



**UNIVERSIDADE  
FEDERAL RURAL  
DE PERNAMBUCO**

Myller Cardoso da Silva

## **Ocorrência e distribuição de microplásticos no Arquipélago de Abrolhos**

Recife

2019

Myller Cardoso da Silva

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Departamento de Biologia

Bacharelado em Ciências Biológicas

Orientador: Mauro de Melo Junior

Recife

2019

Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação Universidade Federal  
Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a)

---

S586oo Silva, Myller Cardoso da Silva  
Ocorrência e distribuição de microplásticos no Arquipélago de Abrolhos / Myller Cardoso da Silva  
Silva. - 2019. 28 f. : il.

Orientador: Mauro de  
Melo Junior. Inclui  
referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Bacharelado em Ciências Biológicas, Recife, 2021.

1. Poluição. 2. Lixo marinho. 3. Conservação marinha. 4. Ilha oceânica. I. Junior, Mauro de Melo, orient.  
II. Título



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLGIA**

**Ficha de Aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso**

Trabalho defendido por **MYLLER CARDOSO DA SILVA** às 10:00 do dia 10 de julho de 2019, na sala 104, Departamento de Biologia, UFRPE/Sede, como requisito para conclusão do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, intitulado **“Ocorrência e distribuição de microplásticos no Arquipélago de Abrolhos, Bahia, Brasil”**, orientado por Mauro de Melo Júnior e aprovado pela seguinte banca examinadora:

---

Prof. Dr. Mauro de Melo Júnior  
UFRPE (Departamento de Biologia – DB) Orientador

---

Dr<sup>a</sup>. Simone Maria de Albuquerque Lira  
UFRPE (Departamento de Biologia – DB) Titular 1

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jacqueline Santos Silva-Cavalcanti  
(Departamento de Biologia – DB) Titular 2

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Carla Asfora El-Deir  
(Departamento de Biologia – DB) Suplente

*"E o corvo disse: "Nunca mais!"  
Estremeço. A resposta ouvida  
É tão exata! É tão cabida!  
"Certamente, digo eu, essa é toda a ciência  
Que ele trouxe da convivência  
De algum mestre infeliz e acabrunhado  
Que o implacável destino há castigado  
Tão tenaz, tão sem pausa, nem fadiga,  
Que dos seus cantos usuais  
Só lhe ficou, na amarga e última cantiga,  
Esse estribilho: "Nunca mais...""*

*Edgar Allan Poe*

## **Agradecimentos**

Ao Universo e todas as forças que convergiram para a realização deste trabalho.

À minha família, pelo apoio desde o começo da graduação.

Ao meu orientador Mauro Júnior, por toda paciência e dedicação.

Aos meus amigos da UFRPE, que me acompanharam ao longo de todo o trajeto.

À equipe LEPLANC, sempre solícita e prestativa. Principalmente a Alef Jonathan, por todo o auxílio e pelas dicas que foram muito úteis.

Aos professores maravilhosos que tive durante minha graduação, por todos os ensinamentos, contribuindo para minha formação.

Ao PET - Biologia, aonde criei pertencimento ao curso e fiz amizades para a vida.

À tutora mais maravilhosa, Jaqueline Oliveira, pelos seus ensinamentos e por todo o amor que vou carregar comigo para sempre.

À banca avaliadora dessa monografia, por ter aceitado o convite.

A todos que me motivaram e falaram que eu iria conseguir.

