

## ***CARACTERIZAÇÃO DOS MICROPLÁSTICOS ENCONTRADOS NA ZONA ENTREMARÉS DO PARQUE NACIONAL DE JERICOACOARA, CEARÁ, BRASIL***

Characterization of microplastics found in the intertidal zones of Jericoacoara National Park, Ceará, Brazil

**Karina Aparecida Araujo Dutra<sup>1</sup>, Rafaela Camargo Maia<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Discente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Acaraú, Laboratório de Ecologia de Manguezais (Ecomangue). E-mail: araujokarina807@gmail.com

<sup>2</sup> Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Acaraú, Laboratório de Ecologia de Manguezais (Ecomangue). E-mail: rafaelamaia@ifce.edu.br

### **RESUMO**

O presente trabalho avaliou a presença de microplásticos em três pontos no Parna de Jericoacoara, analisando o sedimento praial e quatro espécies bentônicas de recifes de arenito: o bivalve *Brachidontes exustus*, os gastrópodes *Stramonita brasiliensis* e *Lottia subrugosa* e a craca *Chthamalus bisinuatus*. Os resultados obtidos mostraram concentrações de microplásticos, classificados em fragmentos, fibras e *pellets*, provenientes de produtos de uso humano. Os fragmentos foram os polímeros mais abundantes no estudo e apresentaram diversidade de cores. As fibras foram a única classe encontrada em todos os pontos de coleta e os *pellets*, os menos abundantes no estudo. Também foram encontradas uma fibra na cor preta em *B. exustus* e uma fibra de cor azul em *C. bisinuatus*. Cinquenta e três vírgula noventa e dois por cento dos microplásticos encontrados no sedimento tinham dimensões menores que 1 mm. Os dados obtidos no presente trabalho indicam que os microplásticos estão presentes na zona praial e em animais suspensívoros de Jericoacoara, sendo necessário medidas de manejo e educação ambiental que auxiliem na conservação do Parna.

**Palavras-chave:** impacto ambiental, praia, unidade de conservação.

## ABSTRACT

The present work evaluated the presence of microplastics at three points in the Parna de Jericoacoara, analyzing the beach sediment and four benthic species of sandstone reefs: the bivalve *Brachidontes exustus*, the gastropods *Stramonita brasiliensis* and *Lottia subrugosa* and the barnacles *Chthamalus bisinuatus*. The results obtained showed concentrations of microplastics, classified into fragments, fibers and pellets, from products for human use. Fragments were the most abundant polymers in the study and showed color diversity. Fiber was the only class found at all collection points and pellets were the least abundant in the study. It was also a black colored fiber in *B. exustus* and a blue colored fiber in *C. bisinuatus*. Fifty-three point ninety-two percent of the microplastics found in the sediment had dimensions smaller than 1 mm. The data obtained in the present work indicate that microplastics are present in the beach area and in suspensory animals of Jericoacoara, requiring management and environmental education measures to help in the conservation of the Parna.

**Keywords:** environmental impact, beach, conservation unit.

## INTRODUÇÃO

A produção de plástico vem aumentando significativamente nos últimos anos, e esse rápido crescimento supera a maioria de outros materiais já produzidos pelo homem. Por ter grande versatilidade, alta durabilidade e baixo custo para ser produzido, o plástico torna-se o principal componente dos mais variados tipos de produtos, como embalagens, equipamentos elétricos e eletrônicos, entre outros (Geyer; Jambeck & Law, 2017).

O descarte inadequado desse material é a principal razão das concentrações de resíduos nas praias. Esses materiais, trazidos pelo mar e pela disposição inadequada de resíduos sólidos nesses locais pela população, tendem a se acumular e encalhar (Purca & Henostroza, 2017). Oito vírgula três bilhões de toneladas de plástico estão presentes nos oceanos gerando impactos irremediáveis nos animais marinhos, tais como os peixes, as tartarugas e os mamíferos em todo mundo (Arthur; Baker & Bamford, 2009; Rocha-Santos & Duarte, 2015). Entre esses dejetos poluidores, estão presentes em grande quantidade os microplásticos, que são polímeros com medidas inferiores a 5 milímetros

Os microplásticos produzidos com essas medidas são classificados em microplásticos primários e são comercializados na forma de *pellets*, podendo ser dispersos nas etapas de pré-consumo, eventualmente chegando aos oceanos de forma indireta ou de forma direta (Bayo *et al.*, 2016; Ziajahromi; Neale & Leusch, 2016). Quando eles provêm da fragmentação de plásticos maiores, são classificados como microplásticos secundários, podendo ser formados por meio da ação de ondas, fotodegradação e abrasão física (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012).

Esses polímeros apresentam baixa densidade, o que os possibilita ter uma maior dispersão pelo vento, resultando na distribuição desses materiais em diversos compartimentos ambientais em uma taxa mais rápida e em menos tempo do que os macroplásticos (Lambert & Wagne, 2018). Além do vento, outros mecanismos facilitam a distribuição dos microplásticos no ambiente marinho, como efluentes de esgoto (Browne *et al.*, 2011) e correntes oceânicas (Martinez; Maamaatuaiahutapu & Taillandier, 2009).

