



Artigo de Revisão

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v14n12020p4-17

Submetido em: 19 fev. 2020

Aceito em: 09 mar. 2020

Microplásticos e impactos no meio ambiente: Análise de ocorrências no ambiente marinho

Isabel Cristina Tomaz Firme  <https://orcid.org/0000-0002-9788-1670>

Mestranda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense *Campus Macaé- Macaé/RJ* – Brasil. E-mail: isabelfirme.enguff@gmail.com

Manildo Marcião de Oliveira  <https://orcid.org/0000-0003-4245-7132>

Doutor em Ciências (Biotecnologia Nuclear) pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico e coordenador do Laboratório de Ecotoxicologia e Microbiologia Ambiental (LEMAM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense *Campus Cabo Frio* – Cabo Frio/RJ – Brasil. E-mail: manildodpicf@gmail.com

O aumento da utilização do plástico tem provocado o acúmulo de partículas microplásticas no meio ambiente, em especial nos oceanos. Isso se deve, principalmente, ao descarte incorreto desses resíduos plásticos. No Brasil, como esse tema é considerado novo, e o número de estudos publicados ainda é escasso, há uma grande oportunidade de se estudar a respeito dos microplásticos. Dessa maneira, neste artigo, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema microplásticos e impactos no meio ambiente, com foco em analisar ocorrências no ambiente marinho. Para isso, estudaram-se fontes de resíduos que geram os microplásticos, procedimentos para coleta de microplásticos, materiais utilizados para coletá-los e para analisá-los em laboratório e efeitos dos microplásticos no meio ambiente e na saúde de seres vivos.

Palavras-chave: Resíduos plásticos. Microplásticos. Impactos ambientais. Ambiente marinho.





Microplásticos e impactos no meio ambiente: Análise de ocorrências no ambiente marinho

Isabel Cristina Tomaz Firme, Manildo Marcião de Oliveira

.....

Microplastics and environmental impacts: Analysis of occurrences in the marine environment

The increased use of plastic has caused the accumulation of microplastic particles in the environment, especially in the oceans. This is mainly due to the incorrect disposal of these plastic wastes. In Brazil, as this theme is considered new and the number of published studies is still scarce, there is a great opportunity to study about microplastics. Thus, in this article, a literature review was conducted on the subject of microplastics and environmental impacts, focusing on analyzing occurrences in the marine environment. To this end, we studied waste sources that generate microplastics, procedures for collecting microplastics, materials used to collect and analyze them in the laboratory, and effects of microplastics on the environment and health of living things.

Keywords: Plastic waste. Microplastics. Environmental impacts. Marine environment.

Microplásticos e impactos ambientais: análisis de ocurrencias en el medio marino

El mayor uso del plástico ha provocado la acumulación de partículas microplásticas en el medio ambiente, especialmente en los océanos. Esto se debe principalmente a la eliminación incorrecta de estos desechos plásticos. En Brasil, como este tema se considera nuevo y el número de estudios publicados aún es escaso, existe una gran oportunidad para estudiar sobre microplásticos. Por lo tanto, en este artículo, se realizó una revisión de la literatura sobre el tema de los microplásticos y los impactos ambientales, centrándose en el análisis de los sucesos en el medio marino. Con este fin, estudiamos las fuentes de desechos que generan microplásticos, los procedimientos para recolectar microplásticos, los materiales utilizados para recolectarlos y analizarlos en el laboratorio, y los efectos de los microplásticos en el medio ambiente y la salud de los seres vivos.

Palabras clave: Residuos plásticos. Microplásticos. Impactos ambientales. Medio marino.