## Resumo

A poluição por plásticos é uma grande ameaça a ambientes oceânicos, costeiros e para a biota marinha e vêm sendo documentados durante os últimos 40 anos. O estudo de microplásticos pelágicos em ilhas do Oceano Atlântico é recorrente aonde as ilhas retêm plásticos do mar adjacente por diferentes mecanismos metaoceanográficos, sendo um dos principais fatores para o declínio de espécies nativas e degradação da beleza natural. Os objetivos deste trabalho foram determinar a abundância, distribuição espacial, composição e classificação dos microplásticos no Arquipélago de Abrolhos. Além de aperfeiçoar a técnica de quantificação e mensuração das partículas através do processo de identificação visual e da digestão de partículas orgânicas por ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), e comparar as amostras obtidas em tamanhos de abertura de malhas diferentes (64  $\mu\text{m}$  e 200  $\mu\text{m}$ ). O complexo recifal de Abrolhos abrange a mais extensa área de recifes de coral do Brasil e do todo o oceano Atlântico Sul, a região de estudo se concentrou em pontos localizados cerca de 10 - 70 km da costa. Para identificação das partículas, as técnicas de contagem visual e digestão por ácido nítrico foram utilizadas. As densidades passaram por testes estatísticos não paramétricos como o Wilcoxon/Mann-Whitney e Kruskal Wallis) para comparar as tendências centrais das amostras. Os microplásticos foram classificados de acordo com o seu tipo: filamento, plásticos moles, plásticos duros e isopor. A malha de 64  $\mu\text{m}$  se mostrou mais efetiva na captura de microplásticos (4,19 mp/m<sup>3</sup>) e 1,87 mp/m<sup>3</sup> na malha de 200  $\mu\text{m}$ . As duas redes apresentaram uma composição geral de coleta semelhante, já que ambos apresentaram maiores densidades de filamentos (64  $\mu\text{m}$  2,49 mp/m<sup>3</sup> e 2,15 mp/m<sup>3</sup> na malha de 200  $\mu\text{m}$ ). A região mais afastada do continente possui uma densidade de microplásticos maior, assim como na região mais próxima a costa. A utilização da malha menor aumenta a capacidade de coleta dos itens plásticos, principalmente para os filamentos. Mais pesquisas são necessárias para entender a distribuição dos microplásticos e buscar uma mitigação dos vários problemas ambientais causados por eles.

**Palavras-chave:** Poluição, Lixo marinho, Conservação Marinha, Ilha oceânica.

## Abstract

Plastic pollution is a major threat to oceanic, coastal and marine biota environments and has been documented for the last 40 years. The study of pelagic microplastics in islands of the Atlantic Ocean is recurrent, where the islands retain plastics of the adjacent sea by different metaoceanographic mechanisms, being one of the main factors for the decline of native species and degradation of the natural beauty. The objectives of this work were to determine the abundance, spatial distribution, composition and classification of microplastics in the Abrolhos Archipelago. In addition to improving the technique of quantification and measurement of particles through the process of visual identification and digestion of organic particles by nitric acid ( $\text{HNO}_3$ ), and compare the samples obtained in different mesh apertures (64  $\mu\text{m}$  and 200  $\mu\text{m}$ ). The Abrolhos reef complex covers the largest area of coral reefs in Brazil and the entire South Atlantic Ocean. The study region concentrated on points located about 10 - 70 km offshore. To identify the particles, techniques of visual counting and digestion by nitric acid were used. The densities underwent non-parametric statistical tests such as Wilcoxon / Mann - Whitney and Kruskal Wallis) to compare the central trends of the samples. Microplastics were classified according to their type: filaments, soft plastics, hard plastics and styrofoam. The 64  $\mu\text{m}$  mesh was more effective in the capture of microplastics ( $4.19 \text{ mp} / \text{m}^{-3}$ ) and  $1.87 \text{ mp} / \text{m}^{-3}$  in the 200  $\mu\text{m}$  mesh. The two networks presented a similar general collection composition, since both had higher densities of filaments (64  $\mu\text{m}$   $2.49 \text{ mp} / \text{m}^{-3}$  and  $2.15 \text{ mp} / \text{m}^{-3}$  in the 200  $\mu\text{m}$  mesh). The region farthest from the continent has a higher density of microplastics, as well as in the region closest to the coast. The use of the smaller mesh increases the collection capacity of plastic items, especially for filaments. Further research is needed to understand the distribution of microplastics and seek a mitigation of the various environmental problems caused by them.

