

BIODIVERSIDADE E MONITORAMENTO

PERSPECTIVAS PARA A
CONSERVAÇÃO DOS
ECOSSISTEMAS
COSTEIRO-MARINHOS

Fátima Verônica Pereira Vila Nova
Maria Fernanda Abrantes Torres
Organizadoras

Conselho Editorial do BIOMAS

Anailza Cristina Galdino da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco Campus
Caruaru

Fátima Verônica Pereira Vila Nova

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco Campus
Caruaru

Janaina Barbosa da Silva

Universidade Federal de Campina Grande

Maria Fernanda Abrantes Torres

Universidade Federal de Pernambuco

DOI: 10.5281/zenodo.17434455

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Biodiversidade e monitoramento [livro eletrônico] :
perspectivas para a conservação dos
ecossistemas / [Fátima Verônica Pereira
Vila Nova, Maria Fernanda Abrantes Torres
organizadoras]. -- Recife, PE : Biomas, 2025.
PDF

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-987627-1-1

1. Biodiversidade - Brasil 2. Conservação da
natureza 3. Ecossistemas - Aspectos ambientais
4. Poluição marinha 5. Sustentabilidade ambiental
I. Vila Nova, Fátima Verônica Pereira. II. Torres,
Maria Fernanda Abrantes.

25-311171.1

CDD-577.681

Índices para catálogo sistemático:

1. Biodiversidade e ecossistemas : Aspectos
ambientais : Ecologia : Ciências da vida
577.681

Suelen Silva Araújo Oliveira - Bibliotecária - CRB-8/11482

O conteúdo desta publicação é de inteira responsabilidade dos(as) autores(as), não
refletindo, necessariamente, a opinião das instituições às quais estão vinculados(as).

POLUIÇÃO MARINHA

Conceituando Poluição Marinha

*Fátima Verônica Pereira Vila Nova e
Anailza Cristina Galdino da Silva*

Quantidade e qualidade estão nos primórdios dos problemas ambientais, a primeira relacionada à exaustão dos recursos naturais, e a segunda, aos efeitos deletérios provocados aos seres vivos pelo lançamento de materiais diversos no ambiente, e à luz dessas questões foram delineadas as primeiras bases conceituais de poluição ambiental na construção principalmente de um arcabouço legal, que constitui condição basilar para a institucionalização de políticas públicas de combate à poluição e de proteção ao meio ambiente.

A poluição ambiental abrange a atmosfera, os solos, as águas, e a complexa interligação entre eles, e no geral, os conceitos de poluição e degradação ambiental estão associados, como pode ser percebido na Lei n. 6938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente brasileira:

poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981, n.p.).

Cerri Neto e Ferreira (2009, p.170) salientam que o conceito de degradação ambiental é mais amplo que o de poluição, englobando-o. Assim, “toda poluição pode ser considerada degradação ambiental, mas nem toda degradação ambiental corresponde à poluição”. Decerto, a poluição ambiental está associada às atividades humanas e apresenta necessariamente consequências negativas para o meio ambiente, incluindo o ser humano.

Algumas consequências da poluição ambiental evocam o conceito de contaminação, que se configura quando a introdução de materiais, substâncias ou patógenos no ambiente provoca efeitos nocivos à saúde humana e na vida de outros organismos vivos, seja por contato, inalação, ingestão, transmissão e exposição. Ambos vinculam-se à noção de “poluição histórica”, que conecta o passado e presente, a exemplo da poluição que no momento de sua ocorrência não foi percebida ou detectada, mas que provoca impactos ambientais negativos nos dias atuais. Frequentemente, essa situação é provocada pela liberação de poluentes orgânicos persistentes (POPs) no solo e água (Vozza, 2018).

Além da persistência no ambiente, outra questão concernente à poluição é a capacidade de dispersão dos poluentes. A poluição marinha é um exemplo da capacidade de disseminação de óleo, plásticos, metais, vidros, madeiras, descargas industriais, agrícolas, domésticas, que vem alterando severamente todas as conexões oceânicas, formas de vida, economia e cultura.

A poluição marinha generalizada é um grande desafio a ser enfrentado pela sociedade, e é definida pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM) como a:

introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou de energia no meio marinho, incluindo os estuários, sempre que a mesma provoque ou possa vir provocar efeitos nocivos, tais como danos aos recursos vivos e à vida marinha, riscos à saúde do homem, entrave às atividades marítimas, incluindo a pesca e as outras utilizações legítimas do mar, alteração da qualidade da água do mar, no que se refere à sua utilização, e deterioração dos locais de recreio (CNUDM, 1995, n. p.).

A poluição marinha conceituada pela CNUDM está alinhada ao conceito de poluição da Política Nacional do Meio Ambiente brasileira, incorpora ainda a noção de poluição histórica, que é passível de muitas interpretações, mas fundamental para o enfrentamento do complexo desafio que se apresenta.

Evolução dos Estudos sobre a Poluição Marinha (Marcos históricos sobre a Poluição Marinha)

Desde o surgimento da espécie humana diversos tipos de resíduos são produzidos e lançados nos rios, mares, oceanos, atmosfera e no solo. A dimensão destes lançamentos variou ao longo da existência da humanidade, sendo o início marcado de forma mais acentuada pela revolução industrial até os dias atuais, fase caracterizada pelo rápido crescimento populacional e exploração da natureza.

