o potencial para desenvolver um fundo global para a conservação, restauração e desenvolvimento de capacidades no domínio das ervas marinhas.

11 Envolver as partes interessadas a todos os níveis e estimular parcerias para facilitar a integração da conservação das ervas marinhas nas fases de planeamento e execução.

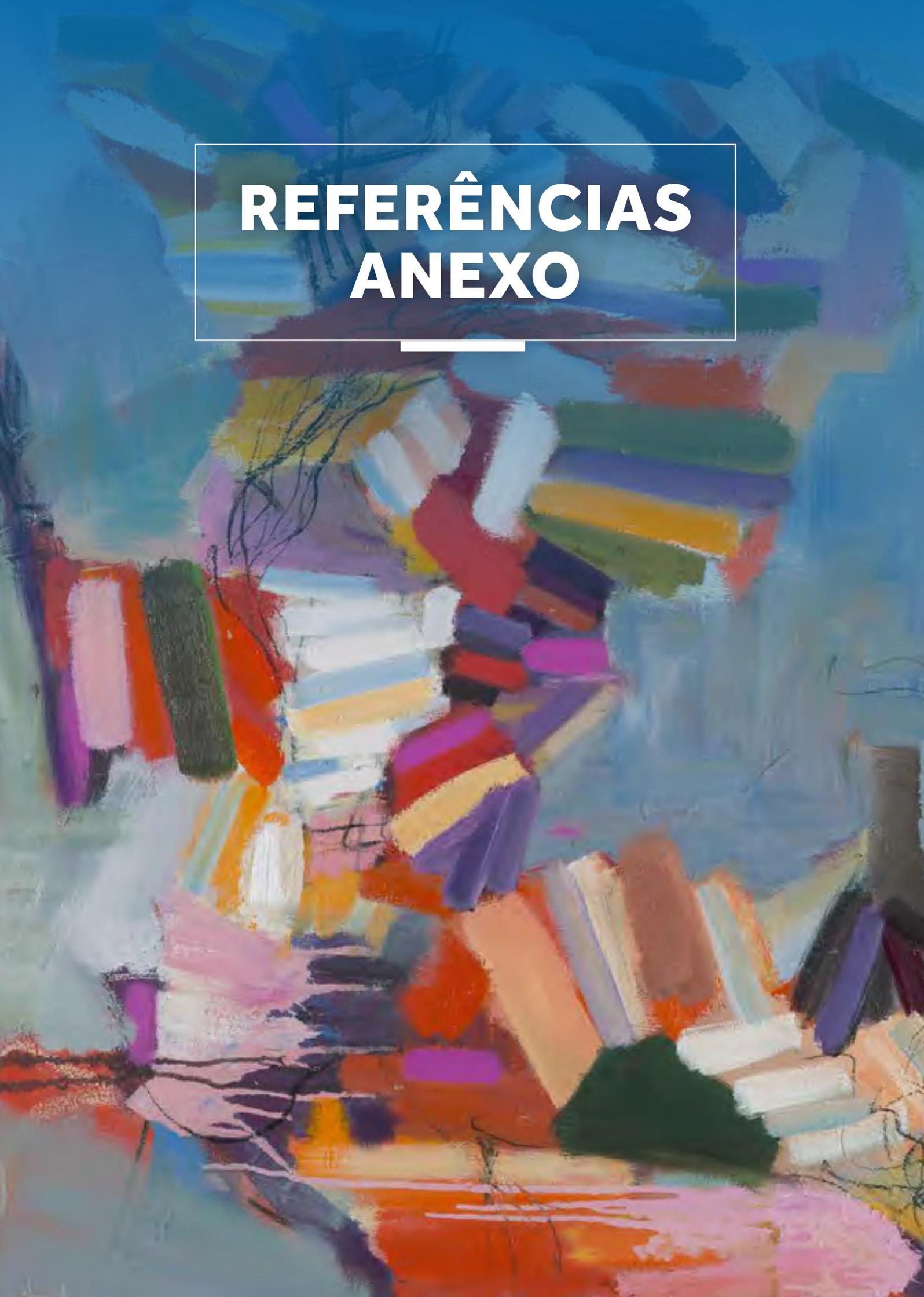
Incluir metas para os ecossistemas de ervas marinhas no planeamento espacial marinho aos níveis regional, nacional e subnacional. Explorar o estabelecimento e a inclusão oficial de zonas marinhas protegidas (ZMP), áreas marinhas geridas localmente (AMGL) ou outras medidas de conservação orientadas para determinadas áreas eficazes nos planos de gestão que abordam especificamente os ecossistemas de ervas marinhas, ao mesmo tempo que se desenvolvem áreas de conservação especificamente designadas para as ervas marinhas e ecossistemas associados. O papel e o conhecimento das comunidades locais e indígenas são fundamentais para a sustentabilidade a longo prazo das intervenções.

12 Designar mais ZMP ou AMGL que incluam ou se concentrem em ecossistemas de ervas marinhas.

Atualmente, as ervas marinhas estão sub-representadas nas ZMP e AMGL em todo o mundo, sendo que apenas 26% das ervas marinhas conhecidas ocorrem em áreas protegidas, em comparação com 40% dos corais e 43% dos mangais. A maior parte das ervas marinhas não está abrangida por planos de gestão nem protegida contra impactos antropogénicos. Designar mais ZMP ou AMGL que incluam ervas marinhas ou que visem especificamente os ecossistemas de ervas marinhas é um passo fundamental para reduzir a perda de ervas marinhas e conservar os serviços ligados aos ecossistemas que oferecem à humanidade.

13 Estimular a conservação e a restauração das ervas marinhas disponibilizando mecanismos e incentivos financeiros.

Promover incentivos económicos ou integrar as ervas marinhas nos sistemas de pagamento dos serviços ligados aos ecossistemas existentes como fonte de rendimento local proveniente de atividades de proteção e restauração. Desenvolver metodologias e orientações para que as ervas marinhas entrem no mercado do carbono, quer como projetos autónomos ou combinadas com projetos de carbono de mangais. No entanto, tendo em que conta que ainda existem barreiras financeiras e técnicas significativas ao desenvolvimento de sistemas de PSE para as ervas marinhas, recomenda-se que as atividades de ervas marinhas sejam combinadas com ecossistemas vizinhos, como mangais, para tornar os sistemas mais viáveis a nível financeiro e mais escaláveis.

An abstract painting with a vibrant, multi-colored palette. The background is a mix of blues, purples, and greens, with a central area dominated by horizontal brushstrokes in shades of yellow, orange, red, and purple. The overall style is expressive and textured, with visible brushwork and a sense of movement.

