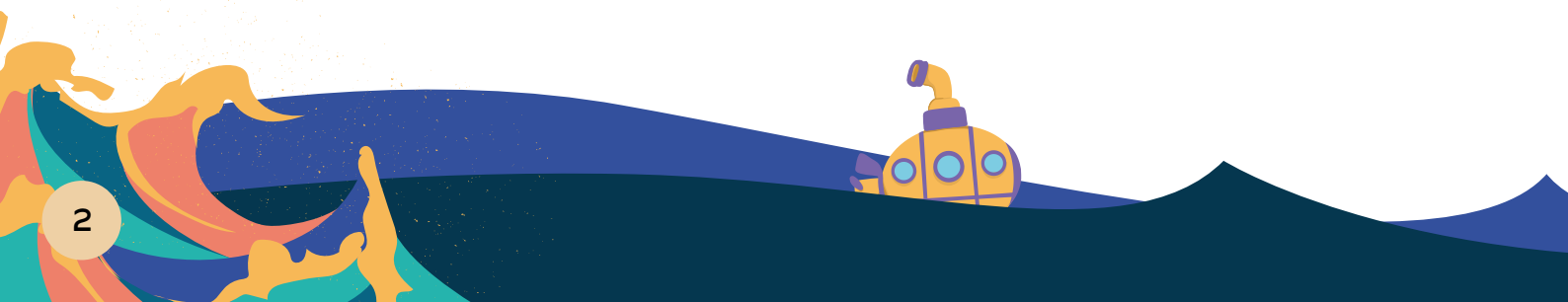




CARTILHA EDUCATIVA

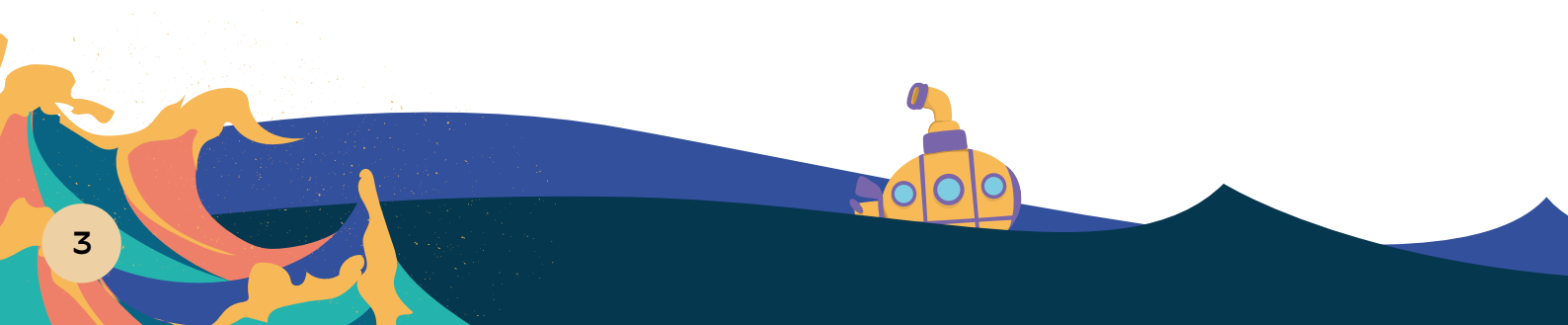
EDUCATIVO: OCEANO EM MUDANÇA

Fabíola Rios Vasconcelos de Abreu
Ricardo Jessouroun de Miranda



APRESENTAÇÃO

- Os recifes de coral cobrem somente 0,2% do fundo do mar, mas sustentam pelo menos 25% das espécies marinhas, fornecendo proteção costeira, regulação climática, bem-estar, abastecimento e segurança alimentar e segurança econômica, beneficiando 1 bilhão de pessoas globalmente.
- Os recifes fornecem até 9,9 trilhões de dólares por ano em bens e serviços, por meio da pesca e turismo, especialmente em países costeiros em desenvolvimento.
- Recifes de corais são um dos mais antigos, biodiversos e ameaçados ecossistemas do planeta.
- Impactos antrópicos ameaçam a continuidade dos recifes como, as mudanças climáticas e acidificação dos oceanos, e distúrbios locais como poluição, sobrepesca e pesca predatória, turismo desordenado e espécies exóticas invasoras.
- O branqueamento dos corais, associado às mudanças climáticas, é o principal fator responsável pelo aumento da mortalidade em massa de corais, seguido pelo declínio dos recifes no mundo todo.
- 14% dos corais ao redor do mundo foram perdidos entre 2009 e 2018, principalmente devido às alterações climáticas.
- Os recifes brasileiros sofreram recentemente, entre 2020 e 2025, as maiores taxas de mortalidade de corais já registradas na sua história, após episódios de branqueamento, associado à elevação da água do mar, especialmente na região nordeste.



- Até 90% dos recifes de corais poderão ser perdidos até 2050, como resultado do aumento da temperatura da água do mar, mesmo que o aquecimento seja limitado a um aumento de 1,5°C.
- O IPCC estima que até 99% dos corais poderão ser perdidos com um aquecimento de 2°C.
- As principais ameaças à biodiversidade são as mudanças climáticas, destruição dos habitats, poluição, espécies invasoras.
- A superação da crise ambiental exige integrar ciência, educação de qualidade, políticas públicas e justiça social, combatendo a despolitização dos problemas ecológicos e fortalecendo a educação ambiental e o engajamento da sociedade.
- A conservação marinha é uma prioridade global na Década dos Oceanos, com foco na proteção e restauração de ecossistemas como recifes de coral e manguezais. O Brasil deve liderar esse esforço por meio da gestão sustentável da Amazônia Azul, unindo preservação ambiental, qualificação da educação, inovação e desenvolvimento econômico.

SUMÁRIO

1. BIODIVERSIDADE	06
1.1 Oceanos e sua biodiversidade: O Pulmão do Planeta	07
1.2 Recifes de corais	08
1.3 Ambientes recifais brasileiros	09
1.4 Estuários e Foz do Amazonas	12
1.5 Bens e serviços do ecossistema	14
1.6 Serviços Culturais	15
1.7 Pesca	18
2. AMEAÇAS	23
2.1 Mudanças Climáticas	25
2.2 Branqueamento dos Corais	27
2.3 Acidificação dos oceanos	31
2.4 Pesca Fantasma: Um problema Invisível nos Oceanos	32
2.5 Poluição Por Plástico	34
2.6 Microplásticos nas Lagoas dos Patos e Mirim: evidências locais de uma crise global	35
2.7 Invasões Biológicas	38
3. SOLUÇÕES PARA MITIGAÇÃO DA CRISE AMBIENTAL	40
3.1 Despolitização dos problemas ecológicos: compreender para transformar	41
3.2 Pesquisa Científica e Políticas Públicas	42
3.3 Amazônia Azul: a riqueza estratégica dos mares brasileiros	45
3.4 Década dos Oceanos: um compromisso global pela sustentabilidade marinha	48
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1.

BIODIVERSIDADE

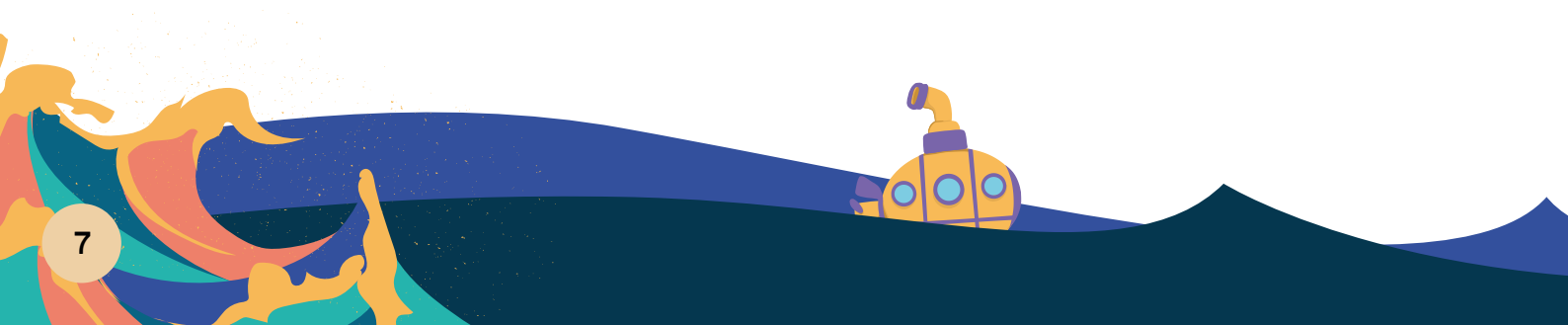


A biodiversidade refere-se à variedade de vida na Terra, essenciais para o equilíbrio dos ecossistemas e da estabilidade do planeta. O planeta abriga cerca de 8,7 milhões de espécies, que garante serviços ecossistêmicos fundamentais para a vida humana, como i) a regulação climática por meio das florestas e oceanos que capturam CO₂ e ajudam a equilibrar o clima, ii) produção de alimentos por meio especialmente da polinização realizada por insetos, como as abelhas, responsável por cerca de 75% da produção global de alimentos (FAO, 2021), iii) recursos medicinais, aproximadamente 70% dos medicamentos contra o câncer vêm de compostos naturais (Newman & Cragg, 2020), iv) ciclo da água, onde as florestas têm papel fundamental para ajudar a manter a umidade do ar e a regular o regime de chuvas.

1.1 OCEANOS E SUA BIODIVERSIDADE: O PULMÃO DO PLANETA

Os oceanos cobrem mais de 70% da superfície terrestre e abrigam uma diversidade de vida impressionante, sendo essenciais para o equilíbrio do planeta. Os oceanos desempenham um papel crucial na regulação do clima, por absorver cerca de 30% do dióxido de carbono (CO₂) emitido pelas atividades humanas (IPCC, 2021), além de produzir oxigênio, pela atividade do fitoplâncton oceânico (del Giorgio and Duarte, 2002). Além disso, as águas oceânicas são essenciais para a biodiversidade, abrigoando cerca de 80% das espécies vivas do planeta (UNEP, 2021).

Os oceanos são ainda fundamentais para a subsistência e economia. Mais de 3 bilhões de pessoas dependem diretamente dos oceanos para a alimentação, renda e transporte. Além disso, as indústrias pesqueiras e marinhas geram trilhões de dólares em economia global anualmente, sendo vitais para a segurança alimentar e o comércio internacional (FAO, 2021).



A biodiversidade dos oceanos engloba milhares de espécies e habitats variados, incluindo:

- Recifes de coral: Abrigam 25% de toda a vida marinha, mesmo cobrindo apenas 0,1% da superfície dos oceanos (NOAA, 2022).
- Manguezais: Ecossistemas costeiros ricos em biodiversidade que funcionam como berçários para muitas espécies de peixes e protegem contra a erosão.
- Mar profundo: Regiões pouco exploradas que podem conter milhões de espécies desconhecidas. Estima-se que 91% das espécies marinhas ainda não foram descritas (Mora et al., 2011).
- Mar aberto: Habitat de grandes predadores, como tubarões e baleias, e local de migração de diversas espécies.

1.2 RECIFES DE CORAIS

Os recifes de corais são um dos ecossistemas mais ricos, valiosos e antigos do planeta. Eles ocorrem em mais de 100 países e, embora cubram menos de 1 % do fundo do mar, sustentam pelo menos 25% de todas as espécies marinhas. Os peixes, polvos, lagostas vivem nos recifes e muitas outras espécies como tartarugas, baleias, golfinhos encontram alimento, reproduzem-se e/ou criam seus filhotes nos arredores dos recifes.