A pequena área de superfície dos microplásticos os possibilita absorver elementos altamente tóxicos como hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, causando grande impacto

quando ingeridos por animais marinhos (Fisner *et al.*, 2011). O acúmulo desses contaminantes pode acarretar o adoecimento de animais, o que pode levar a um desequilíbrio na cadeia trófica, já que, em muitos casos, os organismos contaminados são fontes primárias na cadeia alimentar marinha, levando à contaminação através da biomagnificação (Ward & Kach, 2009). Nessa fauna impactada por polímeros tóxicos, um dos grupos mais sujeitos à contaminação são os animais filtradores, que retêm partículas de diâmetro de 2 a 4  $\mu\text{m}$  durante o seu processo de alimentação (Shumway *et al.*, 1985), o que pode facilitar a contaminação desses animais por microplásticos presentes no ambiente (Browne *et al.*, 2011).

Esses polímeros plásticos estão amplamente distribuídos na costa do estado do Ceará, podendo ser propagados por influência das desembocaduras de rios altamente impactados por resíduos. Os estudos com microplástico na região mostram que os polímeros são dominantes principalmente na parte superficial da água, sedimentos e em moluscos e peixes, sendo os fragmentos a classe mais registrada nos trabalhos (Banegas *et al.*, 2022; Dantas *et al.*, 2020; Garcia, 2019).

A Praia de Jericoacoara, apesar de fazer parte de uma unidade de conservação, apresenta um alto potencial para acumular microplástico, uma vez que é utilizada para atividades de turismo e recreação, o que, além de trazer problemas ecológicos, pode representar prejuízos econômicos e de saúde pública para os frequentadores da região.

Nesse contexto, o trabalho teve por objetivo geral avaliar a ocorrência de microplásticos na área costeira do Parque Nacional de Jericoacoara, considerando o sedimento arenoso e os organismos bentônicos de recifes de arenito.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O presente estudo foi realizado na Praia de Jericoacoara (02°47'38" S, 40°30'46" W), que está localizada na cidade de Jijoca de Jericoacoara, no Ceará, dentro do Parna de Jericoacoara, com distância de aproximadamente 300 km da capital do estado, Fortaleza (GPS Fieldareameasure, 2018) (Figura 1).

Figura 1 – Mapa e imagem de satélite da área de amostragem com a indicação dos pontos de coleta na Praia de Jericoacoara



Fonte: Google Maps. Acesso em: 9/2019.

Na área de amostragem foram demarcados três pontos na zona entremarés: o primeiro na praia principal (2°47'37" S e 40°31'14" O), o segundo na Praia da Malhada (2°47'27" S e 40°31'7" O) e o terceiro próximo à Duna do Pôr do Sol (2°47'33" S e 40°30'13" O).

A praia principal e a praia próxima à Duna do Pôr do Sol são arenosas, expostas e com perfil dissipativo (Meireles *et al.*, 2011). A Praia da Malhada é uma praia abrigada, que apresenta rochas metamórficas aflorando em superfície e rochas sedimentares de arenitos e conglomerados (Arruda, 2007). Essas áreas foram escolhidas por serem as de maiores visitação no Parna de Jericoacoara.

As coletas da presente pesquisa foram realizadas no mês de fevereiro de 2020 e ocorreram dentro dos parâmetros estabelecidos pela autorização para atividades com finalidade científica (n° 71171 - 1) obtida junto ao SISBIO/ICMbio.

### **Procedimento de amostragem em campo**

Para a coleta do sedimento foi demarcado, na zona entremarés, um espaço de 1 m<sup>2</sup> em cada ponto, onde foi retirada a porção superficial do sedimento, com profundidade de 5 cm, com auxílio de uma pá (Noaa, 2013), e, em seguida, o sedimento foi transferido para sacos devidamente etiquetados.

No ponto referente à Praia da Malhada também houve a coleta da fauna bentônica presente nos recifes de arenito. Nos demais pontos não foi observada a presença de animais bentônicos na epifauna. Os organismos mais abundantes no ambiente foram coletados de forma manual e apresentavam tamanhos de ± 5 cm. Foram coletados 20 espécimes de *Brachidontes exustus* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Bivalvia), 5 espécimes de *Stramonita brasiliensis* (Claremont & D. Reid, 2011) (Mollusca: Gastropoda), 5 espécimes de *Lottia subrugosa* (d'Orbigny, 1846) (Mollusca: Gastropoda) e 10 espécimes de *Chthamalus bisinuatus* (Pilsbry, 1916) (Crustacea: Cirripedia). Depois de coletados, os animais foram colocados em sacos devidamente etiquetados. Os sedimentos e os animais foram levados ao laboratório para posterior análise.

### **Degradação da matéria orgânica dos animais**

Em laboratório, os animais foram retirados dos sacos plásticos e colocados ainda vivos em um béquer, onde ficaram emersos, por 10 minutos, numa solução de 30 g de cloreto de magnésio (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) diluído em 200 ml de água para anestesiá-los. Em seguida, foi feita a dissociação do tecido mole das conchas/exoesqueleto dos animais com auxílio de um bisturi e, posteriormente, os tecidos passaram por um processo oxidativo utilizando peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) para degradação da matéria orgânica (Noaa, 2015).