Microplásticos e impactos no meio ambiente: Análise de ocorrências no ambiente marinho

Isabel Cristina Tomaz Firme, Manildo Marcião de Oliveira

1 Introdução

Segundo Lucio *et al.* (2019), os microplásticos são definidos como fragmentos plásticos com menos de 5 mm de diâmetro. Cole *et al.* (2011) afirmam que os microplásticos presentes no meio ambiente podem ser de origem primária ou secundária. Quando formados pela indústria, são denominados primários e, quando formados de detritos gerados a partir dos macroplásticos, são secundários. Isto é, os microplásticos primários são produzidos em tamanhos microscópicos, como, por exemplo, os subprodutos utilizados para produzir produtos cosméticos (DERRAIK, 2002). Já os microplásticos secundários são considerados partículas microscópicas formadas pela fragmentação de macroplásticos que ocorre no meio ambiente (COLE *et al.*, 2011). Olivatto *et al.* (2018) complementam que os microplásticos representam um agrupamento de distintos materiais sintéticos poliméricos.

O uso crescente de plástico e o seu descarte não adequado têm contribuído para o acúmulo desse detrito no meio ambiente, em especial nos oceanos (SILVA, 2016). De acordo com Hammer, Kraak e Parsons (2012), o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) atua desde 1974 na elaboração de planos de ação envolvendo o governo de diversos países com o intuito de combater o problema da poluição por lixo plástico nos oceanos e zonas costeiras. Esse programa conta com a participação de mais de 140 países e 18 zonas costeiras.

A Organização das Nações Unidas (ONU), em 2017, publicou o documento final da Conferência das Nações Unidas sobre os oceanos, no qual foi firmado o compromisso de conservar e usar sustentavelmente os oceanos, mares e recursos marinhos, a fim de realizar ações para conter a entrada de resíduos plásticos no oceano. Esses materiais têm sido relatados por estudos, em diferentes matrizes ambientais, em nível global e apresentam riscos para os organismos na base da cadeia alimentar. No entanto, no Brasil, o interesse pelo assunto ainda é novo, e poucos estudos foram publicados nos últimos anos (OLIVATTO *et al.*, 2018).

No Brasil, a Lei nº 6.938 de 1981 dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e tem como objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. Essa Política possui princípios como o planejamento e a fiscalização do uso dos recursos ambientais e o acompanhamento do estado da qualidade ambiental (BRASIL, 1981).

Segundo Hidalgo-Ruz *et al.* (2012), estão sendo encontradas partículas de microplásticos em amostras de água e sedimento coletadas em rios, lagos, mares e oceanos. Olivatto *et al.* (2018) complementam que a poluição ambiental por macroplásticos e por partículas de microplásticos é considerada como um dos fatores que mais afetam a biodiversidade. Os autores ressaltam que esse tema tem feito parte de pesquisas nos últimos anos. Apesar de estudos sobre microplásticos serem recentes na literatura científica brasileira, a região costeira do nordeste e sudeste do país tem concentrado pesquisas sobre a ocorrência, distribuição e análise química dessas partículas em amostras ambientais, tanto em sedimento arenoso quanto em água (OLIVATTO *et al.*, 2018).

De acordo com Everaert *et al.* (2018), há a previsão de que em 2100 aumente de 9,6 a 48,8 m³ as partículas de microplásticos que flutuam no oceano. Isso representa um aumento de 50 vezes em

Microplásticos e impactos no meio ambiente: Análise de ocorrências no ambiente marinho

Isabel Cristina Tomaz Firme, Manildo Marcião de Oliveira

.....
comparação com as concentrações atuais. Entretanto, ainda hoje, a concentração pode ser excedida em locais fortemente poluídos com microplásticos flutuantes (EVERAERT *et al.*, 2018).