Os corais, animais cnidários parentes das águas-vivas e das anêmonas, são os principais responsáveis pela construção dos recifes, o crescimento do seu esqueleto de carbonato de cálcio ajuda a aprisionar o carbono da atmosfera no fundo do mar, que é utilizado para construção do seu esqueleto e conseqüentemente da estrutura recifal. Os recifes representam um grande condomínio, onde os corais são as vigas

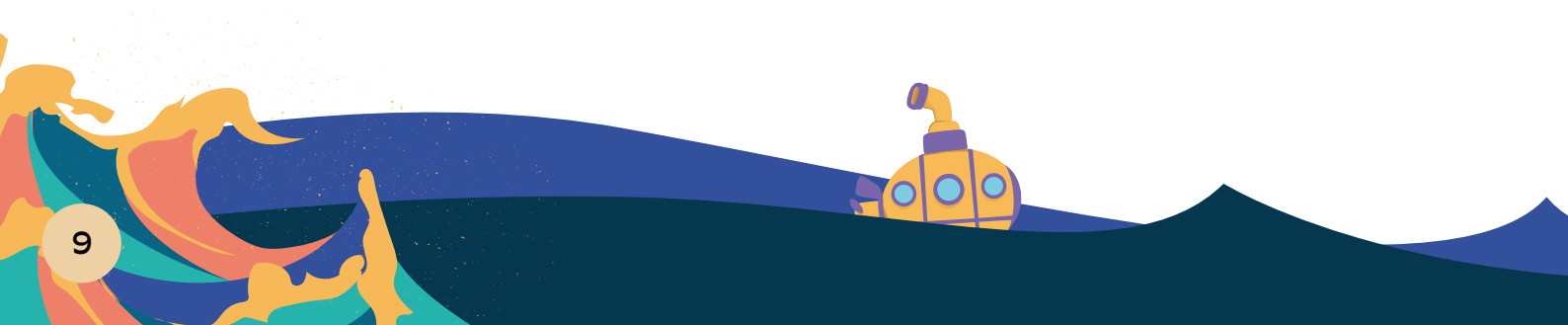
e pilastras, e algas calcárias o cimento. Devido a sua elevada biodiversidade, os recifes são considerados “florestas tropicais do mar”, e os corais para os recifes seriam as árvores das florestas.

1.3 AMBIENTES RECIFAIS BRASILEIROS

Os recifes de corais do Brasil formam um dos ecossistemas marinhos mais importantes e singulares do Atlântico Sul. Estendendo-se ao longo da costa nordeste, principalmente entre o Maranhão e o sul da Bahia, esses recifes se destacam por características únicas em comparação com os recifes de outras regiões tropicais do planeta (Leão et al. 2003, 2016; Mies et al. 2020; Bleuel et al. 2024).

Uma das principais particularidades dos recifes brasileiros é a baixa diversidade de corais escleractíneos (corais construtores de recifes) (Leão et al. 2003) quando comparados com os recifes do Indo-Pacífico ou do Caribe (Mies et al. 2020). Apesar disso, o Brasil apresenta um alto grau de endemismo, ou seja, muitas das espécies de corais e peixes recifais encontrados aqui não ocorrem em nenhuma outra parte do mundo. Esse padrão se deve, em parte, ao isolamento geográfico dos recifes brasileiros e às condições oceanográficas peculiares da região, como águas mais turvas, com maior presença de sedimentos e variações de salinidade.

Entre os exemplos notáveis de espécies endêmicas estão o coral-cérebro (*Mussismilia braziliensis*), um dos principais formadores de recifes da região de Abrolhos, e o peixe Budião-Azul (*Scarus trispinosus*), assim como outras espécies importantes o peixe badejo-quadrado (*Mycteroperca bonaci*), o octocoral orelha-de-elefante (*Phyllogorgia dilatata*) (Imagem abaixo). Esse alto endemismo confere aos recifes brasileiros um valor biológico inestimável e torna sua conservação uma prioridade global.



Além de sua importância ecológica, os recifes do Brasil desempenham funções críticas para as comunidades humanas costeiras, oferecendo proteção contra a erosão, suporte à pesca artesanal e atração para o turismo ecológico (Giglio et al. 2024). No entanto, esses ecossistemas enfrentam sérias ameaças, como o aumento da temperatura dos oceanos, a poluição costeira, o desenvolvimento desordenado e a introdução de espécies exóticas invasoras (Leão et al. 2016; Miranda et al. 2016; Pereira et al. 2022).



Coral-cérebro da Bahia (*Mussismilia braziliensis*).



Budiao Azul (*Scarus trispinosos*)



Badejo-quadrado (*Mycteroperca bonaci*)



Octocoral Orelha de Elefante (*Phyllogorgia dilatata*)



Coral Pedra de Iemanjá (*Meandrina braziliensis*)



Camarão-Palhaço (*Stenopus hispidus*)



Recifes de corais em Abrolhos, na Bahia.



Peixe paru (*Pomacanthus paru*)

A conectividade ecológica entre ambientes marinhos costeiros, como recifes de corais e estuários, é essencial para a manutenção da biodiversidade e o funcionamento saudável dos ecossistemas (Mumby and Hastings, 2008; McMahon et al., 2012). Essa conexão permite o fluxo de organismos, energia e nutrientes entre habitats distintos, sustentando complexas cadeias alimentares e ciclos de vida de diversas espécies.

Muitos peixes e invertebrados marinhos utilizam tanto os recifes de corais quanto os manguezais e outros ambientes estuarinos em diferentes fases de seu ciclo de vida (Mumby, 2006). Os estuários, como a foz do rio Amazonas, desempenham um papel fundamental como berçários naturais, oferecendo abrigo e alimento abundante para juvenis de várias espécies recifais. À medida que se desenvolvem, esses organismos migram para recifes próximos, onde encontram condições ideais para reprodução e alimentação em fases adultas.

1.4 ESTUÁRIOS E FOZ DO AMAZONAS

Na margem equatorial brasileira, a descoberta dos recifes profundos na região da pluma do rio Amazonas revelou um ecossistema único, que representa uma transição entre os ambientes estuarinos da foz do Amazonas e os recifes costeiros do Atlântico tropical. Esses recifes profundos, localizados entre 70 e 220 metros de profundidade, abrigam uma rica diversidade biológica e desempenham um papel estratégico como corredores ecológicos entre habitats costeiros e oceânicos. Eles possibilitam a movimentação de espécies que dependem de diferentes ambientes ao longo de seu ciclo de vida, reforçando a importância da conectividade para a resiliência dos ecossistemas marinhos frente às mudanças climáticas e pressões antrópicas.

Portanto, a preservação da conectividade entre recifes e estuários, como a existente entre a foz do rio Amazonas e os recifes profundos da margem equatorial, é crucial para garantir a continuidade ecológica e a sobrevivência de espécies que dependem desses ambientes integrados para se alimentar, crescer e se reproduzir.

A Amazônia é um complexo sistema de bacias fluviais, com o Rio Amazonas sendo o maior do mundo em volume de água. Esses rios são vitais para a biodiversidade aquática, influenciando ecossistemas marinhos em áreas costeiras. Corredores hídricos da Amazônia, como os rios que deságuam no Atlântico, são fundamentais para a regulação de processos oceânicos, como a dinâmica de nutrientes e a manutenção da biodiversidade marinha e processos biogeográficos, como o filtro que exerce separando a biota da costa do atlântico sul e do caribe. Por exemplo, as águas fluviais da Amazônia carregam grandes quantidades de sedimentos e nutrientes para o mar, que afetam a produtividade primária em regiões costeiras e o crescimento de corais e manguezais.

A Amazônia exerce um papel vital no sequestro de carbono. Ao preservar a floresta, a região ajuda a mitigar as mudanças climáticas, o que, por sua vez, impacta diretamente os oceanos. O aumento da temperatura causado pelo desmatamento e pelas atividades humanas na Amazônia contribui para o aquecimento global e a acidificação dos oceanos, afetando a saúde dos ecossistemas marinhos. Dessa maneira, a conservação da Amazônia ajuda a regulamentar o clima e a reduzir a intensidade de fenômenos climáticos extremos, como ciclones e furacões, que afetam áreas costeiras.

A Amazônia, com suas redes fluviais e lagos, abriga uma enorme biodiversidade aquática, incluindo peixes, invertebrados e plantas aquáticas. Muitas dessas espécies têm conexões diretas com os oceanos, seja pela migração de espécies ou pela conexão ecológica entre os ecossistemas fluviais e marinhos. A conservação dos manguezais, recifes de corais e as áreas costeiras em regiões amazônicas (como o

litoral do estado do Pará e Amapá) também é relevante, pois interage diretamente com as bacias hidrográficas da Amazônia.

Com relação a educação ambiental, a abordagem de temáticas oceânicas pode ser integrada ao currículo escolar e aos programas de sensibilização ambiental, destacando como as mudanças nos ecossistemas amazônicos afetam a saúde dos oceanos e, por outro lado, como os oceanos impactam a qualidade de vida nas comunidades amazônicas.

1.5 BENS E SERVIÇOS DO ECOSSISTEMA

Recifes de coral e manguezais, quando em bom estado de conservação, oferecem uma ampla gama de benefícios, bens e serviços essenciais aos seres humanos. Entre esses, destacam-se a proteção das zonas costeiras, a promoção do bem-estar por meio do lazer e de atividades esportivas, o suporte às atividades de turismo e pesca, a oferta de compostos medicinais e a contribuição para a segurança alimentar e econômica. Esses benefícios alcançam centenas de milhões de pessoas, especialmente em países em desenvolvimento ou com economias em transição, onde a população se encontra em maior situação de vulnerabilidade.

Os chamados serviços ecossistêmicos referem-se aos benefícios que os seres humanos obtêm da natureza, como a provisão de alimentos, a regulação do clima e a ciclagem de nutrientes. No caso específico dos recifes de coral, estima-se que esses ecossistemas gerem aproximadamente 30 bilhões de dólares por ano em serviços ecossistêmicos para a economia global. Desse total, cerca de 5,7 bilhões de dólares provêm da pesca, enquanto aproximadamente 9,6 bilhões de dólares estão associados a atividades como mergulho e turismo.

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

São **benefícios** que os seres humanos obtêm da natureza, e incluem, por exemplo, a provisão de alimentos, a manutenção do clima e a ciclagem de nutrientes, e estima-se que os **recifes** podem movimentar **US\$30 bilhões** por ano

US\$5,7 bilhões
recursos pesqueiros

US\$9,6 bilhões
serviços culturais



Fonte: Imagem adaptada de Relatório Reef Sync Recifes Brasileiros no Antropoceno (https://www.gov.br/cnpq/pt-br/assuntos/noticias/destaque-em-cti/copy_of_reefsyn_report_23out2023.pdf)

1.6 SERVIÇOS CULTURAIS

Milhares de turistas são atraídos anualmente para as zonas costeiras em busca de atividades recreativas que envolvem a observação da vida marinha. Nos recifes, os peixes chamam atenção por sua abundância, cores vibrantes e comportamentos curiosos, tornando-se protagonistas da experiência subaquática. A interação com a fauna marinha e a paisagem dos ambientes recifais estimula os sentidos humanos e aprofunda a percepção sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos fornecidos pela natureza. No Brasil, estudos que envolveram entrevistas com pescadores, mergulhadores, turistas e pesquisadores, revelaram o valor estético atribuído a 821 espécies de peixes, além de mapear o valor estético de 9 sítios recifais distribuídos ao longo da costa brasileira (Waechter et al. 2024). Dentre as espécies mais admiradas, destacam-se os peixes-papagaio (como os do gênero *Scarus*), a raia chita (*Aetobatus narinari*), os cavalos-marinhos (*Hippocampus reidi*, Imagem abaixo), os coloridos peixes-anjo (*Holacanthus ciliaris*) e o gramma brasileiro (*Gramma brasiliensis*).



Cavalo-Marinho (*Hippocampus reidi*)



Coral-cérebro da Bahia (*Mussismilia braziliensis*) e Paru-cinzento (*Pomacanthus arcuatus*).