REFERÊNCIAS ANEXO

Referências

- Amazon Web Services (2019). <https://aws.amazon.com/>. Consultado em 25 de junho de 2019.
- Amone-Mabuto, M., Bandeira, S., da Silva, A. (2017). Long-term changes in seagrass coverage and potential links to climate-related factors: the case of Inhambane Bay, southern Mozambique. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science* 16 (2), 13–25.
- Angelsen, A., Martius, C., De Sy, V., Duchelle, A.E., Larson, A.M. e Pham, T.T. (2018). Transforming REDD+: Lessons and New Directions. Bogor: Centro para a Investigação Florestal Internacional (CIFOR). <https://doi.org/10.17528/cifor/007045>.
- Arias-Ortiz, A., Serrano, O., Masqué, P., Lavery, P.S., Mueller, U., Kendrick, G.A. et al. (2018). A marine heatwave drives massive losses from the world's largest seagrass carbon stocks. *Nature Climate Change* 8, 338–344.
- Asmala, E., Gustafsson, C., Krause-Jensen, D., Norkko, A., Reader, H., Staehr, P.A. e Carstensen, J. (2019). Role of eelgrass in the coastal filter of contrasting Baltic Sea environments. *Estuaries and Coasts*, 42(7), 1882–1895.
- Aumen, N.G., Havens, K.E., Best, G.R. e Berry, L. (2015). Predicting ecological responses of the Florida Everglades to possible future climate scenarios: Introduction. *Environmental Management* 55,741–748. <https://doi.org/10.1007/s00267-014-0439-z>.
- Bainbridge, Z., Lewis S., Bartley, R., Fabricius, K., Collier, C., Waterhouse, J. et al. (2018). Fine sediment and particulate organic matter: A review and case study on ridge-to-reef transport, transformations, fates and impacts on marine ecosystems. *Marine Pollution Bulletin* 135, 1205–1220. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.002>.
- Bandeira, S., Gullström, M., Balidy, H., Samussone, D. e Cossa, D. (2014). Seagrass meadows in Maputo Bay. Em *The Maputo Bay Ecosystem*. Bandeira, S. e Paula, J. (eds.). Cidade de Zanzibar: Associação de Ciência Marinha do Oceano Índico Ocidental (WIOMSA). Capítulo 8. 147–169.
- Barbier, E.B., Hacker, S.D., Kennedy, C., Koch, E.W., Stier, A.C. e Silliman, B.R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs* 81(2), 169–193. <https://doi.org/10.1890/10-1510.1>.
- Bennett, N.J. (2018). Navigating a just and inclusive path towards sustainable oceans. *Marine Policy* 97 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.06.001>.
- Berkström, C., Lindborg, R., Thyresson, M. e Gullström, M. (2013). Assessing connectivity in a tropical embayment: fish migrations and seascape ecology. *Biological Conservation* 166, 43–53.
- Binet, T., Failler, P., Chavance, P.N. e Mayif, M.A. (2013). First international payment for marine ecosystem services: the case of the Banc d'Arguin National Park, Mauritania. *Global Environmental Change* 23(6), 1434–1443. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.09.015>.
- Bishop, M.J., Mayer-Pinto, M., Airoidi, L., Firth, L.B., Morris, R.L., Loke, L.H.L. et al. (2017). Effects of ocean sprawl on ecological connectivity: impacts and solutions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 492, 7–30. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.01.021>.
- Brown, C.J., Broadley, A., Adame, M.F., Branch, T.A., Turschwell, M.P., Connolly, R.M. (2018). The assessment of fishery status depends on fish habitats. *Fish and Fisheries* 20(1), 1–14. <https://doi.org/10.1111/faf.12318>.
- Bull, J.W., Suttle, K.B., Gordon, A., Singh, N.J. e Milner-Gulland, E.J. (2013). Biodiversity offsets in theory and practice. *Oryx* 47(3), 369–380. <https://doi.org/10.1017/S003060531200172X>.
- Burkhard, B. e Maes, J. (2017). Mapping ecosystem services. *Advanced Books*, 1, e12837.
- Burkholder, J.M., Tomasko, D.A. e Touchette, B.W. (2007). Seagrasses and eutrophication. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 350(1–2), 46–72. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2007.06.024>.
- Campbell, S.J. e McKenzie, L.J. (2004). Flood related loss and recovery of intertidal seagrass meadows in southern Queensland, Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 60(3), 477–490.
- Campbell, S.J., McKenzie, L.J., Kerville, S.P. e Bite, J.S. (2007). Patterns in tropical seagrass photosynthesis in relation to light, depth and habitat. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 73, 551–562. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.02.014>.
- Campbell, S.J., Kartawijaya, T. e Sabarini, E.K. (2011). Connectivity in reef fish assemblages between seagrass and coral reef habitats. *Aquatic Biology*, 13(1), 65–77.
- Carlson Jr., P.R., Yarbro, L.A., Kaufman, K.A. e Mattson, R.A. (2010). Vulnerability and resilience of seagrasses to hurricane and runoff impacts along Florida's west coast. *Hydrobiologia* 649(1), 39–53.
- Clifton, J. (2013). Compensation, conservation and communities: an analysis of direct payments initiatives within an Indonesian marine protected area. *Environmental Conservation* 40(3), 287–295. <https://doi.org/10.1017/s0376892913000076>.
- Cole, A.M., Durako, M.J. e Hall, M.O. (2018). Multivariate analysis of water quality and benthic macrophyte communities in Florida Bay, USA reveals hurricane effects and susceptibility to seagrass die-off. *Frontiers in Plant Science* 9, 630. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00630>.
- Coles, R. e Fortes, M.D. (2001). Protecting seagrasses – approaches and methods. Em *Global Seagrass Research Methods*. Short, F.T. e Coles, R.G. (eds.). Amsterdão: Elsevier. Capítulo 23. pp. 445–463.
- Coles, R., McKenzie, L.J., De'ath, G., Roelofs, A. e Long, W.L. (2009). Spatial distribution of deepwater seagrass in the inter-reef lagoon of the Great Barrier Reef World Heritage area. *Marine Ecology Progress Series* 392, 57–68. <https://doi.org/10.3354/meps08197>.
- Collier, C.J., Ow, Y.X., Langlois, L., Uthicke, S., Johansson, C.L., O'Brien, K.R. et al. (2017). Optimum temperatures for net primary productivity of three tropical seagrass species. *Frontiers in Plant Science* 8, 1446. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01446>.
- Connolly, R.M., Jackson, E.L., Macreadie, P.I., Maxwell, P.S. e O'Brien, K.R. (2018). Seagrass dynamics and resilience. Em *Seagrasses of Australia*. Larkum, A.W.D, Kendrick, G.A., Ralph, P.J. (eds.). Suíça: Springer Cham. Capítulo 7. 197–212. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71354-0_7.
- Serviços de Acesso a Dados e Informações do Copernicus (2019). <https://www.copernicus.eu/en/access-data/dias>. Consultado em 25 de junho de 2019.
- Copertino, M.S., Creed, J.C., Magalhães, K., Barros, K., Lanari, M., Arévalo, P.R. et al. (2015). Monitoramento dos fundos vegetados submersos (pradarias submersas). Em *Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros – Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros – ReBentos*. Turra, A., Denadai, M.R. (eds.). São Paulo: Universidade de São Paulo. Capítulo 2. 17–47.
- Costello, C., Gaines, S.D. e Lynham, J. (2008). Can catch shares prevent fisheries collapse? *Science* 321, 1678–1681. <https://doi.org/10.1126/science.1159478>.
- Côté-Laurin, M.C., Benbow, S.L.P. e Erzini, K. (2017). The short-term impacts of a cyclone on seagrass communities in Southwest Madagascar. *Continental Shelf Research* 138, 132–141. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2017.03.005>.
- Cullen-Unsworth, L.C., Nordlund, L.M., Paddock, J., Baker, S., McKenzie, L.J. e Unsworth, R.F.K. (2014). Seagrass meadows globally as a coupled social-ecological system: implications for human wellbeing. *Marine Pollution Bulletin* 83(2), 387–397. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.06.001>.
- Daby, D. (2003). Effects of seagrass bed removal for tourism purposes in a Mauritian bay. *Environmental Pollution* 125(3), 313–324. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(03\)00125-8](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(03)00125-8).
- de la Torre-Castro, M. (2019). Inclusive management through gender consideration in small-scale fisheries: the why and the how. *Frontiers in Marine Science* 6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00156>.
- de la Torre-Castro, M. e Rönnbäck, P. (2004). Links between humans and seagrasses—an example from tropical East Africa. *Ocean & Coastal Management* 47(7–8), 361–387. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2004.07.005>.
- de los Santos, C.B., Krause-Jensen, D., Alcoverro, T., Marbà, N., Duarte, C.M., van Katwijk, M.M. et al. (2019). Recent trend reversal for declining European seagrass meadows. *Nature Communications* 10, 3356.
- Dolch, T., Folmer, E.O., Frederiksen, M.S., Herlyn, M., van Katwijk, M.M, Kolbe, K. et al. (2017). Seagrass. Em *Wadden Sea Quality Status Report 2017*. Kloepper, S., Bostelmann, A., Busch, J. e Klöpffer, S. (eds.). Wilmshaven: Common Wadden Sea Secretariat.
- Drakou, E.G., Pendleton, L., Effron, M., Carter Ingram, J. e Teneva, L. (2017). When ecosystems and their services are not co-located: oceans and coasts. *ICES Journal of Marine Sciences* 74(6), 1531–1539. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsx026>.
- Duarte, C.M., Conley, D.J., Carstensen, J. e Sánchez-Camacho, M. (2009). Return to Neverland: shifting baselines affect eutrophication restoration targets. *Estuaries and Coasts* 32(1), 29–36.