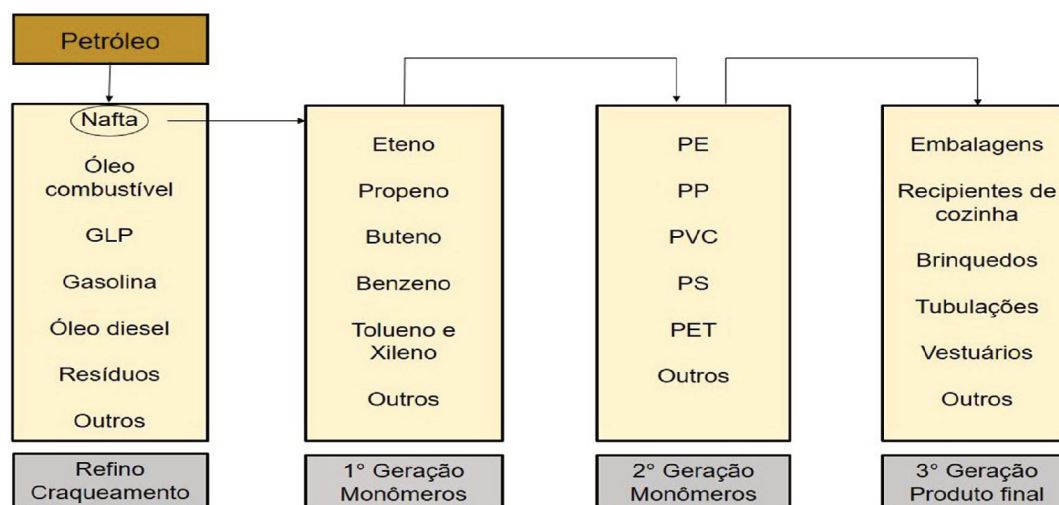
Diante da contextualização apresentada, esse artigo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre o tema microplásticos e seus impactos no meio ambiente, com foco em analisar ocorrências no ambiente marinho.

2 Revisão da literatura

2.1 Fontes de resíduos que geram os microplásticos

A Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST), no ano de 2015, representou resumidamente a cadeia produtiva do plástico, desde o refino do óleo bruto de petróleo até a produção dos transformados plásticos. Essa cadeia produtiva, adaptada por Olivatto (2017), pode ser observada na Figura 1.

Figura 1. Cadeia produtiva da indústria do plástico



Fonte: Olivatto (2017) adaptada de ABIPLAST (2015)

Sabe-se que atividades executadas pelos seres humanos geram resíduos. A partir do momento que esses resíduos não são adequadamente tratados e descartados, acabam gerando poluentes que provocam impactos negativos ao meio ambiente (ISLAM; TANAKA, 2004). Destaca-se, segundo Islam e Tanaka (2004), o oceano como, muitas vezes, o destino final de resíduos produzidos pela sociedade, já que as principais fontes de poluentes são de origem doméstica, industrial, de atividades portuárias e agrícolas.

Segundo Browne *et al.* (2011), os microplásticos conhecidos como primários podem surgir de procedimento de lavagem de roupas com tecidos sintéticos. Esse procedimento libera fibras plásticas microscópicas que podem alcançar o ambiente marinho, por meio do descarte incorreto de efluentes domésticos.



Microplásticos e impactos no meio ambiente: Análise de ocorrências no ambiente marinho

Isabel Cristina Tomaz Firme, Manildo Marcião de Oliveira

As partículas costumam entrar no ambiente marinho devido a atividades terrestres, como escoamentos. Isso representa um risco para todo o ecossistema, pois a sua presença impacta muito os oceanos, lagos, mares, rios, áreas costeiras e até mesmo as regiões polares (AUTA; EMENIKE; FAUZIAH, 2017). Andrady (2011) reafirma que cerca de 80% do lixo plástico presente no ambiente marinho é de fonte terrestre, devido ao despejo direto pela população, à drenagem de rios e aos lançamentos de esgotos, atingindo assim o oceano. O percentual restante corresponde às fontes marinhas, aquelas geradas pelas atividades marítimas das plataformas oceânicas, tráfego de embarcações e atividade pesqueira.

Eriksen *et al.* (2014) acrescentam que a quantidade de resíduos plásticos no ambiente marinho está relacionada com a densidade populacional e com a ausência de gestão para a coleta de resíduos sólidos. Ivar do Sul e Costa (2013) afirmam que os resíduos plásticos podem ser distribuídos pelos ventos, correntes oceânicas e turbulência causada pelo tráfego de embarcações. Dessa maneira, esses resíduos podem ser transportados para longas distâncias.

