

Plásticos em ecossistemas costeiros brasileiros: ocorrência e impactos na fauna marinha

Plastics in Brazilian coastal ecosystems: occurrence and impacts on marine fauna

Plásticos en ecosistemas costeros brasileños: ocurrencia e impactos en la fauna marina

Recebido: 24/07/2022 | Revisado: 09/08/2022 | Aceito: 11/08/2022 | Publicado: 20/08/2022

Tális Pereira Matias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3565-0295>
Universidade Federal de Alfenas, Brasil
E-mail: talismatias12@gmail.com

Thayusky da Penha Correa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2636-5775>
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
E-mail: thayusky@gmail.com

Ana Maria da Costa de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0961-0211>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: viagasmao@gmail.com

Juliana Leonel

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1452-860X>
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
E-mail: juoceano@gmail.com

Resumo

Estudos que documentam os impactos causados pela poluição de plástico no oceano aumentam a cada ano. Muitos, porém, não descrevem ou pouco revelam sobre a ocorrência e os impactos aos ecossistemas costeiros e marinhos, sendo ainda mais reduzidos quando voltados para a região sul do Atlântico e à fauna marinha. Este fato revela desafios para pesquisadores na compreensão sobre os danos causados aos ecossistemas, ainda mais quando adicionadas a outras respostas que esses ecossistemas podem manifestar, a exemplo das mudanças climáticas antropogênicas, potencializando um grave problema global que pode estar sendo subestimado, evidenciando lacunas. Neste cenário, para identificar os principais impactos do plástico na fauna marinha brasileira e onde ocorreram, realizou-se uma revisão bibliográfica crítica sobre a ocorrência e os impactos já levantados pela poluição advindo de resíduos plásticos em diferentes ecossistemas costeiros e marinhos brasileiro. Foram selecionados 36 artigos que apontaram resíduos plásticos oriundos de atividades recreativas, pesca, e das atividades urbanas. Os impactos abrangeram grupos de vertebrados como aves, cetáceos, pinípedes, peixes, tartarugas e invertebrados. Os principais impactos para as comunidades marinhas foram por meio da ingestão de resíduos plásticos, além de poluição direta dos ambientes costeiros. Os resultados contribuem para um maior conhecimento dos efeitos em áreas costeiras e marinhas brasileiras. Por fim, reforça-se a importância da ampliação de estudos direcionados a quantificação, monitoramento e análises destes impactos ao ambiente costeiro e marinho.

Palavras-chave: Poluição marinha; Resíduos sólidos; Brasil; Oceano Atlântico Sul; Sustentabilidade.

Abstract

Studies documenting the impacts caused by plastic pollution in the ocean increase every year. Many, however, do not describe or reveal little about the occurrence and impacts on coastal and marine ecosystems, being even more reduced when facing the southern Atlantic region and marine fauna. This fact reveals challenges for researchers in understanding the damage caused to ecosystems, even more when added to other responses that these ecosystems can manifest, such as anthropogenic climate change, enhancing a serious global problem that may be being underestimated, showing gaps. Thus, our aims in this research were to identify the main impacts of plastic on the Brazilian marine fauna and where they occurred, for that, a critical bibliographic review was carried out on the occurrence and impacts already raised by pollution from plastic waste in different marine coastal ecosystems of the Brazilian coast. Thirty-six articles were selected that pointed out debris from recreational activities, fishing, and urban activities. The impacts covered seabirds, cetaceans, pinnipeds, fish, sea turtles and marine invertebrates. The main impacts to marine communities were through the ingestion of plastic debris, in addition to direct pollution of coastal environments. The results contribute to a better understanding of the effects on Brazilian coastal and marine areas. Finally, the importance of expanding studies aimed at quantification, monitoring and analysis of these impacts on the coastal and marine environment is reinforced.

Keywords: Marine pollution; Solid waste; Brazil; South Atlantic Ocean; Sustainability.

Resumen

Los estudios que documentan los impactos causados por la contaminación plástica en el océano aumentan cada año. Muchos, sin embargo, no describen o revelan poco sobre la ocurrencia e impactos sobre los ecosistemas costeros y marinos, siendo aún más reducidos cuando se enfrentan a la región del Atlántico sur y la fauna marina. Este hecho revela desafíos para los investigadores en la comprensión de los daños causados a los ecosistemas, más aún cuando se suma a otras respuestas que estos ecosistemas pueden manifestar, como el cambio climático antropogénico, potenciando un grave problema global que puede estar siendo subestimado, mostrando lagunas. Así, el objetivo de este trabajo fue identificar los principales impactos del plástico en la fauna marina brasileña y dónde ocurrieron, para eso se realizó una revisión bibliográfica crítica sobre la ocurrencia y los impactos ya planteados por la contaminación por residuos plásticos en diferentes ecosistemas costeros marinos del litoral brasileño. Se seleccionaron 36 artículos que señalaron desechos de actividades recreativas, pesca y actividades urbanas. Los impactos abarcaron grupos de vertebrados como aves marinas, cetáceos, pinnípedos, peces, tortugas marinas e invertebrados marinos. Los principales impactos a las comunidades marinas fueron a través de la ingestión de desechos plásticos, además de la contaminación directa de los ambientes costeros. Los resultados contribuyen a una mejor comprensión de los efectos en las áreas costeras y marinas brasileñas. Finalmente, se refuerza la importancia de ampliar los estudios encaminados a la cuantificación, seguimiento y análisis de estos impactos en el medio marino y costero.