Peixe-donzela (*Stegastes fuscus*)



Raia-manteiga (*Hypanus berthalutzae*)



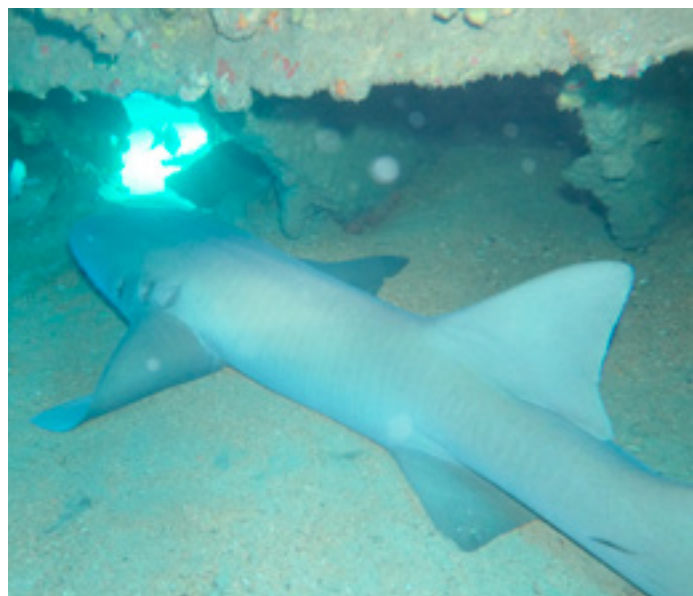
Microspathodon chrysurus



Peixe Cangulo-Rei (*Balistes vetula*)

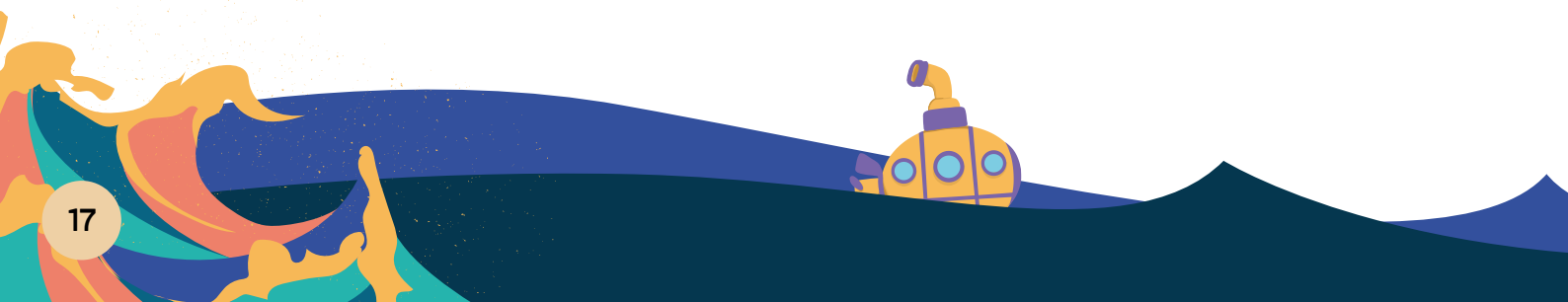


Peixe Garoupa São Tomé (*Epinephelus morio*)



Tubarão-lixá (*Ginglymostoma cirratum*)

Fonte: Imagens Ricardo J. Miranda



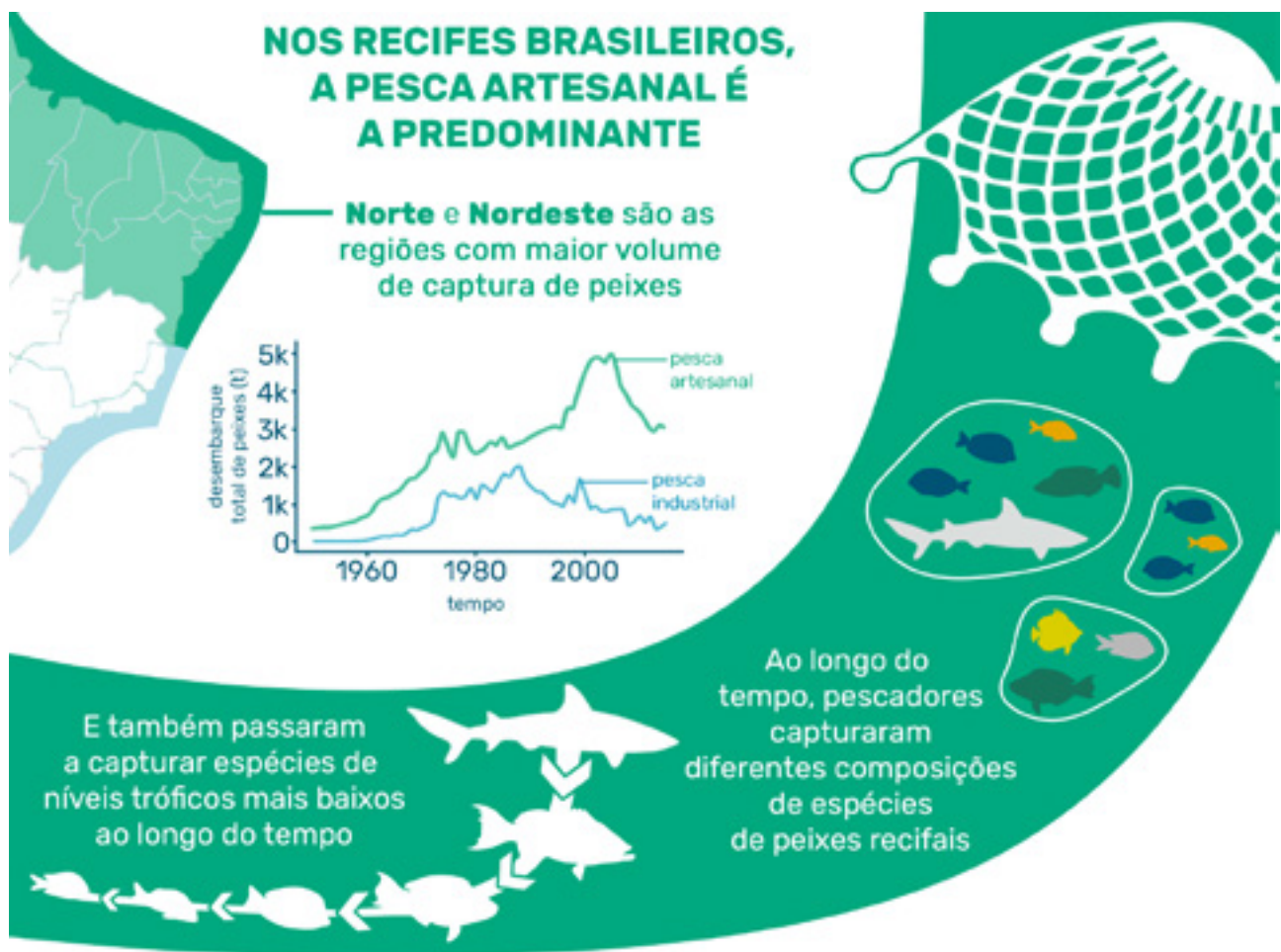
Muitos povos indígenas, comunidades pesqueiras e comunidades tradicionais ao longo das costas dependem dos oceanos não apenas para sustento, mas também para sua identidade cultural. O mar é central nas tradições, rituais e práticas espirituais de várias culturas, sendo um elo de ligação entre as gerações e com a natureza.

1.7 PESCA

O uso de produtos do mar, a pesca e a coleta de recursos marinhos constituem práticas ancestrais profundamente enraizadas em comunidades tradicionais, como as comunidades pesqueiras brasileiras, sendo conhecimentos e modos de vida transmitidos de geração em geração. A pesca artesanal, em especial, está intimamente ligada às culturas locais, desempenhando não apenas um papel vital na segurança alimentar, mas também uma função econômica central em muitas comunidades costeiras (Eggertsen et al., 2024).

No Brasil, a captura de organismos recifais é majoritariamente artesanal e ocorre ao longo de toda a costa, com maior intensidade na região Nordeste, e, mais recentemente, com expansão para o Norte do país (Eggertsen et al., 2024). Com o passar do tempo, essa atividade sofreu transformações importantes, tanto na diversidade de espécies capturadas quanto em sua estrutura trófica. A exploração pesqueira tem progredido ao longo da teia alimentar, afetando desde grandes predadores (espécies carnívoras) e mesopredadores (carnívoros de menor porte), até herbívoros que se alimentam de vegetação marinha.

A crescente demanda por recursos marinhos — tanto no mercado nacional quanto internacional — tem provocado uma queda acentuada nos estoques pesqueiros. Esse declínio tem sido acompanhado por mudanças significativas, como a redução no nível trófico médio das capturas, a diminuição do tamanho dos peixes pescados e alterações na profundidade máxima de ocorrência das espécies, evidenciando impactos relevantes na dinâmica ecológica dos recifes explorados.



Fonte: Adaptado de Relatório Reef Sync Recifes Brasileiros no Antropoceno (https://www.gov.br/cnpq/pt-br/assuntos/noticias/destaque-em-cti/copy_of_reefsyn_report_23out2023.pdf)



Desembarque pesqueiro em Caravelas, Sul da Bahia.

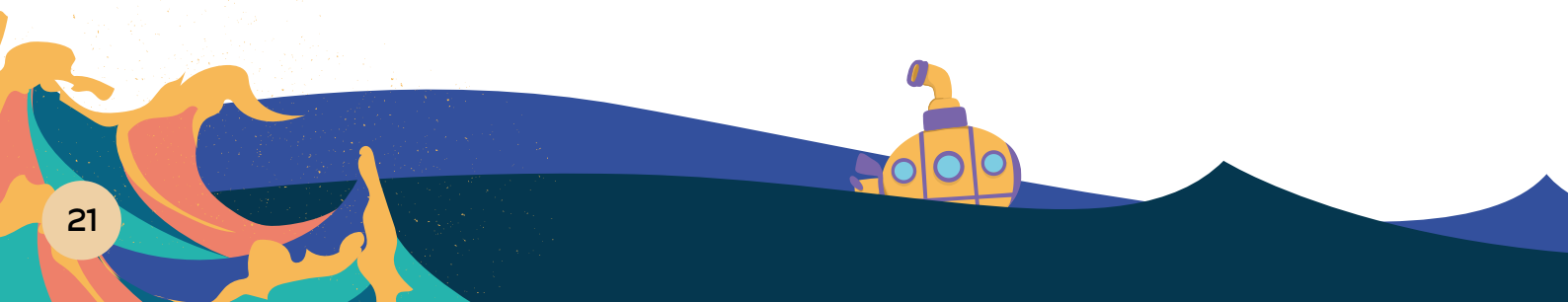
Foto Andrei Cardoso



Armazenamento do pescado em colônia de pesca, Caravelas, Bahia.



Pesca tradicional com vara na Área de Preservação Ambiental Costa dos Corais, Japaratinga, Alagoas.



A arte e as expressões culturais inspiradas no mar são igualmente significativas. Desde pinturas e esculturas até as danças e músicas tradicionais, o oceano tem sido uma fonte de inspiração para artistas ao longo da história. Lendas, mitos e histórias sobre o mar são comuns em diversas culturas. Em muitas tradições orais, o oceano é retratado como um ser sagrado ou como o lar de entidades mitológicas.

Em diversos países, o mar é um símbolo de identidade nacional, especialmente para países com extensa costa como o Brasil. O mar está associado a um sentimento de pertencimento. Além disso, o mar desempenha um papel importante nas relações internacionais, com a exploração de recursos marinhos (como petróleo e gás), rotas comerciais marítimas e questões de soberania marítima sendo centrais em debates e políticas globais.