2.2 Procedimentos para coleta de microplásticos

Sobral, Farias e Martins (2011) empregaram em sua pesquisa uma metodologia com o objetivo de avaliar a quantidade de plásticos nas praias estudadas, identificando os tipos de polímeros e analisando os contaminantes. O Quadro 1 retrata um resumo dos procedimentos adotados para a coleta de microplásticos na costa portuguesa.

Quadro 1. Resumo dos procedimentos para a coleta de microplásticos na costa portuguesa
(continua)

Procedimentos	Definições
Definição das áreas de coleta	Para a coleta de amostras, foram definidas áreas de 50 x 50 cm e de 2 x 2 m (quadrados) nas zonas de acumulação, onde foram recolhidos os primeiros 2 cm de areia.
Separação das partículas maiores por cravação	As amostras das áreas maiores foram separadas usando um crivo metálico, que permite recolher <i>pellets</i> e todos os plásticos de dimensões superiores. Nos quadrados 50x50 cm, a areia foi recolhida, e a separação dos plásticos foi feita em seguida no laboratório.
Separação das demais partículas por diferença de densidade	No laboratório, os demais plásticos foram separados da areia por diferença de densidade, sendo as amostras introduzidas em tanques com uma solução concentrada de NaCl (140 g L ⁻¹).
Filtração da água	Após a separação do plástico, a água foi filtrada por filtros, recorrendo a uma bomba de vácuo. Depois, os filtros foram observados à lupa binocular para quantificar as partículas de plástico.

Microplásticos e impactos no meio ambiente: Análise de ocorrências no ambiente marinho

Isabel Cristina Tomaz Firme, Manildo Marcião de Oliveira

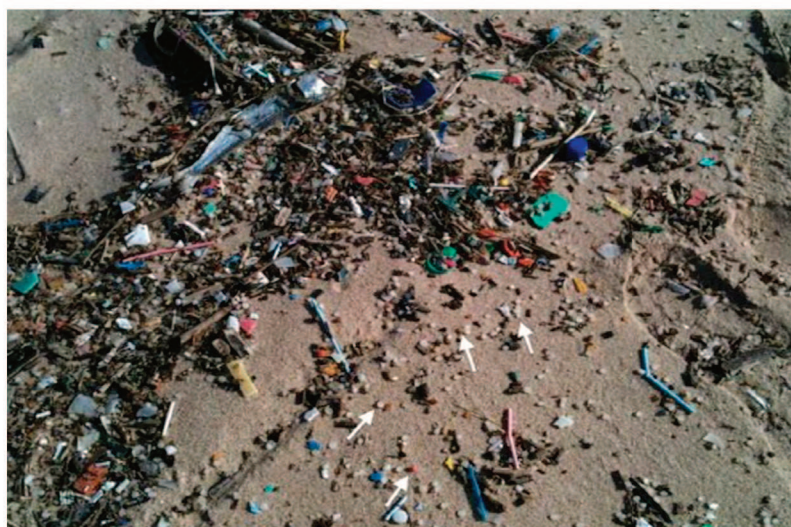
Quadro 1. Resumo dos procedimentos para a coleta de microplásticos na costa portuguesa
(conclusão)

Procedimentos	Definições
Classificação dos microplásticos	A classificação, a contagem e o peso de microplásticos foram feitos por classes de tamanho, mm a mm até aos 10 mm.
Identificação dos polímeros	A identificação dos polímeros foi feita por Micro-Espectroscopia de Infra-vermelho com Transformada de Fourier (μ -FTIR).
Análise das informações	A informação espectral foi analisada com o software OMNIC [®] que integra uma base de dados que permite identificar os polímeros.
Determinação das classes	A determinação foi feita por cromatografia gasosa com espectrometria de massa (GC-MS) com o equipamento DSQ Thermo, operando em modo SIM (Selected Ion Monitoring mode). Os microplásticos foram pesquisados à lupa binocular e posteriormente medidos ao microscópio.

Fonte: Adaptado de Sobral, Frias e Martins (2011)

Segundo os autores, as Figuras 2, 3 e 4, respectivamente, retratam exemplo da zona de acumulação de resíduos, da organização dos plásticos de acordo com o seu tamanho e os tipos de microplásticos encontrados.