Palabras clave: Contaminación marina; Residuos sólidos; Brasil; Océano Atlántico Sur; Sostenibilidad.

1. Introdução

O oceano é uma fonte de recursos fundamental para vida, manutenção dos ecossistemas e preservação da biodiversidade, além de ser responsável por prestar serviços ecossistêmicos fundamentais como geração de alimento, renda, equilíbrio climático, transporte, turismo e lazer. Além disso, ele possui também importante significado cultural e histórico para diversas comunidades ao redor do mundo (Costanza, 1999; Law, 2017). Entretanto, o oceano vem sofrendo com impactos antrópicos de diversos tipos, como poluição por efluentes domésticos e industriais, nutrientes, matéria orgânica, metais e resíduos sólidos, além de processos de acidificação e da sobrepesca (Hatje et al., 2021).

Dentre as distintas classes de resíduos sólidos que causam preocupação ambiental, destaca-se o plástico. Além de ser produzido em grande quantidade, a média atual de produção é de 400 milhões de toneladas por ano, há muitos problemas no gerenciamento e destinação adequada após o seu uso, que resultam na chegada às regiões costeiras e ao oceano onde causa danos à fauna (ingestão, sufocamento, emaranhamento, etc.) e consequentemente efeitos na biodiversidade marinha, também afeta o turismo e a pesca local que levam a problemas econômicos e sociais, e contribui para a dispersão de poluentes (adicionados durante a produção ou adsorvidos na sua superfície a partir do ambiente) (Rio, 2018; Silva et al., 2020a, 2020b).

Em função dos usos e descartes, assim como dos processos de transporte e dispersão, o plástico encontrado no ambiente ocorre de diferentes formas, que variam desde o seu tamanho (macro, meso, microplástico) até outras características específicas como formato, densidade, cor, composição e resistência mecânica. Estas variações afetam de forma e intensidade diferentes o ecossistema marinho e deveriam, portanto, ser avaliadas e discutidas nos processos de análise do ciclo de vida desses produtos e das políticas públicas que visem diminuir os danos gerados pelo plástico (Baia et al., 2020; Deanin, 1975; Lopes et al., 2020; Villarrubia-Gómez et al., 2018).

No Brasil, quarto maior produtor de plástico no mundo (Fundação Heinrich Böll, 2020), a ocorrência e os danos causados pelo plástico nos ecossistemas marinhos e costeiros brasileiros têm sido amplamente reportados (e.g.: Bugoni et al., 2001; Law, 2017; Baia et al., 2020). Fatores como dificuldades na implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), grande uso de plástico e ausência de gerenciamento adequado dos resíduos sólidos na maioria das cidades figuram entre os responsáveis pelos danos documentados. Além disso, é importante ressaltar que esses fatores também implicam em externalidades e conflitos com outras nações em função da propagação de resíduos e poluentes no mar para regiões mais distantes onde estes materiais não foram produzidos (Brasil, 2020; Costanza, 1999; Macedo et al., 2019; Sampaio & Santos, 2020; Zamora et al., 2020).

O Brasil apresenta uma zona costeira com cerca de 8.698 km de extensão, compreendendo 463 municípios no qual concentra-se mais de um quarto da população brasileira (26.6%) (IBGE, 2011). Há uma grande diversidade de praias, com variadas e características biodiversidade, e a importância destes ecossistemas abarca aspectos sociais, ambientais e econômicos fundamentais ao equilíbrio sustentável no país. Todavia, a pressão antrópica sobre estes ambientes pode comprometer a capacidade de homeostase destes ecossistemas incorrendo em danos ambientais irreversíveis (Amaral et al., 2016).

Da grande variedade de impactos e poluentes marinhos, a problemática do plástico no mundo vem despertando o interesse de vários autores (e.g.: Law, 2017; Villarrubia-Gómez et al., 2018) incluindo também o contexto atual provocado pela pandemia da Covid-19 em que se acentuam as preocupações acerca dos impactos decorrentes da intensificação do uso do plástico e as suas consequências socioambientais (Silva et al., 2020). Há uma necessidade de mapeamento dos principais impactos e efeitos associados ao plástico nos ecossistemas costeiros para que se compreenda onde há lacunas e desafios existentes. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo realizar um levantamento bibliográfico para avaliar os principais impactos do plástico na fauna marinha brasileira e onde ocorreram e, dessa forma, cooperar com o embasamento para discussões futuras, políticas públicas, estudos e ações de curto, médio e longo prazo.

2. Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho consiste em uma revisão bibliográfica sistemática, qualitativa e com abordagem dialética (Pereira et al., 2018) assim como o estudo e análise de documentos públicos disponíveis pelo Governo Federal do Brasil e instituições públicas do país, que abordem ou sirvam de embasamento para a discussão sobre a problemática do plástico nos ambientes costeiros, suas causas, perspectivas e impactos ambientais.