**Keywords:** Pollution, Marine Litter, Marine Conservation, Oceanic Island.



## Lista de ilustrações

Figura 1 – Mapa do Parque Nacional Marinho de Abrolhos .....	14
Figura 2 – Boxplot mostrando a densidade mediana e média dos microplásticos nas malhas de 64 e 200 $\mu\text{m}$ .....	17
Figura 3 – Histograma em relação a densidade de microplásticos e a proximidade da costa..	19

## Lista de tabelas

Tabela 1 – Densidade média total das categorias de microplásticos em relação às redes de plâncton .....	18
Tabela 2 – Teste de Wilcoxon/Mann-Whitney .....	18
Tabela 3 – Pós análise de Kruskal Wallis .....	18

## **Lista de abreviaturas e siglas**

AC – Arco costeiro.

AE – Arco externo.

AP – Arquipélago de Abrolhos.

AR – Arengueiras II.

BR – Buracas.

SG – Sebastião Gomes.

TBI – Timbebas I.

TBII – Timbebas II.

PPI – Parcel das Paredes I.

PPII – Parcel das Paredes II.

PL – Portinho Leste.

R – Rodolitos.

PS – Portinho Sul.

PN – Portinho Norte.

PAB – Parcel dos Abrolhos.

PABIII – Parcel dos Abrolhos III.

PABIV – Parcel dos Abrolhos IV.

POPs – Poluentes Orgânicos Persistentes.

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	13
1.1	Microplásticos no ambiente pelágico	15
1.2	Poluição e efeitos antropogênicos	15
1.3	Microplásticos em ilhas oceânicas	16
1.4	Microplásticos pelágicos em ilhas do Oceano Atlântico	16
1.5	<b>Objetivos</b>	17
1.5.1	Objetivo geral	17
1.5.2	Objetivos específicos	17
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	18
2.1.	Área de estudo	18
2.2.	Delineamento amostral e procedimento de coleta	18
2.3.	Procedimento de coleta	19
2.4.	Análise das amostras	19
2.5.	Correção dos dados	20
2.6.	Análise da seletividade dos microplásticos	20
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	21
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	24
	<b>REFERÊNCIAS</b>	25

## 1 Introdução

As atividades humanas estão diretamente ligadas ao declínio da biodiversidade do mundo, e o problema é tão grave que todos os impactos humanos combinados, poderiam ter multiplicado em 1000-10.000 vezes a taxa natural de extinção das espécies (Lovejoy, 1997). Nos oceanos, a ameaça à vida marinha ocorre de várias formas, como na sobreexploração e coleta, depósito de lixo, introdução de espécies exóticas, recuperação de terras, dragagem e mudança climática global (Beatley, 1991). Uma forma particular de impacto humano que constitui uma grande ameaça à vida marinha: a poluição por detritos plásticos. Segundo Vert et al. (2012) plástico é um termo geral que se refere à família dos polímeros sintéticos orgânicos de fontes de petróleo, compreendendo policloreto de vinila (PVC), nylon, polietileno (PE), poliestireno (OS), e polipropileno (PP).

A preocupação com a ameaça dos plásticos para o meio ambiente marinho cresceu nos últimos anos. Estima-se que entre 4,8 e 12,7 milhões de toneladas de resíduos plásticos acabam no ambiente marinho (Cozar et al., 2014; Jambeck et al., 2015), aumentando cada vez mais sua prevalência nos oceanos. Os detritos plásticos são amplamente reconhecidos como um dos poluentes mais importantes do ambiente marinho no século XXI. Os destinos e efeitos de macroplásticos em ambientes oceânicos, ambientes costeiros e para a biota marinha foram documentados nos últimos 40 anos (Moore 2008; Barnes et al. 2009; Thompson et al. 2009).

Os resíduos plásticos entram no ecossistema marinho por uma ampla gama de tamanhos, variando de micrômetros a milímetros (Barnes et al. 2009). O tamanho definido de um “microplástico” varia, mas o limite superior de 5 mm é geralmente aceito na literatura, e muitos pesquisadores usam 0,5 ou 1 mm como ponto de corte entre macro ou mesoplástico e microplástico (Andrady, 2011; Cole et al., 2011). No entanto, a fragmentação dos macroplásticos em microplásticos continua pouco compreendida (Andrady, 2011).