Figura 2. Aspecto de uma zona de acumulação de resíduos numa praia da Caparica com destaque para os pellets



Fonte: Sobral, Frias e Martins (2011)

Microplásticos e impactos no meio ambiente: Análise de ocorrências no ambiente marinho

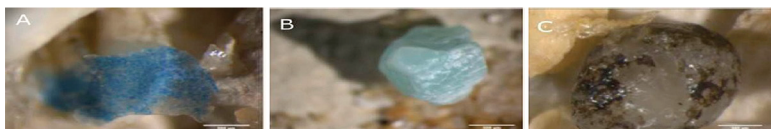
Isabel Cristina Tomaz Firme, Manildo Marcião de Oliveira

Figura 3. Fragmentos de plástico organizados segundo as dimensões



Fonte: Sobral, Frias e Martins (2011)

Figura 4. Partículas de a) polipropileno; b) polietileno e c) polietileno com visível contaminação identificadas com recurso à técnica SF-TIR. (escala 500 μm)



Fonte: Sobral, Frias e Martins (2011)

Outro estudo, este realizado por Coppock *et al.* (2017), relata que fatores como a complexidade, despesa, baixa eficiência de extração e incompatibilidade com sedimentos prejudicam os métodos para extrair microplásticos de sedimentos marinhos. Coppock *et al.* (2017) apresentam um método para separar microplásticos de sedimentos de diferentes tipos, a partir do uso do princípio da flutuação de densidade. O método apresentado pode ser reproduzido em laboratório e em campo (COPPOCK *et al.*, 2017). O Quadro 2 resume os procedimentos adotados por esse método.

Microplásticos e impactos no meio ambiente: Análise de ocorrências no ambiente marinho

Isabel Cristina Tomaz Firme, Manildo Marcião de Oliveira

Quadro 2. Procedimentos para separação de microplásticos

Procedimentos	Definições
<i>The Sediment-Microplastic Isolation</i> (SMI), ou seja, Isolamento Microplástico de Sedimentos.	Realizado através de um aparelho personalizado que extrai microplásticos de sedimentos em uma única etapa, com eficiência média de 95,8%.
Flutuação de densidade.	A uma densidade de 1,5 g cm ³ , o Cloreto de Zinco pode ser usado como meio de flutuação efetivo e relativamente barato.
Cravação artificial.	Por cravação artificial de sedimentos microplásticos de baixa e alta densidade, o método foi validado e sua relevância ambiental foi ainda testada por extração de plásticos presentes em amostras de sedimentos naturais de locais que variam no tipo de sedimentos (lodo fino, argila e areia grossa).

Fonte: Adaptado de Coppock (2017)

2.3 Materiais para coleta de microplásticos e para análise em laboratório

Para a coleta das amostras de água e/ou sedimentos, podem ser utilizados materiais como: balde de inox, coletor com braço retrátil, batiscafo (exemplos de amostradores de superfície), garrafas Van Dorn e de Niskin, armadilha de Schindler-Patalas (trampa), bomba de água, redes de plâncton (exemplos de amostradores de profundidade/coluna d'água); amostradores de fundo; amostradores de nécton. Já para a análise em laboratório, geralmente, são utilizados Lupa binocular, Espectroscópio, Infravermelho e Microscópio.

As Figuras 5, 6 e 7, a seguir, demonstram alguns equipamentos utilizados em pesquisas para a coleta de amostras e para a sua análise em laboratório.