Para a sistematização da pesquisa as plataformas de busca utilizadas foram *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, *Scopus* e *Web of Science* fazendo uso dos termos-chave relacionados à poluição por detritos plásticos em ambientes marinhos (Tabela 1), com o objetivo de capturar apenas a literatura revisada por pares sobre este tópico indexado. As buscas foram realizadas entre os meses de janeiro a abril de 2021. Todos os termos foram utilizados conforme descrito no Tabela 1 sendo selecionados aqueles cujo título, resumo ou palavra-chave indicava que os estudos tratavam do tema proposto.

Tabela 1. Termos-chave usados para busca nas bases de dados *SciELO*, *Scopus* e *Web of Science*.

Termos plásticos	Termos ambientais	Limitação	Booleanos
Macroplastic	“coastal ecosystem”	Brazil	AND
Marine debris	“marine ecosystem”	Brazil	OR
Microplastic	marine pollution		
Plastic, *plastic*, plástico	“ecossistema costeiro*”		

Fonte: Autores.

Nesta pesquisa, foram considerados todos os artigos encontrados independentemente do ano de publicação, e para a discussão, foram incluídos apenas os trabalhos que abordassem sobre os impactos do plástico em ecossistemas marinhos ou a sua ocorrência na costa brasileira. Foram excluídos desta pesquisa trabalhos que apenas citassem o assunto, duplicatas ou que divergissem do tema aqui proposto.

Vinculada a revisão sistemática descrita, também foi realizada uma busca nas referências citadas nos artigos selecionados na revisão, sem intervalo de tempo definido, com o objetivo de trazer artigos mais relevantes para a discussão que

não foram encontrados nas plataformas de busca utilizadas nesta pesquisa. Estudos que não abrangiam o litoral brasileiro, sobre poluição sem relação a detritos plásticos ou em outros ecossistemas aquáticos fora do ambiente costeiro-marinho foram usados como critérios de exclusão sobre os artigos selecionados.

3. Resultados e Discussão

3.1 Panorama geral da revisão sistemática

As plataformas de busca selecionaram um total de 504 artigos dos quais 52 foram extraídos inicialmente baseados na leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves quando atendiam aos critérios delimitados na metodologia. Posteriormente, após leitura dos artigos, aqueles que não abordavam sobre os impactos ou sobre a ocorrência de plástico com dano real ou potencial aos ecossistemas costeiro-marinho brasileiros foram excluídos. Dessa forma, no final um total de 36 artigos atenderam aos critérios estabelecidos na metodologia (Tabela 1 e Tabela 2).

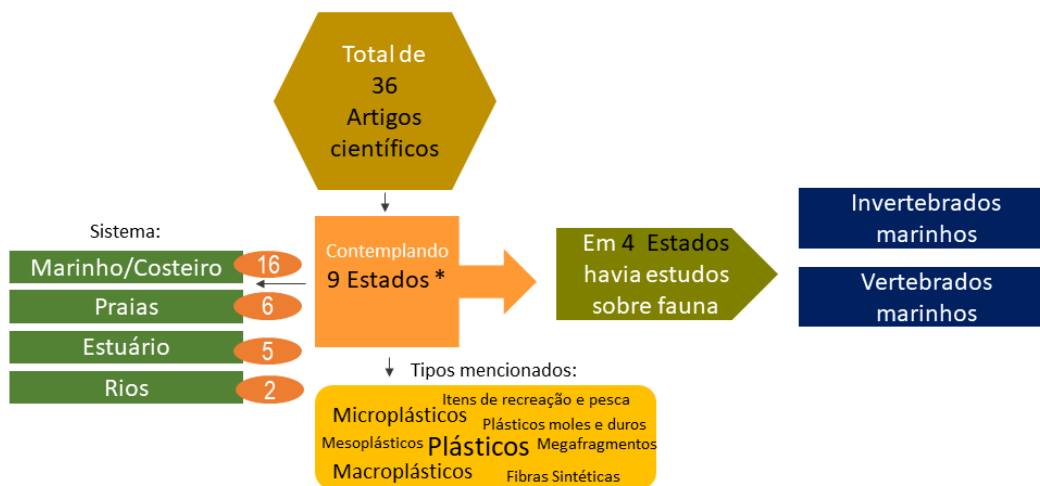
Tabela 2 – Resultados das buscas de dados no *SciELO*, *Scopus* e *Web of Science* para captura de literatura disponível de janeiro a abril de 2021.

Base de dados	Período	Resultados	Extraídos	Selecionados
SciELO	2001 a 2021	219	9	6
Scopus	Todos os anos	193	5	4
Web of Science	Todos os anos	92	38	26

Fonte: Autores.

Os trabalhos selecionados são estudos realizados em nove estados brasileiros (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Pernambuco, Paraíba e Ceará); sendo que não foram incluídos os estados citados pelos artigos de revisão sistemática. Todos os estados banhados pelo mar na região sul e sudeste tem pelo menos um estudo sobre impacto de plástico no ecossistema marinho, sendo que na região nordeste há estudos em apenas 3 dos 9 estados e nenhum estudo foi encontrado para a região norte (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma com detalhes dos resultados selecionados sobre os impactos.



