



Lixo nos mares: origens e impactos na biodiversidade

Francisco Joéliton dos Santos Bezerra^{1*}  Andrea Varella Teixeira²  & Andressa de Araújo Silva² 

¹ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília-DF, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília-DF, Brasil

Recebido 16 dezembro 2024 / Aceito 4 fevereiro 2025

Resumo

O artigo aborda a problemática do lixo nos mares, salientando suas origens e os principais materiais encontrados, como microplásticos e equipamentos de pesca descartados. Além disso, discute os impactos negativos na biodiversidade marinha e suas implicações para a saúde humana, destacando como o lixo afeta desde os menores organismos marinhos até o topo da cadeia trófica. Destaca-se a urgência de uma gestão de resíduos eficiente e a implementação de políticas públicas sólidas, essenciais para combater a poluição nos mares. O estudo analisa também a legislação brasileira atual sobre resíduos, identificando lacunas e a necessidade de reformas urgentes. Conclui-se evidenciando a importância de medidas imediatas para mitigar a contaminação por plásticos e outros resíduos nos mares, e se ressalta o papel crucial da participação da comunidade na educação ambiental e dos formuladores de políticas para o enfrentamento deste desafio de escala global.

Palavras-chave: Mar, plástico, lixo, biodiversidade.

Abstract – Garbage in the seas: origins and impacts on biodiversity

The article addresses the problem of marine litter, highlighting its origins and the main materials found, such as microplastics and discarded fishing gear. It also discusses the negative impacts on marine biodiversity and its implications for human health, highlighting how litter affects everything from the smallest marine organisms to the top of the food chain. It highlights the urgency of efficient waste management and the implementation of solid public policies, which are essential to combat marine pollution. The study also analyzes current Brazilian legislation on waste, identifying gaps and the need for urgent reforms. It concludes by highlighting the importance of immediate measures to mitigate contamination by plastics and other waste in the oceans and highlights the crucial role of community participation in environmental education and of policymakers in addressing this global challenge.

Key words: Sea, plastic, garbage, biodiversity.

Resumen - Basura en los mares: orígenes e impactos en la biodiversidad

El artículo aborda el tema de la basura en los mares, destacando sus orígenes y los principales materiales encontrados, como microplásticos y equipos de pesca desechados. Además, analiza los impactos negativos sobre la biodiversidad marina y sus implicaciones para la salud humana, destacando cómo la basura afecta a todos, desde los organismos marinos más pequeños hasta la cima de la cadena alimentaria. Se destaca la urgencia de una gestión eficiente de los residuos y la implementación de políticas públicas sólidas, esenciales para combatir la contaminación en los mares. El estudio también analiza la actual legislación brasileña sobre residuos, identificando lagunas y la necesidad de reformas urgentes. Concluye destacando la importancia de medidas inmediatas para mitigar la contaminación por plásticos y otros desechos en los mares, y destaca el papel crucial de la participación comunitaria en la educación ambiental y los formuladores de políticas para enfrentar este desafío a escala global.

Palabras clave: Mar, plástico, basura, biodiversidad.

Introdução

A forma como a sociedade faz uso do ambiente, seus costumes e seus hábitos se dá através de sua cultura. Esta, por sua vez, sofre grande influência do sistema socioeconômico em que a sociedade global se organiza atualmente, a qual se baseia principalmente nas relações de consumo de bens e serviços entre diferentes indivíduos, comunidades e nações. Boa parte dos impactos ambientais negativos se origina do consumo desenfreado de produtos, os quais não só consomem recursos naturais, mas também geram resíduos, popularmente conhecidos por lixo (Bellini & Mucelin, 2008).

Lixo pode ser conceituado como “*os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis*” (Jardim & Wells, 1995). Mais especificamente, este artigo abordará questões relacionadas ao lixo nos mares. Este, por sua vez, é definido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente como “*qualquer material sólido duradouro, manufaturado ou processado, que tenha sido descartado, abandonado ou eliminado pelo Homem em ambiente costeiro ou marinho*” (United Nations Environment Programme (UNEP, 2011).

O lixo presente nos ambientes aquáticos dulcícolas e marinhos é motivo de crescente preocupação ambiental por afetar diretamente esses ecossistemas em todo o mundo. Este artigo busca explorar a origem e os impactos deste problema na biodiversidade marinha. O lixo presente no ecossistema marinho, composto por uma variedade de materiais como plásticos, metais, vidros e outros detritos, muitas vezes tem origem em atividades terrestres e é transportado para os oceanos através de rios, ventos e escoamento de águas pluviais. Uma vez nesse ambiente, esses resíduos não só causam danos visuais às praias e paisagens costeiras, mas também representam uma ameaça significativa para a vida marinha.

Desde a ingestão de microplásticos por pequenos organismos até o emaranhamento de animais maiores em redes de pesca abandonadas, o lixo marinho afeta uma vasta gama de espécies (Stelfox *et al.*, 2016; Lima *et al.*, 2019; Macfadyen *et al.*, 2009; Agamuthu, 2019). Este artigo analisa a trajetória do lixo desde sua origem até sua destinação final inadequada que impacta severamente os ecossistemas marinhos; destaca-se ainda a importância de políticas públicas e conjugação de esforços necessários para uma gestão eficiente desses resíduos.