- Duarte, C.M., Dennison, W.C., Orth, R.J.W. e Carruthers, T.J.B. (2008). The charisma of coastal ecosystems: addressing the imbalance. *Estuaries and Coasts* 31(2), 233–238.
- Duarte, C.M., Losada, I.J., Hendriks, I., Mazarrasa, I. e Marbà, N. (2013). The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation. *Nature Climate Change* 3, 961–968.
- Duarte, B., Martins, I., Rosa, R., Matos, A.R., Roleda, M.Y., Reusch, T.B.H. et al. (2018). Climate change impacts on seagrass meadows and macroalgal forests: An integrative perspective on acclimation and adaptation potential. *Frontiers in Marine Science* 5, 190. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00190>.
- Duffy, J.E., Benedetti-Cecchi, L., Trinanes, J., Muller-Karger, F.E., Ambirape, R., Boström, C. et al. (2019). Toward a coordinated global observing system for seagrasses and marine macroalgae. *Frontiers in Marine Science*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00317>.
- Duffy, J.P., Pratt, L., Anderson, K., Land, P.E. e Shutler, J.D. (2018). Spatial assessment of intertidal seagrass meadows using optical imaging systems and a lightweight drone. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 200, 169–180. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.11.001>.
- Projecto de conservação dos dugongos e das ervas marinhas. (sem data) <http://www.dugongconservation.org/>. Consultado em 26 de novembro de 2019.
- Eklöf, J.S., de la Torre-Castro, M., Gullström, M., Uku, J., Muthiga, N., Lymio, T. et al. (2008). Sea urchin overgrazing of seagrasses: a review of current knowledge on causes, consequences, and management. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 79(4), 569–580. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.05.005>.
- Erfteimeijer, P.L.A. e Robin Lewis III, R.R. (2006). Environmental impacts of dredging on seagrasses: A review. *Marine Pollution Bulletin* 52(12), 1553–1572. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.09.006>.
- Comissão Europeia. (2019). Relatório da UE sobre a economia azul, 2019. Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia. <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/676bbd4a-7dd9-11e9-9f05-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-98228766>.
- Fabricius, K.E., Langdon, C., Uthicke, S., Humphrey, C., Noonan, S., De'ath, G. et al. (2011). Loss of winners and losers in coral reefs acclimatized to elevated carbon dioxide concentrations. *Nature Climate Change* 1, 165–169.
- Fakiris, E., Blondel, P., Papatheodorou, G., Christodoulou, D., Dimas, X., Georgiou, N. et al. (2019). Multi-frequency, multi-sonar mapping of shallow habitats—efficacy and management implications in the National Marine Park of Zakynthos, Greece. *Remote Sensing* 11, 461. <https://doi.org/10.3390/rs11040461>.
- Felger, R. e Moser, M.B. (1973). Eelgrass (*Zostera marina* L.) in the Gulf of California. *Science* 181(4097), 355–356. <https://doi.org/10.1126/science.181.4097.355>.
- Flindt, M.R., Rasmussen, E.K., Valdermarsen, T., Erichsen, A., Kaas, H. e Canal-Vergés, P. (2016). Using a GIS-tool to evaluate potential eelgrass reestablishment in estuaries. *Ecological Modelling* 338, 122–134. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2016.07.005>.
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Elmqvist, T., Gunderson, L. et al. (2004). Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35, 557–581. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105711>.
- Fonseca, M.S. e Cahalan, J.A. (1992). A preliminary evaluation of wave attenuation for four species of seagrass. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 35(6), 565–576. [https://doi.org/10.1016/S0272-7714\(05\)80039-3](https://doi.org/10.1016/S0272-7714(05)80039-3).
- Fourqurean, J.W., Duarte, C.M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M.A. et al. (2012). Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience* 5, 505–509.
- Fraser, M.W., Kendrick, G.A., Statton, J., Hovey, R.K., Zavala-Perez, A. e Walker, D.I. (2014). Extreme climate events lower resilience of foundation seagrass at edge of biogeographical range. *Journal of Ecology* 102, 1528–1536. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12300>.
- Ganguly, D., Singh, G., Purvaja, R., Bhatta, R., Paneer Selvam, A., Banerjee, K. et al. (2018). Valuing the carbon sequestration regulation service by seagrass ecosystems of Palk Bay and Chilika, India. *Ocean & Coastal Management* 159, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.11.009>.
- Garcia, S.M., Zerbi, A., Aliaume, C., Do Chi, T., Lasserre, G. (2003). The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook. Documento técnico sobre as pescas n.º 443 da FAO. Roma.
- Gerber, L.R., Del Mar Mancha-Cisneros, M., O'Connor, M.I. e Selig, E.R. (2014). Climate change impacts on connectivity in the ocean: implications for conservation. *Ecosphere* 5(3), 1–18.
- Giakoumi, S., Brown, C., Katsanevakis, S., Saunders, M. e Possingham, H. (2015). Using threat maps for cost-effective prioritization of actions to conserve coastal habitats. *Marine Policy* 61, 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.07.004>.
- Gillis, L.G., Bouma, T.J., Jones, C.G., van Katwijk, M.M., Nagelkerken, I., Jeuken, C.J.L. et al. (2014). Potential for landscape-scale positive interactions among tropical marine ecosystems. *Marine Ecology Progress Series* 503, 289–303. <https://doi.org/10.3354/meps10716>.
- Githaiga, M.N., Frouws, A.M., Kairo, J.G. e Huxham, M. (2019). Seagrass removal leads to rapid changes in Fauna and loss of carbon. *Frontiers in Ecology and Evolution* 7, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00062>.
- Githaiga, M.N., Kairo, J.G., Gilpin, L. e Huxham, M. (2017). Carbon storage in the seagrass meadows of Gazi Bay, Kenya. *PloS One* 12, e0177001. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177001>.
- Goodchild, M., Huadong, G., Annoni, A., Bian, L., de Bie, K., Campbell, F. et al. (2012). Next-generation digital Earth. *Atas da Academia Nacional de Ciências* 109, 11088–11094. <https://doi.org/10.1073/pnas.1202383109>.
- Gómez-Baggethun, E., de Groot, R., Lomas, P.L. e Montes, C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics* 69(6), 1209–1218. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.007>.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D. e Moore, R. (2017). Google Earth Engine: planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment* 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>.
- Grech A., Chartrand-Miller, K., Erfteimeijer, P., Fonseca, M., McKenzie, L.J., Rasheed, M. et al. (2012). A comparison of threats, vulnerabilities and management approaches in global seagrass bioregions. *Environmental Research Letters* 7(2), 1–8.
- Grech, A., Coles, R. e Marsh, H. (2011). A broad-scale assessment of the risk to coastal seagrasses from cumulative threats. *Marine Policy* 35(5), 560–567. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2011.03.003>.
- Green, E.P. e Short, F.T. (2003). World Atlas of Seagrasses. Centro Mundial de Vigilância da Conservação do Programa das Nações Unidas para o Ambiente (PNUA-CMVC). Berkeley: Universidade da Califórnia. <http://data.unep-wcmc.org/datasets/9>.
- Greening, H. e Janicki, A. (2006). Toward reversal of eutrophic conditions in a subtropical estuary: water quality and seagrass response to nitrogen loading reductions in Tampa Bay, Florida, USA. *Environmental Management* 38, 163–178. <https://doi.org/10.1007/s00267-005-0079-4>.
- Greening, H., Cross, L.M. e Sherwood, E.T. (2011). A multiscale approach to seagrass recovery in Tampa Bay, Florida. *Ecological Restoration* 29(1–2), 82–93. <https://doi.org/10.3368/er.29.1-2.82>.
- Greening, H., Janicki, A. e Sherwood, E. (2016). Seagrass recovery in Tampa Bay, Florida (USA). Em *The Wetland Book. II: Distribution, Description, and Conservation*. Finlayson, C.M., Everard, M., Irvine, K., McInnes, R.J., Middleton, B.A., van Dam, A.A. et al. (eds.). Springer. Capítulo 38. 495–506. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6173-5_269-1.
- Gress, S.K., Huxham, M., Kairo, J.G., Mugi, L.M. e Briers, R.A. (2017). Evaluating, predicting and mapping belowground carbon stores in Kenyan mangroves. *Global Change Biology* 23(1). <https://doi.org/10.1111/gcb.13438>.
- Griffiths, L., Connolly, R.M. e Brown, C.J. (2019). Critical gaps in seagrass protection reveal the need to address multiple pressures and cumulative impacts. *Ocean & Coastal Management* in press. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104946>.
- Guerry, A.D., Polasky, S., Lubchenko, J., Chaplin-Kramer, R., Daily, G.C., Griffin, R. et al. (2015). Natural capital and ecosystem services informing decisions: from promise to practice. *Atas da Academia Nacional de Ciências* 112, 7348–7355. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503751112>.
- Harcourt, W.D., Briers, R.A. e Huxham, M. (2018). The thin(ning) green

- line? Investigating changes in Kenya's seagrass coverage. *Biology Letters* 14, 20180227. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0227>.
- Hashim, M., Misbari, S., Yahya, N.N., Ahmad, S., Reba, M.N. e Komatsu, T. (2014). An approach for quantification of submerged seagrass biomass in shallow turbid coastal waters. *Simpósio de Geociência e Detecção Remota do IEEE*, 4439–4442. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2014.6947476>.
- Hejnovic, A.P., Kennedy, H., Rudd, M.A. e Huxham, M.R. (2015). Harnessing the climate mitigation, conservation and poverty alleviation potential of seagrasses: prospects for developing blue carbon initiatives and payment for ecosystem service programmes. *Frontiers in Marine Science* 2. <https://doi.org/10.3389/fmars.2015.00032>.
- Herr, D., Agardy, T., Benzaken, D., Hicks, F., Howard, J., Landis, E. et al. (2015). Coastal “Blue” Carbon: A Revised Guide to Supporting Coastal Wetland Programs and Projects Using Climate Finance and Other Financial Mechanisms. Gland: UICN – União Internacional para a Conservação da Natureza. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2015.10.en>.
- Herr, D., von Unger, M., Laffoley, D. e McGivern, A. (2017). Pathways for implementation of blue carbon initiatives. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems* 27(S1), 116–129. <https://doi.org/10.1002/aqc.2793>.
- Hidayati, N., Karuniasa, M., Patria, M.P. e Suparmoko, M. (2018). Developing payment for ecosystem services scheme on Pari Island Kepulauan Seribu. *E3S Web of Conferences* 68, 02010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186802010>.
- Hobday, A.J. e Lough, J.M. (2011). Projected climate change in Australian marine and freshwater environments. *Marine and Freshwater Research* 62, 1000–1014. <https://doi.org/10.1071/MF10302>.
- Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Bindi, M., Brown, S., Camilloni, I. et al. (2018). Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems. Em *Global Warming of 1.5°C. Relatório especial do Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (PIAC) acerca dos impactos do aquecimento global de 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais e das respetivas vias gerais de emissão de gases com efeito de estufa, no contexto do reforço da resposta global à ameaça das alterações climáticas, do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza*. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R. et al. (eds.) Genebra: Organização Meteorológica Mundial Capítulo 3. 175–311.
- Holon, F., Boissery, P., Guilbert, A., Freschet, E. e Deter, J. (2015). The impact of 85 years of coastal development on shallow seagrass beds (*Posidonia oceanica* L. (Delile)) in South Eastern France: A slow but steady loss without recovery. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 165, 204–212.
- Huff, A. e Tonui, C. (2017). Making ‘Mangroves Together’: Carbon, Conservation and Co-management in Gazi Bay, Kenya. Brighton: STEPS Centre.
- Hughes, A.R., Williams, S.L., Duarte, C.M., Heck Jr., K.L. e Waycott, M. (2009). Associations of concern: declining seagrasses and threatened dependent species. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7(5), 242–246.
- Huwylar, F., Kaeppli, J., Serafimova, K., Swanson, E. e Tobin, J. (2014). Making conservation finance investable. *Stanford Social Innovation Review*. https://ssir.org/up_for_debate/article/making_conservation_finance_investable#.
- Huxham, M., Whitlock, D., Githaiga, M. e Dencer-Brown, A. (2018). Carbon in the coastal seascape: how interactions between mangrove forests, seagrass meadows and tidal marshes influence carbon storage. *Current Forestry Reports* 4(2), 101–110.
- Hyndes, G.A., Heck Jr., K.L., Vergés, A., Harvey, E.S., Kendrick, G.A., Lavery, P.S. et al. (2016). Accelerating tropicalization and the transformation of temperate seagrass meadows. *BioScience* 66(11), 938–948. <https://doi.org/10.1093/biosci/biw111>.
- Hyndes, G.A., Nagelkerken, I., McLeod, R.J., Connolly, R.M., Lavery, P.S. e Vanderklift, M.A. (2014). Mechanisms and ecological role of carbon transfer within coastal seascapes. *Biological Reviews* 89(1), 232–254. <https://doi.org/10.1111/brv.12055>.
- Inaba, N., Trainer, V.L., Onishi, Y., Ishii, K., Wyllie-Echeverria, S. e Imai, I. (2017). Algal and growth-inhibiting bacteria associated with seagrass and macroalgae beds in Puget Sound, WA, USA. *Harmful Algae* 62, 136–147. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2016.04.004>.
- Sociedade Financeira Internacional. (2016). *Climate Investment Opportunities in Emerging Markets*. Washington D.C.
- Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (2013). *Suplemento, de 2013, das diretrizes do PIAC de 2006 para os inventários nacionais de gases com efeito de estufa: zonas húmidas*. Suíça: Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (2019). *Resumo para os formuladores de políticas*. Em *Relatório especial do PIAC sobre o oceano e a criosfera num clima em mudança*. Abram, N., Adler, C., Bindoff, N.L., Cheng, L., Cheong, S.-M., Cheung, W.W.L. et al. (eds.). No prelo.
- Plataforma Intergovernamental Científica e Política sobre Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (2019). *Resumo para os formuladores de políticas do relatório de avaliação global sobre biodiversidade e serviços ecosistêmicos*. https://ipbes.net/system/tdf/ipbes_7_10_add.1_en_1.pdf?file=1&type=node&id=35329.
- Jackson, E.L., Rees, S.E., Wilding, C. e Attrill, M.J. (2015). Use of a seagrass residency index to apportion commercial fishery landing values and recreation fisheries expenditure to seagrass habitat service. *Conservation Biology* 29(3), 899–909. <https://doi.org/10.1111/cobi.12436>.
- James, R.K., Silva, R., van Tussenbroek, B.I., Escudero-Castillo, M., Mariño-Tapia, I., Dijkstra, H.A. et al. (2019). Maintaining tropical beaches with seagrass and algae: a promising alternative to engineering solutions. *BioScience* 69(2), 136–142. <https://doi.org/10.1093/biosci/biy154>.
- Jelbart, J.E., Ross, P.M. e Connolly, R.M. (2007). Fish assemblages in seagrass beds are influenced by the proximity of mangrove forests. *Marine Biology* 150(5), 993–1002.
- Jentoft, S. (2019). *Life above Water. Essays of Human Experiences in Small-Scale Fisheries. Too Big To Ignore*.
- Jones, B.L., Cullen-Unsworth, L.C., Howard, R. e Unsworth, R.K.F. (2018). Complex yet fauna-deficient seagrass ecosystems at risk in southern Myanmar. *Botanica marina* 61, 193–203.
- Jones, B.L., Unsworth, R.K.F., McKenzie, L.J., Yoshida, R.L. e Cullen-Unsworth, L.C. (2018). Crowdsourcing conservation: the role of citizen science in securing a future for seagrass. *Marine Pollution Bulletin*. No prelo.
- Kannan, R.R.R., Arumugam, R. e Anantharaman, P. (2010). Antibacterial potential of three seagrasses against human pathogens. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 3(11), 890–893. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(10\)60214-3](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(10)60214-3).
- Kendrick, G.A., Hegge, B.J., Wyllie, A., Davidson, A. e Lord, D.A. (2000). Changes in seagrass cover on Success and Parmelia Banks, Western Australia between 1965 and 1995. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 50, 341–353. <https://doi.org/10.1006/ecss.1999.0569>.
- Kendrick, G.A., Nowicki, R.J., Olsen, Y.S., Strydom, S., Fraser, M.W., Sinclair, E.A. et al. (2019). A systematic review of how multiple stressors from an extreme event drove ecosystem-wide loss of resilience in an iconic seagrass community. *Frontiers in Marine Science*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00455>.
- Kendrick, G.A., Orth, R.J., Statton, J., Hovey, R., Ruiz Montoya, L., Lowe, R.J. et al. (2017). Demographic and genetic connectivity: the role and consequences of reproduction, dispersal and recruitment in seagrasses. *Biological Reviews* 92, 921–938. <https://doi.org/10.1111/brv.12261>.
- Koch, M., Bowes, G., Ross, C. e Zhang, X.-H. (2013). Climate change and ocean acidification effects on seagrasses and marine macroalgae. *Global Change Biology* 19(1), 103–132. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02791.x>.
- Komatsu, T., Igarashi, C., Tatsukawa, K., Sultana, S., Matsuoka, Y. e Haradam S. (2003). Use of multi-beam sonar to map seagrass beds in Otsuchi Bay on the Sanriku Coast of Japan. *Aquatic Living Resources* 16(3), 223–230. [https://doi.org/10.1016/S0990-7440\(03\)00045-7](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(03)00045-7).
- Komatsu, T., Sagawa, T., Sawayama, S., Tanoue, H., Mohri, A. e Sakanishi, Y. (2012). Mapping is a key for sustainable development of coastal waters: examples of seagrass beds and aquaculture facilities in Japan with use of ALOS images. Em *Sustainable Development – Education, Business and Management – Architecture and Building Construction – Agriculture and Food Security*. Ghenai, C. (ed.). IntechOpen. Capítulo 8. 145–160.
- Konar, B. e Iken, K. (2018). The use of unmanned aerial vehicle imagery in intertidal monitoring. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 147, 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2017.04.010>.
- Koweek, D.A., Zimmerman, R.C., Hewett, K.M., Gaylord, B., Giddings, S.N., Nickols, K.J. et al. (2018). Expected limits on the ocean acidification buffering potential of a temperate seagrass meadow. *Ecological Applications* 28(7), 1694–1714. <https://doi.org/10.1002/eap.1771>.
- Krause-Jensen, D., Serrano, O., Apostolaki, E.T., Gregory, D.J. e Duarte, C.M. (2019). Seagrass sedimentary deposits as security vaults and time capsules of the human past. *Ambio* 48(4), 325–335.