Nesse sentido, para o processo oxidativo, os tecidos moles dos organismos foram colocados em béqueres com solução de 50 ml de peróxido de hidrogênio 35%, onde ficaram em repouso por 30 minutos. Esse procedimento foi realizado com a utilização de uma capela de fluxo laminar para evitar contaminação externa. Em seguida, a solução foi levada a uma placa de aquecimento a uma temperatura de 75 °C por 30 minutos (Noaa, 2015). Em caso de ainda existirem resquícios de matéria orgânica, o processo era repetido, sendo adicionados mais 20 ml de peróxido de hidrogênio na solução que novamente seria reaquecida, até que a solução ficasse completamente homogênea.

Para o processo de filtragem, a solução foi colocada em uma bomba a vácuo conectada a um funil de filtro, na qual o líquido era rapidamente filtrado, resultando no isola-

mento dos microplásticos retidos na membrana de filtro que estavam presentes na solução dos tecidos já degradados dos animais.

### Triagem e caracterização morfológica dos microplásticos

Em laboratório, o sedimento foi armazenado em um refrigerador até o momento da triagem das amostras. Para o processo de triagem, as amostras de sedimento foram colocadas em porções em uma placa de Petri, que foram analisadas com auxílio de um microscópio estereoscópico binocular (lupa).

Os microplásticos encontrados foram fotografados e mensurados com paquímetro digital (precisão = 0,01 mm). Foram determinadas as dimensões, as cores e se os microplásticos eram de origem primária ou secundária. O mesmo procedimento foi realizado para os microplásticos encontrados nos tecidos dos organismos marinhos, sendo as membranas de filtro analisadas.

A classificação por cor foi determinada a partir das seguintes classes: branco, colorido, envelhecido e incolor (Endo *et al.*, 2005; Sobral *et al.*, 2011). A análise morfológica foi feita a partir da classificação dos polímeros em: fibra, *pellets* e fragmento, categorias descritas na literatura por Sutton *et al.* (2016) e Hidalgo-Ruz *et al.* (2012).

Foi realizada a análise quantitativa e qualitativa dos microplásticos coletados, avaliando a média dos tamanhos e as categorias (fibra, *pellets* e fragmento) dos polímeros encontrados no presente estudo.

## RESULTADOS

### Microplásticos no sedimento da praia

Foi registrada a presença de 102 polímeros microplásticos no sedimento da Praia de Jericoacoara, dos quais 18 fibras microplásticas foram encontradas na praia principal (P1), 16 microplásticos pertencentes às classes de fragmentos, fibras e *pellets* foram registrados na Praia da Malhada (P2) e, na Duna do Pôr do Sol (P3), foram contabilizados 68 polímeros pertencentes às classes de fragmentos, fibras e *pellets* (Figura 2).

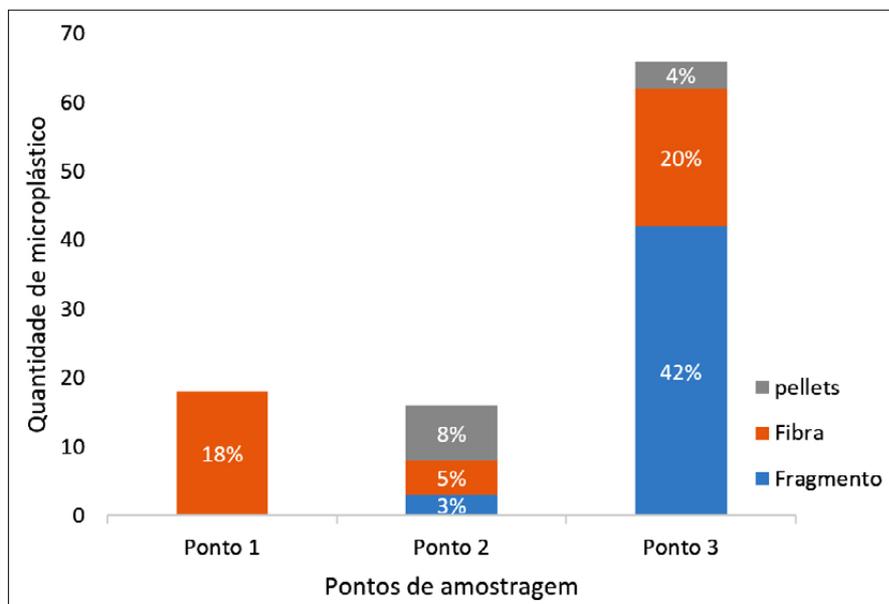


Figura 2 – Relação da quantidade de microplástico e suas categorias por ponto de amostragem, (P1) praia principal; (P2) Praia da Malhada; (P3) Duna do Pôr do Sol

Após a análise de todos os pontos, pôde-se observar que no sedimento da Praia de Jericoacoara os microplásticos secundários foram dominantes, sendo encontrados 88% de polímeros secundários, compostos por fibras e fragmentos plásticos. Com relação aos microplásticos primários, os *pellets* foram encontrados em 12% deles.

Os polímeros plásticos mais abundantes foram os fragmentos, representando 45% dos microplásticos encontrados. As fibras estiveram presentes em todos os pontos de coleta, representando em torno de 43% dos microplásticos. Os *pellets* foram a classe menos abundante na pesquisa, representando 12% dos polímeros.