No Brasil, a legislação federal que dispõe sobre resíduos sólidos e lixo nos mares e oceanos é composta pelas leis nº 6.938¹, nº 11.445² e nº 12.305³, pelo Decreto nº 2.742⁴ de 1998, e pelo Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar, lançado pelo governo em 2019 e aprovado pela Portaria MMA⁵ nº 209 de 2019. Contudo, grande parte das diretrizes estabelecidas não são seguidas em razão das dificuldades encontradas por estados e municípios em formular e implementar a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Maiello *et al.*, 2018) e, ainda, as ações propostas pelo Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar foram em sua maioria abandonadas pelo Estado (Werneck, 2022).

O presente artigo objetiva analisar o problema do lixo nos mares dentro do panorama nacional, procurando descrever aspectos relacionados à sua origem e seus impactos nos ecossistemas e na biodiversidade marinha, com destaque para os petrechos de pesca perdidos, abandonado ou descartados.

Material e Métodos

Metodologia e coleta de dados

A metodologia empregada na elaboração do artigo intencionou avaliar sem marco temporal amplo espectro de produções bibliográficas especializadas (artigos científicos avaliados por pares ou não), literatura cinza (livros, dissertações, teses e trabalhos publicados em anais de eventos nacionais ou internacionais) e legislação correlata. Utilizaram-se alguns portais eletrônicos na busca de trabalhos científicos relacionados ao tema. Alguns dos termos-chaves utilizados nestes portais de pesquisa foram: “pesca fantasma”, “derelict fishing gear”, “plástico no mar”, “microplástico no mar”, “petrechos de pesca perdido, abandonado ou descartado” e “lixo no mar”. Partindo-se da leitura crítica das diversas fontes de pesquisa (livros específicos sobre a matéria, artigos de revistas científicas, sites de instituições relacionadas ao tema ambiental, sites de órgãos públicos,

¹ Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

² Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, o que inclui manejo de resíduos sólidos.

³ Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

⁴ Promulga o Protocolo ao Tratado da Antártida sobre Proteção ao Meio Ambiente.

⁵ Ministério do Meio Ambiente.

bem como no sites Google Acadêmico, Semantic Scholar, Periódicos Capes e Scielo), discorreu-se sobre as origens do lixo nos mares, tendo como foco, mas não exclusivamente, os plásticos e os microplásticos no ambiente marinho, os impactos destes resíduos na pesca e na biodiversidade marinha como um todo, abordando os petrechos de pesca perdidos, abandonados ou descartados para então estabelecer os resultados desse apanhado científico sobre o problema do lixo no mar.

Resultados e Discussão

A origem do lixo no mar no Brasil

O lixo nos mares representa, na atualidade, uma grave ameaça aos ecossistemas marinhos e costeiros a nível global (Hasnat & Rahman, 2018; Secretariat of the Convention on Biological Diversity [CBD], 2012).

O Brasil, país costeiro com mais de 8500 km de costa e Zona Econômica Exclusiva (ZEE) com área oceânica aproximada de 3,6 milhões de km², com tamanho equivalente a cerca de 40% do território brasileiro, também sofre severos impactos ocasionados pela presença desse lixo nos mares, com reflexos nocivos na biodiversidade marinha (Grechinski, 2020; Scoton, 2021).

Nos 17 estados costeiros brasileiros e nos 443 municípios abrangidos pela faixa terrestre da zona costeira do País citados na Portaria MMA 34/2021 residem a grande maioria da população brasileira – cerca de 80% vivem numa faixa situada até 200 km do litoral (Figura 2). Desta forma, isso representa uma imensa pressão no ambiente marinho brasileiro relacionada aos resíduos sólidos; mesmo que ainda exista oferta de serviços públicos de coleta domiciliar de resíduos e de serviços de limpeza pública (varrição de ruas etc.) preconizados na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) ainda é frequente a presença de lixo no meio ambiente oriundo do descarte impróprio pela população e do gerenciamento inadequado desse resíduo (Cunha, 2020). Segundo Jambeck *et al.* (2015), somente no ano de 2010, as 192 nações costeiras geraram 275 milhões de toneladas de plásticos e estimaram que entre 4,8 e 12,7 milhões de toneladas desse tipo de resíduo entraram nos mares.

Estima-se que 80% do lixo plástico que atingem os mares são de origem terrestre (Figura 1) e 20% se originam das atividades que ocorrem no ambiente marinho (Petersen, 2020). Além disso, outros fatores contribuem para o aumento do lixo nesses ambientes, como as condições meteorológicas extremas - inundações repentinas ou furacões, e descarte inadequado do lixo pela população (Scoton, 2021). Uma vez nos mares, a retirada e a destinação adequadas desses resíduos se tornam muito mais desafiadoras.