Fonte: Autores.

3.2 Ocorrência de plásticos nos ambientes marinhos e costeiros do Brasil

As praias arenosas brasileiras fornecem bens e serviços socioeconômicos essenciais, como a pesca e o turismo, além de serem habitat para diversos organismos. A ocorrência cada vez maior e em maiores quantidades de plásticos encontrados nesses locais são uma ameaça à manutenção desses serviços ecossistêmicos e à diversidade marinha. Nos trabalhos encontrados, observou-se que, principalmente para os macroplásticos, nas regiões mais urbanizadas a quantidade de itens plásticos foi maior (Silva et al., 2016; Possato et al., 2015), além de estar associado também aos períodos do ano com maior intensidade das atividades turísticas (Silva et al., 2018; Leite et al., 2014; Portz et al., 2011). Outros fatores importantes para o aumento na quantidade de itens plásticos são a proximidade de áreas de drenagem/rios e a presença de portos (Possato et al., 2015).

Apesar de serem diversos os itens plásticos encontrados no ambiente costeiro, entre os macroplásticos, observou-se que embalagens de alimentos e bebidas (sacolas de compras, embalagens de alimentos, embalagens de doces, copos) destacam-se. Já entre os microplásticos, embora os fragmentos predominem em diversos trabalhos, as fibras têm ganhado destaque também (Monteiro et al., 2020). Há ainda casos especiais como os *pellets* em praias adjacentes aos portos e isopores em regiões pesqueiras (Possato et al., 2015). Além disso, fatores meteo-oceanográficos (ondas, correntes, marés, ventos, tempestades etc.) e a geologia litorânea (inclinação da costa, deriva litorânea etc.) contribuem para o padrão de distribuição e deposição de itens plásticos (Louro et al., 2017; Monteiro et al., 2020; Marin et al., 2019).

A origem destes materiais também é variada e pode depender das características locais. Por exemplo, um estudo realizado nas praias de Fernando de Noronha mostrou que as praias a barlavento eram mais contaminadas por plásticos, principalmente pellets, do que as praias a sotavento; isso sugere que fontes alóctones podem ser mais importantes para esse ambiente (Ivar do Sul et al., 2009). No entanto, um estudo mais recente e focado em microplásticos não encontrou diferenças entre as praias das duas regiões (Monteiro et al., 2000). Todavia, esse mesmo trabalho destacou o predomínio de fibras sintéticas, seguido de fragmentos, o que chama a atenção para os riscos destes resíduos para as espécies constituintes do ecossistema estudado (Monteiro et al., 2020).

Desta forma, a partir dos trabalhos discutidos, pode-se concluir que a problemática do plástico no ambiente costeiro e marinho deve ser trabalhada de forma a buscar a eliminação, ou ao menos uma redução, do volume de resíduos que entram no oceano, buscando medidas de gestão e Educação Ambiental em escalas global, regional e local para o combate aos impactos ambientais provocados pelo resíduo.