Os microplásticos também podem ser categorizados de acordo com a sua origem: os microplásticos primários são produzidos, como pellets de resina (matérias-primas para produtos de plástico) ou como aditivos para produtos de higiene pessoal (por exemplo, gel de banho e peelings). Microplásticos secundários são produtos de degradação de itens plásticos maiores, que são decompostos pela radiação UV e/ou abrasão física em

fragmentos menores. (Wagner, 2014). Assim, foco atual das pesquisas na comunidade científica está em uma das menores frações de plásticos, os microplásticos (Barnes et al. 2009; Ivar do Sul e Costa 2014).

Os microplásticos representam uma ameaça para biota quando ingeridos, porque eles são semelhantes em tamanho para muitos organismos nas comunidades do bentos e plâncton. Portanto, os microplásticos estão amplamente disponíveis toda a cadeia alimentar marinha (Wright et al. 2013). A captação depende do tamanho, forma e densidade das partículas (Browne et al. 2011). Sugere-se que para vertebrados, a ingestão de plásticos esteja relacionada com o tipo e cor dos plásticos prevalentes no ambiente marinho (Ryan 2008). No grupo dos invertebrados são predominantemente restritos a experimentos laboratoriais (Wright et al. 2013). Além disso, sabe-se que poluentes hidrofóbicos estão presentes na água do mar e podem adsorver facilmente em partículas de microplástico (Teuten et al. 2007) e potencialmente transportar os poluentes para grandes áreas oceânicas (Zarfl e Matthies 2010). Se ingerido, contaminantes podem ser liberados no trato gastrointestinal e eventualmente contaminar tecidos e órgãos (Tanaka et al. 2013). A superfície do mar e os sedimentos da praia são matrizes ambientais que são mais amplamente estudadas em termos de poluição microplástica (Hidalgo-Ruz et al. 2012).

No Brasil, estudos com resíduos plásticos em ambientes costeiros vêm sendo realizados desde o final da década de 1990, relatando a distribuição em todo oeste do Oceano Atlântico tropical, incluindo outros ambientes insulares inseridos no contexto da Amazônia Azul (Ivar do Sul e Costa 2007). Entretanto aspectos relacionados à poluição destes ambientes por microplásticos eram, até o momento, desconhecidos apesar de serem áreas prioritárias devido a sua grande importância ecológica e conservacional. Ambientes costeiros são diretamente impactados devido à sua proximidade, no entanto, o oceano adjacente também é vulnerável a fontes de plásticos terrestres, devido à geração *in situ* e ao transporte a longa distância (por exemplo, Eriksen et al., 2013; Cozar et al., 2014). Ambientes insulares oceânicos são igualmente vulneráveis à poluição plástica, as ilhas povoadas também são fontes potenciais de plásticos; ilhas retêm plásticos do mar adjacente por diferentes mecanismos metaoceanográficos (Monteiro, 2018). Ecologicamente, são ecossistemas únicos em termos de biodiversidade e endemismo (Ivar do Sul et al., 2013).

A literatura abrange muitas regiões sobre diferentes períodos de tempo e confirma que a poluição por microplástico é onipresente e frequentemente contamina a superfície

do mar, especialmente no Hemisfério Norte (Ivar do Sul e Costa 2014). No entanto, os dados sobre a presença e características da poluição microplástica no Hemisfério Sul é significativamente mais limitado.

A superfície do mar (coluna d'água) e os sedimentos da praia são matrizes ambientais marinhas que são mais amplamente estudadas em termos de poluição microplástica (Hidalgo-Ruz et al. 2012). Além disso, por conta da hidrofobicidade e também pela proporção entre o volume de partículas de microplásticos e a área de superfície, ocorre adsorção de poluentes orgânicos persistentes como hidrocarbonetos policíclicos aromáticos por essas partículas plásticas (Teuten et al., 2007).