Em tempos mais atuais, a humanidade tem buscado se reestruturar construindo uma sociedade mais sustentável, e alguns marcos e avanços aconteceram em prol de uma melhor compreensão das consequências e soluções dos problemas ambientais, como a poluição. No final do século XX, iniciaram-se as medidas mitigadoras que pudessem auxiliar na solução global para a crise ambiental do planeta. Um marco na organização do movimento ambientalista internacional ocorreu em 1949, em Nova Iorque, nos Estados Unidos, com a realização da Conferência Científica das Nações Unidas sobre a Conservação e Utilização de Recursos (UNSCCUR), onde os debates transcorreram abordando temas como a poluição generalizada provocada pelas indústrias e cidades e os testes nucleares (Benincá, 2010).

Em 1958, na I Conferência das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, realizada em Genebra, Suíça, com a participação de 88 países, surgiram as primeiras tratativas de combate e prevenção relacionadas à poluição dos mares, com ênfase nos impactos negativos provocados por hidrocarbonetos, materiais radioativos ou de outros agentes nocivos. As negociações avançaram e em 1982, 118 países, inclusive o Brasil, firmaram a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, ratificando as normas a respeito da gestão dos recursos marinhos e do controle da poluição.

Em 1968, em Paris, ocorreu a Conferência da Biosfera, sendo abordados temas de poluição do ar e da água, pautando as chuvas ácidas (Duarte, 2003). Em 1972, em Estocolmo, houve a Conferência sobre o Meio Ambiente Humano, tendo como objetivo tratar temas como: poluição da água, da atmosfera e do solo, provocadas pelos processos de industrialização (Ribeiro, 2010). O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) foi criado após esse evento.

Nesse mesmo ano houve a Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias, mais conhecida como a Convenção de Londres, visando à proteção dos mares de todas as formas de poluição. O PNUMA lançou o Programa Mares Regionais em 1974, chamados de Convenções e Planos de Ação Marítimos Regionais (RSCAPs), que “opera em 18 regiões, com a maioria das regiões adotando um plano de ação regional

sustentado por uma estrutura legal na forma de uma convenção regional com protocolos associados sobre questões específicas” (UNEP, 2021). Na reunião realizada em 2022, os Estados membros apoiaram uma resolução com o propósito de acabar com a poluição plástica, por meio de um instrumento jurídico internacional, visto que esse problema é transfronteiriço e precisa ser combatido, juntamente com seus impactos, por meio de uma abordagem de ciclo de vida completo, levando em consideração as circunstâncias e capacidades nacionais (UNEP, 2022).

Em 1984, foi realizada a primeira Conferência Internacional sobre Detritos Marinhos (IMDC), capitaneada inicialmente pela Administração Nacional Oceânica e Atmosférica dos EUA (NOAA), que foi o principal evento global dedicado à compreensão e promoção de ações para enfrentar o lixo marinho. Posteriormente, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) juntou-se à NOAA.

Na Convenção de Basileia, concluída em 1989, foram estabelecidos mecanismos de controle de movimentos transfronteiriços e de depósitos de resíduos perigosos. Cada país é soberano para definir normas para a entrada e destinação, em seu território, de resíduos considerados perigosos, conforme a sua legislação. No Brasil, compete ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos

Naturais Renováveis (IBAMA) o controle, fiscalização e autorizações de trânsito de resíduos perigosos e outros resíduos.

Em 1992, no Rio de Janeiro, Brasil, ocorreu a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, com o objetivo de estabelecer acordos internacionais que medissem os impactos antrópicos no ambiente (Ribeiro, 2010). Muitos compromissos importantes foram firmados nesse evento, como a Convenção sobre a Diversidade Biológica, que vem sendo afetada pela poluição, e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, que apresenta relação direta com a emissão de poluentes.

A Declaração do Milênio, em 2000, estabeleceu oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), dentre eles, o ODS 7 continha metas para reverter as perdas dos recursos naturais, os quais são comprometidos pela poluição, entre outros. Em 2021, constituiu-se a Convenção de Estocolmo sobre os Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), com o objetivo de restringir e/ou banir o uso e comercialização dessas substâncias químicas sintéticas, que são semivoláteis, bioacumuladoras, persistentes, resistentes e provocam impactos negativos no ambiente.

Em 2002, em Johannesburgo, África do Sul, houve a reunião da Cúpula Mundial do Desenvolvimento Sustentável, também conhecida como Rio +10, onde discutiram temas sobre a erradicação da pobreza, mudanças

nos padrões insustentáveis de produção e consumo e proteção aos recursos naturais.

A reunião Rio +20 aconteceu em 2012, na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, e teve como debates os temas sobre a economia verde e a erradicação da pobreza, objetivando encontrar um modelo de governança mundial, atrelado aos três pilares da sustentabilidade: econômico, social e ambiental, além do envolvimento de setores da sociedade global.

A Convenção de Minamata foi criada em 2013, e entrou em vigor em 2017, um dos acordos ambientais mais recentes que tem como propósito proteger a saúde humana e o meio ambiente do mercúrio, com a restrição de seu uso e adoção de alternativas não tóxicas ao elemento, que pode causar malformações congênitas e mortandade de espécies (UNEP, 2021).