3.3 Impactos associados à fauna marinha costeira

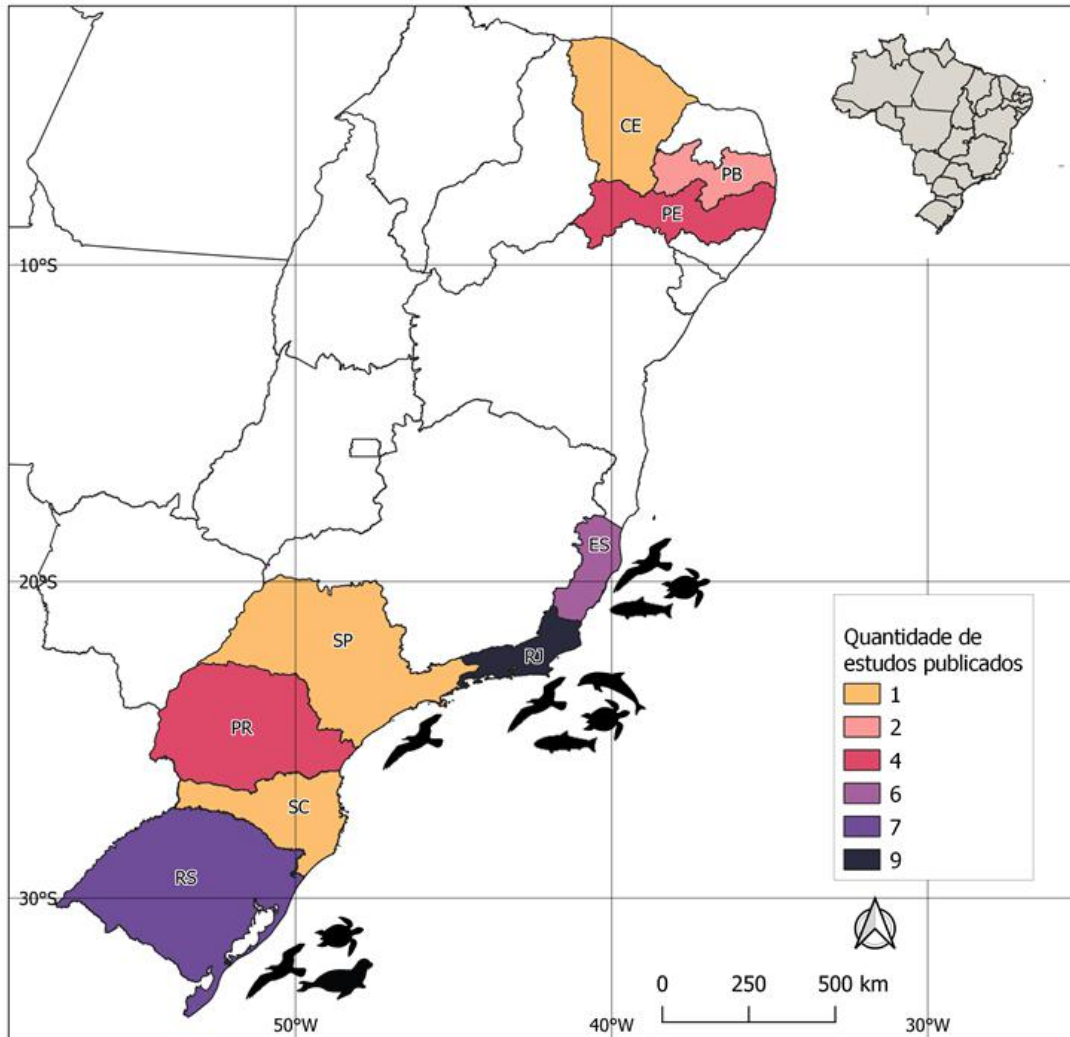
No mundo, há registros de ao menos 800 espécies afetadas por resíduos sólidos (Dias et al., 2016). Entre as causas de mortalidade de animais marinhos mais reportadas pelos artigos está o emaranhamento em redes de pesca e ingestão de resíduos plásticos (Winston, 1982; Derraik, 2002). Os estudos incluídos nesta revisão citaram vertebrados marinhos na sua maioria, apesar de invertebrados, como crustáceos, terem sido também objetos de investigações. Dos vertebrados citados, as tartarugas e as aves foram os tetrápodes mais estudados (Figura 2).

Nos estudos selecionados nesta revisão há relatos de ingestão de macro e micro plásticos por invertebrados e vertebrados (Di Benedetto & Awabdi, 2014; Castro & Araújo, 2018). A ingestão intencional ou acidental é um problema reportado para diversos animais encontrados nas praias (Tourinho & Fillmann, 2010), principalmente tartarugas da espécie *Chelonia mydas*, a tartaruga-verde (Silva et al., 2015). Os estudos relatam que a presença de plásticos no trato gastrointestinal pode causar obstrução e dar falsa sensação de saciedade, comprometendo a nutrição e debilitando os indivíduos podendo levá-los ao óbito (Bugoni & Petry, 2011; Jerdy et al., 2017).

A região costeira e áreas adjacentes compreendem um importante sítio de alimentação para os juvenis de tartarugas-verdes, como é o caso do litoral do Paraná (Guebert-Bartholo et al., 2011). Entretanto, mesmo em um dos maiores e mais bem preservados estuários do Brasil, o Complexo Estuarino de Paranaguá (Sá et al., 2006), a maioria dos resíduos sólidos coletados são itens plásticos (92,4%) onde os sacos plásticos são a maioria (29%) dentre os itens amostrados (Possato et al., 2015). As consequências ecológicas disso são refletidas em estudos de conteúdo estomacal que reportam uma maior frequência de ocorrência de sacos de plástico em conteúdo estomacal de tartarugas-verdes (Guebert-Bartholo et al., 2011).

Sabe-se que a biodiversidade marinha está ameaçada perante os problemas de gestão de resíduos sólidos, que no Brasil, ainda carece de melhorias. Poli et al. (2015) estudou a ocorrência e efeitos da ingestão de plásticos por tartarugas marinhas encontradas no estado da Paraíba, de agosto de 2009 até julho de 2010, chegando a resultados que mostraram bloqueio completo do trato gastrointestinal, em 13 das 20 tartarugas analisadas que ingeriram plástico. Nesse estudo, 98 tratos gastrointestinais foram examinados e os plásticos foram encontrados em 20 deles (20,4%). Sessenta e cinco por cento (n = 13) das tartarugas com plástico no trato gastrointestinal eram tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*), 25% (n = 5) eram da espécie *Eretmochelys imbricata*, a tartaruga de pente, e 10% (n = 2) eram da espécie *Lepidochelys olivacea*, a tartaruga oliva. O plástico foi encontrado principalmente no intestino (85%) em comparação com outras partes do trato gastrointestinal. O completo bloqueio do trato gastrointestinal, devido à presença de plástico, foi observado em 13 das 20 tartarugas que ingeriram plástico (Poli et al., p.1, 2015).