As cores dos microplásticos foram classificadas conforme as categorias mostradas na Tabela I, havendo a ausência de microplásticos brancos e envelhecidos.

Tabela I - Relação das categorias dos microplásticos com sua coloração por cada ponto

Ponto	Categoria			Cor			
	Fibra	Pellets	Fragmento	Branco	Colorido	Envelhecido	Incolor
1	18%	-	-	-	1%	-	17%
2	5%	8%	3%	-	11%	-	5%
3	20%	4%	42%	-	46%	-	20%

Fonte: elaborada pelas autoras (2021).

Os microplásticos com cor se diversificaram em azul, verde, amarelo, roxo, vermelho, laranja e prata. A cor mais abundante na pesquisa foi o azul, representando 46% dos microplásticos coloridos, seguido da coloração prata, que apresentou em torno de 20% das cores. O roxo e o vermelho foram as cores menos abundantes, ambos com aproximadamente 3% das cores encontradas nos microplásticos (Figura 3).

As fibras, em sua maioria, eram incolores, com exceção de apenas um representante no P1, que tinha coloração vermelha, e não apresentaram fissuras nem desgaste no material. Todos os *pellets* apresentaram coloração prata. A classe dos fragmentos foi a mais diversificada com relação à coloração e foram distribuídos em azul, verde, amarelo, roxo, laranja e vermelho.

Todos os fragmentos encontrados apresentavam fissuras em suas extremidades. As cores não apresentavam manchas ou regiões desbotadas, ou alguma outra característica que mostrasse que os microplásticos estivessem há muito tempo no ambiente.

Figura 3 - Quantidade em porcentagem das cores encontradas nos microplásticos

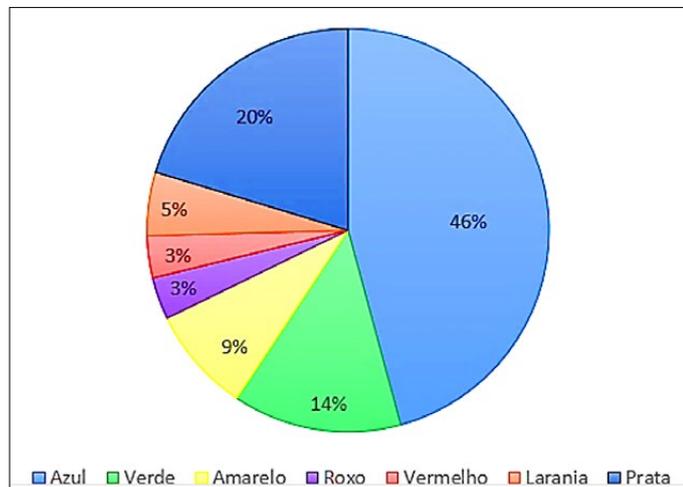
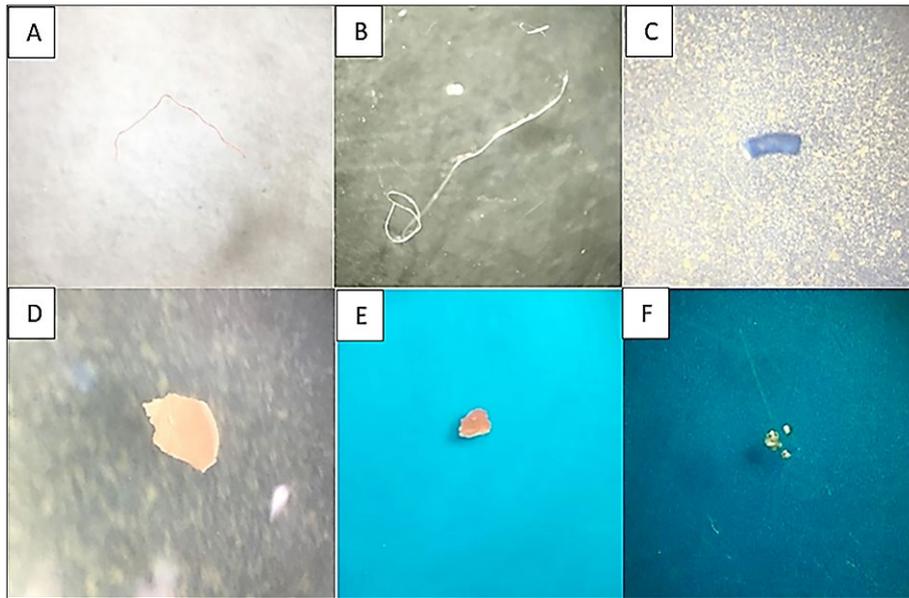