### ○ *1.1 Microplásticos no ambiente pelágico*

Microplásticos que são diretamente lançados no ambiente são aqueles de fontes primárias (Thompson et al. 2009; Fendall and Sewell 2009) e aqueles que são formados continuamente no mar através da degradação e posteriormente fragmentação de itens maiores, são os microplásticos de origem secundária (Andrady 2011). Estes microplásticos de origem primárias que também são chamados de “pellets”, na verdade são o material bruto para a fabricação de produtos plásticos (Henrrera, 2018).

Estudos desde a década de 1970 como os de Carpenter et al. (1972) e Shiber (1982, 1987) vêm reportando altos níveis de resíduos plásticos, principalmente pellets, encontrados no mar e ao longo da Costa. Estes pellets são transportados por todo o planeta pelas correntes, originados de navios ou indústrias. Segundo Ogata et al. (2009) apesar do aumento de resinas plásticas nas praias do planeta, estes estão presentes ainda mais em áreas remotas.

### ○ *1.2 Poluição e efeitos antropogênicos*

Uma grande quantidade de fatores influencia na abundância de detritos plásticos em praia, incluindo corrente, topografia da praia e condições climáticas (Ryan et al., 2009). O número de espécies conhecidas por interagir negativamente com esses detritos, aumentou 49% em menos de 20 anos e mais de 55% das espécies de aves marinhas do mundo estão atualmente em risco (Gall et al., 2015). Combinados com levantamentos de praias, esses dados sugerem que a quantidade de detritos antropogênicos em nossos oceanos está aumentando (Barnes, 2009). A quantidade de detritos flutuantes em algumas áreas dos oceanos pode estar em declínio, potencialmente "perdida" para outros locais

dissipadores ainda não identificados, no ambiente marinho de acordo com Eriksen et al., (2014). O ponto final, ou mecanismo de remoção, para alguns deste plástico provavelmente inclui ilhas oceânicas de todo o mundo.

### o *1.3 Microplásticos em ilhas oceânicas*

O estudo de microplásticos em Ilhas oceânicas teve como precursor o trabalho pioneiro de Gregory (1983) nas Ilhas Sable e Bermuda, onde relatou a distribuição espacial, nível de degradação e incrustação em pellets de plástico abandonados. A incrustação de organismos indica que os pellets foram transportados pelo mar por um certo período de tempo. Sendo este um problema característico em ilhas oceânicas, onde os plásticos podem atuar como plataformas potenciais para a dispersão de espécies invasoras. Na ilha Sable, apenas três pellets foram coletados na década de 1980 (Gregory, 1983), mas cerca de uma década após os primeiros estudos foram encontrados ~ 10 pellets/m<sup>2</sup>, segundo Lucas (1992).

Mais ao sul, pellets foram encontrados em praias da Ilha de Fernando de Noronha, junto com fragmentos de plástico, indicando a influência do transporte de longo alcance por correntes marinhas superficiais (Ivar do Sul et al., 2009). Esse padrão também foi relatado por Baztan et al. (2014) nas Ilhas Canárias. A ilha foi estudada novamente durante uma pesquisa mais ampla anos mais tarde (Ivar do Sul et al., 2017).

No estudo de Henrrera, (2017) foi encontrado valores relativamente altos em praias das Ilhas Canárias apesar de estarem afastadas de grandes centros urbanos e ter um pequeno influxo de turistas, o que se tornou uma evidência de que a fonte principal de poluição não era local. Veio principalmente via mar aberto pela Corrente Canária.

Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) foram encontrados em microplásticos encalhados em Fuerteventura (Ilhas Canárias), ilhas de Barbados e Santa Helena, além de ilhas dos oceanos Pacífico e Índico que foram analisados por Heskett et al. (2012). Em todas essas ilhas foram encontrados pellets contaminados, destacando a dispersão global de produtos químicos auxiliados por microplásticos. Se ingeridos, esses pellets apresentam altos riscos para espécies endêmicas e migratórias em ilhas (Heskett et al., 2012; Kanhai et al., 2017).