Nesse mesmo ano, foi criada a Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, um esforço entre os Estados membros da ONU para fornecer informações aos governantes, unindo ciência e a tomada de decisão. A Plataforma conta com cientistas de todo o mundo, que analisam informações científicas e técnicas produzidas mundialmente para compreender melhor como a poluição, a acidificação dos oceanos, mudanças climáticas, pesca excessiva, introdução de espécies exóticas e o desenvolvimento costeiro intensivo têm afetado a

biodiversidade e serviços ecossistêmicos, buscando estratégias de conservação e uso sustentável dos recursos naturais (UNEP, 2021).

Mediante a todos os fatos ocorridos em relação às mudanças climáticas, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu para os anos de 2021 a 2030, a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, com o propósito de incentivar governos, pesquisadores e sociedade civil a desenvolver ações que possam contribuir para o cumprimento das metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), dentre elas, na ODS 14, está a redução e a prevenção da poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes.

Evolução dos Estudos sobre a Poluição Marinha (Marcos históricos brasileiros)

É inegável que o desenvolvimento tecnológico mundial, que nasceu na Inglaterra mas logo se iniciou em outros países, proporcionou às diversas nações um aumento da expectativa de vida da sociedade, aceleração do uso dos recursos naturais, o crescimento da economia mundial e a crescente demanda por alimentos e combustíveis no mundo inteiro. Em contrapartida, esses fatores acompanhados de práticas insustentáveis de exploração dos recursos naturais se propagaram e geraram grandes quantidades de resíduos e efluentes, lançados no ambiente sem qualquer preocupação quanto aos seus impactos.

E assim, no mundo todo, problemas ambientais relacionados à degradação do solo, da qualidade da água, do ar, perda da biodiversidade, começaram a surgir e com os quais a humanidade precisa conviver até hoje. No Brasil e no mundo as mudanças ambientais, a problemática do lixo, inclusive nos mares, passaram a preocupar não apenas cientistas, mas também a sociedade civil e autoridades competentes, que iniciaram ações em busca de um desenvolvimento mais sustentável e de preservação da saúde dos mares e oceanos.

Essas mudanças e tantas outras alterações ambientais levaram as organizações governamentais e não governamentais a refletirem sobre a criação de regulamentações ambientais, visando à fiscalização e o

controle de emissões de poluentes a nível mundial e local em vários países, inclusive no Brasil, onde tivemos o primeiro registro científico sobre o lixo no mar datando provavelmente de 1973, com a descoberta de pellets de polietileno na costa do Rio Grande do Sul (Ivar do Sul e Costa, 2007).

A primeira legislação nacional sobre poluição por óleo no mar por navios data do século XIX, através do Decreto Federal nº 3.334 de 05/07/1899 - Art. 176, que proíbe o lançamento ao mar ou rio, de bordo de navios ou de quaisquer embarcações, lixo, cinza, varreduras do porão, etc (Araújo, 2012).

Historicamente, a partir de 1970, como citado anteriormente, algumas iniciativas internacionais marcaram mais fortemente o início da preocupação com a poluição marinha mundial. Embora antes disso já ocorressem algumas importantes conferências relacionadas à política e gestão ambiental, não necessariamente eram voltadas para a poluição do mar.

O Brasil seguiu esse fluxo de participação nessas conferências e convenções internacionais, embora, por vezes, com implementação de medidas e legislação mais tarde. A Lei nº 5.357, de 17 de novembro de 1967, versou sobre a questão da poluição marinha, a qual estabelecia penalidades para embarcações e terminais marítimos ou fluviais que viessem a lançar detritos ou óleos

em águas brasileiras, mas as penalidades eram restritas apenas ao âmbito administrativo (Aslan et al., 2017; Porto, 2000). A mesma foi revogada pelo art. 35 da Lei n. 9.966/00, que dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas nacionais (Porto, 2000).

No âmbito internacional, as conferências e convenções seguiam refletindo em tomadas de decisões e criação de legislações brasileiras. A Conferência de Bruxelas resultou na Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil por Danos Causados por Poluição por Óleo (CLC/69), aprovada no Brasil em 1976 e regulamentada pelo Decreto n. 83.540, de 4 de junho de 1979. Foi a partir desta convenção que os Estados signatários adotaram regras unânimes quanto aos danos por poluição por óleo causados por navios, bem como as medidas preventivas para evitar ou minimizar tais danos de forma equitativa (Porto, 2000).

Foi a Conferência de Estocolmo, em 1972, que alertou o mundo para a necessidade de preservação dos recursos vivos do mar. No mesmo ano, em Londres, ocorreu a Convenção Sobre Prevenção da Poluição Marinha por “Alijamento” de resíduos e outras matérias. Dez anos após esta Convenção foi aprovada no Brasil pelo Decreto Legislativo n. 10, de 21 de março de 1982, e promulgada pelo Decreto n. 87.566, de 16 de setembro do mesmo ano, onde

ficou-se definido por “alijamento” todo despejo deliberado no meio marinho de resíduos e outras substâncias, efetuado por embarcações, aeronaves, plataformas ou outras construções no mar, bem como todo afundamento deliberado no mesmo (Porto, 2000).

A partir da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), a responsabilidade pelos danos ambientais foi acolhida como o primeiro marco legal que instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro pela Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, regulamentado pelo Decreto nº 5.300 de 07 de dezembro de 2004. Este definiu normas da gestão ambiental da zona costeira do País, estabelecendo por objetivo o controle sobre agentes causadores de poluição ou degradação ambiental que ameacem a qualidade de vida na zona costeira (Aslan et al., 2017), assegurando que todo aquele que, direta ou indiretamente, causar prejuízos ao meio ambiente e a terceiros, tem o dever de repará-los – independente da aferição de culpa – sujeitando-se, ainda, às sanções penais e administrativas (Porto, 2000).