- Kroeker, K.J., Kordas, R.L. e Harley, C.D.G. (2017). Embracing interactions in ocean acidification research: confronting multiple stressor scenarios and context dependence. *Biology Letters* 13, 20160802. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2016.0802>.
- Laffoley, D. e Grimsditch, G.D. (eds.) (2009). The management of natural coastal carbon sinks. União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN)
- Lamb, J.B., van de Water, J.A.J.M., Bourne, D.G., Altier, C., Hein, M.Y., Fiorenza, E.A. et al. (2017). Seagrass ecosystems reduce exposure to bacterial pathogens of humans, fishes, and invertebrates. *Science* 355(6326), 731–733. <https://doi.org/10.1126/science.aal1956>.
- Lauer, M. e Aswani, S. (2010). Indigenous knowledge and long-term ecological change: detection, interpretation, and responses to changing ecological conditions in Pacific Island communities. *Environmental Management* 45(5), 985–997.
- Lavery, P.S., McMahon, K., Mulligan, M. e Tennyson, A. (2009). Interactive effects of timing, intensity and duration of experimental shading on *Amphibolis griffithii*. *Marine Ecology Progress Series* 394, 21–33. <https://doi.org/10.3354/meps08242>.
- Lavery, P.S., McMahon, K., Weyers, J., Boyce, M.C. e Oldham, C.E. (2013). Release of dissolved organic carbon from seagrass wrack and its implications for trophic connectivity. *Marine Ecology Progress Series* 494, 121–133. <https://doi.org/10.3354/meps10554>.
- Lefcheck, J.S., Hughes, B.B., Johnson, A.J., Pfirrmann, B.W., Rasher, D.B., Smyth, A.R. et al. (2019). Are coastal habitats important nurseries? A meta-analysis. *Conservation Letters* 12(4), e12645. <https://doi.org/10.1111/conl.12545>.
- Lefcheck, J.S., Orth, R.J., Dennison, W.C., Wilcox, D.J., Murphy, R.R., Keisman, J. et al. (2018). Long-term nutrient reductions lead to the unprecedented recovery of a temperate coastal region. *Atas da Academia Nacional de Ciências* 115(14), 3658–3662. <https://doi.org/10.1073/pnas.1715798115>.
- Lefcheck, J.S., Wilcox, D.J., Murphy, R.R., Marion, S.R. e Orth, R.J. (2017). Multiple stressors threaten the imperiled coastal foundation species eelgrass (*Zostera marina*) in Chesapeake Bay, USA. *Global Change Biology* 23(9), 3474–3483. <https://doi.org/10.1111/gcb.13623>.
- Lilley, R.J. e Unsworth, R.K.F. (2014). Atlantic cod (*Gadus morhua*) benefits from the availability of seagrass (*Zostera marina*) nursery habitat. *Global Ecology and Conservation* 2, 367–377. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2014.10.002>.
- Liquete, C., Piroddi, C., Drakou, E. G., Gurney, L., Katsanevakis, S., Charef, A. e Egoh, B. (2013). Current status and future prospects for the assessment of marine and coastal ecosystem services: a systematic review. *PloS one*, 8(7), e67737.
- Locatelli, T., Binet, T., Gitundu Kairo, J., King, L., Madden, S., Patenaude, G. et al. (2014). Turning the tide: how blue carbon and payments for ecosystem services (PES) might help save mangrove forests. *Ambio* 43(8), 981–995. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0530-y>.
- Lovelock, C.E. e Duarte, C.M. (2019). Dimensions of Blue Carbon and emerging perspectives. *Biology Letters* 15(3), 20180781. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0781>.
- Lundquist, C.J., Jones, T.C., Parkes, S.M. e Bulmer, R.H. (2018). Changes in benthic community structure and sediment characteristics after natural recolonisation of the seagrass *Zostera muelleri*. *Scientific Reports* 8, 13250.
- Macreadie, P.I., Trevathan-Tackett, S.M., Baldock, J.A. e Kelleway J.J. (2017). Converting beach-cast wrack into biochar: a climate-friendly solution to a coastal problem. *Science of the Total Environment* 574, 90–94. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.021>.
- Madin, J., Bowers, S., Schildhauer, M., Krivov, S., Pennington, D. e Villa, F. (2007). An ontology for describing and synthesizing ecological observation data. *Ecological Informatics* 2(3), 279–296. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2007.05.004>.
- Malsa, M. (2019). Quarter of luxury resorts commit to Seagrass Protection, 30 de junho. <https://edition.mv/news/11271>. Consultado em 1 de agosto de 2019.
- Manzello, D.P., Enochs, I.C., Melo, N., Gledhill, D.K. e Johns, E.M. (2012). Ocean acidification refugia of the Florida Reef Tract. *PloS One* 7, e41715. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041715>.
- Marbà, N. e Duarte, C.M. (2010). Mediterranean warming triggers seagrass (*Posidonia oceanica*) shoot mortality. *Global Change Biology* 16, 2366–2375. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02130.x>.
- Marbà, N., Krause-Jensen, D., Alcoverro, T., Birk, S., Pedersen, A., Neto, J.M. et al. (2013). Diversity of European seagrass indicators: patterns within and across regions. *Hydrobiologia* 704(1), 265–278.
- Martin, J.A., Gray, S., Aceves-Bueno, E., Alagona, P., Elwell, T.L., Garcia, A. et al. (2019). What is marine justice? *Journal of Environmental Studies and Sciences* 9(2), 234. <https://doi.org/10.1007/s13412-019-00545-0>.
- Martin, A., Landis, E., Bryson, C., Lynaugh, S., Mongeau, A. e Lutz, S. (2016). Carbono Azul – Inventário dos Contributos Determinados a Nível Nacional. Noruega: GRID-Arendal.
- Martino, S. e Amos, C.L. (2015). Valuation of the ecosystem services of beach nourishment in decision-making: the case study of Tarquinia Lido, Italy. *Ocean & Coastal Management* 111, 82–91. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.03.012>.
- Maxwell, P.S., Eklöf, J.S., van Katwijk, M.M., O'Brien, K.R., de la Torre-Castro, M., Boström, C. et al. (2016). The fundamental role of ecological feedback mechanisms for the adaptive management of seagrass ecosystems - a review. *Biological Reviews* 92, 1521–1538.
- Maxwell, P.S., Pitt, K.A., Olds, A.D., Rissik, D. e Connolly, R.M. (2015). Identifying habitats at risk: simple models can reveal complex ecosystem dynamics. *Ecological Applications* 25, 573–587. <https://doi.org/10.1890/14-0395.1>.
- McArthur, L.C. e Boland, J.W. (2006). The economic contribution of seagrass to secondary production in South Australia. *Ecological Modelling* 196(1–2), 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.02.030>.
- McKenzie, L.J., Campbell, S.J. e Roder, C.A. (2003). Seagrass-Watch: Manual for Mapping & Monitoring Seagrass Resources by Community (citizen) Volunteers. Segunda edição. Cairns: Department of Primary Industries Queensland.
- McKenzie L.J., Collier, C.J., Langlois, L.A., Yoshida, R.L., Uusitalo, J., Smith, N. et al. (2019). Programa de Vigilância Marinha: Relatório Anual sobre Vigilância Marinha Costeira, 2017–18. Townsville: Autoridade do Parque Marinho da Grande Barreira de Coral.
- McKenzie L.J., Nordlund L.M., Jones B.L., Cullen-Unsworth L.C., Roelfsema C., Unsworth R.K.F. (2020). The global distribution of seagrass meadows. *Environmental Research Letters*. No prelo.
- McKinley, D.C., Miller-Rushing, A.J., Ballard, H.L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S.C. et al. (2017). Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation* 208, 15–28. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.015>.
- McMahon, K., van Dijk, K.-J., Ruiz-Montoya, L., Kendrick, G.A., Krauss, S.L., Maycott, M. et al. (2014). The movement ecology of seagrasses. *Atas da Real Sociedade B* 281, 20140878. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.0878>.
- Meehan, A.J. e West, R.J. (2000). Recovery times for a damaged *Posidonia australis* bed in south eastern Australia. *Aquatic Botany* 67(2), 161–167. [https://doi.org/10.1016/S0304-3770\(99\)00097-2](https://doi.org/10.1016/S0304-3770(99)00097-2).
- Meinesz, A., Couvelier, M. e Laurent, R. (1981). Méthodes récentes de cartographie et de surveillance des herbiers de Phanérogames marines [Métodos recentes de inventariação e vigilância das pradarias de ervas marinhas]. *Vie Milieu* 31, 27–34.
- Microsoft Azure (2019). <https://azure.microsoft.com/en-us/>. Consultado em 25 de junho de 2019.
- Miller-Rushing, A., Primack, R. e Bonney, R. (2012). The history of public participation in ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10(6), 285–290. <https://doi.org/10.1890/110278>.
- Morris, R.L., Konlechner, T.M., Ghisalberti, M. e Swearer, S.E. (2018). From grey to green: Efficacy of eco-engineering solutions for nature-based coastal defence. *Global Change Biology* 24, 1827–1842.
- Nagelkerken, I., Sheaves, M., Baker, R. e Connolly, R.M. (2013). The seascape nursery: a novel spatial approach to identify and manage nurseries for coastal marine fauna. *Fish and Fisheries* 16(2), 362–371. <https://doi.org/10.1111/faf.12057>.
- Nahirnick, N.K., Reshitnyk, L., Campbell, M., Hessing-Lewis, M., Costa, M., Yakimishyn, J. et al. (2019). Mapping with confidence; delineating seagrass habitats using Unoccupied Aerial Systems (UAS). *Remote Sensing in Ecology and Conservation* 5, 121–135. <https://doi.org/10.1002/rse2.98>.
- Comité Nacional para as Ciências do Mar (2015). Plano Nacional das Ciências do Mar, 2015–2025: Driving the Development of Australia's Blue Economy.
- Needelman, B.A., Emmer, I.M., Emmett-Mattox, S., Crooks, S., Megonigal, J.P., Myers, D. et al. (2018). The science and policy of the Verified Carbon Standard Methodology for Tidal Wetland and Seagrass Restoration. *Estuaries and Coasts* 41(8), 2159–2171.
- Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C.M., Valdés, L., De Young, C., Fonseca, L. e Grimsditch, G. (2009). Blue carbon. The role of healthy oceans in binding carbon. Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP) e GRID-Arendal.
- Newton, R.S. e Stefanon, A. (1975). Application of side scan sonar in