Figura 1: Registro de lixo plástico em ambiente marinho



Os ambientes de zona costeira se apresentam como zonas de transição entre o continente e os oceanos e, devido a sua histórica ocupação pela humanidade, nela se desenvolvem atividades diversas que contribuem para um somatório de fontes para a origem desses resíduos plásticos que chegam aos oceanos devido à práticas inadequadas de gerenciamento, bem como pelo descarte incorreto (Petersen, 2020). Assim, apesar dos principais locais de entrada de resíduos serem as cidades costeiras e de baixas latitudes, seus danos não estão restritos a essas áreas e os impactos negativos geram reflexos em todos os ecossistemas marinhos (Conferência Nacional do Meio Ambiente [CNMA], 2013).

No Brasil, estudos têm sido conduzidos para compreender os impactos dos resíduos sólidos no nosso litoral. De acordo com Madureira *et al* (2017), que monitoraram o lixo encontrado em duas praias em Angra dos Reis/RJ, durante o inverno do ano de 2015 e o verão do ano 2016, revelou-se a predominância de itens de Actapesca (2025), 22., 130-139

plástico recolhidos, os quais representaram 51% e 53% do total de material encontrado, respectivamente no inverno e no verão.

No litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, Portz e Ivar do Sul (2011) encontraram plásticos em 42% das amostras estudadas nas praias do município de Xangri-Lá, seguido pelas pontas de cigarros (39%), durante 3 meses de monitoramento. As autoras concluíram ainda que os resíduos catalogados como sendo de fontes terrestres representaram a grande maioria (68%), e foram atribuídas principalmente aos usuários das praias. Os estudos conduzidos por Pinheiro *et al* (2021) revelaram que um terço dos itens capturados numa pescaria costeira era composto por lixo marinho, constituído principalmente por plásticos, sendo os sacos de plástico os mais comuns.

Em recente análise crítica ao Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar (Portaria MMA 209/2019), Lima e Coutinho (2024) concluíram que o plano não atingiu os objetivos estabelecidos; além disso, os autores concluíram também que durante os 04 (quatro) anos de vigência do Plano o volume de lixo no mar coletado representou apenas 0,0041% do total de resíduos sólidos despejados anualmente nas águas jurisdicionais marinhas Brasileira.

Por outro lado, através de Acordo de Cooperação Técnica (ACT 56/2023-MMA) firmado entre o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) e a Universidade de São Paulo (USP), referido Plano encontra-se em processo de revisão, sendo previsto também nesse ACT a elaboração de uma Estratégia Nacional de Prevenção e Combate ao Lixo no Mar, com foco na poluição por plástico, denominada Estratégia Nacional Oceano sem Plástico (ENOP). Isso revela o empenho do Governo brasileiro no enfretamento dessa problemática ambiental.

Plásticos e microplásticos

Plásticos*⁶ são materiais polímeros constituídos por macromoléculas e podem ser naturais ou sintéticos, e têm inúmeras funções para a sociedade moderna, sendo utilizados nos mais diversos setores da economia para a produção de bens de consumo materiais (Carvalho, 2022; Olivatto *et al*, 2018).

Entretanto, apesar da grande diversidade de aplicações, os plásticos se tornaram motivo de grande preocupação relacionada à área ambiental em razão da grande quantidade de resíduos gerados, que são descartados em geral de forma inadequada e acabam por gerar poluição, em especial nos oceanos e zonas costeiras (Olivatto *et al*, 2018).

O plástico, através de processos de degradação gera partículas cada vez menores até formar o que é conhecido por microplástico, que são minúsculos pedaços de plástico com dimensão inferior a 5mm (cinco milímetros), e que podem se quebrar em pedaços ainda menores, denominados por alguns autores como nanoplasticos (Caixeta *et al.*, 2018; Agamuthu, 2018). Microplásticos podem ser classificados em duas categorias: primários, aqueles que já foram fabricados em tamanho microscópico e secundários, que são resultado da degradação de plásticos de maiores dimensões que foram descartados (Carvalho, 2022; Olivatto *et al*, 2018).

Estas partículas de resíduos plásticos que não tiveram o tratamento adequado são um grave problema ambiental, dado que seu tamanho diminuto permite sua distribuição nas mais diversas áreas geográficas e em vários os níveis da cadeia trófica, sendo um fator de degradação de importância significativa de ecossistemas (Akbari *et al.*, 2024; Chae & An, 2017; Cabral, 2014).

Dixon & Horton (2017) em sua revisão citam que a poluição por microplástico é disseminada globalmente permeando a terra, a água e o ar, motivo pelo qual propõem novo conceito chamado de ciclo do plástico no intuito de compreender melhor os processos influenciadores dos fluxos e retenções desses microplásticos entre e através das diferentes matrizes ambientais.

Segundo Lange *et al* (2022), em estudos sobre microplásticos conduzidos na costa brasileira, os microplásticos são abundantes nos ecossistemas marinhos da nossa costa e os reais impactos são ainda desconhecidos, demandando esforços científicos para estimar as consequências nos curto e longo prazos. O cenário atual da pesquisa com microplásticos em ambientes costeiros nacionais foi avaliado em ampla revisão conduzida por Escrobot *et al* (2024), que consideraram também regiões estuarinas, manguezais e recifes, ambientes ainda não relatados em revisões anteriores. Os autores encontraram que as principais fontes de origem do microplástico são turismo, pesca e descarga fluvial, e sua dispersão para ambientes remotos e praias menos urbanizadas acontece pela ação de ondas e ventos.