As atividades turísticas ligadas ao mar, como o turismo costeiro, esportes aquáticos e o ecoturismo marinho, são essenciais não apenas para a economia, mas também para a preservação das culturas locais, que se tornam embaixadoras de suas tradições marinhas.

2.

AMEAÇAS

À BIODIVERSIDADE



A destruição de habitats marinhos como recifes de corais, manguezais e gramas marinhas afeta a fauna marinha e reduz a capacidade de adaptação dos oceanos às mudanças ambientais. Estudos indicam que mais de 30% dos recifes de corais do mundo já estão em risco devido ao aquecimento global e à poluição (UNEP, 2020).

O planeta está vivendo a sexta extinção em massa. Segundo o IPBES (2019), 1 milhão de espécies estão ameaçadas de extinção. O ritmo atual de extinção é de 100 a 1.000 vezes maior do que o natural devido às ações humanas.

A biodiversidade está diminuindo rapidamente devido às atividades humanas. Algumas das principais ameaças incluem:

- **Desmatamento:** A Amazônia perdeu 11.594 km² de floresta em 2022, o que afeta milhares de espécies (INPE, 2023).
- **Mudanças climáticas:** O aumento das temperaturas altera habitats e ameaça espécies vulneráveis.
- **Poluição:** Plásticos, agrotóxicos e resíduos industriais contaminam ecossistemas. Estima-se que 14 milhões de toneladas de plástico entrem nos oceanos anualmente (PNUMA, 2021).
- **Espécies invasoras:** A introdução de espécies exóticas pode desestabilizar ecossistemas e levar espécies nativas à extinção.
- **Sobrepesca:** A pesca excessiva ameaça estoques de peixes e corais, colocando em risco a segurança alimentar de milhões de pessoas.

A vida marinha está cada vez mais ameaçada por atividades humanas. Algumas das principais ameaças incluem:

- **Aquecimento dos oceanos:** Desde 1901, as temperaturas da superfície dos oceanos aumentaram cerca de 1,1°C, causando branqueamento de corais e mudanças nos ecossistemas (IPCC, 2023).
- **Pesca predatória:** Um terço dos estoques pesqueiros mundiais está explorado acima do limite sustentável (FAO, 2020).
- **Poluição plástica:** Estima-se que 14 milhões de toneladas de plástico cheguem aos oceanos por ano (PNUMA, 2021). Há previsão de que, até 2050, pode haver mais plástico do que peixes nos oceanos em peso (Ellen MacArthur Foundation, 2016).
- **Acidificação dos oceanos:** O excesso de CO₂ dissolvido reduz o pH dos oceanos, afetando organismos como corais e moluscos. O pH dos oceanos já caiu cerca de 30% desde a Revolução Industrial (IPCC, 2019).
- **Perda de habitat:** A destruição de recifes, manguezais e pradarias marinhas reduz áreas essenciais para a reprodução e alimentação de espécies.

2.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As mudanças climáticas representam um dos maiores desafios ambientais e sociais da atualidade, com impactos visíveis em escala global. O principal fator que impulsiona esse fenômeno é o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, resultado, sobretudo, da queima de combustíveis fósseis como

petróleo, carvão e gás natural, que são responsáveis por aproximadamente 75% das emissões globais de dióxido de carbono (CO₂), segundo o IPCC (2023). Além disso, o desmatamento reduz drasticamente a capacidade de absorção de CO₂ pelas florestas, como evidenciado pela perda de mais de 11 mil km² da Floresta Amazônica em 2022 (INPE, 2023). Outras fontes significativas de GEE incluem a agropecuária intensiva, que libera grandes quantidades de metano (CH₄), e processos industriais e de descarte de resíduos, que emitem óxidos de nitrogênio e clorofluorcarbonetos (CFCs).

Esses gases intensificam o efeito estufa natural, retendo calor na atmosfera e promovendo o aquecimento global. Desde a Revolução Industrial, a temperatura média da Terra já aumentou cerca de 1,2°C. O Acordo de Paris busca limitar esse aumento a 1,5°C até o final do século, mas estimativas indicam que, sem ações eficazes, o planeta pode ultrapassar 2,5°C até 2100. Esse aquecimento tem provocado o aumento da temperatura da água dos oceanos, o que acarreta diversas consequências preocupantes. Entre elas, destaca-se o derretimento das calotas polares e geleiras, o que eleva o nível do mar e ameaça diretamente populações costeiras e ecossistemas frágeis. Cidades brasileiras como Recife e Rio de Janeiro já são apontadas como particularmente vulneráveis à elevação do nível do mar.

Outro efeito significativo do aquecimento dos oceanos é a acidificação da água, causada pela maior absorção de CO₂ pelos mares. Essa acidificação enfraquece organismos marinhos calcários, como corais e moluscos, afetando cadeias alimentares inteiras. Além disso, espécies marinhas estão mudando suas áreas de distribuição, provocando desequilíbrios ecológicos em diversas regiões oceânicas.

Paralelamente, as mudanças climáticas estão tornando os eventos climáticos extremos mais frequentes e intensos. Ondas de calor, secas severas, tempestades violentas

e enchentes devastadoras têm afetado milhões de pessoas ao redor do mundo. O furacão Idalia, que atingiu os Estados Unidos em 2023, e as recentes enchentes no Sul do Brasil são exemplos concretos desses impactos. Esses eventos, além de causar perdas humanas e materiais, afetam diretamente a biodiversidade, que já se encontra sob forte pressão. Segundo o relatório da Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES, 2019), cerca de 1 milhão de espécies estão em risco de extinção devido às alterações nos padrões climáticos e à destruição de habitats.

Diante desse cenário, torna-se urgente a adoção de medidas concretas para reduzir as emissões de GEE, conservar ecossistemas e adaptar comunidades humanas às novas realidades climáticas. O enfrentamento das mudanças climáticas exige ação coordenada entre governos, empresas e sociedade civil, com base na ciência e na solidariedade global.

2.2 BRANQUEAMENTO DOS CORAIS

Os recifes de coral estão entre os ecossistemas mais sensíveis e ameaçados do planeta, sofrendo intensamente com os impactos das pressões humanas. Segundo o Relatório Especial do IPCC sobre os Oceanos e a Criosfera em um Clima em Mudança (2019), os recifes de coral são os ecossistemas marinhos mais vulneráveis às mudanças climáticas. O aquecimento das águas oceânicas, a intensificação de tempestades e a acidificação dos oceanos, impulsionada pelas emissões de dióxido de carbono, colocam esses ecossistemas sob enorme risco. Além das ameaças globais, os recifes também enfrentam pressões em escala local, como a poluição das águas por esgoto e resíduos sólidos, o desmatamento das matas ciliares, a sobrepesca e a pesca predatória.

O relatório “Status dos Recifes de Coral do Mundo: 2020”, da Rede Global de Monitoramento dos Recifes de Coral (GCRMN), apoiado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), aponta uma tendência alarmante: nas últimas quatro décadas, a cobertura de corais nos recifes diminuiu significativamente. Entre 2009 e 2018, o mundo perdeu 14% de seus corais – o equivalente a todos os corais presentes nos recifes da Austrália. Essa perda é atribuída, em grande parte, a sucessivos eventos de branqueamento provocados pelo aumento da temperatura dos oceanos e agravados por impactos locais.

O branqueamento de corais ocorre quando a água do mar se aquece além do normal, levando os corais a expulsarem as zooxantelas – algas microscópicas e coloridas que vivem em simbiose com eles. Essas algas fornecem nutrientes essenciais aos corais, em troca de abrigo (Miranda et al. 2013; Hughes et al. 2018; Pereira et al. 2022). No entanto, sob estresse térmico, as zooxantelas passam a produzir substâncias tóxicas, forçando o coral a expeli-las. Sem elas, o tecido do coral se torna transparente, revelando o esqueleto branco por baixo – daí o nome “branqueamento”. Sem essa relação simbiótica, os corais ficam enfraquecidos, podendo morrer parcial ou totalmente. No entanto, se a temperatura da água retornar ao normal em tempo hábil, é possível que o coral se recupere ao readquirir suas algas simbióticas.

O episódio de branqueamento que ocorreu em 2023/2024, foi observado em escala global, afetando diversos recifes ao redor do mundo, inclusive em várias regiões do Brasil, como a costa de Alagoas e Rio Grande do Norte. Esse processo evidencia a gravidade do aquecimento global e suas consequências diretas sobre os ecossistemas marinhos.

A situação dos recifes de coral ilustra o entrelaçamento das três grandes crises planetárias: a perda da biodiversidade, a emergência climática e a poluição generalizada causada por décadas de produção e consumo insustentáveis. Cientistas alertam que, mesmo que o aquecimento global seja mantido em 1,5°C, até 90% dos recifes de coral podem desaparecer até 2050 devido a ondas de calor prolongadas nos oceanos. Essa perda terá impactos profundos não apenas sobre a biodiversidade marinha, mas também sobre as populações humanas que dependem desses ecossistemas para sua subsistência, segurança alimentar e proteção costeira. Assim, proteger os recifes de coral é fundamental para a saúde dos oceanos e para o bem-estar da humanidade como um todo.



Branqueamento do coral *Agaricia* spp. em Alagoas.



Branqueamento do coral-de-fogo (*Millepora alcicornis*) em 2024 em Alagoas.



Peixe-borboleta (*Chaetodon striatus*) no coral-de-fogo (*Millepora alcicornis*) com branqueamento intenso.

Coral-couve-flor (*Mussismilia hartii*) e coral-de-fogo (*Millepora alcicornis*) com sinais de branqueamento.



coral-de-fogo (*Millepora alcicornis*) com sinais de branqueamento.

Fonte: Imagens do episódio de branqueamento dos corais nos recifes de Alagoas em 2024 por Ricardo J. Miranda.

2.3 ACIDIFICAÇÃO DOS OCEANOS

A acidificação dos oceanos é um dos principais efeitos da elevação das concentrações atmosféricas de dióxido de carbono (CO_2) decorrente das atividades humanas, especialmente a queima de combustíveis fósseis e mudanças no uso da terra. Estima-se que cerca de 30% a 40% do CO_2 antropogênico emitido desde o início da era industrial tenha sido absorvido pelos oceanos. Esse processo, embora atue como um importante amortecedor climático, tem consequências significativas para a química marinha e para os ecossistemas oceânicos.

Quando o CO_2 é dissolvido na água do mar, ele reage com a água para formar ácido carbônico (H_2CO_3), que rapidamente se dissocia em íons bicarbonato (HCO_3^-) e íons hidrogênio (H^+). O aumento da concentração de H^+ reduz o pH da água do mar, tornando o ambiente mais ácido. Simultaneamente, a maior disponibilidade de H^+ reduz a concentração de íons carbonato (CO_3^{2-}), essenciais para a formação de estruturas calcárias por organismos calcificantes, como corais, moluscos, equinodermos e certos tipos de fitoplâncton (ex.: coccolitóforos).

Essas alterações na química do carbonato marinho afetam diretamente a calcificação biológica. Diversos estudos experimentais e observacionais mostram que a taxa de calcificação de corais e outros organismos marinhos diminui sob condições de pH reduzido, comprometendo sua integridade estrutural, crescimento e capacidade de resistência a distúrbios. Em recifes de corais, isso pode levar à erosão do arcabouço recifal e à perda de habitat para inúmeras espécies associadas.

Além disso, a acidificação interage com outros estressores globais, como o aquecimento dos oceanos, a desoxigenação e a poluição, potencializando impactos ecológicos em cascata. Alterações na fisiologia, comportamento e relações tróficas

de organismos marinhos já foram observadas em resposta à acidificação, incluindo mudanças no metabolismo, reprodução e sensibilidade sensorial de peixes e invertebrados.