Após os acontecimentos que marcaram os principais marcos históricos legais mundiais acerca da poluição, o Brasil veio a estabelecer sua legislação ambiental alinhada aos movimentos internacionais, inicialmente através da PNMA. Criada pela Lei Federal 6.938 em 1981, a PNMA, cujo objetivo versa sobre a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, também instituiu os órgãos e

entidades responsáveis pela proteção ambiental, o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), este último propiciando a participação pública nas decisões relacionadas à temática ambiental. Em relação às questões ambientais e particularmente no âmbito da poluição marinha, o CONAMA é o órgão de maior relevância na edição destas normas, enquanto o SISNAMA tem a função de articular o conjunto de instituições cujas atividades se relacionam com a proteção e melhoria da qualidade ambiental (Ferreira e Salles, 2017).

Em 1994, entrou em vigor, no Brasil, a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito Marítimo (CNUDM), que veio a implementar e efetivar suas ações através do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, do qual se originou o Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente e o Programa de Avaliação dos Potenciais Sustentáveis de Captura de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva – o Revizee. Toda essa legislação atribui à Marinha do Brasil o papel de contribuir para a prevenção da poluição por parte de embarcações, plataformas e suas estações de apoio; estabelecer os requisitos referentes às condições para a prevenção da poluição por parte das embarcações, plataformas ou suas instalações de apoio e coordenar as ações decorrentes da aplicação da legislação ambiental por parte dos Agentes da Autoridade Marítima (Araújo, 2012).

Como se pode observar sobre a problemática de lixo no oceano, o aspecto político e de gestão pública tem histórico recente e, ainda, não possui política pública específica. O tema só foi incorporado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 2017, com a participação na Conferência das Nações Unidas sobre Oceanos. A partir de então, o Brasil se engajou em eventos nacionais e internacionais, sendo convidado a participar da Campanha Mares Limpos, do Comitê Diretivo da Parceria Global sobre Lixo Marinho e para ser membro Ad Hoc do Open-ended Expert Group on Marine Litter and Microplastics - todos organizados em âmbito da ONU. O objetivo final foi desenvolver uma Estratégia Nacional de Combate ao Lixo no Mar e, para tal, lançou seu Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar, em 2019 (Brasil, 2019).

Em escala nacional, dentre os compromissos voluntários assumidos pelo governo brasileiro na Conferência dos Oceanos, em 2017, destaca-se o “Desenvolvimento de uma estratégia nacional para combate ao lixo no mar”. A atuação brasileira na temática, tanto governamental, com a inserção do tema em políticas públicas de gestão ambiental, quanto científica, na crescente produção de conhecimento em diferentes regiões do país, ocasionou a participação do Brasil no Comitê de Coordenação de Parceria Global sobre Lixo nos Mares (GPML) a partir de 2018. O Programa de Ação Global para a Proteção do Meio Marinho Frente às

Atividades Baseadas em Terra (GPA) e o GPML têm fomentado a elaboração de ações, como os planos de combate ao lixo no mar regionais e nacionais (Turra, 2021).

No que se refere ao lixo vindo do continente, no âmbito federal, o tema foi inserido e discutido no documento final da 4^a Conferência Nacional do Meio Ambiente – Resíduos Sólidos (Proposta 15), em 2013, cujo desafio foi contribuir para a implementação da PNRS, considerando-se que o combate ao lixo no mar decorre da gestão integrada dos resíduos sólidos mediante ações coordenadas e encadeadas que considerem as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública (Brasil, 2019).

É inegável que as ameaças aos ecossistemas costeiros e marinhos já foram bem reconhecidas por diversos fóruns e convenções, e para superar as crescentes ameaças de acidificação e poluição, por exemplo, foram firmadas metas e ações pela ONU através dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial no ODS 14, com foco na conservação dos oceanos e na utilização sustentável de recursos marinhos. Para promover o cumprimento dessas metas, a Assembleia Geral da ONU designou os anos 2021-2030 como a Década da Ciência do Oceano para o Desenvolvimento Sustentável, com base na proposta elaborada pela Comissão Oceanográfica Intergovernamental da UNESCO, para garantir que a ciência oceânica possa apoiar os países na implementação da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, fomentar a ciência oceânica e

fornecer dados e informações para subsidiar políticas que garantam o bom funcionamento do oceano em apoio a todos os ODS (ONU, 2019, Science 20, 2019).

A política nacional de combate e prevenção à poluição marinha é fragmentada e por muitas vezes dispersa e pouco detalhada, onde muito ainda tem por se construir (Quadro 1). Por isso se faz necessário que órgãos competentes criem normas, resoluções, portarias ou instruções normativas, a fim de inserir particularidades que se fazem necessárias (Aslan et al., 2017). O oceano é um sistema global integrado, portanto, a colaboração entre todas as nações e setores é necessária para cumprir as metas de conservação e salvaguardar a vitalidade deste ecossistema (Science 20, 2019).

Quadro 1 - Principais iniciativas brasileiras voltadas a questões da política ambiental e de combate à poluição.