* São exemplos de materiais plásticos: tereftalato de etileno (PET), polietileno de alta densidade (PEAD), policloreto de vinila (PVC), polipropileno (PP) e poliestireno (PS). (Olivatto *et al*, 2018).

Impactos da atividade pesqueira e aquícola

As atividades de pesca e de aquicultura merecem especial atenção uma vez que são importantes geradoras de resíduos sólidos (Figura 2) no ambiente aquático, notadamente petrechos de pesca (Apete *et al.*, 2024; Consoli *et al.*, 2018; Turra *et al.*, 2020). Estes itens são confeccionados por materiais sintéticos de alta resistência e, uma vez à deriva nos oceanos, causam severos impactos aos organismos aquáticos. Um desses impactos é a chamada pesca fantasma, expressão usada para definir a mortalidade não-intencional de organismos aquáticos provocada por esses artefatos de pesca que continuam com sua função de captura ativa (Brown *et al.*, 2005; Macfadyen *et al.*, 2009).

Por motivos diversos, os petrechos de pesca perdidos, abandonados ou descartados nos mares – PPPAD, ou na sigla em inglês DFG (derelict fishing gear) ou ALDFG (*Abandoned, Lost or Discarded Fishing Gear*) (Macfadyen *et al.*, 2009; Richardson *et al.*, 2018) constituem-se numa das maiores ameaças que incidem sobre os animais marinhos. Ainda segundo Macfadyen *et al.* (2009), cerca de 10% das artes de pesca são perdidas durante as operações de pesca, de tal forma que onde quer que ocorra a atividade pesqueira, inevitavelmente haverá PPPAD.

Os PPPAD podem ocorrer em diferentes níveis de profundidade, desde águas rasas com menos de 1m até águas profundas com mais de 900m (Lively & Good, 2018). Contudo, explicam os autores que estes aparelhos estão mais concentrados na costa e também nos sistemas de circulação oceânica. De forma genérica, os fatores que contribuem para a ocorrência de PPPAD são bastante variados (Viana *et al.*, 2021).

Estudos conduzidos por Barbosa-Filho (2020) concluíram que há interesse por parte dos pescadores artesanais brasileiros em solucionar problemas socioambientais; os autores demonstram também a existência de potencial de parcerias entre esses atores sociais e o poder público na contenção da pesca fantasma. Neste estudo, os pescadores demonstraram conhecimento detalhado relacionado à perda de redes de pesca no ambiente marinho local.

Figura 2: Registro de uma fonte de poluição marinha gerada pela pesca artesanal. Pneus amarrados em blocos que serão lançados ao mar para funcionar como atrator artificial de peixes. Praia, no município de Aquiraz, Ceará.



Em recente trabalho, Coutinho e Cavalcante (2021) mapearam ações, programas e projetos nacionais e internacionais que visam a coleta, o descarte e a reinserção dos PPPAD em uma nova cadeia produtiva. Além de identificar os atores sociais envolvidos, os autores concluíram que as ações mapeadas possuem caráter voluntário e nenhuma busca a responsabilização dos donos ou fabricantes pelos petrechos de pesca abandonados, perdidos ou descartados.

De acordo com Lima *et al.*, (2019), a rede de emalhar é o principal PPPAD revelado para ambientes marinhos brasileiro.

Por fim, Viana *et al.* (2021) destacam que os impactos gerados por PPPAD alcançam as três vertentes do desenvolvimento sustentável: social, econômica e ambiental. E, além de agravarem a poluição por macro e micro plástico na ótica ambiental, estes petrechos perdidos geram, através da pesca fantasma, mortalidade ou lesões graves na fauna marinha.

Impactos do lixo no ecossistema marinho

Os habitats marinhos enfrentam crescentes impactos causados pelo lixo que chegam nesses ecossistemas, com uma incidência progressiva de ingestão e emaranhamento por parte da fauna aquática residente. O emaranhamento e a ingestão desse lixo marinho podem ser fatais para os animais, contudo podem também gerar uma série de consequências não-letais ao comprometer a capacidade de capturar e digerir alimentos,

diminuir a sensação de fome, reduzir a chance de escape de predadores e de reprodução, bem como diminuir a condição corporal e comprometer a locomoção, incluindo a migração. A ingestão, particularmente de microplásticos, também é preocupante, pois pode fornecer um caminho para o transporte de produtos químicos nocivos (CDB, 2012).

Devido à sua complexidade os impactos relacionados ao lixo nos mares têm sido estudados e avaliados sob diferentes perspectivas: (i) ecológica, (ii) ecotoxicológica, (iii) econômica e (iv) social (Galgani *et al.*, 2019).