Do ponto de vista socioeconômico, os impactos são relevantes: pescueiros dependentes de espécies sensíveis à acidificação (como bivalves) e comunidades costeiras que dependem de recifes de corais para proteção e turismo estão entre os mais vulneráveis.

Mitigar os efeitos da acidificação dos oceanos exige a redução substancial das emissões de gases de efeito estufa em escala global, aliada a estratégias de conservação marinha, como a criação de áreas marinhas protegidas, restauração de habitats costeiros e monitoramento da química oceânica. A integração do conhecimento científico com políticas públicas eficazes é fundamental para preservar a integridade ecológica dos oceanos e os serviços ecossistêmicos que eles fornecem.

2.4 PESCA FANTASMA: UM PROBLEMA INVISÍVEL NOS OCEANOS

A pesca fantasma é um dos problemas mais silenciosos e devastadores enfrentados pelos oceanos atualmente. Ocorre quando redes, linhas, armadilhas e outros equipamentos de pesca são perdidos, abandonados ou descartados no mar, permanecendo ativos por anos e continuando a capturar indiscriminadamente peixes, tartarugas, aves e mamíferos marinhos. Mesmo sem a presença de pescadores, esses materiais seguem aprisionando animais, causando mortes por afogamento, fome ou ferimentos graves, com impactos profundos na biodiversidade marinha e nos ecossistemas.

Estima-se que aproximadamente 640 mil toneladas de equipamentos de pesca sejam descartadas ou perdidas nos oceanos a cada ano, representando cerca de 10% de todo o lixo marinho no mundo (FAO, 2020). No Grande Depósito de Lixo do Pacífico, por exemplo, cerca de 46% de todo o plástico acumulado é composto por redes de pesca descartadas (Lebreton et al., 2018). Esses materiais afetam mais de 340 espécies marinhas, incluindo tartarugas, golfinhos, tubarões e focas (PNUMA, 2021), e estudos apontam que até 90% dos animais presos em equipamentos fantasmas acabam morrendo (NOAA, 2022).

Os danos provocados por essa prática vão muito além da mortalidade direta de espécies. Equipamentos fantasmas podem se prender a recifes de corais, destruindo sua estrutura física e contribuindo para o branqueamento, além de causar impactos severos em ecossistemas bentônicos quando afundam e se depositam no fundo do mar. A composição plástica desses materiais, feita de nylon, polietileno e outros polímeros duráveis, agrava ainda mais a situação, pois esses resíduos podem levar séculos para se decompor. Com o tempo, eles se fragmentam em microplásticos, contaminando toda a cadeia alimentar marinha.

A pesca fantasma também acarreta sérias consequências econômicas e sociais. A captura acidental e contínua de peixes prejudica os estoques disponíveis para a pesca comercial, afetando diretamente os meios de subsistência de pescadores e comunidades costeiras. Além disso, governos e organizações não governamentais investem grandes quantias anualmente na tentativa de localizar e remover redes fantasmas dos oceanos. O turismo, especialmente o ecoturismo e o mergulho, também é prejudicado, já que praias e recifes danificados perdem sua atratividade, impactando a economia local.

Portanto, enfrentar a pesca fantasma é urgente e exige ações coordenadas de prevenção, monitoramento e recuperação. Reduzir o descarte de equipamentos, promover a pesca responsável, incentivar a reciclagem de materiais e desenvolver tecnologias de rastreamento e recuperação são passos essenciais para proteger a vida marinha e garantir a saúde dos oceanos para as futuras gerações.

2.5 POLUIÇÃO POR PLÁSTICO

A poluição por plásticos é uma das maiores preocupações para os oceanos. Estima-se que 9 milhões de toneladas de plástico entrem no oceano a cada ano (Jambeck et al., 2015), afetando a vida marinha e prejudicando ecossistemas inteiros. Além disso, há a poluição por produtos químicos industriais, petróleo e metais pesados, que comprometem a saúde dos oceanos e, conseqüentemente, a de milhões de pessoas que dependem dos recursos marinhos.

O plástico é um material não biodegradável, o que significa que, uma vez descartado no ambiente, ele persiste por centenas ou até milhares de anos. Isso resulta em uma acumulação massiva de resíduos plásticos nos ecossistemas marinhos e terrestres, prejudicando a fauna e flora, além de comprometer a qualidade do solo e da água.

O plástico no oceano representa uma das formas mais visíveis dessa poluição. De acordo com o estudo de Jambeck et al. (2015), cerca de 8 milhões de toneladas de plástico entram nos oceanos todos os anos, e estima-se que até 2050, as toneladas de plástico no oceano podem superar a quantidade de peixes.

Estima-se que, em 2010, 4,8 a 12,7 milhões de toneladas de plástico foram descartadas nos oceanos, e as projeções indicam que o volume de plástico nos

oceanos pode triplicar até 2040, caso as tendências atuais de consumo e descarte não mudem.

Segundo a FAO (2020), cerca de 640 mil toneladas de redes de pesca plásticas estão perdidas ou abandonadas nos oceanos a cada ano, contribuindo significativamente para a poluição marinha.

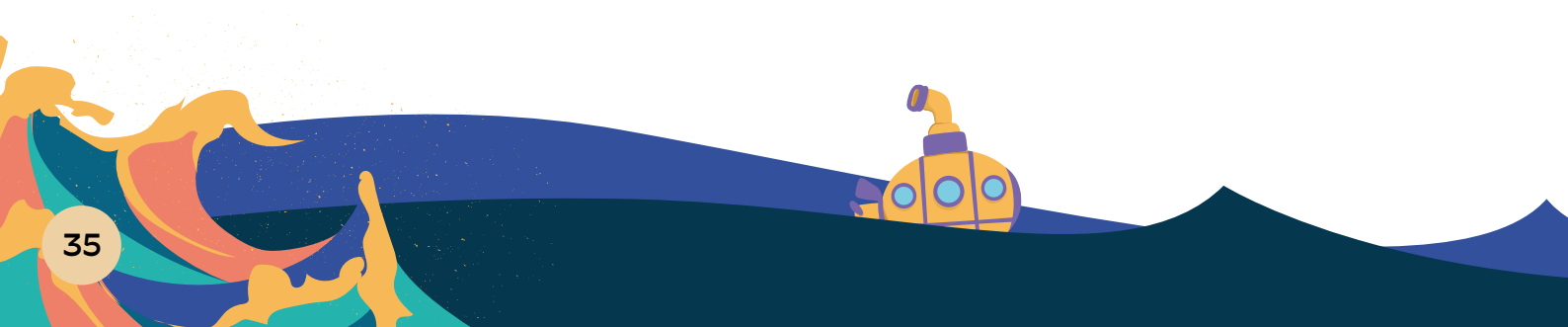
Os animais marinhos frequentemente ingerem plástico, o que pode resultar em obstrução gastrointestinal, desnutrição e até morte. Espécies como tartarugas, pássaros marinhos e mamíferos marinhos são particularmente vulneráveis à ingestão de plásticos, confundindo-os com alimentos, como medusas e peixes.

Além disso, o plástico pode liberar toxinas no ambiente, que se acumulam na cadeia alimentar. As microplásticos (partículas menores que 5 mm) são especialmente perigosas, pois são facilmente ingeridas por organismos microscópicos e entram na cadeia alimentar marinha, afetando toda a biodiversidade.

2.6 MICROPLÁSTICOS NAS LAGOAS DOS PATOS E MIRIM: EVIDÊNCIAS LOCAIS DE UMA CRISE GLOBAL

Os microplásticos são uma forma ainda mais difícil de controlar, pois são partículas muito pequenas que provêm tanto da decomposição do plástico maior quanto de produtos cosméticos, produtos de limpeza e até da indústria têxtil (como fibras sintéticas que se soltam durante a lavagem de roupas).

Estudos indicam que os microplásticos estão sendo encontrados em moluscos, peixes e até em sal marinho, com implicações potenciais para a saúde humana,



uma vez que essas partículas podem ser ingeridas por seres humanos através do consumo de frutos do mar ou da água potável contaminada.

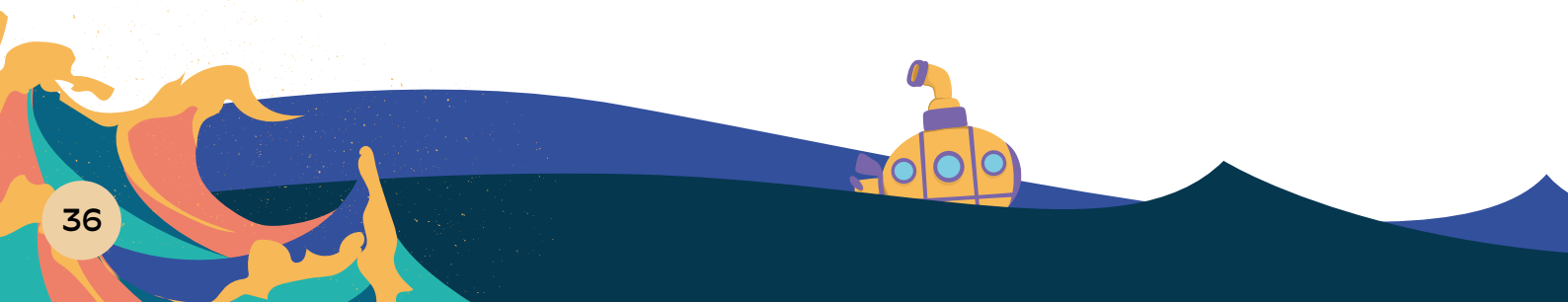
Microplásticos são encontrados em locais tão remotos quanto as profundezas oceânicas, com estudos da NOAA (2022) indicando que até nas zonas abissais do oceano, as concentrações são alarmantes.

Além dos dados alarmantes sobre a poluição marinha em escala global, a região sul do Brasil também começa a revelar sinais preocupantes da presença de microplásticos em ambientes naturais. Uma importante pesquisa científica em andamento, vinculada ao projeto Anthroplast, busca investigar a presença, origem e nível de contaminação por microplásticos nas Lagoas dos Patos e Mirim, duas das maiores lagoas costeiras da América do Sul.

Essa iniciativa reúne universidades gaúchas e a Universidade da República (Uruguai), e se insere em um esforço internacional para compreender como os resíduos plásticos se acumulam, circulam e se transformam nos ecossistemas aquáticos. O objetivo é, além de identificar os materiais presentes, estudar sua cronologia, ou seja, quando começaram a se depositar em diferentes camadas do fundo das lagoas, contribuindo para entender o avanço da poluição ao longo do tempo.

Ao investigar os sedimentos, os cientistas esperam descobrir mais sobre os resíduos depositados ao longo das últimas décadas, revelando possíveis correlações com padrões de urbanização, consumo e descarte na região. Essa pesquisa também dialoga com um debate mais amplo: a possibilidade de que estejamos vivendo uma nova era geológica, marcada pela ação humana e pela presença massiva de materiais sintéticos no planeta – o Antropoceno.

O projeto Anthroplast reforça a importância da pesquisa científica como ferramenta essencial para revelar o que muitas vezes não conseguimos ver a olho nu, como



os microplásticos – partículas com menos de 5 mm, que podem ser ingeridas por peixes, moluscos e aves, afetando a saúde da fauna e podendo chegar à cadeia alimentar humana.

Essas evidências locais mostram que o problema da poluição por plástico não está distante dos nossos territórios e que ações regionais também são fundamentais para conter esse avanço. Ao integrar essa investigação ao debate público, o projeto também cumpre o papel de fomentar discussões sobre riscos à saúde e ao meio ambiente, chamando atenção para a urgência de mudar nossos padrões de produção, consumo e descarte.

Uma das principais fontes de poluição por plástico é o descarte inadequado dos resíduos, especialmente em áreas urbanas e regiões costeiras. Muitas vezes, o plástico é descartado de maneira irresponsável em rios, praias e lixões, de onde é transportado para os oceanos. Plásticos de uso único, como garrafas, sacolas e embalagens, são particularmente problemáticos porque são usados por um curto período e depois se tornam lixo permanente no ambiente.