Década	Iniciativas brasileiras	Marcos legais
1980-1985	Primeiras políticas voltadas à questão ambiental	Criação da Política Nacional de Meio Ambiente, do IBAMA e CONAMA
1985-1990		Constituição Federal, Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

Década	Iniciativas brasileiras	Marcos legais
1990-2000	Legislação de combate a crimes ambientais e proteção do ambiente marinho	Agenda ambiental portuária, lei de crimes ambientais, Plano de ação federal para a zona costeira
2000-2010	Princípios e normas de controle e fiscalização	Lei de Combate à poluição em águas jurisdicionais brasileiras, início das CNMA política nacional para os recursos do mar
2010-2020	Brasil se alinha aos movimentos internacionais para combater resíduos sólidos nos mares	Política nacional de resíduos sólidos, 4ª CNMA, Plano de Ação Federal da Zona Costeira Plano de combate ao lixo no mar
2020-2030	Década das Ciências Oceânicas para o desenvolvimento sustentável	

Fonte: Autoras, 2024.

A análise histórica da política de combate à poluição marinha no Brasil demonstra a consolidação gradual de instrumentos legais e administrativos voltados à proteção dos ecossistemas costeiros e marinhos, alinhando - se

progressivamente a tratados e convenções internacionais. Apesar das normas instituídas, observa-se uma dispersão regulatória e lacunas na implementação efetiva de medidas preventivas, podendo comprometer a eficácia do gerenciamento ambiental.

Poluição Marinha e o Monitoramento da Biodiversidade do Sistema Costeiro-Marinho

A poluição oceânica e costeira é uma questão ambiental global e o monitoramento dos efeitos sobre a biodiversidade é fundamental para orientar ações e capacidades anti-interferência. Os principais poluentes da zona costeira e do oceano são classificados em: petróleo e seus produtos, pesticidas e componentes relacionados, metais pesados de várias fontes, nutrientes dos esgotos domésticos e resíduos sólidos, a exemplo dos plásticos. Além desses, destacam-se ainda os antibióticos e materiais radioativos. A distribuição espacial/temporal de espécies, estruturas comunitárias e funções ecológicas em áreas costeiras e afastadas da costa (offshore) sofreram mudanças sem precedentes nas últimas décadas, com a quebra da tendência de estabilidade de sucessão e desenvolvimento dos ecossistemas marinhos, colocando em risco a biodiversidade (Zhou et al., 2022).

O petróleo e seus derivados entram nos sistemas costeiros e marinhos por escoamento terrestre, construções marinhas, plataformas de perfuração e derramamentos de navios e oleodutos (Zhou et al., 2022). As últimas décadas foram marcadas por grandes acidentes envolvendo petroleiros. Em 1967, o superpetroleiro Torrey Canyon colidiu com rochas na costa de Cornwall, no Canal da Mancha, derramando 118.000 mil toneladas de petróleo

bruto no mar, iniciando a era da poluição marinha por óleo (Wells, 2017). Amoco Cadiz na França, em 1978, liberou mais de 223.000 toneladas de petróleo bruto leve e 4.000 toneladas de óleo de bunker, contaminando 320 km de costa, registrando a maior perda de vida marinha até aquele momento (Lim et al., 2016). Em 1989, o acidente com o Exxon Valdez afetou severamente o ambiente marítimo, colocando em risco de extinção uma subpopulação de orcas na região do Alasca (Prabowo e Bae, 2019).

O vazamento de petróleo na plataforma Deepwater Horizon (DWH), no Golfo do México, foi o maior derramamento de óleo marinho dos Estados Unidos, ocorrido em 2010, afetou a fauna e flora, além de provocar danos à saúde das pessoas envolvidas diretamente na limpeza do poluente e de outras que tiveram contato com o material (Krishnamurthy et al., 2019). Em 2019, um derramamento de óleo provocado por um petroleiro grego atingiu a costa brasileira e alcançou 700 km do litoral brasileiro, nove estados da região Nordeste e dois da região Sudeste, e esse desastre vem sendo considerado o maior derramamento de óleo bruto da história do país e um dos mais extensos no mundo (Vila Nova e Silva, 2021).

O óleo ao entrar no ambiente marinho e costeiro forma uma película que provoca a falta de oxigênio e, consequentemente, a morte de várias formas de vida, como mamíferos, peixes, aves, plantas, levando à redução no número de populações e espécies. A intoxicação alimentar é

outro efeito do poluente, inclusive pelas populações humanas. Alterações adversas na composição de microrganismos, que são a base da cadeia alimentar, reflete em todas as espécies a longo prazo. Manguezais e outros ecossistemas costeiros ao serem atingidos se tornam inadequados como habitat da vida selvagem, e levam anos para a sua recuperação, podendo provocar a extinção de espécies (Prabowo e Bae, 2019; Zhou et al., 2022).

Além disso, os danos para a saúde das pessoas expostas ao petróleo bruto, seus derivados e dispersantes pela inalação ou contato com a pele envolvem o aumento da probabilidade de dores de cabeça, dificuldade de concentração, sensação de dormência/formigamento, visão embaçada e perda/confusão de memória (Krishnamurthy et al., 2019). Não menos importante, atividades econômicas e formas de vida relacionadas à biodiversidade são impactadas pela poluição por óleo, como a pesca, o turismo e as comunidades tradicionais costeiras (Vila Nova e Silva, 2021).