Pesquisas conduzidas nos oceanos globalmente revelam a dimensão dos impactos causados pelos resíduos sólidos nos ecossistemas marinhos (Andrades *et al.*, 2018; Yu *et al.*, 2023; Elias, 2018). Tekman *et al.*, (2022) reportaram que na atualidade quase todos os grupos de espécies marinhas interagem poluição plástica, cujos efeitos negativos foram observados por cientistas em quase 90% das espécies avaliadas. Estudos conduzidos por Thiel *et al.*, (2018) no Sudeste asiático encontraram interações com lixo marinho em 97 espécies de vertebrados marinhos, registrando eventos de ingestão e emaranhamento para peixes, aves marinhas, tartarugas marinhas e mamíferos marinhos. Os autores também registraram a incorporação de plásticos em ninhos de aves marinhas como um tipo de interação.

Um tipo de resíduo, não biodegradável, e muito frequente nas praias e fundo do mar, são as bitucas de cigarro (Ribeiro *et al.* 2022; Torkashvand *et al.*, 2021; Yang *et al.* 2023). Devido à sua propriedade de reter substâncias tóxicas do fumo, um único filtro de cigarro pode contaminar mil litros de água (Torkashvand *et al.*, 2021). As bitucas de cigarro são o segundo tipo de resíduo mais abundante nas praias (Andrades *et al.*, 2020) e são o segundo item mais prevalente no fundo do Mar Mediterrâneo em profundidades de até 30 metros (Consoli *et al.*, 2020). Estima-se que aproximadamente 1,2 milhões de toneladas de bitucas de cigarro sejam descartadas no meio ambiente anualmente e a expectativa, considerando o crescimento populacional, é que haja um incremento de 50% até 2025. A presença de numerosos compostos tóxicos, alguns carcinogênicos e mutagênicos, nas bitucas de cigarro trazem preocupação quanto à saúde ambiental, o que tem levado a um aumento de pesquisas sobre o tema nos últimos anos (Torkashvand *et al.*, 2021).

Alencar *et al.*, (2023) estimaram o volume de resíduos plásticos mal gerenciados anualmente no Brasil na ordem de 3,44 milhões de toneladas, representando aproximadamente 33,3% do plástico que entra no mercado interno; os estudos dos autores identificaram ainda que a Baía de Guanabara e o Rio da Prata são os principais condutores de lixo para os mares.

No livro “*Lixo nos Mares: do entendimento à solução*”, os autores reforçam a necessidade de ampliação da reciclagem, da coleta seletiva e da logística reversa para diminuir a poluição nos oceanos (Turra *et al.* 2020).

No presente trabalho, o padrão científico observado revela que a caracterização dessa aguda poluição marinha gerada pelos resíduos sólidos está bastante documentada através de publicações no mundo inteiro. Portanto, o conhecimento científico acumulado mostra cenário preocupante que aponta a necessidade de ações urgentes para enfrentar essa crescente crise ambiental no ambiente marinho. Assim, urge o estabelecimento de ações concretas através de políticas a nível global para interromper e mitigar os impactos negativos causados no ecossistema marinho e sua fauna.

O aperfeiçoamento de instrumentos legais internacionais bem como a elaboração e implementação de normas específicas nacionais promotoras de um oceano mais limpo e sustentável requer ampla união de esforços e articulação global com responsabilidades compartilhadas entre as nações.

Por fim, internamente, aponta-se a necessidade de maior articulação entre os entes federativos para implementação efetiva da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12305), bem como da futura Estratégia Nacional de Prevenção e Combate ao Lixo no Mar, cujo foco se dará na poluição por plástico, denominada Estratégia Nacional Oceano sem Plástico (ENOP). Esforços devem ser feitos pelos órgãos públicos, entes privados e sociedade civil organizada na gestão dos resíduos sólidos desde a origem até a destinação final, incluindo a aplicação da economia circular, destinação adequada, educação ambiental, redução de geração e desperdício e, principalmente, a utilização de material biodegradável na medida do possível.

Referências

- Agamuthu P. (2018). Marine debris, plastics, microplastics and nano-plastics: What next? *Waste Management & Research*, 36(10):869-871. doi: [10.1177/0734242X18796770](https://doi.org/10.1177/0734242X18796770)
- Agamuthu, P., Mehran, S., Norkhairah, A. & Norkhairiyah, A. (2019). Marine debris: A review of impacts and global initiatives. *Waste Management & Research*, 37(10):987-1002. <https://doi.org/10.1177/0734242X19845041>