- marine biology. *Marine Biology* 31, 287–291.
- Nordlund, L.M., Jackson, E.L., Nakaoka, M., Samper-Villarreal, J., Becar-Carretero, P. e Creed, J.C. (2017). Seagrass ecosystem services – What’s next? *Marine Pollution Bulletin* 134, 145–151. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.09.014>.
- Nordlund, L.M., Unsworth, R.K.F., Gullström, M. e Cullen-Unsworth, L. C. (2018). Global significance of seagrass fishery activity. *Fish and Fisheries* 19, 399–412. <https://doi.org/10.1111/faf.12259>.
- Nowicki, R.J., Thomson, J.A., Burkholder, D.A., Fourqurean, J.W. e Heithaus, M.R. (2017). Predicting seagrass recovery times and their implications following an extreme climate event. *Marine Ecology Progress Series* 567, 79–93. <https://doi.org/10.3354/meps12029>.
- Nurdin, N. et al. (2019). Long-term changes of coral reef habitats in two islands with and without residents in outer Spermonde Archipelago, South Sulawesi revealed by satellite remote sensing. *Philippine Journal of Natural Sciences* 24, 91–103.
- Nussbaum, M.C. (2006). *Frontiers of Justice: Disability, Nationality and Species Membership*. The Belknap Press of Harvard University press, Cambridge, Massachusetts e Londres: The Belknap Press of Harvard University Press.
- O’Brien, K.R., Waycott, M., Maxwell, P., Kendrick, G.A., Udy, J.W., Ferguson, J.P. et al. (2017). Seagrass ecosystem trajectory depends on the relative timescales of resistance, recovery and disturbance. *Marine Pollution Bulletin* 134, 166–176. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.09.006>.
- O’Leary, J.K., Micheli, F., Airoldi, L., Boch, C., De Leo, G., Elahi, R. et al. (2017). The resilience of marine ecosystems to climatic disturbances. *BioScience* 67(3), 208–220. <https://doi.org/10.1093/biosci/biw161>.
- Olson, A.M., Hessing-Lewis, M., Haggarty, D. e Juanes, F. (2019). Nearshore seascape connectivity enhances seagrass meadow nursery function. *Ecological Applications* 29(5), e01897. <https://doi.org/10.1002/eap.1897>.
- Ondiviela, B., Losada, I.J., Lara, J.L., Maza, M., Galván, C., Bouma, T.J. et al. (2014). The role of seagrass in coastal protection in a changing climate. *Coastal Engineering* 87, 158–168. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2013.11.005>.
- Orth, R.J., Carruthers, T.J.B., Dennison, W.C., Duarte, C.M., Fourqurean, J.W., Heck, K.L. et al. (2006). A global crisis for seagrass ecosystems. *BioScience* 56(12), 987–996. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2006\)56\[987:AGCFSE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2006)56[987:AGCFSE]2.0.CO;2).
- Orth, R.J., Fishman, J.R., Wilcox, D.J. e Moore, K.A. (2002). Identification and management of fishing gear impacts in a recovering seagrass system in the coastal bays of the Delmarva Peninsula, USA. *Journal of Coastal Research* 37, 111–129.
- Palaniappan, P., Sathishkumar, G. e Sankar, R. (2015). Fabrication of nano-silver particles using *Cymodocea serrulata* and its cytotoxicity effect against human lung cancer A549 cells line. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 138, 885–890. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2014.10.072>.
- Pasqualini, V., Pergent-Martini, C., Clabaut, P. e Pergent, G. (1998). Mapping of *Posidonia oceanica* using aerial photographs and side scan sonar: application off Island of Corsica (France). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 47, 359–367. <https://doi.org/10.1006/ecss.1998.0361>.
- Pearson, R.M., Jinks, K.I., Brown, C.J., Schlacher, T.A. e Connolly, R.M. (2018). Functional changes in reef systems in warmer seas: Asymmetrical effects of altered grazing by a widespread crustacean mesograzer. *Science of the Total Environment* 644, 976–981. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.051>.
- Phauk, S., Komatsu, T., Sawayama, S. e Noiraksard, T. (2012). Marine habitat mapping: using ALOS AVNIR-2 satellite image for seagrass beds around Rabbit (Koh Tonsay) Island, Cambodia. *Em Remote Sensing of the Marine Environment II. Atas de SPIE* 8525, Froiun, R.J., Ebuchi, N., Pan, D. e Saino, T. (eds.). 85250V. <https://doi.org/10.1117/12.999310>.
- Piludu, N. (2010). Incentivising community engagement in dugong and seagrass conservation in Timor-Leste through volunteer ecotourism (TL2). <http://www.dugongconservation.org> Consultado em 26 de novembro de 2019.
- Plummer, M., Harvey, C.J., Anderson, L., Guerry, A.D. e Ruckelshaus, M.H. (2013). The role of eelgrass in marine community interactions and ecosystem services: results from ecosystem-scale food web models. *Ecosystems* 16(2), 237–251.
- Potouroglou, M., Bull, J.C., Krauss, K.W., Kennedy, H.A., Fusi, M., Daffonchio, D. et al. (2017). Measuring the role of seagrass in regulating sediment surface elevation. *Scientific Reports* 7, 11917. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-12354-y>.
- Ramesh, R., Banerjee, K., Selvam, A.P., Lakshmi, A., Krishnan, P. e Purvaja, R. (2018). Legislation and policy options for conservation and management of seagrass ecosystems in India. *Ocean & Coastal Management* 159, 46–50. <https://doi.com/10.1016/j.ocecoaman.2017.12.025>.
- Reynolds, L.K., Waycott, M., McGlathery, K.J. e Orth, R.J. (2016). Ecosystem services returned through seagrass restoration. *Restoration Ecology* 24(5), 583–588.
- Rondinelli, D.A. e Berry, M.A. (2000). Environmental citizenship in multinational corporations: social responsibility and sustainable development. *European Management Journal* 18(1), 70–84. [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(99\)00070-5](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(99)00070-5).
- Saintilan, N., Wilson, N.C., Rogers, K., Rajkaran, A. e Krauss, K.W. (2014). Mangrove expansion and salt marsh decline at mangrove poleward limits. *Global Change Biology* 20(1), 147–157. <https://doi.org/10.1111/gcb.12341>.
- Sandoval-Gil, J., Alexandre, A., Santos, R. e Camacho-Ibar, V.F. (2016). Nitrogen uptake and internal recycling in *Zostera marina* exposed to oyster farming: eelgrass potential as a natural biofilter. *Estuaries and Coasts* 39(6), 1694–1708.
- Saunders, M.I., Leon, J.X., Callaghan, D.P., Roelfsema, C.M., Hamylton, S., Brown, C.J. et al. (2014). Interdependency of tropical marine ecosystems in response to climate change. *Nature Climate Change* 4, 724–729.
- Saunders, M.I., Leon, J.X., Phinn, S.R., Callaghan, D.P., O’Brien, K., Roelfsema, C.M. et al. (2013). Coastal retreat and improved water quality mitigate losses of seagrass from sea level rise. *Global Change Biology* 19, 2569–2583. <https://doi.org/10.1111/gcb.12218>.
- Scott, A.L., York, P.H., Duncan, C., Macreadie, P.I., Connolly, R.M., Ellis, M.T. et al. (2018). The role of herbivory in structuring tropical seagrass ecosystem service delivery. *Frontiers in Plant Science* 9, 127. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00127>.
- Seddon, S., Connolly, R.M. e Edyvane, K.S. (2000). Large-scale seagrass dieback in northern Spencer Gulf, South Australia. *Aquatic Botany* 66(4), 297–310. [https://doi.org/10.1016/S0304-3770\(99\)00080-7](https://doi.org/10.1016/S0304-3770(99)00080-7).
- Serrano, O., Lavery, P., Masque, P., Inostroza, K., Bongiovanni, J. e Duarte, C. (2016). Seagrass sediments reveal the long-term deterioration of an estuarine ecosystem. *Global Change Biology* 22(4), 1523–1531. <https://doi.org/10.1111/gcb.13195>.
- Serrano, O., Lovelock, C. E., Atwood, T. B., Macreadie, P. I., Canto, R., Phinn, S., ... e Carnell, P. (2019). Australian vegetated coastal ecosystems as global hotspots for climate change mitigation. *Nature Communications*, 10(1), 1–10.
- Serrano, O., Mateo, M.A., Dueñas-Bohórquez, A., Renom, P., López-Sáez, J.A. e Martínez Cortizas, A. (2011). The *Posidonia oceanica* marine sedimentary record: A Holocene archive of heavy metal pollution. *Science of the Total Environment* 409(22), 4831–4840. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.08.001>.
- Serrano, O., Ruhon, R., Lavery, P.S., Kendrick, G.A., Hickey, S., Masqué, P. et al. (2016). Impact of mooring activities on carbon stocks in seagrass meadows. *Scientific Reports* 6, 23193.
- Sheaves, M. (2009). Consequences of ecological connectivity: the coastal ecosystem mosaic. *Marine Ecology Progress Series* 391, 107–115. <https://doi.org/10.3354/meps08121>.
- Sherman, K. e DeBruyckere, L.A. (2018). Eelgrass habitats on the U.S. West Coast: State of the knowledge of eelgrass ecosystem services and eelgrass extent. *Pacific Marine and Estuarine Fish Habitat and The Nature Conservancy*.
- Sherwood, E.T., Greening, H.S., Johansson, J.R., Kaufman, K. e Raulerson, G.E. (2017). Tampa Bay (Florida, USA). Documenting seagrass recovery since the 1980’s and reviewing the benefits. *Southeastern Geographer* 57, 294–319.
- Shokri, M.R., Gladstone, W. e Jelbart, J. (2008). The effectiveness of seahorses and pipefish (Pisces: Syngnathidae) as a flagship group to evaluate the conservation value of estuarine seagrass beds. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 19(5), 588–595.
- Short, F.T. e Wyllie-Echeverria, S. (1996). Natural and human-induced disturbance of seagrasses. *Environmental Conservation* 23(1), 17–27. <https://doi.org/10.1017/S0376892900038212>.
- Short, F.T., Carruthers, T., Dennison, W. e Waycott, M. (2007). Global seagrass distribution and diversity: a bioregional model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 350(1–2), 3–20.
- Short, F.T., McKenzie, L.J., Coles, R.G., Vidler, K.P. e Gaeckle, J.L. (2006). *SeagrassNet Manual for Scientific Monitoring of Seagrass Habitat*. Worldwide edition. Durham: Universidade de New Hampshire.
- Short, F.T., Polidoro, B., Livingstone, S.R., Carpenter, K.E., Bandeira, S., Bujang, J.S. et al. (2011). Extinction risk assessment of the world’s seagrass species. *Biological Conservation* 144(7), 1961–1971. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.05.011>.