Os pesticidas e componentes relacionados poluem o ambiente marinho a partir das descargas nas áreas de plantio realizadas em zonas costeiras, principalmente em países como o Brasil, que desde a sua colonização concentra atividades agroindustriais nessa região (Vila Nova e Torres, 2012). Esses poluentes podem provocar efeitos em organismos não alvos nos ecossistemas terrestres e aquáticos, desde níveis celulares até mudanças populacionais. Destacam - se as alterações na relação

predador-presa, que afetam criticamente a competição entre as espécies, desestruturando a biodiversidade (Belchior et al., 2014; Américo et al., 2015).

No que diz respeito aos metais pesados, as principais fontes de contaminação são as chaminés e esgotos das indústrias. As partículas desses poluentes, como o mercúrio e o chumbo, “chegam aos oceanos e, enquanto ficam em suspensão em águas superficiais, são absorvidas pelo zooplâncton, invertebrados microscópicos que formam o esteio da cadeia alimentar oceânica” (Moon, 2018, n.p.).

As partículas de metais pesados percorrem toda a cadeia alimentar oceânica e acabam acumuladas nos tecidos de animais dos níveis tróficos mais altos, bioacumulativos, não são eliminados pelo organismo dos seres vivos e apresentam alto poder de dispersão, sendo encontradas em lugares mais isolados, como a Antártica (Cipro et al., 2017).

Os metais pesados afetam severamente a saúde quando ingeridos em grandes quantidades. Nos anos de 1950, em Minamata, Japão, pessoas foram envenenadas com mercúrio pelo consumo de peixes contaminados, centenas morreram e milhões ficaram com sequelas e problemas de saúde que só se manifestaram posteriormente. Esse desastre foi provocado por indústrias que despejavam resíduos com mercúrio na baía, afetando todas as formas de vida na região (Saito, 2020), evidenciando a importância do tratamento e monitoramento dos efluentes industriais. Os impactos provocados por essa tragédia culminaram em 2013, na Convenção de Minamata.

Da mesma forma, o aumento de cargas de nutrientes representa uma ameaça à biodiversidade costeira, processo que apresenta relação direta com o aumento da densidade populacional, aplicação de fertilizantes, descargas de esgotos, aquicultura e queima de combustíveis fósseis e tem ocorrido amplamente em escala global. As principais vias de entrada de nutrientes nos ecossistemas costeiros e marinhos são os rios, que recebem efluentes domésticos e industriais sem tratamento, deposição atmosférica e descarga submarina de águas subterrâneas (Wang et al., 2021).

O enriquecimento de nutrientes, notadamente do influxo de fósforo e nitrogênio dos esgotos, pode provocar efeitos ecológicos adversos, como a mudança na estrutura de organismos, aumento da biomassa fitoplânctonica e de matéria orgânica, resultando em eutrofização. Alterações no início da teia trófica podem repercutir nos demais níveis tróficos, modificando a comunidade e as interações intra e interespecíficas, os habitat e a biodiversidade (Bastos et al., 2011). Outro impacto significativo da eutrofização é a hipoxia, criando zonas mortas onde os peixes e outras formas de vida marinha não conseguem sobreviver.

Infraestruturas e serviços de saneamento básico deficitários incidem nas cargas de nutrientes e nos resíduos sólidos que chegam na zona costeira e oceano, englobam metais, madeiras, vidros e os plásticos - a mais recente

emergência ambiental global. Os plásticos levam até 400 anos para se decompor, e pouco se sabe sobre a magnitude e destino desses detritos, bem como as transformações e interações que ocorrem com o meio ambiente (Casagrande, 2018).

Os plásticos percorrem o oceano em tamanhos variados, podem ser introduzidos em pequenas partículas, tal qual os microplásticos e nanoplasticos, oriundos da lavagem de roupas sintéticas, ou em tamanhos maiores, como sacolas, embalagens, redes de pesca, embarcações, canudos, cotonetes, boias, entre outros objetos descartados de forma inadequada, mas que com o tempo, pela energia das ondas, correntes marítimas e radiação solar vão ficando cada vez menores (Guillot, 2018).

A ingestão de plástico por animais marinhos foi relatada pela primeira vez na década de 1960 e, desde então, cerca de mil espécies marinhas foram relatadas consumindo esses detritos, incluindo invertebrados e vertebrados marinhos no Pacífico Norte, região oceânica mais poluída do mundo, segundo Savoca et al. (2021). Os plásticos maiores são frequentemente ingeridos por engano pela fauna marinha, provocando a morte de milhares de tartarugas, baleias, golfinhos, peixes e crustáceos. Além disso, as sacolas, redes e linhas aprisionam os animais provocando estrangulamento, afogamento e lacerações, que evoluem para infecções fatais. Ressalta-se, ainda, os petrechos de

pesca abandonados que provocam a captura e morte involuntária desses animais, denominada pesca fantasma (Lima et al., 2019).

A poluição plástica marinha é considerada onipresente e globalmente irreversível, pois detritos já foram encontrados desde as regiões costeiras até as áreas mais profundas do oceano, em espécies recém descobertas, como na *Eurythenes plasticus*, aos seres humanos (Schwalb et al., 2019; Weston et al., 2020; Ford et al., 2022). Os efeitos do microplásticos sobre os seres vivos e ecossistemas ainda não são totalmente entendidos, e cientistas apontam que podem ocorrer distúrbios fisiológicos e patologias, decerto quando inseridos no ambiente percorrem toda a teia trófica, indicando a urgência de se compreender melhor as implicações disso para a saúde humana (Schwalb et al., 2019).