- Akbari, A., Taghavi, K. & Jaafari, J. (2024). Sources of Microplastics in the Environment and Human Exposure Routes: A Review. *Caspian Journal of Health Research* 9(3):163-176. <https://cjhrgums.ac.ir/article-1-379-en.html>
- Alencar, M. V., Gimenez, B. G., Sasahara, C., Elliff, C. I., Velis, C. A., Rodrigues, L. S., ... & Turra, A. (2023). Advancing plastic pollution hotspotting at the subnational level: Brazil as a case study in the Global South. *Marine Pollution Bulletin* 194(Pt B):115382. doi: [10.1016/j.marpolbul.2023.115382](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115382)
- Andrades, R., Santos, R. G., Joyeux, J. C., Chelazzi, D., Cincinelli, A. & Giarrizzo, T. (2018). Marine debris in Trindade Island, a remote island of the South Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 37:180-184. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.10.003>
- Andrades, R., Pegado, T., Godoy, B. S., Reis-Filho, J. A., Nunes, J. L. S., Grillo, A. C., & Giarrizzo T. (2020). Anthropogenic litter on Brazilian beaches: Baseline, trends and recommendations for future approaches. *Marine Pollution Bulletin*, 151:110842. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110842>
- Apete, L., Martin, O. V. & Iacovidou, E. (2024). Fishing plastic waste: Knowns and known unknowns. *Marine Pollution Bulletin*, 205:116530. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116530>.
- Barbosa-Filho, M. L. V., Seminara, C. I., Tavares, D. C., Siciliano, S., Hauser-Davis, R. A. & Mourão, J. S. (2020). Artisanal fisher perceptions on ghost nets in a tropical South Atlantic marine biodiversity hotspot: Challenges to traditional fishing culture and implications for conservation strategies. *Ocean & Coastal Management*, 192:105189. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105189>
- Bellini, M. & Mucelin, C. A. (2008). Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. *Sociedade & Natureza*, 20 (1): 111-124. <https://doi.org/10.1590/S1982-45132008000100008>
- Brasil. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 2 set 1981.
- Brasil. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. *Diário Oficial União*, Brasília, DF, 8 jan. 2007.
- Brasil. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 3 ago. 2010.
- Brasil. Portaria nº 209, de 22 de março de 2019. Aprova o Plano Nacional para Combate ao Lixo no Mar. *Diário Oficial da União*. Seção 1, nº 59, quarta-feira, 27 de março de 2019. p. 33.
- Brasil. Portaria MMA nº 34, de 2 de fevereiro de 2021. Aprova a listagem atualizada dos municípios abrangidos pela faixa terrestre da zona costeira brasileira; *Diário Oficial da União, seção 1*, Edição 23.
- Brown, J., Macfadyen, G., Huntington, T., Magnus, J. & Tumilty, J. (2005). Ghost Fishing by Lost Fishing Gear. Final Report to DG Fisheries and Maritime Affairs of the European Commission. Fish/2004/20. *Institute for European Environmental Policy/Poseidon Aquatic Resource Management Ltd joint report*. <https://ieep.eu/publications/ghost-fishing-by-lost-fishing-gear/>
- Cabral, F. C. (2014). *Microplásticos no ambiente marinho: mapeamento de fontes e identificação de mecanismos de gestão para minimização da perda de pellets plásticos*. [Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo]. (<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21134/tde-30032015-150240/pt-br.php>).
- Caixeta, D. S., Caixeta, F. C. & Menezes-Filho, F. C. M. (2018). Nano e microplásticos nos ecossistemas: impactos ambientais e efeitos sobre os organismos. *Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, v.15 n.27; p. 2018 19; DOI: 10.18677/EnciBio_2018A92
- Carvalho, A. L., Santos, B., Fernandes, H. H., Silva, I. G. & Nascimento, L. S. R. (2022). Microplásticos: conceito, impactos ambientais e principais métodos de extração. 25 pgs. 2022. <https://repositorio-api.animaeducacao.com.br/server/api/core/bitstreams/0e507fe1-56a2-4ca1-8900-226517bdb002/content>
- Chae, Y. & An, Y. (2017). Effects of micro- and nanoplastics on aquatic ecosystems: Current research trends and perspectives. Y. Chae, Y.-J. An / *Marine Pollution Bulletin* 124 (2017) 624–632. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.070>
- Conferência Nacional do Meio Ambiente - CNMA. (2013). 4ª, 2013, Brasília. *Vamos Cuidar do Brasil: 4ª Conferência Nacional do Meio Ambiente: Resíduos Sólidos*. Texto Orientador. Brasília, 2013, 2ª ed., 48 p;
- Actapesca (2025), 22., 130-139