Figura 5. Rede utilizada durante um arrasto horizontal teste nas águas superficiais na Baía de Guanabara



Fonte: Olivatto (2017)

Microplásticos e impactos no meio ambiente: Análise de ocorrências no ambiente marinho

Isabel Cristina Tomaz Firme, Manildo Marcião de Oliveira

Figura 6. Rede de náilon utilizada para coleta de amostras



Fonte: Olivatto (2017)

Figura 7. Equipamento microscópio óptico estereoscópico



Fonte: Olivatto (2017)

2.4 Efeitos dos microplásticos no meio ambiente e na saúde de seres vivos

Como foi visto anteriormente, nos últimos anos, as partículas de microplásticos tiveram um aumento no ambiente. Por isso, pesquisadores têm buscado conduzir experimentos a fim de avaliar a disponibilidade e os impactos dos microplásticos no ambiente. De acordo com Lucio *et al.* (2019), os seres vivos têm se mostrado passíveis a absorver essas partículas, levando ao acúmulo destas ao longo da cadeia alimentar. Quando se fala em efeitos de microplásticos em animais, torna-se mais fácil encontrar pesquisas, porém, sobre efeitos em humanos, existe uma dificuldade de se encontrarem trabalhos, necessitando assim de análises para entender a interação entre microplásticos e o ser humano (LUCIO *et al.*, 2019).



Microplásticos e impactos no meio ambiente: Análise de ocorrências no ambiente marinho

Isabel Cristina Tomaz Firme, Manildo Marcião de Oliveira

De acordo com Sobral, Frias e Martins (2011), conforme o plástico for se degradando nos oceanos, o número de fragmentos será cada vez maior em quantidade e de menor tamanho. Isso facilitará a adsorção de poluentes persistentes, bioacumuláveis e tóxicos, aumentando assim o risco de introdução desses compostos no nível dos consumidores primários, como o zooplâncton e peixes filtradores.

Nos últimos anos, estudos revistos por Cole *et al.* (2011) confirmam a ingestão de partículas de plástico por diversos grupos de organismos marinhos. Segundo Murray e Cowie (2011), foi identificada a presença de fibras plásticas no material estomacal de pequenos peixes, o que pode colocar em risco a saúde do predador do topo da cadeia, já que esses peixes podem se destinar ao consumo humano.

Um estudo feito por Silva-Cavalcanti *et al.* (2017) buscou avaliar a ingestão de microplásticos por uma espécie de peixe comum de água doce, que é consumida por seres humanos em regiões semiáridas da América do Sul. Restos de plástico e outros itens alimentares encontrados no intestino dos peixes coletados foram analisados, observando-se que 83% dos peixes possuíam restos de plástico no interior do seu intestino. Segundo Silva-Cavalcanti *et al.* (2017), a maior parte dos detritos plásticos recuperados a partir das vísceras do peixe foram microplásticos. Além disso, notou-se que os peixes consumiam mais microplásticos nas seções urbanizadas do rio. Vale ressaltar que as consequências do consumo humano desse peixe não foram avaliadas no estudo.

De acordo com um estudo de Silva *et al.* (2016), os microplásticos têm prejudicado o desenvolvimento larval em mexilhões, visto que essas partículas podem adsorver contaminantes em concentrações elevadas, podendo causar efeitos tóxicos na biota. Esses efeitos tóxicos são, em grande parte, vinculados com a exposição direta de organismos pela ingestão de microplásticos contaminados. O objetivo desse estudo foi realizar experiências para avaliar a toxicidade dos lixiviados de *pellets* de plástico virgens e *pellets* encalhados, recolhidos em uma área marinha costeira protegida para o desenvolvimento embrionário do mexilhão marrom. Segundo Silva *et al.* (2016), observou-se que os embriões dos mexilhões são sensíveis ao lixiviado, e os resultados sugerem que detritos de microplástico podem ser perigosos, mesmo se a ingestão não é a principal via de interação de organismos marinhos com restos de plástico contaminados. Por fim, os autores concluíram que, para avaliar o risco real desse tipo de postura contaminante para os ecossistemas costeiros, é importante compreender a interação de vias de exposição direta e indireta para microplásticos.

Olivatto (2017) retrata em seu estudo um esquema adaptado de Wright *et al.* (2013) com as possíveis vias de transporte de microplásticos para o ambiente aquático e suas interações biológicas, como pode ser visto na Figura 8, a seguir.