Vale ressaltar que os ecossistemas costeiros, como manguezais, recifes, dunas, restingas e praias, de extrema relevância e sensibilidade ecológica, são os primeiros a receberem os resíduos oriundos do continente e, portanto, são mais vulneráveis aos efeitos da poluição por plásticos, e a retirada desses poluentes nem sempre é possível. Os manguezais, por exemplo, apresentam características que contribuem para a retenção de muitos resíduos, tornando difícil a limpeza (Belarmino et al., 2014).

Nesse contexto, o monitoramento da poluição marinha é estratégico para a conservação da biodiversidade do sistema

costeiro-marinho, pois possibilita uma melhor compreensão acerca dos impactos negativos para estabelecer medidas de preservação, conservação ou intervenções ambientais.

REFERÊNCIAS

AMÉRICO, J. H. P.; MANOEL, L. O.; TORRES, N. H.; FERREIRA, L. F. R. O Uso de Agrotóxicos e os Impactos nos Ecossistemas Aquáticos. *Revista Científica ANAP BRASIL*, v. 8, n. 13, p. 101-115, 2015. <https://doi.org/10.17271/1984324081320151149>

ARAÚJO, R. R. M. Poluição por óleo no mar, ocasionado por navios. 2012. Disponível em: <https://www.repositorio.mar.mil.br/handle/ripcmb/451121> Acesso em: 18/04/2024.

ASLAN, J. F.; PINTO, A. E. M.; OLIVEIRA, M. M. Poluição do meio ambiente marinho: um breve panorama dos princípios, instrumentos jurídicos e legislação brasileira. *Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas*, n. 9, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/planetaamazonia/article/view/412> Acesso em: 22/07/2024.

BASTOS, R. B.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L.; MACHADO, R. C. A. Caracterização de uma zona costeira tropical (Ipojuca-Pernambuco-Brasil): Produtividade fitoplanctônica e outras variáveis ambientais. *Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia Aquática*, v. 15, n. 1, p.1-10, 2011.

BRASIL. Lei n. 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm Acesso em 26/08/2022.

BENINCÁ, D. (2010) Água e Energia Para a Vida: O Movimento dos Atingidos por Barragens no Brasil (1991-2009). Tese de Doutorado em Ciências Sociais, PUC/SP, 2010.

BERLAMINO, P. H. P.; SILVA, S. M.; RUFENER, M. C.; ARAÚJO, M. C. B. Resíduos sólidos em manguezal no rio Potengi (Natal, RN, Brasil): relação com a localização e usos. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, v. 14, n. 3, p. 447-457, 2014. Disponível em: https://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-451_Belarmino.pdf Acesso em: 23/07/2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana : Plano de Combate ao Lixo no Mar [recurso eletrônico] / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial, Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro. – Brasília, DF: MMA, 2019. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dellaguna/sites/www.marinha.mil.br.dellaguna/files/Downloads/Plano-de-Combate-ao-Lixo-no-Mar-20.03-FINAL.pdf> Acesso em: 05/03/2023.

CASAGRANDE, N. M. 2018. 113f. Inclusão dos Impactos dos Resíduos Plásticos no Ambiente Marinho em Avaliação de Ciclo de Vida. Dissertação (Dissertação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

CERRI NETO, M.; FERREIRA, G. C. Poluição: Incompatibilidade entre conceitos legal e técnico, **Geociências**, v. 28, n. 2, p.165-180, 2009. Disponível em: https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/28_2/Art%20005_Cerri%20Neto.pdf Acesso em: 23/07/2023.

CIPRO, C. V.; MONTONE, R. C.; BUSTAMANTE, P. Mercury in the ecosystem of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica: Occurrence and trophic distribution, **Marine Pollution Bulletin**, v. 114, n. 1, p. 564-570, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.09.024>.

CONVENÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O DIREITO DO MAR (CNUDM). 1995. Disponível em:
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/anexo/and99165-90.pdf Acesso em: 23/07/2025.

DUARTE, L. C. B. Política Externa e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Editora Zahar. 2003.

FERREIRA, M. B. M., & SALLES, A. O. T.. Política Ambiental Brasileira: Análise Histórico-Institucionalista Das Principais Abordagens Estratégicas. **Revista De Economia**, v. 42, n. 2, 2017.

FORD, H. V. et al. The Fundamental Links Between Climate Change and Marine Plastic Pollution. **Science of The Total Environment**, v. 806, part 1, p. 150392, 2022.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150392>

GUILLOT, J. D. Microplásticos: origens, efeitos e soluções. Parlamento Europeu, n. 20181116STO19217, 2018. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/topics/pt/article/20181116STO19217/microplasticos-origens-efeitos-e-solucoes> Acesso em: 22/05/2023.

IVAR DO SUL, J. L.; COSTA, M. F. Marine debris review for Latin America and the Wider Caribbean Region: From the 1970s until now, and where do we go from here?. *Marine Pollution Bulletin*, v. 54, n. 8, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.05.004>

KRISHNAMURTHY, J. et al. Neurological symptoms associated with oil spill response exposures: Results from the Deepwater Horizon Oil Spill Coast Guard Cohort Study, *Environment International*, v. 131, p. 104963, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.104963>.

LIMA, M. K. S.; VASCONCELOS FILHO, J. I. F.; FREITAS, R. M.; FEITOSA, C. V. Pesca Fantasma: uma Síntese das causas e consequências nos últimos 15 anos. *Arq. Ciênc. Mar*, Fortaleza, v. 52, n. 2, p. 98 – 114, 2019.