Figura 2 - Mapa das espécies levantadas distribuídas por estados. Cores mais claras representam números menores de estudos publicados, os gradientes mais escuros representam maior número de publicações, seguidos dos principais grupos da fauna (aves, cetáceos, pinípedes, peixes, tartarugas marinhas e invertebrados marinhos) levantados.



Fonte: Autores.

Outro aspecto preocupante é que o plástico pode se fragmentar em tamanhos de micropartícula (>5 mm) e ser incorporado na dieta de peixes e propagado em cadeias tróficas, podendo causar sérios problemas fisiológicos em outros organismos. Em um rio urbano da Alta Bacia do Paraná, um trabalho investigando a ocorrência de micropástico na dieta de peixes concluiu que, do conteúdo estomacal de 220 indivíduos pertencentes a 14 espécies, 2% dos indivíduos estudados, dois indivíduos da espécie *Rhamdia quelen*, um espécime de *Hoplosternum littorale* e um espécime de *Astyanax fasciatus*, apresentavam micropástico no seu organismo (Maroneze et al., 2020). No Rio Uruguai, o conteúdo gastrointestinal de duas espécies foi analisado, *Astyanax lacustris* e *Iheringichthys labrosus*, mostrando a presença de micropástico 18.1% e 34.5% das amostras, respectivamente. Este estudo foi o primeiro registro de micropásticos nessa zona (Santos et al., 2020).

Em aves marinhas, a ingestão por plástico apresenta maior risco à ordem Procellariiformes devido a incidência de consumo (Tourinho & Fillmann, 2010). Há uma relação da estratégia de forrageamento e da dificuldade que algumas espécies podem enfrentar para regurgitar partículas indigestíveis (Furness, 1985; Ryan, 1987; Colabuono & Vooren, 2007; Gall & Thompson, 2015). As espécies que se alimentam tanto na superfície estão mais susceptíveis a ingerir plásticos que aqueles que

apresentam outras estratégias de alimentação (Tourinho & Fillmann, 2010). O aumento na frequência de ocorrência de ingestão de detritos marinhos por Pardela-preta (*Procellaria aequinoctialis*) nas últimas três décadas foi reportado no sul do Brasil (Petry et al., 2017), sendo os itens mais encontrados os fragmentos de plástico, que incluem peças duras e maleáveis. Isso reitera a necessidade de monitoramento constante tanto com relação à ocorrência quanto a possíveis efeitos na biota.

Assim, verificou-se que a presença de resíduos plásticos em ambiente marinho impacta de forma significativa os ecossistemas, sobretudo a fauna marinha que entra em contato com a maior parte desse material circulante nos sistemas. A mortalidade de indivíduos associados aos itens plásticos, como ingestão ou emaranhamento, a longo prazo, pode causar a extinção de espécies mais vulneráveis da fauna marinha comprometendo a cadeia alimentar e por consequência o ecossistema.

4. Considerações Finais

Os resultados levantados por esta pesquisa mostram que os impactos derivados do plástico vêm aumentando sobre os ecossistemas costeiros brasileiros. Esses sistemas fornecem bens e serviços socioeconômicos essenciais para as populações e desempenham um papel significativo na conservação da biodiversidade. Os plásticos em ambiente marinho podem provocar danos severos aos ecossistemas oceânicos. Destacando esse fenômeno frisa-se a importância da adoção de medidas de gestão ambiental e práticas sustentáveis aplicadas como diminuir significativamente suas fontes e insumos. Ademais, estratégias legais e políticas eficientes precisam ser formuladas e aplicadas para controlar a geração e para garantir o adequado despejo de resíduos plásticos, em especial nas áreas costeiras. Ressalta-se também a importância do investimento em pesquisa e desenvolvimento, uma vez que sem investimento não há pesquisa e sem pesquisa não há informações seguras para a tomada de decisão. Desta forma, destacamos como sugestões de pesquisas futuras, a realização de trabalhos de identificação, monitoramento dos impactos associados ao plástico, além da ocorrência em locais até então poucos amostrados como a região norte do Brasil.

Agradecimentos

T.P.M. agradece ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001. T.P.C. agradece ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a bolsa de doutorado CAPES (Proc. 88882.438747/2019-01). A.M.C.S. ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de mestrado (Proc. 88887.635401/2021-00). J.L. agradece ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPGOceano) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e ao CNPq pela bolsa PQ (310786/2018-5).