- Consoli, P., Sinopoli, M., Deidun, A., Canese, S., Berti, C., Andaloro, F. & Romeo, T. (2020). The impact of marine litter from fish aggregation devices on vulnerable marine benthic habitats of the central Mediterranean Sea. *Mar Pollut Bull.* 152:110928. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110928>
- Consoli, P., Romeo, T., Angiolillo, M., Canese, S., Esposito, V., Salvati E., Scotti, G., Andaloro, F. & Tunesi, L. (2019). Marine litter from fishery activities in the Western Mediterranean sea: The impact of entanglement on marine animal forests. P. Consoli *et al. Environmental Pollution* 249 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.072>
- Coutinho, T. E. & Cavalcante, A. C. (2021). Revisão da literatura de ações nacionais e internacionais sobre o destino de petrechos de pesca, perdidos, abandonados ou descartados no mar. In: 12º *Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais*. 2021, ÁREA TEMÁTICA: Gestão Ambiental; São Paulo/SP, 6 a 8 de dezembro de 2021; <https://institutoventuri.org/ojs/index.php/FIRS/article/view/193>
- Cunha, E. J. N. S. (2020). *Lixo no mar e suas relações com ciência, tecnologia e sociedade*. [Dissertação de Mestrado. IFPR] Paranaguá: IFPR, 2020. Dissertação, 130 f. : il. ; 30 cm;
- Dixon, S. J. & Horton, A. A. (2017). Microplastics: An introduction to environmental transport processes. *WIREs Water*. 2017;e1268. <https://doi.org/10.1002/wat2.1268>
- Elias S.A. (2018). Plastics in the ocean. *Encyclopedia Anthropocene* 2018; 1: 133–149. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124095489105147?via%3Dihub>
- Escrobot, M., Pagioro, T. A., Martins, L. R. R., & Freitas, A. M. de. (2024). Microplastics in Brazilian coastal environments: a systematic review. *Revista Brasileira De Ciências Ambientais*, 59, e1719. <https://doi.org/10.5327/Z2176-94781719>
- Extrato de Acordo de Cooperação Técnica (ACT) N° 56/2023-MMA (DOU N° 30, quarta-feira, 14 de fevereiro de 2024, seção 3).
- Galgani, L., Beiras, R., Galgani, F., Panti, C. & Borja, A. (2019). Editorial: Impacts of Marine Litter. *Front. Mar. Sci.* 6:208. <https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2019.00208/full>
- Grechinski, P. (2020). Lixo no mar: um problema social. *Revista Mosaicos Estudos em Governança, Sustentabilidade e Inovação*. Curitiba, v. 2, n. 1, p. 30-43, 2020;
- Hasnat, A. & Rahman, M. A. (2018). A review paper on the hazardous effect of plastic debris on marine biodiversity with some possible remedies. *Asian J. Med. Biol. Res.* 2018, 4 (3), 233-241; <https://doi.org/10.3329/ajmbr.v4i3.38461>
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A.L., Narayan, R., & Law, K.L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347, 768 - 771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- Jardim, N. S.; Wells, C. (1995). (Org.). *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento integrado*. São Paulo: IPT: CEMPRE, 1995. https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/6-Lixo_Municipal_2018.pdf
- Lange, J. G. & De Alcântara, S. A. C. (2021). Microplastics in shallow coastal areas of Brazil: A review of sources, effects and main solutions pp. 211-221. In Gastescu, P., Bretcan, P. (edit, 2021), *Water resources and wetlands*, 5th International Hybrid Conference Water resources and wetlands, 8-12 September 2021, Tulcea (Romania), p.235. Available online at https://www.limnology.ro/wrw2020/proceedings/24_Lange.pdf
- Lima, M. K. S., Vasconcelos Filho, J. I. F., Freitas, R. M. & Feitosa, C. V. (2019). Pesca fantasma: uma síntese das causas e consequências nos últimos 15 anos. *Arquivo de Ciências do Mar. Fortaleza*, v. 52, n. 2, p. 98-114, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.32360/acmar.v52i2.41589>
- Lima, R. J. C. & Coutinho, R. (2024). The Brazilian National Plan to Combat Marine Litter: A critical assessment. *Marine Pollution Bulletin* 206 (2024) 116785. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116785>
- Lively, J. A., & Good, T. P. (2019). Ghost fishing. *World Seas: an Environmental Evaluation*, 183–196. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805052-1.00010-3>
- Macfadyen, G., Huntington, T. & Cappel, R. (2009). *Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear*. UNEP Regional Seas Reports and Studies N°. 185. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 523. Rome, UNEP/FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d7a3fc14-912f-4302-b706-7e39c34f41e0/content/i0620e.htm>