Microplásticos e impactos no meio ambiente: Análise de ocorrências no ambiente marinho

Isabel Cristina Tomaz Firme, Manildo Marcião de Oliveira

Figura 8. Possíveis vias de transporte de microplásticos para o ambiente aquático e suas interações biológicas



Fonte: Olivatto (2017) adaptada de Wright et al. (2013)

3 Métodos

Uma pesquisa deve ser iniciada a partir de uma questão que deve ser respondida, isto é, uma dúvida para a qual se quer buscar a resposta. Logo, pesquisar é buscar ou procurar resposta para alguma coisa (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Segundo Gil (2002, p.17), pesquisa é definida como

[...] o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados.

Esta pesquisa pode ser classificada, quanto aos seus objetivos, como uma pesquisa Exploratório-Descritiva. Uma pesquisa desse tipo possui o objetivo de familiarizar o problema, a fim de torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Grande parte dessas pesquisas envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com as partes envolvidas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão (GIL, 2002). A fim de obter mais informações acerca do tema estudado, representa a fase preliminar da pesquisa, orientando os objetivos, métodos e a construção das hipóteses. Segundo Triviños (1987), a pesquisa descritiva exige do investigador uma série de informações sobre o que se deseja pesquisar. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade.

Neste artigo, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema de microplásticos e impactos no meio ambiente, com foco em analisar ocorrências no ambiente marinho. Utilizando como método de pesquisa a técnica de bibliometria, foram feitas buscas nos principais bancos de pesquisa (Periódico Capes, Scopus, Elsevier etc.).



Microplásticos e impactos no meio ambiente: Análise de ocorrências no ambiente marinho

Isabel Cristina Tomaz Firme, Manildo Marcião de Oliveira

4 Considerações finais

Pesquisas sobre os impactos da poluição por microplásticos no planeta são escassas e recentes. Por isso, buscou-se estudar neste artigo fontes de resíduos que geram os microplásticos, procedimentos para coleta de microplásticos, materiais utilizados para coletá-los e para analisá-los em laboratório e efeitos dos microplásticos no meio ambiente e na saúde de seres vivos.

Estudos apontam que o plástico é considerado o lixo mais comum encontrado nos oceanos e é biodegradado lentamente. A produção mundial de plásticos tem crescido, e há décadas os plásticos vêm substituindo, cada vez de forma mais intensa, os produtos naturais. Nos últimos anos, as partículas de microplásticos tiveram um aumento significativo no ambiente, e pesquisas desenvolvidas no Brasil demonstram como a poluição microplástica já é uma realidade nos sedimentos, nas águas das praias e rios no país.

A velocidade com que é produzido lixo, cuja matéria-prima é o plástico, tem feito desse material um problema não apenas para os oceanos, mas também para quem consome organismos de origem marinha, já que os seres vivos têm se mostrado suscetíveis à absorção de microplásticos. A partir do momento em que esses resíduos não são adequadamente tratados e descartados, acabam gerando poluentes que provocam impactos negativos ao meio ambiente.

Considerando que os microplásticos são partículas que impactam diretamente no meio ambiente, a partir da revisão bibliográfica apresentada, nota-se a oportunidade de analisar se partículas de microplásticos podem ser encontradas nas praias localizadas em regiões do Brasil, especialmente na Região dos Lagos no estado do Rio de Janeiro, devido à escassez desse tipo de estudo na referida região.

Referências

ABIPLAST. Associação Brasileira da Indústria do Plástico, 2015. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/>. Acesso em: 21 out. 2019.

ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, n. 8, p. 1596-1605, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>.

AUTA, H. S.; EMENIKE, C. U.; FAUZIAH, S. H. Distribution and importance of microplastics in the marine environment: a review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environment international*, v. 102, p. 165-176, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013>.

BRASIL. Lei. *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. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm. Acesso em: 21 out. 2019.

BROWNE, M. A. *et al.* Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental Science & Technology*, v. 45, n. 21, p. 9175-9179, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1021/es201811s>.

Microplásticos e impactos no meio ambiente: Análise de ocorrências no ambiente marinho

Isabel Cristina Tomaz Firme, Manildo Marcião de Oliveira

COLE, M. *et al.* Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, n. 12, p. 2588-2597, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>.