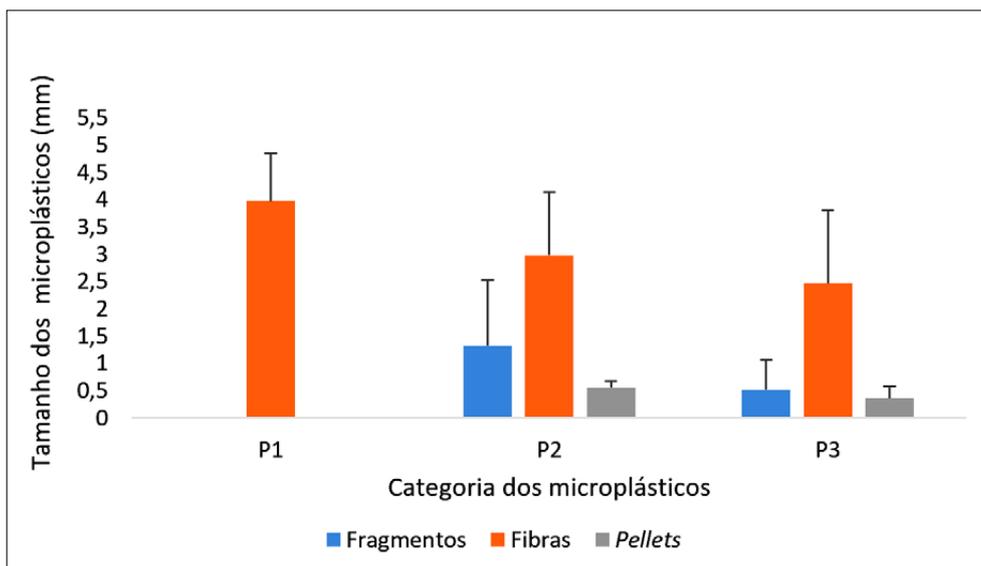
Figura 4 - Fotografias dos microplásticos encontrados no sedimento do Parna de Jericoacoara, onde: (A) representa a fibra com coloração, (B) fibras incolores, (C) (D) e (E) fragmentos e (F) *pellets*



Fonte: elaborada pelas autoras (2021).  
Escala: 1 mm.

A maior parte dos microplásticos possui dimensões menores que 1 mm. Neste estudo, a classe dos *pellets* apresentou os menores tamanhos e as fibras foram os microplásticos com os maiores tamanhos (Figura 5). Cinquenta e três vírgula noventa e dois por cento dos microplásticos encontrados no sedimento tinham dimensões menores que 1 mm e 46,07% apresentaram dimensões maiores que 1 mm.

Figura 5 - Tamanho médio e desvio padrão (mm) dos microplásticos (fragmentos, fibras e *pellets*) nos três pontos de amostragem: (P1) praia principal, (P2) Praia da Malhada, (P3) Duna do Pôr do Sol



### **Microplásticos no tecido dos organismos marinhos**

Foram encontradas duas fibras microplásticas em duas das quatro espécies analisadas: a primeira, uma fibra nos indivíduos da espécie *B. exustus*, e outra fibra nos indivíduos de *C. bisinuatus*. As amostras de *S. brasiliensis* e *L. subrugosa* não apresentaram registros de microplásticos. A fibra encontrada nos tecidos dos bivalves *B. exustus* apresentou coloração preta e tinha 0,70 mm de comprimento. A fibra encontrada nos tecidos digeridos dos *C. bisinuatus* apresentou coloração azul e tinha 0,39 mm de comprimento.

## **DISCUSSÃO**

Os dados do presente estudo mostraram que, apesar de ser uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, Jericoacoara não se isenta da contaminação por microplástico. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Maynard *et al.* (2021), no qual foi registrada a presença de microplásticos em seis praias arenosas brasileiras, sendo uma delas a Praia da Ponta dos Mangues, em Maragogi, no Rio Grande do Norte, que fica localizada próximo à Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (Decreto Federal s/n, de 23 de outubro de 1997), a maior Unidade de Conservação Federal Marinha Costeira do Brasil.

No presente estudo, a maior parte dos microplásticos possui medidas inferiores a 1 mm. Esses dados são similares aos que aparecem no trabalho de Pan *et al.* (2019), quando analisaram microplásticos no Oceano Pacífico Noroeste, no qual os polímeros de tamanhos de até 1 mm representaram 50% dos microplásticos da amostragem. De acordo com Sagawa, Kawaai e Hinata (2018), o tamanho do microplástico influencia diretamente a sua dispersão, independentemente do tipo de polímero, sendo que os microplásticos de tamanhos maiores, quando dispersos, tendem a se estabelecer nas superfícies de água e na parte mais externa dos sedimentos de praias. Já os microplásticos com tamanhos menores tendem a ser dispersos e se estabelecem em águas mais profundas e em sedimentos com maiores profundidades também.

A maior parte dos polímeros encontrados no sedimento da Praia de Jericoacoara era de origem secundária, ou seja, microplásticos oriundos da fragmentação de plásticos maiores. Todos os fragmentos encontrados neste trabalho apresentaram fissuras, mostrando que esses microplásticos possuem de fato origem secundária, uma vez que esses desgastes físicos são ocasionados pela ação de ondas, vento ou fotodegradação pelos raios ultravioletas do sol (Chen *et al.*, 2019).