A produção de plástico aumentou exponencialmente nas últimas décadas, impulsionada pelo crescimento do consumo global e pela dependência de produtos de plástico em várias indústrias. A indústria de embalagens é uma das maiores responsáveis pela produção de plásticos descartáveis. O aumento da produção de plásticos está intimamente ligado ao modelo de consumo linear, onde o material é produzido, consumido e descartado, sem considerar alternativas para o reaproveitamento ou reciclagem.

2.7 INVASÕES BIOLÓGICAS

Espécies invasoras são organismos introduzidos, intencional ou acidentalmente, fora de sua área de distribuição natural, que conseguem se estabelecer, proliferar e causar impactos ecológicos, econômicos ou sociais nos ambientes em que se instalam (Blackburn et al. 2011; Miranda et al. 2016). Diferente das espécies exóticas que não causam prejuízos, as invasoras desequilibram ecossistemas nativos, competem com espécies locais, alteram habitats, transmitem doenças e podem levar espécies nativas à extinção.

O conceito de invasão biológica envolve três etapas principais: introdução, quando a espécie é transportada para um novo ambiente; estabelecimento, quando a espécie consegue sobreviver e se reproduzir nesse novo local; e dispersão e impacto, fase em que a espécie se espalha e começa a afetar negativamente o ecossistema, a economia ou a saúde pública. Além disso, fatores como ausência de predadores naturais, alta taxa reprodutiva e plasticidade ecológica favorecem o sucesso das espécies invasoras.

No Brasil, diversos exemplos demonstram a gravidade do problema:

- **Invasores terrestres:**

- Javali (*Sus scrofa*) – originário da Europa e Ásia, o javali tem causado graves danos à agricultura, à fauna nativa e é vetor de doenças.
- Leucena (*Leucaena leucocephala*) – planta invasora amplamente introduzida como forrageira, que compromete a regeneração de áreas naturais por formar monoculturas e competir com espécies nativas.

• Invasores marinhos:

- Coral-sol (gênero *Tubastraea*) – originário do Indo-Pacífico, esse coral se espalha rapidamente por costões e estruturas submersas, competindo com organismos nativos e ameaçando a biodiversidade recifal.
- Mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) – embora de água doce, é relevante mencionar pelo seu impacto em estuários; essa espécie asiática entope estruturas hidráulicas e altera cadeias alimentares aquáticas.

O controle e a prevenção da introdução de espécies invasoras exigem monitoramento constante, políticas públicas eficazes e educação ambiental. A compreensão desse tema é essencial para conservar a biodiversidade e manter o equilíbrio ecológico nos diversos biomas brasileiros.



Coral-Sol invasor (*Tubastraea tagusensis*) nos recifes da Bahia.

Fonte: Imagens do Relatório Temático Sobre Espécies Exóticas Invasoras, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (<https://www.bpb.es.net.br/wp-content/uploads/2024/02/Relatorio-Tematico-Sobre-Especies-Exoticas-Invasoras.pdf>) e Ricardo J. Miranda (Coral-Sol).

3.

SOLUÇÕES PARA MITIGAÇÃO DA CRISE AMBIENTAL



3.1 DESPOLITIZAÇÃO DOS PROBLEMAS ECOLÓGICOS: COMPREENDER PARA TRANSFORMAR

Ao circular pela cidade de Rio Grande, o Maré de Mudanças propõe um olhar atento para as especificidades ambientais locais, entre elas, a crescente ocorrência de eventos climáticos extremos, como enchentes e alterações nos ecossistemas costeiros. No entanto, para enfrentar tais desafios, é preciso ir além da explicação naturalizada desses fenômenos.

Muitas vezes, desastres ambientais são tratados como consequências inevitáveis da natureza. Essa despolitização dos problemas ecológicos apaga suas causas estruturais, vinculadas à ação humana (ação antropogênica), ao modelo de desenvolvimento urbano, às desigualdades sociais e à ausência de políticas públicas eficazes.

Reduzir os impactos ambientais a meros acontecimentos naturais compromete nossa capacidade de resposta e invisibiliza as populações mais vulneráveis, que são sempre as mais afetadas. Em Rio Grande, como em outras regiões, enchentes, contaminações, sobrepesca e desequilíbrio ecológico se somam a problemas como o desemprego, a precarização da qualidade de vida, o fechamento de empresas locais e a fragilidade de comunidades periféricas.

Portanto, enfrentar a crise climática exige uma compreensão integrada entre meio ambiente e justiça social, reconhecendo a dimensão política das causas e a dimensão social das consequências. Essa abordagem crítica e consciente deve orientar as ações de mitigação, impulsionando políticas públicas inclusivas, investimentos em educação ambiental, fortalecimento da ciência e participação ativa da sociedade civil.

3.2 PESQUISA CIENTÍFICA E POLÍTICAS PÚBLICAS

No contexto local da cidade de Rio Grande, a pesquisa científica desempenha um papel fundamental na compreensão e enfrentamento dos problemas ambientais. Instituições como a Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e o Museu Oceanográfico têm sido protagonistas no desenvolvimento de estratégias e métodos de investigação científica que permitem identificar causas, mapear impactos e propor soluções diante dos desafios provocados pelas mudanças climáticas. Por meio da produção de conhecimento, torna-se possível avaliar a qualidade das águas, mensurar os níveis de acidificação dos oceanos, investigar a presença de microplásticos e entender os efeitos da sobrepesca ou da introdução de espécies exóticas nos ecossistemas locais.

Esse saber científico não só contribui para a formação de políticas públicas e a tomada de decisões baseadas em evidências, como também fortalece a educação ambiental e o engajamento da sociedade. Valorizar a ciência significa reconhecer o papel essencial dos pesquisadores, laboratórios e universidades na construção de um futuro mais justo, resiliente e sustentável. A ciência não se limita a apontar problemas: ela oferece caminhos concretos para solucioná-los, sendo peça-chave na transformação social necessária para a superação das crises ambientais.

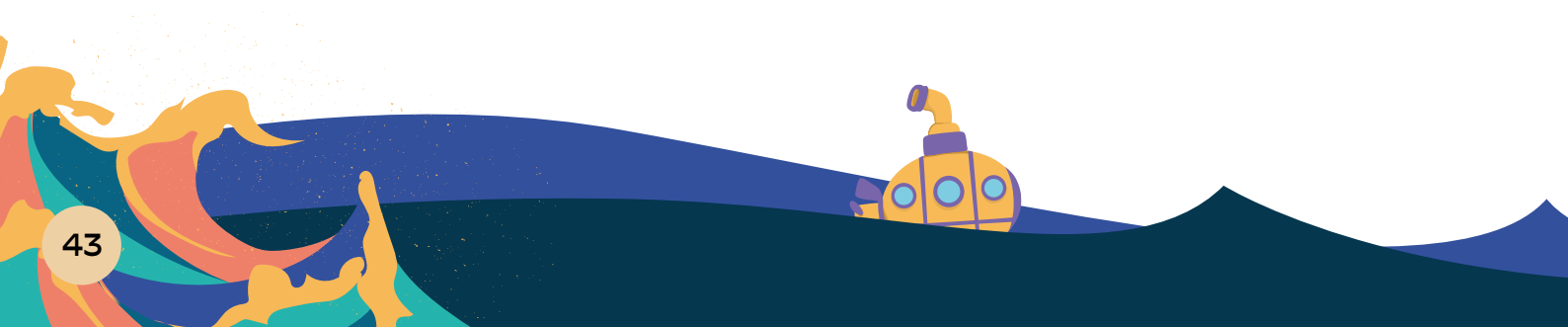
O enfrentamento das mudanças climáticas requer ações coordenadas e políticas públicas eficazes em múltiplas frentes. Entre as soluções estão a transição energética, com a substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis como a solar, eólica e biomassa; o reflorestamento e a preservação de ecossistemas naturais, que atuam como sumidouros de carbono; a promoção da mobilidade sustentável

por meio do transporte público, uso de bicicletas e veículos elétricos; e a adoção de práticas de consumo consciente e economia circular, que visam à redução do desperdício e ao reaproveitamento de materiais. Além disso, é fundamental investir em educação ambiental e engajamento comunitário, promovendo mudanças de comportamento e pressionando governos e empresas por ações climáticas mais ambiciosas.

A conservação da biodiversidade, por sua vez, exige tanto esforços locais quanto globais. Isso inclui a criação e ampliação de áreas protegidas — das quais o Brasil possui 334 em âmbito federal, embora muitas enfrentem desafios como a falta de fiscalização e o desmatamento ilegal — e o restauro ecológico de áreas degradadas, como previsto pelo Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg). Outras ações importantes envolvem a redução do uso de plásticos e produtos poluentes, o apoio à agroecologia e à produção de alimentos de forma sustentável, bem como a promoção da educação ambiental como ferramenta de conscientização e mobilização social.

No que diz respeito aos oceanos, a conservação marinha também demanda medidas urgentes. A criação de áreas marinhas protegidas é um passo essencial — atualmente, apenas 8% dos oceanos estão protegidos, enquanto a meta global estabelecida pela ONU é atingir 30% até 2030. Além disso, é necessário reduzir a poluição plástica, incluindo o banimento de plásticos descartáveis e a promoção da economia circular, adotar práticas de pesca sustentável com cotas e métodos seletivos, proteger ecossistemas costeiros como manguezais por meio de reflorestamento e, novamente, investir em educação ambiental para estimular uma relação mais consciente com o ambiente marinho.

A pesca fantasma, uma ameaça crescente à biodiversidade marinha, também exige atenção especial. Diversas iniciativas têm sido implementadas para mitigar



seus impactos, como o desenvolvimento de equipamentos biodegradáveis que se degradam rapidamente no oceano, evitando a captura acidental de espécies. Projetos de reciclagem de redes, como o Net-Works, transformam materiais descartados em novos produtos, reduzindo a poluição plástica. Tecnologias como chips RFID e sistemas de GPS ajudam pescadores a monitorar e recuperar equipamentos antes que se tornem lixo marinho. Além disso, regulamentações mais rígidas têm sido adotadas em alguns países, exigindo identificação em redes e impondo penalidades por descarte irregular. Iniciativas como o Global Ghost Gear Initiative (GGGI) também vêm promovendo campanhas de limpeza dos oceanos, mobilizando mergulhadores e organizações para remover redes fantasmas e conscientizar a população sobre seus impactos devastadores.

Dentro desse cenário, os recifes de coral se destacam por serem ecossistemas marinhos extremamente sensíveis, mas também por apresentarem uma resiliência notável. Embora estejam entre os mais ameaçados pelas mudanças climáticas — especialmente devido ao aumento da temperatura da água, acidificação dos oceanos e eventos extremos — estudos mostram que os recifes têm a capacidade de se recuperar de episódios de branqueamento e mortalidade em massa, desde que sejam protegidos de outras fontes de estresse de origem humana, como poluição, sobrepesca e degradação do habitat.