Referências

- Amaral, A. C. Z., Corte, G. N., Filho, J. S. R., Denadai, M. R., Colling, L. A., Borzone, C., Veloso, V., Omena, E. P., Zalmon, I. R., Rocha-Barreira, C. de A., de Souza, J. R. B., da Rosa, L. C., & de Almeida, T. C. M. (2016). Brazilian sandy beaches: Characteristics, ecosystem services, impacts, knowledge and priorities. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(Special Issue 2), 5–16. <https://doi.org/10.1590/S1679-875920160933064sp2>
- Baia, B. G. F., Fontanez, C. F., Silva, G. G., Almeida, L. R. de, Assis, M. P. de, Cinezi, G. R., & Dias, L. (2020). Plásticos e seus impactos ambientais. *International Studies on Law & Education*, 3(4), 167–176. http://www.hotopos.com/isle34_35/167-176JVernePlasticosF.pdf
- Brasil. (2020). *Panorama dos Resíduos no Brasil*. Site Oficial. <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>
- Bugoni, L., Krause, L., & Petry, M. V. (2001). Marine debris and human impacts on sea turtles in Southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 42(12), 1330–1334. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(01\)00147-3](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00147-3)

- Castro, R. O., Silva, M. L., & Araújo, F. V. de. (2018). Review on microplastic studies in Brazilian aquatic ecosystems. In *Ocean and Coastal Management* (Vol. 165, pp. 385–400). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.09.013>
- Costa, L. L., Madureira, J. F., Di Benedetto, A. P. M., & Zalmon, I. R. (2019). Interaction of the Atlantic ghost crab with marine debris: Evidence from an in situ experimental approach. *Marine Pollution Bulletin*, 140, 603–609. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.02.016>
- Costanza, R. (1999). The ecological, economic, and social importance of the oceans. *Ecological Economics*, 31, 199–213.
- Da Silva Mendes, S., de Carvalho, R. H., de Faria, A. F., & de Sousa, B. M. (2015). Marine debris ingestion by *Chelonia mydas* (Testudines: Cheloniidae) on the Brazilian coast. *Marine Pollution Bulletin*, 92(1–2), 8–10. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.01.010>
- Deanin, R. D. (1975). Additives in plastics. *Environmental Health Perspectives*, vol.11(June), 35–39. <https://doi.org/10.1289/ehp.751135>
- Derraik, J. G. B. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: A review. In *Marine Pollution Bulletin* (44(9), 842–852). Pergamon. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)
- Di Benedetto, A. P. M., & Awabdi, D. R. (2014). How marine debris ingestion differs among megafauna species in a tropical coastal area. *Marine Pollution Bulletin*, 88(1–2), 86–90. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.09.020>
- Dias, B. D. S. (2016). Marine debris: understanding, preventing and mitigating the significant adverse impacts on marine and coastal biodiversity. *CBD technical series*, (83).
- Fundação Heinrich Böll. (2020). Atlas do plástico: Fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos. 1ed. Rio de Janeiro, Brasil. Lupa. pp. 16.
- Guebert-Bartholo, F. M., Barletta, M., Costa, M. F., & Monteiro-Filho, E. L. A. (2011). Using gut contents to assess foraging patterns of juvenile green turtles *Chelonia mydas* in the Paranaguá Estuary, Brazil. *Endangered Species Research*, 13(2), 131–143. <https://doi.org/10.3354/esr00320>
- Hatje, V., Da Cunha, L. C., & Da Costa, M. F. (2013). Oceanography And Chemistry: Bridging Knowledge In Favor Of The Oceans And Society. *Quimica Nova*, 36(10), 1497–1508. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013001000004>
- IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências - IBGE, 2011, 176 p. In: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv55263.pdf>
- Jerdy, H., Werneck, M. R., da Silva, M. A., Ribeiro, R. B., Bianchi, M., Shimoda, E., & de Carvalho, E. C. Q. (2017). Pathologies of the digestive system caused by marine debris in *Chelonia mydas*. *Marine Pollution Bulletin*, 116(1–2), 192–195. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.009>
- Law, K. L. (2017). Plastics in the Marine Environment. *Annual Review of Marine Science*, 9(1), 205–229. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010816-060409>
- Lopes, K. S. R., Santos, G. P., Lima, J. E. A., & Holz, J. P. (2020). Estudo Sobre a Poluição Plástica E Análise De Micropartículas Na Água Tratada De Porto Alegre/Rs. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, (2010), 570. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e02020570-587>
- Louro, P., & Widmer, W. M. (2017). Plastic Pellets on Campeche Beach (Santa Catarina Island, Brazil): A Seasonality and Composition Study. *Environment and Ecology Research* 5(4): 302-311. <https://doi.org/10.13189/eer.2017.050407>
- Macedo, A. V., Pinheiro, A. B., & Fluminense, U. F. (2019). Solid Waste Pollution on Beaches of Ilha Grande Bay : Angra Dos Reis and Paraty (Rj). *Mares Revista de Geografia e Emociências*, 1(2), 53–66.
- Maroneze, M. M., Zepka, L. Q., Vieira, J. G., Queiroz, M. I., & Jacob-Lopes, E. (2020). Food ecology and presence of microplastic in the stomach content of neotropical fish in an urban river of the upper Paraná River Basin. *Revista Ambiente e Agua*, 15(4), 1–11. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- Monteiro, R. C. P., Do Sul, J. A. I., & Costa, M. F. (2020). Small microplastics on beaches of Fernando de Noronha island, tropical Atlantic ocean. *Ocean and Coastal Research*, 68(e20235), 1–10. <https://doi.org/10.1590/S2675-28242020068235>
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Método Qualitativo, Quantitativo ou Quali-Quanti. In *Metodologia da Pesquisa Científica* (1st ed.). UFSM, NTE. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 28 março 2020.
- Petry, M. V., & Benemann, V. R. F. (2017). Ingestion of marine debris by the White-chinned Petrel (*Procellaria aequinoctialis*): Is it increasing over time off southern Brazil? *Marine Pollution Bulletin*, 117(1–2), 131–135. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.073>
- Poli, C., Mesquita, D. O., Saska, C., & Mascarenhas, R. (2015). Plastic ingestion by sea turtles in Paraíba State, Northeast Brazil. *Iheringia - Serie Zoologia*, 105(3), 265–270. <https://doi.org/10.1590/1678-476620151053265270>
- Possatto, F. E., Spach, H. L., Cattani, A. P., Lamour, M. R., Santos, L. O., Cordeiro, N. M. A., & Broadhurst, M. K. (2015). Marine debris in a World Heritage Listed Brazilian estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 91(2), 548–553. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.09.032>
- Rio, G. P. do. (2018). Mares e oceanos: novas fronteiras da regulação territorial? *Revista Brasileira de Geografia*, 63(1), 61–72. https://doi.org/10.21579/issn.2526-0375_2018_n1_p61-72
- Sá, F., Machado, E. D. C., Angulo, R. J., Veiga, F. A., & Brandini, N. (2006). Arsenic and heavy metals in sediments near Paranaguá port, Southern Brazil. *Journal of Coastal Research*, 39, 1066-1068.
- Sampaio, C. P., & Santos, A. dos. (2020). A contribuição do pensamento de sistemas para a educação ambiental: teoria, metodologias, métodos e ferramentas. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, 15(7), 334–347. <https://doi.org/https://doi.org/10.34024/revbea.2020.v15.10512>