Os microplásticos encontrados nesta pesquisa apresentaram muitas variações de cores, como azul, verde, amarelo, roxo, vermelho, prata e laranja, e os fragmentos se destacaram com relação a essa variação. A pigmentação dada ao plástico no momento de sua fabricação busca aumentar a resistência e a durabilidade do produto que, na maioria dos casos, é feita com o pigmento de cádmio, conferindo pigmentação em tons vermelho e laranja (Liu *et al.*, 2020). O estudo desses autores mostrou que processos fotoquímicos levam à liberação de metais pesados de resíduos plásticos coloridos. Como os microplásticos estão sujeitos à exposição da luz, essas substâncias tóxicas são constantemente liberadas no meio, contaminando o solo e ficando disponíveis a uma grande quantidade e variedade de organismos.

A cor predominante na pesquisa foi o azul, encontrada apenas nos fragmentos. Essa coloração possibilita a hipótese de que eles vieram de tampas de garrafas pet. Como a co-

leta ocorreu no mês de fevereiro, os *pellets* encontrados podem ter vindo de atividades carnavalescas, já que são mais utilizados nesse período do ano sob a forma de *glitter*.

O trabalho de Bosker *et al.* (2018) mostrou grande distribuição de fibras microplásticas em praias caribenhas, sendo essas dominantes no estudo, representando 90% dos microplásticos coletados. Embora as fibras não tenham sido o tipo de microplástico mais encontrado em Jericoacoara, elas apareceram em todos os três pontos analisados, diferentemente dos fragmentos e *pellets* que não foram encontrados, por exemplo, no P1 da pesquisa.

As fibras encontradas neste estudo podem ter vindo de tecidos de roupas, além de outros materiais como redes de pesca. Jericoacoara não apresenta intensa atividade pesqueira, mas vale ressaltar que os microplásticos podem ser originários de diversos locais, inclusive próximo à área de estudo, onde fica localizada a Praia do Preá. Nessa região, as atividades pesqueiras são mais frequentes, o que pode ter contribuído para a dispersão desses materiais plásticos até a praia estudada.

A fibra é a classe de microplásticos mais encontrada na biota marinha e, quando dispersa nas praias, torna-se disponível para fauna, como foi possível observar neste estudo. No trabalho de Qiu *et al.* (2018), as fibras foram dominantes na análise de tecidos dos bivalves *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), representando 84,11% do total de microplásticos coletados. Na pesquisa desenvolvida por Baechler *et al.* (2019), 99% dos microplásticos retirados dos tecidos de Veneroidea (Mollusca:Bivalvia) eram fibras plásticas que apresentavam coloração azul e preta, assim como as encontradas no presente estudo. Cabe ressaltar que, na área de estudo, somente foram observados microplásticos nos animais suspensívoros, mostrando que esses polímeros plásticos estão presentes na água.

Quando ingeridas pelo animal, o organismo não consegue digerir o material plástico, resultando no acúmulo desses polímeros em seu sistema digestivo, bloqueando a passagem de alimento e impedindo o ganho de nutrientes por meio da alimentação (Wright; Thompson & Galloway, 2013). Os microplásticos se bioacumulam na hemolinfa, nas brânquias e nos tecidos digestivos do animal (Avio; Gorbi & Regoli, 2017). Além disso, podem afetar a estabilidade populacional, a reprodução e o crescimento, dependendo do tipo, tamanho e quanto o organismo foi exposto à concentração dos polímeros (Watts *et al.*, 2015).

Por fim, a morfologia da praia e as variáveis ambientais influenciam diretamente a distribuição dos microplásticos no ambiente (Saldanha, 2022). O tamanho, a forma e a densidade do polímero determinam o comportamento dessas partículas na coluna de água (Browne *et al.*, 2010). Por exemplo, microplásticos pouco densos tendem a se acumular em zonas com menor hidrodinamismo e existe uma tendência para que haja maiores concentrações de fibras em sedimentos finos (Browne *et al.*, 2010).

Assim, as duas áreas com maior abundância dos polímeros apresentam campos de dunas abertos, caracterizados pelo transporte de sedimento eólico e pela perda de areia do campo de dunas para praias e canais, fornecidos através da fisiologia costeira do local, bem como orientação dos ventos eficazes ( $> 4,5$  m/s). O dinamismo dos ventos, a sazonalidade pluviométrica e a insolação influenciam o transporte de sedimento na planície costeira de Jericoacoara (Meireles, 2011), o que pode potencializar a dispersão dos microplásticos nessa área.

O presente trabalho apresenta dados sobre a distribuição de microplásticos no Parque Nacional de Jericoacoara, gerando resultados que podem ser utilizados como base para estudos do estado de conservação da unidade. Porém, faz-se necessária a execução de mais estudos, com um maior número de amostragem e com mais tempo de pesquisa.

Especialmente por se tratar de uma unidade de conservação, sugerem-se medidas urgentes, a fim de que esses locais possam exercer sua finalidade de conservar e proteger a biodiversidade.

## CONCLUSÃO

Microplásticos estão presentes no Parque Nacional de Jericoacoara, tanto no sedimento praiado quanto em animais suspensívoros. Não é possível afirmar se a quantidade de microplástico encontrada no Parna é elevada ou não, visto que há poucos parâmetros de comparação, pois há apenas um estudo com essa temática na região. Com relação a outros trabalhos desenvolvidos em praias, a quantidade de microplásticos encontrada no presente trabalho é considerada alta, mesmo com um baixo número de amostras analisadas.