Reconhecendo essa importância, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) promove a cooperação internacional para apoiar a proteção, o manejo sustentável e a restauração dos recifes de coral, bem como de ecossistemas associados, como pradarias marinhas e florestas de manguezais. Trabalhando com uma ampla rede de parceiros, o PNUMA oferece liderança global no desenvolvimento de políticas públicas, diretrizes de boas práticas de gestão, apoio à base científica e ações concretas de conservação em campo. A agência também é um dos principais

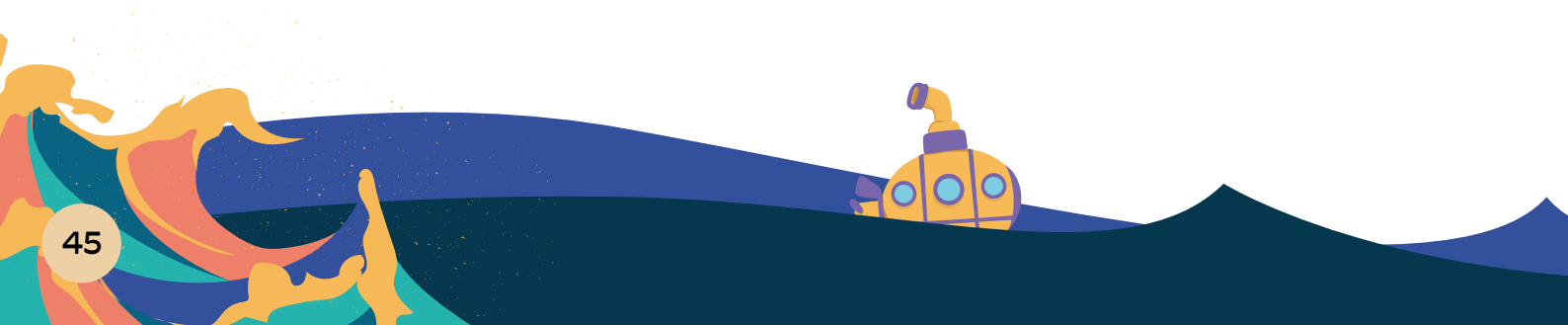
parceiros e líderes em iniciativas globais como o Fundo Global para os Recifes de Coral, a Iniciativa Internacional para os Recifes de Coral e a Rede Global de Monitoramento de Recifes de Coral.

A proteção e a restauração dos recifes de coral estão no cerne da Década da ONU para a Restauração de Ecossistemas (2021–2030), que visa restaurar ecossistemas degradados para garantir segurança alimentar, água potável, ar limpo, enfrentar a crise climática e proteger a biodiversidade. Os recifes de coral também ocupam lugar central na Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021–2030), inspirando avanços científicos e tecnológicos voltados à melhoria da saúde dos oceanos.

Além disso, resoluções da Assembleia das Nações Unidas para o Meio Ambiente (como a UNEA 4/13 sobre gestão sustentável dos recifes de coral) e da Assembleia Geral da ONU (como a Resolução A/RES/71/257 sobre oceanos e direito do mar) reconhecem as contribuições econômicas, sociais e ambientais significativas desses ecossistemas. As metas do Marco Global da Biodiversidade e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) também estão diretamente relacionadas à conservação dos recifes, fundamentais para a resiliência dos sistemas naturais e a segurança alimentar de milhões de pessoas ao redor do mundo.

3.3 AMAZÔNIA AZUL: A RIQUEZA ESTRATÉGICA DOS MARES BRASILEIROS

A Amazônia Azul é um conceito estratégico que designa a extensa Zona Econômica Exclusiva (ZEE) do Brasil, uma área marítima de aproximadamente 5,7 milhões de



quilômetros quadrados — o equivalente à metade do território terrestre do país. Esse vasto domínio marinho é fundamental não apenas pela sua biodiversidade e riqueza natural, mas também por seu valor econômico e sua importância para a soberania nacional.

O termo “Amazônia Azul” surgiu como uma analogia à Floresta Amazônica, com o objetivo de ressaltar a relevância ecológica e econômica do mar brasileiro. A área compreende o mar territorial (até 12 milhas náuticas da costa), a ZEE (até 200 milhas náuticas) e a Plataforma Continental Estendida, cuja ampliação está sendo pleiteada pelo Brasil junto à Comissão de Limites da Plataforma Continental da ONU, com a expectativa de incorporar cerca de 2 milhões de quilômetros quadrados adicionais.

A biodiversidade da Amazônia Azul é vasta e ainda parcialmente desconhecida. Recifes de corais do Atlântico Sul, por exemplo, desempenham papel vital na proteção da costa e são habitat de milhares de espécies marinhas. Manguezais e restingas, por sua vez, funcionam como berçários naturais para diversas espécies de peixes e ajudam a estabilizar o litoral frente à erosão. Além disso, fontes hidrotermais e montes submarinos — ecossistemas pouco explorados — apresentam grande potencial para aplicações biotecnológicas.

Essa região também abriga recursos naturais estratégicos. Destacam-se os nódulos polimetálicos, crostas ricas em cobalto e hidratos de metano, que representam importantes reservas minerais para a transição energética e o desenvolvimento de novas tecnologias, ainda que a exploração desses recursos deva ser guiada por critérios de sustentabilidade.

Do ponto de vista econômico, a Amazônia Azul é essencial para o Brasil. A chamada economia azul — baseada no uso sustentável dos recursos marinhos — já representa cerca de 19% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Entre os setores

de destaque estão a pesca e a aquicultura, com uma produção superior a 800 mil toneladas anuais de pescado; o transporte marítimo, responsável por cerca de 95% do comércio exterior brasileiro; e a exploração de petróleo e gás, com mais de 90% da produção nacional concentrada em águas marítimas. Além disso, a região possui enorme potencial para fontes de energia renovável, como a geração eólica offshore e a conversão da energia das marés.

Entretanto, a Amazônia Azul enfrenta diversas ameaças que colocam em risco seus ecossistemas e sua integridade estratégica. As mudanças climáticas, por exemplo, vêm alterando a temperatura dos oceanos, o que afeta diretamente a biodiversidade e a atividade pesqueira. A pesca predatória compromete o equilíbrio ecológico e a renovação dos estoques. A poluição marinha, com destaque para os resíduos plásticos, é alarmante: estima-se que 14 milhões de toneladas de plástico cheguem aos oceanos a cada ano. Soma-se a isso a exploração ilegal de recursos, como a pesca clandestina e a biopirataria, que ameaçam a soberania nacional, além do risco de desastres ambientais, como o vazamento de petróleo que atingiu o litoral nordestino em 2019, causando sérios danos a manguezais e recifes de corais.

Diante desses desafios, a proteção da Amazônia Azul exige uma abordagem integrada e efetiva. Medidas como a criação e ampliação de Áreas Marinhas Protegidas (AMPs) — que atualmente cobrem cerca de 26% das águas jurisdicionais brasileiras — são fundamentais. Também é necessário investir em monitoramento e fiscalização para combater a pesca ilegal e os crimes ambientais, assim como promover pesquisa e inovação voltadas à exploração sustentável dos recursos marinhos. A educação ambiental e o engajamento das comunidades costeiras são igualmente essenciais para aumentar a conscientização da sociedade sobre a importância estratégica e ecológica dos mares brasileiros.

Proteger a Amazônia Azul é mais do que conservar a biodiversidade: é garantir o futuro ambiental, econômico e geopolítico do Brasil. Ao reconhecer o valor dessa imensa área marinha e agir de forma responsável, o país fortalece sua soberania, promove o desenvolvimento sustentável e contribui para a preservação de um dos maiores patrimônios naturais do planeta.

3.4 DÉCADA DOS OCEANOS: UM COMPROMISSO GLOBAL PELA SUSTENTABILIDADE MARINHA

Proclamada pela Organização das Nações Unidas (ONU), a Década dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável (2021–2030) é uma mobilização internacional que busca transformar a relação da humanidade com os oceanos. O principal objetivo é promover o uso sustentável dos mares, ampliar o conhecimento científico sobre os ecossistemas marinhos e mitigar os impactos ambientais causados pelas atividades humanas. Trata-se de uma iniciativa que reconhece o papel vital dos oceanos na regulação do clima, na conservação da biodiversidade e no sustento de economias em todo o mundo.

A agenda da Década dos Oceanos está orientada por objetivos claros. Entre eles, destaca-se o fortalecimento da pesquisa científica para compreender melhor os processos oceânicos, a biodiversidade marinha e os efeitos das ações humanas sobre os ecossistemas. Além disso, promove-se a gestão eficiente e sustentável dos recursos marinhos, com foco em setores como pesca, turismo, transporte e geração de energia. A redução da poluição marinha é outro pilar fundamental, com ações voltadas especialmente para o combate ao lixo plástico, aos produtos químicos e a outros resíduos prejudiciais. Também se busca ampliar a conservação da biodiversidade por meio da criação de áreas marinhas protegidas e da restauração

de habitats como recifes de corais, manguezais e pradarias submarinas. A iniciativa ainda incentiva soluções baseadas na natureza, reforçando a importância da restauração de ecossistemas marinhos e costeiros para fortalecer sua resiliência frente às mudanças climáticas.

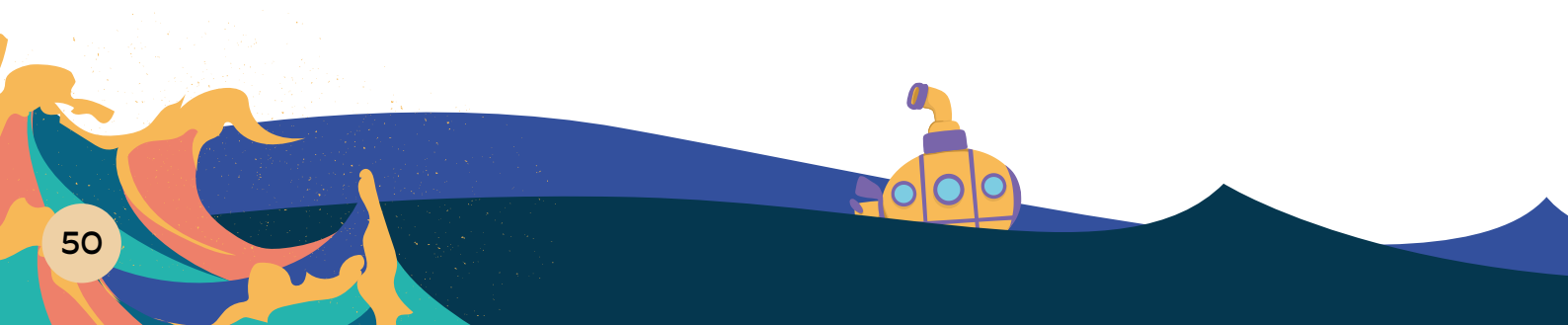
Para que esses objetivos se concretizem, a Década propõe ações práticas e coordenadas. A criação e ampliação de áreas marinhas protegidas é uma das principais estratégias, garantindo a integridade de ecossistemas essenciais à vida marinha. Atualmente, apenas cerca de 7,5% da área oceânica global está protegida (UNEP, 2021), sendo necessário avançar rumo à meta de 30% até 2030. Também se promove o desenvolvimento de uma economia azul sustentável, com incentivo a práticas pesqueiras responsáveis, ao turismo de baixo impacto e à exploração de fontes renováveis de energia marinha, como a eólica offshore. A tecnologia tem papel central nesse processo: sensores, satélites e sistemas de monitoramento avançados são ferramentas cruciais para avaliar a saúde dos oceanos e o impacto das atividades humanas. Paralelamente, ações de educação e conscientização são fundamentais para envolver a sociedade e formar uma cultura de preservação marinha desde as escolas até as comunidades costeiras.

Entre os maiores desafios contemporâneos está a poluição por plástico, que afeta todos os níveis da vida marinha. Uma das soluções mais urgentes envolve a redução do uso de plásticos descartáveis. Políticas públicas que proíbem ou taxam itens como sacolas, canudos e utensílios de uso único vêm mostrando resultados positivos em diversos países. Ao mesmo tempo, o estímulo ao uso de alternativas sustentáveis — como embalagens biodegradáveis e produtos reutilizáveis — contribui para diminuir a dependência dos plásticos convencionais. A reciclagem também é parte essencial da estratégia, integrando a transição para uma economia circular que valorize o reaproveitamento de materiais. Para isso, é necessário

investir na expansão da infraestrutura de reciclagem e na conscientização sobre a separação correta dos resíduos.