- Santos, T. dos Bastian, R., Felden, J., Rauber, A. M., Reynalte-Tataje, D. A., & Mello, F. T. de. (2020). First record of microplastics in two freshwater fish species (*Iheringthys labrosus* and *Astyanax lacustris*) from the middle section of the Uruguay River, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32(e26), 1–6. <https://doi.org/10.1590/s2179-975x3020>
- Silva, A. L. P., Prata, J. C., Walker, T. R., Campos, D., Duarte, A. C., Soares, A. M. V. M., Barcelò, D., & Rocha-Santos, T. (2020). Rethinking and optimising plastic waste management under COVID-19 pandemic: Policy solutions based on redesign and reduction of single-use plastics and personal protective equipment. *Science of the Total Environment*, 742, 140565. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140565>
- Silva, A. L. P., Prata, J. C., Walker, T. R., Duarte, A. C., Ouyang, W., Barcelò, D., & Rocha-santos, T. (2020). Increased plastic pollution due to COVID-19 pandemic: Challenges and recommendations. *Chemical Engineering Journal*, 405(2021), 126683. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126683>
- Silva, M. L. da, Castro, R. O., Sales, A. S., & Araújo, F. V. de. (2018). Marine debris on beaches of Arraial do Cabo, RJ, Brazil: An important coastal tourist destination. *Marine Pollution Bulletin*, 130, 153–158. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.03.026>
- Silva, M. L. da, Sales, A. S., Martins, S., Castro, R. de O., & Araújo, F. V. de. (2016). The influence of the intensity of use, rainfall and location in the amount of marine debris in four beaches in Niteroi, Brazil: Sossego, Camboinhas, Charitas and Flechas. *Marine Pollution Bulletin*, 113(1–2), 36–39. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.061>
- Tourinho, P. S., Ivar do Sul, J. A., & Fillmann, G. (2010). Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? *Marine Pollution Bulletin*, 60(3), 396–401. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.10.013>
- Villarrubia-Gómez, P., Cornell, S. E., & Fabres, J. (2018). Marine plastic pollution as a planetary boundary threat – The drifting piece in the sustainability puzzle. *Marine Policy*, 96(November 2017), 213–220. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.11.035>
- Vinuto, J. (2014). A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto. *Temáticas*, 20(44), 203–220. <https://doi.org/10.20396/tem>
- Winston, J. E. (1982). Drift plastic-An expanding niche for a marine invertebrate? *Marine Pollution Bulletin*, 13(10), 348–351. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(82\)90038-8](https://doi.org/10.1016/0025-326X(82)90038-8)
- Zamora, A. M., Caterbow, A., Nobre, C. R., Duran, C., Muffett, C., Flood, C., Rehmer, C., Chemnitz, C., Lauwigi, C., Arkin, C., Costa, C. da, Teles, D. B., Amorim, D., Azoulay, D., Knoblauch, D., Seeger, D., Moun, D., Silveira, I. da, Patton., & J. Feit (2020). *ATLAS DO PLÁSTICO Fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos* (M. Montenegro, M. Vianna, & D. B. Teles (eds.); Primeira E). Fundação Heinrich Böll no Brasil. [https://br.boell.org/sites/default/files/2020-11/Atlas do Plástico - versão digital - 30 de novembro de 2020.pdf](https://br.boell.org/sites/default/files/2020-11/Atlas%20do%20Plástico%20-%20versão%20digital%20-%2030%20de%20novembro%20de%202020.pdf)