Ressalta-se que as unidades de conservação foram criadas com o intuito de proteger áreas essenciais para a boa funcionalidade dos ecossistemas, visando à proteção de áreas com grande biodiversidade. Os microplásticos presentes nesses ambientes ameaçam o estado de conservação do local, impossibilitando o principal objetivo das UCs, de garantir a preservação e conservação do meio ambiente.

Os resultados do presente estudo trazem os primeiros dados sobre a temática no Parna de Jericoacoara. Como método de intervenção, são necessárias as atividades de educação ambiental para os frequentadores do Parna, abrangendo não só os turistas, mas também a comunidade local, informando sobre os impactos gerados pelo microplástico e como atividades simples do cotidiano podem contribuir para a sua conservação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arthur, C.; Baker, J. & Bamford, H. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris, *National Oceanic and Atmospheric Administration*, p. 9-11, 2008. Disponível em: <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/2509>.

Arruda, M.G.C. *Parque Nacional de Jericoacoara: zoneamento ambiental para o Plano de Manejo*, 2007.

Avio, C.G.; Gorbi, S. & Regoli, F. Plastics and microplastics in the oceans: from emerging pollutants to emerged threat. *Marine Environ. Resear.*, v. 128, p. 2-11, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141113616300733>.

Banegas, M.E.N. *et al.* Morphology, chemical characterization and sources of microplastics in a coastal city in the equatorial zone with diverse anthropogenic activities (Fortaleza City, Brazil). *Jou. Poly. Environ.*, 2022. Disponível em: <https://bityli.com/zvVryf>.

Bayo, S.; Olmos, J.; López-Castellanos & Alcolea, A. Microplastics and microfibers in the sludge of a municipal wastewater treatment plant. *Inter. Jour. of Sustain. Develo. and Plan.* v. 11, p. 812-821, 2016. Disponível em: <https://www.iieta.org/journals/ijstdp/paper/10.2495/SDP-V11-N5-812-821>.

Baechler, B. *et al.* Microplastic concentrations in two Oregon bivalve species: spatial, temporal, and species variability. *Limn. and Oce. Letters*, v. 5, p. 54-65, 2019. Disponível em: <https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/lol2.10124>.

Browne, M.A. *et al.* Spatial patterns of plastic debris along estuarine shorelines. *Env. Sci. & Tec.*, v. 44, p. 3404-3409, 2010. Disponível em: [https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es903784e?casa\\_token=X0d-BTowlN4AAAAA:GLLFC4P8sLks6WpXaa9-BOjHL-RflQbAdUUtfMcRzPSIRpbODjw9U3kISWqgcKQr9fkVli3ketO0bq7S](https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es903784e?casa_token=X0d-BTowlN4AAAAA:GLLFC4P8sLks6WpXaa9-BOjHL-RflQbAdUUtfMcRzPSIRpbODjw9U3kISWqgcKQr9fkVli3ketO0bq7S).

Browne, M.A. *et al.* Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environ. Sci. Technol.*, p. 2-17, 2011. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Accumulations-of-microplastic-on-shorelines-sources-Browne-Crump/4d84e74e4ee614300eb31563a16f2adcb35976e3>.

Bosker, T.; Guaita, L. & Behrens, P. Microplastic pollution on Caribbean beaches in the Lesser Antilles. *Mari. Pollu. Bull.*, v. 133, p. 442-447, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X18303898>.

Chen, Q.; Allgeier, A.; Yin, D. & Hollert, H. Leaching of endocrine disrupting chemicals from marine microplastics and mesoplastics under common life stress conditions. *Environ. Intern.*, v. 130, p. 104938, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019303137>.

Dantas, N.C.F.M *et al.* Plastic intake does not depend on fish eating habits: Identification of microplastics in the stomach contents of fish on an urban beach in Brazil. *Mari. Pollu. Bulle.*, v. 153, 2020. Disponível em: [encurtador.com.br/qwKU9](http://encurtador.com.br/qwKU9).

Endo, S. *et al.* Concentration of polychlorinated biphenyls (PCBs) in beached resin pellets: variability among individual particles and regional differences. *Mari. Pollu. Bulle.*, v. 50, n. 10, p. 1103-1114, 2005. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15896813/>.

Fisner, M. *et al.* Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (hpas) em plastic pellets da enseada de Santos, São Paulo, Brasil, in *Anais do XIV Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar – XIV Colacmar Balneário Camboriú (SC/BRASIL)*. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 30 de outubro a 4 de novembro de 2011. Disponível em: <https://doczz.com.br/doc/433110/-hpas--em-plastic-pellets-da-enseada-de>.

Garcia, T.M. *et al.* Microplastics in subsurface waters of the western equatorial Atlantic (Brazil). *Marine Pollution Bulletin*, v. 150, p. 110705, 2019. Disponível em: <https://bitly.com/NSITH>.

Geyer, R.; Jambeck, J. & Law, K.L. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Scien. Advan.* 3. ed., 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28776036/>.

GPS Fieldareameasure, 2018. Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=lt.noframe.fieldsareameasure&hl=en\\_US&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=lt.noframe.fieldsareameasure&hl=en_US&gl=US).