- doi.org/10.1016/j.biocon.2011.04.010.
- Sievers, M., Brown, C.J., Tulloch, V.J.D., Pearson, R.M., Haig, J.A., Turschwell, M.P. et al. (2019). The role of vegetated coastal wetlands for marine megafauna conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 34(9), 807–817. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.04.004>.
- Small, C. e Nicholls, R.J. (2003). A global analysis of human settlement in coastal zones. *Journal of Coastal Research* 19(3), 584–599.
- Smith, N.G. e Dukes, J.S. (2013). Plant respiration and photosynthesis in global-scale models: incorporating acclimation to temperature and CO₂. *Global Change Biology* 19, 45–63. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02797.x>.
- Steward, J.S., Virnstein, R.W., Lasi, M.A., Morris, L.J., Miller, J.D., Hall, L.M. et al. (2006). The impacts of the 2004 hurricanes on hydrology, water quality, and seagrass in the central Indian River Lagoon, Florida. *Estuaries and Coasts* 29(6), 954–965.
- Sullivan, B.K., Trevathan-Tackett, S.M., Neuhauser, S. e Govers, L.L. (2018). Review: Host-pathogen dynamics of seagrass diseases under future global change. *Marine Pollution Bulletin* 134, 75–88. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.09.030>.
- Sundblad, G., Bergström, U., Sandström, A. e Eklöv, P. (2013). Nursery habitat availability limits adult stock sizes of predatory coastal fish. *ICES Journal of Marine Science* 71(3), 672–680. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst056>.
- Suttor-Sorel, L. (2019). Making Finance Serve Nature. Ford, G. (ed.). Bruxelas: Finance Watch.
- Sykes, H., Mangubhai, S. e Manley, M. (2018). Contribution of Marine Conservation Agreements to Biodiversity Protection, Fisheries Management and Sustainable Financing in Fiji. Suva: Wildlife Conservation Society.
- Thangaradjou, T., Subhashini, P., Raja, S., Dilipan, E. e Nobil, E.P. (2014). Evidences for heavy metal contamination in surface sediments of seagrass ecosystem of Lakshadweep archipelago, India. *Environmental Earth Sciences* 71(3), 1135–1146.
- Tomasko, D., Alderson, M., Burnes, R., Hecker, J., Leverone, J., Raulerson, G. et al. (2018). Widespread recovery of seagrass coverage in Southwest Florida (USA): temporal and spatial trends and management actions responsible for success. *Marine Pollution Bulletin* 135, 1128–1137. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.049>.
- Thomson, J.A., Burkholder, D.A., Heithaus, M.R., Fourqurean, J.W., Fraser, M.W., Statton, J. et al. (2015). Extreme temperatures, foundation species, and abrupt ecosystem change: an example from an iconic seagrass ecosystem. *Global Change Biology* 21, 1463–1474. <https://doi.org/10.1111/gcb.12694>.
- Topouzelis, K., Makri, D., Stoupas, N., Papakonstantinou, A. e Katsanevakis, S. (2018). Seagrass mapping in Greek territorial waters using Landsat-8 satellite images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 67, 98–113. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.12.013>.
- Traganos, D., Aggarwal, B., Poursanidis, D., Topouzelis, K., Chrysoulakis, N. e Reinartz, P. (2018). Towards global-scale seagrass mapping and monitoring using Sentinel-2 on Google Earth Engine: the case study of the Aegean and Ionian Seas. *Remote Sensing* 10(8), 1227. <https://doi.org/10.3390/rs10081227>.
- Tsujimoto, R., Terauchi, G., Sasaki, H., Sakamoto, S.X., Sawayama, S., Sasa, S., Yagi, H. et al. (2016). Damage to seagrass and seaweed beds in Matsushima Bay, Japan, caused by the huge tsunami of the Great East Japan Earthquake on 11 March 2011. *International Journal of Remote Sensing* 37(24), 5843–5863. <https://doi.org/10.1080/01431161.2016.1249300>.
- Turner, S. e Schwarz, A.M. (2006). Management and conservation of seagrass in New Zealand: an introduction. *Science for Conservation* 264.
- Uchida, M., Miyoshi, T., Kaneniwa, M., Ishihara, K., Nakashimada, Y. e Urano, N. (2014). Production of 16.5% v/v ethanol from seagrass seeds. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 118(6), 646–650. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2014.05.017>.
- Nações Unidas (2015). Quadro de Ação de Sendai para a Redução do Risco de Catástrofes, 2015–2030. Genebra.
- Programa das Nações Unidas para o Ambiente e Fundo Mundial para a Proteção do Ambiente (PNUA-FMPA)(1999). South China Sea Project. Reversing Environmental Degradation Trends in the South China Sea and Gulf of Thailand.
- Programa das Nações Unidas para o Ambiente e União Internacional para a Conservação da Natureza (2019). Protected Planet. WDPA data set. <https://www.protectedplanet.net/>. Consultado em 26 de novembro de 2019.
- Programa das Nações Unidas para o Ambiente, Programa Ambiental das Caraíbas (sem data). Conservation and sustainable use of marine and coastal ecosystems. <http://cep.unep.org/content/about-cep/spaw/conservation-and-sustainable-use-of-marine-and-coastal-ecosystems-1>.
- Consultado em 26 de novembro de 2019.
- Centro Mundial de Vigilância da Conservação do Programa das Nações Unidas para o Ambiente (2017). Experimental Seagrass Ecosystem Accounts: A Pilot Study for One Component of Marine Ecosystem Accounts.
- Centro Mundial de Vigilância da Conservação do Programa das Nações Unidas para o Ambiente (PNUA-CMVC) e Short, F.T. (2018). Distribuição Global das Ervas Marinhas (versão 6.0). Sexta atualização da camada de dados utilizada em Green e Short (2003). Cambridge. <https://data.unep-wcmc.org/datasets/7>. Consultado em 26 de novembro de 2019.
- Unsworth, R.K.F., Coles, R., Grech, A., McKenzie, L.J., Rasheed, M.A., Short, F.T. (2011). Seagrass ecology and threats in the tropical Indo-Pacific bioregion. Em *Seagrass: Ecology, Uses and Threats*. Pirog, R.S. (ed.). Nova Science Publishers, Inc.
- Unsworth, R.K.F., Collier, C.J., Henderson, G.M. e McKenzie, L.J. (2012). Tropical seagrass meadows modify seawater carbon chemistry: implications for coral reefs impacted by ocean acidification. *Environmental Research Letters* 7(2), 024026.
- Unsworth, R.K.F., Collier, C.J., Waycott, M., McKenzie, L.J. and Cullen-Unsworth, L.C.A. (2015). framework for the resilience of seagrass ecosystems. *Marine Pollution Bulletin* 100, 34–46.
- Unsworth, R.K.F., Hinder, S.L., Bodger, O.G. e Cullen-Unsworth, L.C. (2014). Food supply depends on seagrass meadows in the coral triangle. *Environmental Research Letters* 9, 094005.
- Unsworth, R.K.F., McKenzie, L.J., Collier, C.J., Cullen-Unsworth, L.C., Duarte, C.M., Eklöv, J.S. et al. (2019). Global challenges for seagrass conservation. *Ambio* 48(8), 801–815. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1115-y>.
- Unsworth, R.K.F., Nordlund, L.M. e Cullen-Unsworth, L.C. (2019). Seagrass meadows support global fisheries production. *Conservation Letters* 12(1), e12566. <https://doi.org/10.1111/conl.12566>.
- Uthicke, S., Furnas, M. e Lønborg, C. (2014). Coral reefs on the edge? Carbon chemistry on inshore reefs of the Great Barrier Reef. *PLoS One* 9, e109092. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109092>.
- van Beusekom, J. (2010). Decreasing eutrophication of the Wadden Sea: how low should we go? Em *Science for Nature Conservation and Management: The Wadden Sea Ecosystem and EU Directives*. Atas do 12.º Simpósio Científico Internacional do Mar Frísio em Wilhelmshaven, Alemanha, de 30 de março a 3 de abril de 2009. Wadden Sea Ecosystem 26. Marencic, H., Eskildsen, K., Farke, H. e Hedtkamp, S. (eds.). Wilhelmshaven: Common Wadden Sea Secretariat. 29–33.
- van Katwijk, M.M., Bos, A.R., Kennis, P. e de Vries, R. (2010). Vulnerability to eutrophication of a semi-annual life history: A lesson learnt from an extinct eelgrass (*Zostera marina*) population. *Biological Conservation* 143(1), 248–254. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.08.014>.
- van Katwijk, M.M., Thorhaug, A., Marbà, N., Orth, R.J., Duarte, C.M., Kendrick, G.A. et al. (2016). Global analysis of seagrass restoration: the importance of large-scale planting. *Journal of Applied Ecology* 53(2), 567–578. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12562>.
- Van Luong, C., Van Thao, N., Komatsu, T., Ve, N.D. e Tien, D.D. (2012). Status and threats on seagrass beds using GIS in Vietnam. Em *Remote Sensing of the Marine Environment II*. Atas de SPIE 8525. Frouin, R.J., Ebuchi, N., Pan, D. e Saino, T. (eds.). 852512. <https://doi.org/10.1117/12.977277>.
- Vanderklift, M.A., Marcos-Martinez, R., Butler, J.R.A., Coleman, M., Lawrence, A., Prislán, H. et al. (2019). Constraints and opportunities for market-based finance for the restoration and protection of blue carbon ecosystems. *Marine Policy* 107, 103429. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.02.001>.
- Vergés, A., Tomas, F., Cebrian, E., Ballesteros, E., Kizilkaya, Z., Dendrinós, P. et al. (2014). Tropical rabbitfish and the deforestation of a warming temperate sea. *Journal of Ecology* 102, 518–527. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12324>.
- Wahl, M., Schneider Covachã, S., Saderne, V., Hiebenthal, C., Müller, J.D., Pansch, C. et al. (2017). Macroalgae may mitigate ocean acidification effects on mussel calcification by increasing pH and its fluctuations. *Limnology and Oceanography* 63(1), 3–21. <https://doi.org/10.1002/lno.10608>.
- Walter, R.K., Rainville, E.J. e O’Leary, J.K. (2018). Hydrodynamics in a shallow seasonally low-inflow estuary following eelgrass collapse. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 213, 160–175. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.08.026>.