LIM, M. W.; LAU, V.; POH P. E. A comprehensive guide of remediation technologies for oil contaminated soil — Present works and future directions, *Marine Pollution Bulletin*, v.109, n.1, p. 14–45, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.04.023>

MOON, P. Poluição por metais pesados já atinge vida marinha remota, mostra estudo. *Jornal da USP*, 19/03/2018. Disponível: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-ambientais/poluicao-por-metais-pesados-atinge-vida-marinha-remota-mostra-estudo/>

ONU, Organização das Nações Unidas (2019). Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

PORTO, G. E. L. Responsabilidade pela Poluição Marinha. R. CEJ, Brasília, n. 12, p. 51–57, set./dez. 2000. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/211927357.pdf>.

PRABOWO, A. R.; BAE, D. M. Environmental risk of maritime territory subjected to accidental phenomena: Correlation of oil spill and ship grounding in the Exxon Valdez's case, *Results in Engineering*, v. 4, p.100035, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2019.100035>.

RIBEIRO, W. C. *A Ordem Ambiental Internacional*. 2^a Edição. São Paulo: Contexto, 2010.

SAITO, H. Congenital Minamata disease: a description of two cases in Niigata, *NeuroToxicology*, v. 81, p. 360–363, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2020.09.030>.

SAVOCA, M. S.; MCINTURF, A. G.; HAZEN, E. L Plastic ingestion by marine fish is widespread and increasing. *Global Change Biology*, v. 27, p.2188–2199, 2021.

SCIENCE 20. Science for global Transformation. Disponível em:
<https://s20brasil.org/sobre/sobre-o-s20/> (2019)

SCHWALB, P.; KÖPPEL, S.; KÖNIGSHOFER, P.; BUCSICS, T.; TRAUNER, M.; REIBERGER, T.; LIEBMANN, B. Detection of Various Microplastics in Human Stool: A Prospective Case Series. *Ann Intern Med.* 2019 Out 1, v.171, n.7, p.453-457, 2019.
<https://doi.org/10.7326/m19-0618>

TURRA, A.; NEVES, A. M.; PANARELLI, A. M.; ELLIFF, C. I.; ROMANELLI, M. F.; MANSOR, M. T., ANDRADE, M. M.; GRILLI, N. M.; CARDOSO, O. A.; ZANETTI, R.; SCRICH, V. M. **Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar do Estado de São Paulo.** Primeira edição. São Paulo: PEMALM, 72 p.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Regional Seas Strategic Directions 2022–2025.** UNEP, 2021.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT ASSEMBLY OF THE UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Aniversário da Convenção de Minamata marca combate ao mercúrio tóxico no mundo. 2021.** Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/aniversario-da-convencao-de-minamata-marca-combate-ao-mercurio> Acesso em: 24/03/2024.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Resolution Adopted by the United Nations Environment Assembly on 2 March 2022.** UNPE, EA. 5, Res.14, 2022.

VILA NOVA, F. V. P.; TORRES, M. F. A. Avaliação Ambiental em Unidades de Conservação: estuário do rio Maracaipe, Ipojuca/PE, Brasil. **Revista de Geografia (UFPE)** v. 29, n. 3,p. 199–224, 2012. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/351733615_PKSPUBLIC KNOWLEDGE PROJECT AVALIACAO AMBIENTAL EM UNIDADES DE CONSERVACAO ESTUARIO DO RIO MARACAIPE IPOJUCA-PE BRASIL Acesso em: 18/05/2023.

VILA NOVA, F. V.a P.; SILVA, A. C. G. A Vida, no Mar ou na Terra, Depende Deles: os manguezais! **Revista CEDEPEM**, v. 1, n.1, p. 12–15, 2021. Disponível em:
https://wp.ufpel.edu.br/cedepem/files/2023/07/Nova_da_Silva.pdf Acesso em: 14/04/2024.

VOZZA, D. **Historical Pollution and the Future of the Environment: The Care of «Our Common House» Through Green Corporations.** Environmental Ethics and Sustainable Development, 2018. Disponível em:
<https://corporatesocialresponsibilityblog.com/2018/02/26/historical-pollution/> Acesso em: 14/06/2024

WANG, Y.; LIU, D.; XIAO, W.; ZHOU, P.; TIAN, C.; ZHANG, C.; DU, J.; GUO, H.; WANG, B. Coastal eutrophication in China: Trend, sources, and ecological effects. *Harmful Algae*, v. 107, p.102058, 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.hal.2021.102058>.

WEELS, P. G. The iconic Torrey Canyon oil spill of 1967 – Marking its legacy, *Marine Pollution Bulletin*, v. 115, n. 1–2, p. 1-2, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.12.013>.

WESTON, J. N. J.; CARRILLO-BARRAGAN, P.; LINLEY, T. D.; REID, W. D. K.; JAMIESON, A. J. New species of *Eurythenes* from hadal depths of the Mariana Trench, Pacific Ocean (Crustacea: Amphipoda). *Zootaxa*, v. 4748, n. 1, p. 163–181, 2020.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4748.1.9>

ZHOU, Q.; WANG, S.; LIU, J.; HU, X.; LIU, Y.; HE, X.; WU, X. Geological Evolution of Offshore pollution and its Long-term Potential Impacts on Marine Ecosystems. *Geoscience Frontiers*, v. 13, p.10147, 2022.
<https://doi.org/10.1016/j.gsf.2022.101427>



Fonte: @pexels/Canva