Hidalgo-Ruz, V.; Gutow, L.; Thompson, C. & Thiel, M. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environ. Sci. Technol.*, v. 46, p. 3060-3075, 2012. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es2031505>.

Liu, H. *et al.* Sunlight mediated cadmium release from colored microplastics containing cadmium pigment in aqueous phase. *Environ. Pollu.*, v. 263, p. 114484, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749120301639>.

Lambert, S. & Wagner, M. Microplastics are contaminants of emerging concern in freshwater environments: an overview. *Fresh. Microplas.*, p. 14-17, 2018. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-61615-5\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-61615-5_1).

Martinez, E.A.B.; Maamaatuaiahutapu, K.A. & Taillandier, V. Floating marine debris surface drift: convergence and accumulation toward the South Pacific subtropical gyre. *Marin. Pollu. Bulle.*, n. 58, p. 1347-1355, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X09001787>.

Maynard, I.F.N. *et al.* Analysis of the occurrence of microplastics in beach sand on the Brazilian coast. *Scien. of the Tot. Environ.*, v. 771, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720383108>.

Meireles, A.J.A. Geodinâmica dos campos de dunas móveis de Jericoacoara/CE-BR. *Mercator*, Fortaleza, v. 10, n. 22, p. 169-190, ago. 2011. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/663>.

Meireles, A.J.A. *et al.* Parque Nacional de Jericoacoara: trilhas para a sustentabilidade. Fortaleza: *Edições UFC*, 2011. Disponível em: <http://www.ppggeografia.ufc.br/images/livrojericoacoaraii.pdf>.

Noaa. National Oceanic and Atmospheric Administration. *Marine debris monitoring and assessment: recommendations for monitoring debris trends in the marine*. Information on marine debris. Office of Response and Restoration: NOAA's National Ocean Service, 2013. Disponível em: <https://response.restoration.noaa.gov/orr-weekly-report>.

Noaa. *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments*, p. 9-11, 2015, encurtador.com.br/gjrwA. Disponível em: <https://response.restoration.noaa.gov/orr-weekly-report>. Acesso em: 3 set. 2019

Purca, S. & Henostroza, A. Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revis. Peru. de Bio.*, v. 24, 2017. Disponível em: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332017000100012](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332017000100012).

Pan, Z. *et al.* Microplastics in the Northwestern Pacific: abundance, distribution, and characteristics. *Scien. Tot. Environ.*, v. 650, p. 1913-1922, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971833688X>.

Qiu, J. *et al.* Dynamics of paralytic shellfish toxins and their metabolites during timecourse exposure of scallops *Chlamys farreri* and mussels *Mytilus galloprovincialis* to *Alexandrium pacificum*. *Aquatic Toxicology*, v. 200, p. 233-240, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166445X18301887>.

Rocha-Santos, T. & Duarte, A.C. A critical overview of the analytical approaches to the occurrence, the fate and the behavior of microplastics in the environment. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, v. 65, p. 47- 53, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165993614002556>.

Sobral, P. *et al.* Microplásticos nos oceanos: um problema sem fim à vista. *Ecologia*, Portugal, v. 3, p. 12-21, 2011. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/acervo-tecnico/microplasticos-nos-oceanos/>.

Sutton, R.; Mason, S.A.; Strnek, S.K.; Willis-Norton, E.; Wren, I.F. & Box, C. Microplastic contamination in the San Francisco Bay, Califórnia, USA. *Marin. Pollu. Bulle.*, v. 109, n. 1, p. 230-235, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X16303976>.

Sagawa, N.; Kawaai, K. & Hinata, H. Abundance and size of microplastics in a coastal sea: Comparison among bottom sediment, beach sediment, and surface water. *Marin. Pollu. Bulle.*, v. 133, p. 532-542, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X18303527>.

Saldanha, T.R. Microplásticos na costa do Ceará (Nordeste do Brasil): uma revisão. Trabalho de conclusão de curso (graduação), curso de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/64595>.

Shumway, S.E. *et al.* Particle selection, ingestion, and absorption in filter-feeding bivalves. *Journ. of Exper. Mari. Bio. and Ecol.*, v. 91, p. 77-92, 1985. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0022098185902229>.

Ward, J.E. & Kach, D.J. Marine aggregates facilitate ingestion of nanoparticles by suspension-feeding bivalves. *Marin. Environ. Resear.*, v. 3, n. 68, p. 137-142, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141113609000622>.

Watts, A. *et al.* Ingestion of plastic microfibers by the Crab *Carcinus maenas* and Its effect on food consumption and energy balance. *Environ. Scien. Techn.*, v. 49, p. 14597-14604, 2015. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.5b04026>.

Wright, S.L.; Thompson, R.C. & Galloway, T.S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environ. Pollut.*, n. 178, p. 483e492, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749113001140>.

Ziajahromi, S.; Neale, P.A. & Leusch, F.D.L. Wastewater treatment plant effluent as a source of microplastics: review of the fate, chemical interactions and potential risks to aquatic organisms. *Water Science and Technology: Jour. Inter. Assoc. Wat. Pollut. Resear*, v. 10, n. 74, p. 2253-2269, 2016. Disponível em: <https://iwaponline.com/wst/article/74/10/2253/19411/Wastewater-treatment-plant-effluent-as-a-source-of>.