COPPOCK, R. L. *et al.* A small-scale, portable method for extracting microplastics from marine sediments. *Environmental Pollution*, v. 230, p. 829-837, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.07.017>.

DERRAIK, J. G. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, v. 44, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5).

ERIKSEN, M. *et al.* Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLoS one*, v. 9, n. 12, p. e111913, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>.

EVERAERT, G. *et al.* Risk assessment of microplastics in the ocean: Modelling approach and first conclusions. *Environmental Pollution*, v. 242, p. 1930-1938, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.069>.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. *Plageder*, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 21 out. 2019.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: http://www.urca.br/itec/images/pdfs/modulo%20v%20-%20como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf. Acesso em: 21 out. 2019.

HAMMER, J.; KRAAK, M. H. S.; PARSONS, J. R. *Plastics in the marine environment: the dark side of a modern gift: Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. Springer: New York, 2012. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3414-6_1.

HIDALGO-RUZ, V. *et al.* Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science & Technology*, v. 46, n. 6, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1021/es2031505>.

ISLAM, M. S.; TANAKA, M. Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin*, v. 48, p. 624-649, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.12.004>.

IVARDO SUL, J. A.; COSTA, M. F. Plastic pollution risks in an estuarine conservation unit. *Journal of Coastal Research*, v. 65, n. sp1, p. 48-53, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2112/SI65-009.1>.

LUCIO, F. T. *et al.* Disponibilidade e influência dos microplásticos nos seres vivos e ambiente: uma revisão. *Revista Conexão Ciência*, 2019. DOI: <https://doi.org/10.24862/ccov14i1.908>.

MURRAY, F.; COWIE, P. R. Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus*. (Linnaeus, 1758). *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, n. 6, p. 1207-1217, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.03.032>.

OLIVATTO, G. P. *Estudo sobre Microplásticos em águas superficiais na porção oeste da Baía de Guanabara*. 2017. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil, 2017. DOI: <https://doi.org/10.17771/PUCRio.acad.29926>.



Microplásticos e impactos no meio ambiente: Análise de ocorrências no ambiente marinho

Isabel Cristina Tomaz Firme, Manildo Marcião de Oliveira

OLIVATTO, G. P. *et al.* Microplásticos: Contaminantes de Preocupação Global no Antropoceno. *Rev. Virtual Quím*, v. 10, n. 6, p. 1968-1989, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20180125>.

ONU. Nações Unidas no Brasil. *Nosso Oceano, Nosso Futuro: Chamada para Ação Documento final da Conferência das Nações Unidas sobre os Oceanos*. Jun. 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-divulga-versao-em-portugues-do-documento-final-da-conferencia-oceanos/>. Acesso em: 21 out. 2018.

SILVA, P. P. G. *et al.* Leachate from microplastics impairs larval development in brown mussels. *Water research*, v. 106, p. 364-370, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.10.016>.

SILVA, P. P. G. *Contaminação e toxicidade de microplásticos em uma área de proteção marinha costeira*. 2016. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2016. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-27092016-084059/en.php>. Acesso em: 21 out. 2019.

SILVA-CAVALCANTI, J. S. *et al.* Microplastics ingestion by a common tropical freshwater fishing resource. *Environmental Pollution*, v. 221, p. 218-226, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.11.068>.

SOBRAL, P.; FRIAS, J.; MARTINS, J. Microplásticos nos oceanos: um problema sem fim à vista. *Revista Ecológica*, Lisboa, v. 3, p. 12-21, 2011. Disponível em: https://www.speco.pt/images/Artigos_Revista_Ecologia/revistaecologia_3_art_3_3.pdf. Acesso em: 21 out. 2019.

TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987. Disponível em: http://www.hugoribeiro.com.br/biblioteca-digital/Trivinos-Introducao-Pesquisa-em_Ciencias-Sociais.pdf. Acesso em: 21 out. 2019.

WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution*, v. 178, p. 483-492, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>.