- Madureira, E. A. L.; Silva, A. L. C.; Macedo, A. V. & Gralato, J. C. A. (2017). Análise da composição, distribuição e origem do lixo nas praias oceânicas de Dois Rios e Lopes Mendes na Ilha Grande (Angra dos Reis, RJ). *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Congresso Nacional de Geografia Física*. Campinas, SP, p. 3015-3020. <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2182>
- Maiello, A., Britto, A. L. N. P. & Valle, T. F. (2018). Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Revista de Administração Pública*. Rio de Janeiro. 52(1): pgs. 24-51, jan. - fev. 2018. <https://doi.org/10.1590/0034-7612155117>
- Olivatto, G. P., Carreira, R., Tornisielo, V. L. & Montagner, C. C. (2018). Microplásticos: Contaminantes de preocupação global no antropoceno. *Revista Virtual Química*. Vol. 10. Nº. 6. p. 1968-1989. 2018. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20180125>
- Petersen, B. C. (2020). Interferência dos micro resíduos de plástico (microplásticos) no ecossistema marinho do rio grande do sul – BRASIL. *11º Fórum Internacional De Resíduos Sólidos*, Porto Alegre-RS, 21 a 24 de setembro de 2020. <https://institutoventuri.org/ojs/index.php/FIRS/article/view/145>
- Pinheiro, L. M., Junior, E. N., Denuncio, P. & Machado, R. (2021). Fishing plastics: A high occurrence of marine litter in surf-zone trammel nets of Southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 173 (2021) 112946. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112946>
- Portz, L., Manzolli, R. P. & Ivar do Sul, J. A. (2011). Marine debris on Rio Grande do Sul north coast, Brazil: spatial and temporal patterns. *Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management*. V. 11, n. 1, p. 41-48, 2011. <http://dx.doi.org/10.5894/rgci187>
- Ribeiro, V. V., Lopes, T. C., Amaral, S. P. M., Póvoa, A. A., Corrêa, V. R., De-la-Torre, G. E., Dobaradaran, S., Green, D. S., Szklo, A. S. & Castro, Í.B. (2022). Cigarette butts in two urban areas from Brazil: Links among environmental impacts, demography and market. *Environ Res*. 213:113730. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113730>
- Richardson, K., Asmutis-Silvia, R., Drinkwin, J., Gilardi, K. V., Giskes, I., Jones, G. P., O'Brien, K., Pragnell-Raasch, H., Ludwig, L., Antonelis, K., Barco, S. G., Henry, A. G., Knowlton, A. R., Landry, S., Mattila, D. K., MacDonald, K., Moore, M. J., Morgan, J., Robbins, J., Van der Hoop, J. M., & Hogan, E. (2019). Building evidence around ghost gear: Global trends and analysis for sustainable solutions at scale. *Marine pollution bulletin*, 138, 222-229. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.031>
- Scoton, S., Correa., G. C. & Pérez, D. V. (2021). A poluição oceânica por plástico e as políticas públicas brasileiras relacionadas ao objetivo de desenvolvimento sustentável 14. *Revista da Escola de Guerra Naval*, 27(3) 3, 537-574 (setembro/dezembro 2021). Rio de Janeiro: Escola de Guerra Naval. <https://www.portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/revistadaegn/article/view/4157>
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity and the Scientific and Technical Advisory Panel—GEF (2012). *Impacts of Marine Debris on Biodiversity: Current Status and Potential Solutions*. Montreal, Technical Series No. 67, 61. <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-67-en.pdf>
- Stelfox, M., Hudgins, J. & Sweet, M. (2016). A review of ghost gear entanglement amongst marine mammals, reptiles and elasmobranchs. *Marine Pollution Bulletin*. 111(1–2), 6-17. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.034>
- Tekman, M. B., Walther, B. A., Peter, C., Gutow, L. and Bergmann, M. (2022). Impacts of plastic pollution in the oceans on marine species, biodiversity and ecosystems, 1-221, WWF Germany, Berlin. <https://zenodo.org/records/5898684>
- Thiel, M., Luna-Jorquera, G., Álvarez-Varas, R., Gallardo, C., Hinojosa, I.A., Luna, N., Miranda-Urbina, D., Morales, N.A., Ory, N.C., Pacheco, A.S., Portflitt-Toro, M., & Zavalaga, C.B. (2018). Impacts of Marine Plastic Pollution From Continental Coasts to Subtropical Gyres—Fish, Seabirds, and Other Vertebrates in the SE Pacific. *Frontiers in Marine Science*. 5(238), 1-16 <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00238>
- Torkashvand, J., Godini, K., Jafari, A. J., Esrafil, A., & Farzadkia, M. (2021). Assessment of littered cigarette butt in urban environment, using of new cigarette butt pollution index (CBPI). *The Science of the total environment*. 769(144864). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144864>
- Turra, A., Santana, M. F. M., Oliveira, A. L., Barbosa, L., Camargo, R. M., Moreira, F. T. & Denadai, M. R. (2020). *Lixo nos Mares: do entendimento à solução*. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 2020. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/lixo-nos-mares-do-entendimento-a-solucao/>

- UNEP-United Nations Environment Programme (2011). Global Partnership on Waste Management. Marine Litter (ML). Work Plan for 2012-2016. 2011. <https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/global-partnership-plastic-pollution-and-marine-litter>
- Viana, D. L., Andrade, S. M. V., Lins, O. J. E; Hazin, F. H. V. (2021). Pesca fantasma e seus impactos invisíveis no Nordeste do Brasil; *Ciências do mar: dos oceanos do mundo ao nordeste do Brasil: bioecologia, pesca e aquicultura*: volume 2, cap 16/1. <https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br/secirm/files/publicacoes/ppgmar/CienciasdoMarVol2.pdf>
- Werneck, F. (2022). Programa federal de combate ao lixo no mar recolhe só 0,03% dos resíduos. O Eco.. Acesso em: [22 de novembro de 2023] <https://oeco.org.br/reportagens/programa-federal-de-combate-ao-lixo-no-mar-recolhe-so-003-dos-residuos/>
- Yu, R-S., Yang, Y-F. & Singh, S. (2023). Global analysis of marine plastics and implications of control measure strategies. *Front. Mar. Sci.* 10:1305091. doi: <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1305091>

Como citar o artigo:

Bezerra, F.J.S., Teixeira, A.V. & Silva, A.A.

Lixo nos mares: origens e impactos na biodiversidade