A educação ambiental é outro pilar fundamental. Iniciativas como o Projeto Maré de Mudanças ajudam a sensibilizar a população sobre os impactos do plástico nos oceanos, ao mesmo tempo em que apresentam alternativas acessíveis e viáveis para mudar hábitos cotidianos. A inovação tecnológica também oferece caminhos promissores, com o desenvolvimento de bioplásticos, plásticos biodegradáveis e soluções de limpeza oceânica que utilizam drones, robôs e barreiras flutuantes para capturar resíduos antes que atinjam áreas sensíveis.

Em resumo, a Década dos Oceanos é um chamado à ação coletiva. Ao promover ciência, educação, inovação e políticas públicas integradas, ela representa uma oportunidade histórica para reverter o processo de degradação dos mares e garantir que os oceanos continuem a prover vida, alimentos, equilíbrio climático e riqueza cultural e econômica para as futuras gerações.



DICAS

PESCA FANTASMA E RESÍDUOS NO MAR

- **Documentário:** *Seaspiracy*: pesca insustentável (Netflix) – crítica ao impacto da pesca industrial nos oceanos.
- **Leitura:** Relatório “Pesca Fantasma no Brasil” – Instituto Rede Pesca.

BIODIVERSIDADE MARINHA E ESPÉCIES AMEAÇADAS

- **Livro Infantil:** *A História de um Pescador* – Lúcia Hiratsuka.
- **Documentário:** *Planeta Azul II* (BBC) – episódios sobre vida marinha.
- **Música:** *Bichos do Mar* – Lenine

CULTURAS COSTEIRAS E SABERES TRADICIONAIS

- **Documentário:** *Maré de Peixe* – saberes de comunidades tradicionais litorâneas.
- **Documentário:** *Maré Bruta* – retrata impactos da presença de óleo em comunidades pesqueiras.
- **Leitura:** *Sobre as Águas* – livro sobre comunidades pesqueiras litorâneas. Gekbede Dantas Targino

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OCEANOS

- **Filme:** *A Última Hora* – narrado por Leonardo DiCaprio, foca nas emergências climáticas.
- **Documentário:** “*Missão Oceano: uma ação pela vida marinha*” (disponível YouTube)
- **Leitura:** *A espiral da morte* – narrativa divertida que traduz a ciência do clima para o público geral sem contornar sua complexidade. Claudio Angelo.

CORAIS E RECIFES: BELEZA E FRAGILIDADE

- **Documentário:** *Chasing Coral* (Netflix) – sobre o branqueamento dos recifes.
- **Livro Infantil:** *Lar dos Animais: Recifes de Corais* – Anita Ganeri

CONSUMO CONSCIENTE E ECONOMIA CIRCULAR

- **Filme:** *A História das Coisas* – curta animado sobre produção, consumo e descarte.
- **Leitura:** *Ideias para Adiar o Fim do Mundo* – Ailton Krenak.
- **Música:** *Se não serve, se recicla* – Palavra Cantada (educação ambiental para crianças).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Boletim Anual da Produção de Petróleo e Gás Natural 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anp>. Acesso em: 29 maio 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). Anuário Estatístico Aquaviário 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/antag>. Acesso em: 29 maio 2025.

Blackburn, T. M., Pyšek, P., Bacher, S., Carlton, J. T., Duncan, R. P., Jarošík, V., ... & Richardson, D. M. (2011). A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in ecology & evolution*, 26(7), 333–339.

Bleuel J, Waechter L, Bender M, Longo GO (2024) Taxonomic and functional diversity of zooxanthellate corals and hydrocorals in Southwestern Atlantic reefs. *Front Ecol Evol* 12:1322751

del Giorgio, P., Duarte, C. Respiration in the open ocean. *Nature* 420, 379–384 (2002). <https://doi.org/10.1038/nature01165>

Eggertsen, L., Luza, A. L., Cordeiro, C. A., Dambros, C., Ferreira, C. E., Floeter, S. R., ... & Bender, M. G. (2024). Complexities of reef fisheries in Brazil: a retrospective and functional approach. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 34(1), 511–538.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics. 2016. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/the-new-plastics-economy>. Acesso em: 29 maio 2025.

Giglio VJ, Aued AW, Cordeiro CA, Eggertsen L, Ferrari DS, Gonçalves LR, Bender MG (2024) A global systematic literature review of ecosystem services in reef environments. *Environmental Management* 73:634–45.

FAO. The State of the World's Fisheries and Aquaculture 2021 (SOFIA). Roma: FAO, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/publications>. Acesso em: 29 maio 2025.

FAO. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW 2021). Roma: FAO, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org>. Acesso em: 29 maio 2025.

Hughes, T. P., Anderson, K. D., Connolly, S. R., Heron, S. F., Kerry, J. T., Lough, J. M., ... & Wilson, S. K. (2018). Spatial and temporal patterns of mass bleaching of corals in the Anthropocene. *Science*, 359(6371), 80–83.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal Brasileira por Satélite – PRODES. 2023. Disponível em: <http://www.inpe.br>. Acesso em: 29 maio 2025.

IPBES – PLATAFORMA INTERGOVERNAMENTAL SOBRE BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS. Relatório Global de Avaliação sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. 2019. Disponível em: <https://www.ipbes.net/global-assessment-report-biodiversity-ecosystem-services>. Acesso em: 29 maio 2025.

IPCC – PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (SROCC). 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/srocc>. Acesso em: 29 maio 2025.

IPCC – PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Sixth Assessment Report (AR6). 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch>. Acesso em: 29 maio 2025.

JAMBECK, J. R.; GEYER, R.; WILCOX, C. et al. A global assessment of marine plastic pollution and its impact on the environment. 2015.

Leão ZMAN, Kikuchi RKP, Testa V (2003) Corals and coral reefs of Brazil. Latin American coral reefs. J Cortés (ed.), Elsevier, Amsterdam, Netherlands, pp 9–52

Leão ZMAN, Kikuchi RKP, Ferreira BP, Neves EG, Sovierzoski HH, Oliveira MD, Maida M, Correia MD, Johnsson R (2016) Brazilian coral reefs in a period of global change: A synthesis. *Braz J Oceanogr* 64:97–116

LEBRETON, L. C. M. et al. River plastic emissions to the world's oceans. *Science*, v. 359, n. 6376, p. 1542–1545, 2018. DOI: 10.1126/science.aap7925.

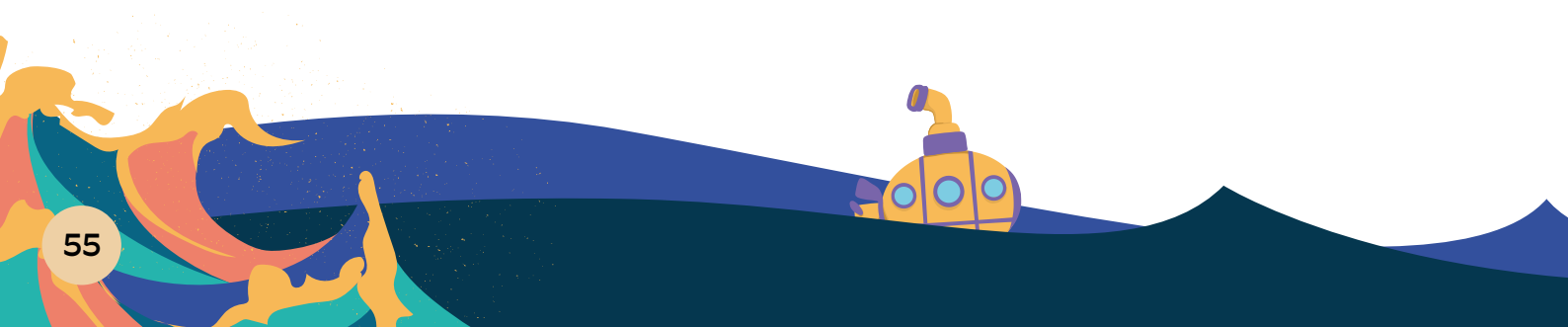
McMahon, K. W., Berumen, M. L., & Thorrold, S. R. (2012). Linking habitat mosaics and connectivity in a coral reef seascape. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(38), 15372–15376.

Mies M, Francini-Filho RB, Zilberberg C, Garrido AG, Longo GO, Laurentino E, Güth AZ, Sumida PYG, Banha TNS (2020) South Atlantic coral reefs are major global warming refugia and less susceptible to bleaching. *Front Mar Sci* 7:514

Miranda, R. J., Cruz, I. C., & Leão, Z. M. (2013). Coral bleaching in the Caramuanas reef (Todos os Santos Bay, Brazil) during the 2010 El Niño event. *Latin American Journal of aquatic research*, 41(2), 351–360.

Miranda, R. J., Cruz, I. C., & Barros, F. (2016). Effects of the alien coral *Tubastraea tagusensis* on native coral assemblages in a southwestern Atlantic coral reef. *Marine biology*, 163, 1–12.

MORA, C. et al. How many species are there on Earth and in the ocean? *PLoS Biology*, v. 9, n. 8, e1001127, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>. Acesso em: 29 maio 2025.



Mumby, P. J. (2006). Connectivity of reef fish between mangroves and coral reefs: algorithms for the design of marine reserves at seascape scales. *Biological conservation*, 128(2), 215–222.

Mumby, P. J., & Hastings, A. (2008). The impact of ecosystem connectivity on coral reef resilience. *Journal of Applied Ecology*, 45(3), 854–862.

NEWMAN, D. J.; CRAGG, G. M. Natural products as sources of new drugs over the nearly four decades from 1981 to 2019. *Journal of Natural Products*, v. 83, n. 3, p. 770–803, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.9b01285>. Acesso em: 29 maio 2025.

NOAA – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Coral Reef Conservation Program: Status Report 2022. 2022. Disponível em: <https://coralreef.noaa.gov>. Acesso em: 29 maio 2025.

NOAA – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Ghost Fishing: The Dangers of Lost or Abandoned Fishing Gear. 2022. Disponível em: <https://www.noaa.gov/>. Acesso em: 29 maio 2025.

NOAA – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Marine debris program: Annual report. 2022. <https://marinedebris.noaa.gov/accomplishments-reports-and-strategic-plans/marine-debris-program-accomplishments-report>

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. UN Biodiversity Conference COP15: Global Biodiversity Framework 30x30 Target. 2022. Disponível em: <https://www.un.org/en/conferences/biodiversity/cop15>. Acesso em: 29 maio 2025.

PBES – PLATAFORMA INTERGOVERNAMENTAL SOBRE BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS. Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services. 2019. Disponível em: <https://www.ipbes.net/global-assessment-report-biodiversity-ecosystem-services>. Acesso em: 29 maio 2025.

Pereira PHC, Lima GV, Pontes AV, Côrtes LG, Gomes E, Sampaio CL, Seoane JCS (2022) Unprecedented coral mortality on Southwestern Atlantic coral reefs following major thermal stress. *Frontiers in Marine Science* 9:725778.

PLATAFORMA BRASILEIRA DE BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS (BPBES). Relatório temático sobre espécies exóticas invasoras, biodiversidade e serviços ecossistêmicos [recurso eletrônico] / BPBES ; organizadores: Michele de Sá Dechoum... [et al]. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2024.

PNUMA – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/pollution-solution>. Acesso em: 29 maio 2025.

REEF SYNC. Relatório Síntese 2019–2023: Recifes Brasileiros no Antropoceno.

UNEP, 2021. Oceanos, mares e costas. <https://www.unep.org/pt-br/topics/oceanos-mares-e-costas>. Acesso em: 29 de maio de 2025.

Waechter, L. S., Luza, A. L., Eggertsen, L., Quimbayo, J. P., Hanazaki, N., Pinheiro, H. T., ... & Bender, M. G. (2024). The aesthetic value of Brazilian reefs: from species to seascape. *Ocean & Coastal Management*, 247, 106882.