- Ward, D.H., Morton, A., Tibbitts, T.L., Douglas, D.C. e Carrera-González, E. (2003). Long-term change in eelgrass distribution at Bahía San Quintín, Baja California, Mexico, using satellite imagery. *Estuaries* 26, 1529.
- Waycott M., Duarte, C.M., Carruthers, T.J.B., Orth, R.J., Dennison, W.C., Olyarnik, S. et al. (2009). Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Atas da Academia Nacional de Ciências* 106(30), 12377–12381. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905620106>.
- Wernberg, T., Smale, D.A., Tuya, F., Thomsen, M.S., Langlois, T.J., de Bettignies, T. et al. (2012). An extreme climatic event alters marine ecosystem structure in a global biodiversity hotspot. *Nature Climate Change* 3, 78–82, <https://doi.org/10.1038/nclimate1627>.
- Williams, S.L. (2001). Reduced genetic diversity in eelgrass transplantations affects both population growth and individual fitness. *Ecological Applications* 11(5), 1472–1488. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2001\)011\[1472:RGDIET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2001)011[1472:RGDIET]2.0.CO;2).
- Wohner, C., Peterseil, J., Poursanidis, D., Kliment, T., Wilson, M. Mirtl, et al. (2019). DEIMS-SDR – A web portal to document research sites and their associated data. *Ecological Informatics* 51, 15–24. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.01.005>.
- Banco Mundial e Departamento dos Assuntos Económicos e Sociais das Nações Unidas. (2017). *The Potential of the Blue Economy: Increasing Long-term Benefits of the Sustainable Use of Marine Resources for Small Island Developing States and Coastal Least Developed Countries*. Washington D.C.: Banco Mundial. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/26843/115545.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Wu, P.P.-Y., McMahon, K., Rasheed, M.A., Kendrick, G.A., York, P.H., Chartrand, K. et al. (2017). Managing seagrass resilience under cumulative dredging affecting light: Predicting risk using dynamic Bayesian networks. *Journal of Applied Ecology* 55(3), 1339–1350. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13037>.
- Wunder, S. (2005). *Payments for Environmental Services: Some Nuts and Bolts*. Bogor: Centro para a Investigação Florestal Internacional (CIFOR). <https://doi.org/10.17528/cifor/001760>.
- Yaakub, S.M., McKenzie, L.J., Erftemeijer, P.L., Bouma, T. e Todd, P.A. (2014). Courage under fire: seagrass persistence adjacent to a highly urbanised city-state. *Marine Pollution Bulletin* 83(2), 417–424. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.01.012>.
- York, P.H., Smith, T.M., Coles, R.G., McKenna, S.A., Connolly, R.M., Irving, A.D. et al. (2017). Identifying knowledge gaps in seagrass research and management: An Australian perspective. *Marine Environmental Research* 127, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.06.006>.

Nedret Andre

Nedret Andre é uma artista contemporânea do distrito de SOWA em Boston. A sua arte em processo centra-se na vida do oceano e nos habitats de ervas marinhas. É no terreno, ao lado dos cientistas, ajudando nos esforços de restauração das ervas marinhas em Massachusetts, que colhe inspiração para a sua pintura gestual. Obteve o grau de bacharel em Pintura (BFA) pela Escola de Belas-Artes de Massachusetts e o grau de mestre em Belas-Artes (MFA) pela Escola de Belas-Artes de Maine.

Através da sua visão artística, Nedret revela a resiliência do nosso mundo natural e o esforço da comunidade científica para melhorar os efeitos das alterações climáticas. A sua arte lança luz sobre o importante papel que as ervas marinhas desempenham na saúde dos nossos oceanos.

Nedret utiliza aguadas para representar a água e aplica camadas de tinta mais opaca sobre os seus quadros ao criar as suas composições abstratas.

Nedret apresentou exposições individuais nos seguintes locais: Galeria Beacon, Espaços Chashama, Nova Iorque, Galeria Art Square do Hotel Copley Square, Galeria Enso, Galeria Hess, Artlery, Universidade de Boston, Galeria Stetson e Galeria Touch.

Coletivamente expôs: no Museu Monmouth, no Museu Danforth, na Galeria Walsingham, na Galeria Carole Calo, na Galeria Soprafina, na Galeria Kingston e na Galeria Piano Craft.

A sua obra está representada em coleções nos Estados Unidos, Suíça, Egito, França, Alemanha, Turquia e Inglaterra.

Além disso, os seus quadros foram adquiridos pelo Hospital de Mount Auburn, pelo Hospital de Cape Cod e pelo Banco Danvers Bank e estão incluídos no Programa de Empréstimo Institucional de Obras de Arte do Museu de Cordova. Dois dos seus quadros figuram numa coleção de arte pública em Lasell Village.

Os quadros de Nedret também foram criticados nas revistas Art New England e ArtScope.



Seagrass (capa)
Óleo sobre tela, 46" x 36", 2016



02 Bubbles (pp.16-17)
Óleo sobre tela, 36" x 60", 2019



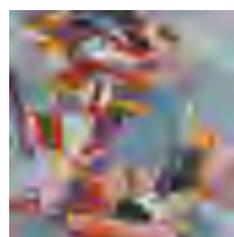
Intertidal (pp.56-57)
Óleo sobre tela, 68" x 50", 2016



Harvest Moon (pp.66-67)
Óleo sobre tela, 36" x 60", 2019



Carbon Capture (p.77)
Óleo sobre tela, 60" x 48", 2017



Bubblegum Somersault (p.81)
Óleo sobre tela, 36" x 36", 2016

Anexo.

Ervas marinhas e inventário dos contributos determinados a nível nacional

País	Ano	Ações no âmbito dos CDN
Baamas	2020–2030	<p>É reconhecido o papel das ervas marinhas na atenuação e na adaptação, sendo a proteção dos ambientes marinhos próximos do litoral uma medida de adaptação.</p> <p>“Atenuação: [...] Uma gestão otimizada melhora os nossos ecossistemas florestais, as ligações crista a recife para proteger os corais, as ervas marinhas importantes para meios de subsistência sustentáveis e a funcionalidade dos nossos ecossistemas de mangais para aumentar a sua capacidade como sumidouros de carbono.”</p> <p>“Adaptação: [...] Os ambientes marinhos próximos do litoral desempenham um papel fundamental na proteção de infra-estruturas cruciais em todo o arquipélago. Nesta base, as Baamas funcionam não apenas sob a égide da CQNUAC, mas também das Convenções das Nações Unidas sobre a Diversidade Biológica (CDB) e da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CNUCD), assim como de outros acordos (acordos básicos mínimos) e iniciativas ambientais multilaterais e regionais relevantes. A título de exemplo, em 2008, no âmbito do Programa de Trabalho da CBD sobre Zonas Protegidas (POWPA) e de uma nova iniciativa a nível das Caraíbas, as Baamas comprometeram-se com a Iniciativa “Caribbean Challenge” (CCI). Esta iniciativa tem por base o trabalho desenvolvido no âmbito da CDB a fim de assegurar a proteção de 20% do nosso ambiente marinho próximo do litoral até 2020. No ano corrente, alcançámos 50% do nosso objetivo. Estas zonas protegidas conservam e protegem os habitats para populações reprodutoras de garoupa e peixe-banana, os recifes de corais, as pradarias de ervas marinhas, os criadouros de mangais e importantes zonas de aves migratórias. Além disso, pela primeira vez nas Baamas, a Lei Florestal [...] protege mangais e ecossistemas de mangais designados e importantes serviços biológicos e ecossistémicos afetados pela subida do nível do mar.”</p>
Reino do Barém	2030	<p>O papel das ervas marinhas na atenuação é reconhecido e explicitamente referido como carbono azul.</p> <p>“Os fundos de ervas marinhas, que constituem um importante sumidouro de carbono, encontram-se distribuídos ao longo da costa sudeste e da costa oeste do Barém. Atualmente, o Reino do Barém não possui um conhecimento exato das suas áreas de ervas marinhas enquanto sumidouros de carbono e prevê, para esse efeito, interagir mais intensamente com a União Internacional para a Conservação da Natureza.”</p>
Honduras		<p>É reconhecido o papel das ervas marinhas na adaptação, estando a proteção, a conservação e a restauração dos ecossistemas costeiros e marinhos identificadas como uma medida de adaptação.</p> <p>“Adaptação: [...] planos e medidas para proteger, conservar e restaurar ecossistemas costeiros e marinhos e a sua biodiversidade. [...] Medidas de adaptação: o grupo de Ilhas da Baía, que compreende Roatán, Utila, Guanaja e Cayos Cochinos, possui um dos melhores recifes e é fundamental para o desenvolvimento turístico do país. Estas ilhas estão cercadas por recifes de corais que apoiam importantes zonas de pesca. A costa norte de Roatán beneficia de uma barreira de corais quase contínua. Além dos recifes de corais, existem outras características do ecossistema marinho-costeiro que são igualmente essenciais para a respetiva saúde e produtividade. Estas incluem mangais, zonas húmidas, fundos de ervas marinhas e praias de areia.”</p>
Quiribati	2025	<p>O papel das ervas marinhas na atenuação é reconhecido, sendo a gestão sustentável identificada como uma medida de atenuação.</p> <p>“Atenuação: [...] Para além destes resultados quantificados, Quiribati protegerá proativamente e fará uma gestão sustentável dos seus recursos de mangais, bem como protegerá e melhorará a vegetação costeira e os fundos de ervas marinhas. Em conjunto, estas ações representam a administração eficaz de mais de 6 milhões de toneladas de dióxido de carbono armazenado, mais de 100 vezes o inventário atual de emissões nacionais anuais. [...] Abordagem à contabilização no setor das terras: metodologias adequadas baseadas nas melhores práticas internacionais para quantificar o sequestro das plantações de mangais.”</p>
Maurícia	2030	<p>É reconhecido o papel das ervas marinhas na adaptação, estando a proteção e a reabilitação das zonas húmidas incluídas nas medidas de adaptação.</p> <p>“Medidas de adaptação: [...] Gestão da zona costeira: melhorar a consciencialização, reforçar a reabilitação e fortalecer o quadro regulamentar para a proteção das praias, das dunas e da vegetação. [...] Melhorar a resiliência da biodiversidade marinha e terrestre: a melhoria da gestão das zonas marinhas e terrestres protegidas e a expansão da rede de zonas protegidas, incluindo a reabilitação das zonas húmidas e das ervas marinhas, a plantação de mangais, o aumento das áreas de cobertura e a reabilitação/exploração de recifes de corais.”</p>

País	Year	Ações no âmbito dos CDN
México	2020–2030	<p>É reconhecido o papel das ervas marinhas na atenuação, estando a proteção dos mangais, das ervas marinhas e de outros ecossistemas costeiros e marinhos identificada como uma medida de adaptação e atenuação.</p> <p>“Adaptação baseada nos ecossistemas: as medidas a implementar para o período de 2020-2030 nesta matéria incluem o seguinte: [...] O aumento da captura de carbono e o reforço da proteção costeira com a aplicação de um esquema de conservação e recuperação dos ecossistemas costeiros e marinhos, como os recifes de corais, os mangais, as ervas marinhas e as dunas.”</p>
São Cristóvão e Névis		<p>O papel das ervas marinhas na adaptação é reconhecido e os ecossistemas costeiros estão identificados como um dos setores mais vulneráveis.</p> <p>“Contributo para a adaptação: [...] Em São Cristóvão e Névis, os setores e áreas mais vulneráveis incluem: [...] Ecossistemas costeiros [...] São Cristóvão e Névis, um Estado insular composto por duas ilhas, abunda em recursos litorais e marinhos, que constituem a base de um conjunto de atividades económicas e sociais relevantes para os setores turístico e pesqueiro. Alguns destes recursos marinhos incluem recifes de corais, praias, mangais, lagoas de água doce e fundos de ervas marinhas.”</p>
Sri Lanka		<p>É reconhecido o papel das ervas marinhas na adaptação, estando a restauração e a conservação destes ecossistemas identificadas como medidas de adaptação.</p> <p>“CDN da adaptação aos efeitos adversos das alterações climáticas: [...] Setor costeiro e marinho: [...] Sendo uma ilha, a subida do nível do mar representará grandes desafios para as comunidades costeiras, para a sua subsistência e para os ecossistemas costeiros. Graças a esta subida, os sistemas costeiros e as zonas baixas serão afetados por impactos adversos, tais como a submersão, inundações do litoral, a intrusão salina e a erosão costeira. [...] Os CDN do setor costeiro e marinho: [...] 3. Restauração, conservação e gestão dos corais, ervas marinhas, mangais e dunas de areia em zonas sensíveis. 3.1 Levantamento e inventariação de habitats costeiros (corais, ervas marinhas, mangais e dunas de areia) em toda a região litoral, com base num método compatível com os métodos do departamento de estudos topográficos. 3.2 Identificação científica de locais adequados para conservação, reabilitação e restauração. 3.3 Condução de projetos-piloto em locais de prioridade máxima [...] 5. Estabelecimento de 1000 ha de florestas litorais e cinturadas verdes ao longo da linha da costa da ilha.”</p>
Sudão		<p>É reconhecido o papel das ervas marinhas na adaptação, estando a proteção destes ecossistemas e a gestão da zona costeira identificadas como medidas de adaptação.</p> <p>“Adaptação: [...] Zona costeira: [...] Implementar a gestão integrada da zona costeira: uma abordagem integrada ao ordenamento territorial e à criação de zonas-tampão, estabelecendo zonas interiores protegidas para incluir sapais, mangais e ervas marinhas.”</p>
Emirados Árabes Unidos		<p>O papel das ervas marinhas na atenuação é reconhecido e explicitamente referido como carbono azul. A minimização dos impactos nos sistemas de carbono costeiros está identificada como uma medida de atenuação com benefícios de adaptação concomitantes.</p> <p>“Medidas de adaptação com benefícios de atenuação concomitantes: [...] Zonas húmidas, conservação do ambiente costeiro e marinho (carbono azul): Os ambientes costeiro e marinho dos EAU são diversificados e incluem florestas de mangais, sapais, sabkha, rechãs lodosas intermareais com tapetes cianobacterianos e extensas pradarias de ervas marinhas submareais. Os EAU desenvolveram e implementaram um conjunto de estratégias e planos, com vista a melhorar o conhecimento das zonas húmidas, incluindo os sistemas de carbono costeiros, os quais contribuirão igualmente para minimizar os impactos antropogénicos. Os EAU estão ainda a desenvolver esforços de restauração e plantação significativos de mangais e ervas marinhas, em apoio da adaptação baseada nos ecossistemas. Em 2013, os EAU iniciaram o Projeto de Demonstração de Carbono Azul, que permitiu aos decisores políticos fortalecer o seu conhecimento sobre o potencial de sequestro de carbono do Emirado de Abu Dhabi. Em 2014, o âmbito do projeto foi alargado, a fim de abarcar todo o país, e é conhecido como o Projeto Nacional de Carbono Azul dos EAU.”</p>

**Programa das Nações Unidas
para o Ambiente**

United Nations Avenue, Gigiri
PO Box 30552, 00100
Nairobi, Quénia

Telefone: +254 (0)20 762 1234
E-mail: unenvironment-info@un.org

www.unenvironment.org

E-mail de publicações:
unep-publications@un.org

GRID-Arendal

Teaterplassen 3
PO Box 183, N-4802 Arendal
Noruega

Telefone: +47 4764 4555
E-mail: grid@grida.no

www.grida.no

**PNUA, Centro Mundial de
Vigilância da Conservação**

219 Huntingdon Road
Cambridge CB3 0DL
Reino Unido

Telefone: +44 (0)1223 277314
E-mail: info@unep-wcmc.org

www.unep-wcmc.org