### o *1.4 Microplásticos pelágicos em ilhas do Oceano Atlântico*

Estudos de plásticos pelágicos são recentes (~5 anos) e ainda restritos ao Oceano Atlântico Tropical. Segundo Ivar do Sul et al. (2013) no Arquipélago de São Pedro e São



Paulo foram encontrados  $\sim 1\text{mp}/\text{m}^3$ . Outro estudo mostra que a totalidade de plásticos encontrados eram duas vezes maiores que a quantidade de larvas de peixes (Lima et al., 2016). Mecanismos oceanográficos como correntes marinhas aparentemente aumentam as possibilidades de interação entre a biota e os plásticos. Fragmentos duros, fios e pedaços de borracha foram identificados, mas nenhum pellet de plástico foi amostrado.

No Oceano Atlântico Tropical Ocidental, Ivar do Sul et. al. (2014) relataram que microplásticos de origem secundária, como fragmentos de plástico rígido e filmes plásticos predominavam ao ser comparados a aqueles de fontes primárias. Os microplásticos pelágicos podem ser ingeridos por mamíferos (Fossi et al., 2012) e aves oceânicas e migratórias (Furness, 1985; Rodríguez et al., 2012), estas sendo consideradas boas indicadoras de microplásticos flutuantes, especialmente Procellariiformes (albatrozes e petréis) que se alimentam no oceano aberto. Estas partículas plásticas quando ingeridas, podem causar efeitos físicos como perfuração de órgãos ou ulceração e redução do apetite (Gregory, 2009; Ryan, 1988).

### o *1.5 Objetivos*

#### o *1.5.1 Objetivos gerais*

Os objetivos gerais deste trabalho foram determinar a abundância, distribuição espacial, composição e classificação dos microplásticos no Arquipélago de Abrolhos, Bahia.

#### o *1.5.2 Objetivos específicos*

(i) aperfeiçoar a técnica de quantificação e mensuração das partículas de microplásticos através do processo de identificação visual e da digestão de partículas orgânicas por ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), facilitando trabalhos futuros nessa área; (ii) e comparar as amostras obtidas em tamanhos de abertura de malhas diferentes ( $64\ \mu\text{m}$  e  $200\ \mu\text{m}$ ).

## 2 Material e métodos

### o 2.1 Área de estudo

O Parque Nacional Marinho dos Abrolhos é formado por cinco pequenas ilhas (de 100 a 1.000 m de comprimento), localizado entre o sul do estado da Bahia e norte do Espírito Santo, abriga a maior biodiversidade marinha conhecida em todo o Atlântico Sul (Werner et al. 2000, Dutra et al. 2005). Apenas uma ilha é habitada (<10 pessoas); no entanto, 4.000 turistas visitam o arquipélago anualmente. A temperatura média do ar é de aproximadamente 27 ° C e ventos constantes têm predominantemente Direção SE / E. O complexo recifal de Abrolhos abrange a mais extensa área de recifes de coral do Brasil e do todo o oceano Atlântico Sul, o qual possui menos de um por cento dos ecossistemas recifais do planeta Terra (Leão, 1999).

### o 2.2 Delineamento amostral e procedimento de coleta

O estudo foi realizado com amostras coletadas simultaneamente provenientes da plataforma continental leste brasileira, ao qual se distribui o complexo recifal de Abrolhos. A região de estudo se concentrou em quatro grandes pontos, sendo estes, o Arco Costeiro (AC) localizado cerca de 10 a 20 km da costa, Rodolitos (R) região com alta concentração de recifes de corais, o Arquipélago de Abrolhos (AP) que apresenta franjas que se estendem até 50-60 m da costa e o Arco externo (AE) que bordeja o lado leste das ilhas de Abrolhos, está localizado cerca de 70 km da costa, como pode ser visto na figura 1.

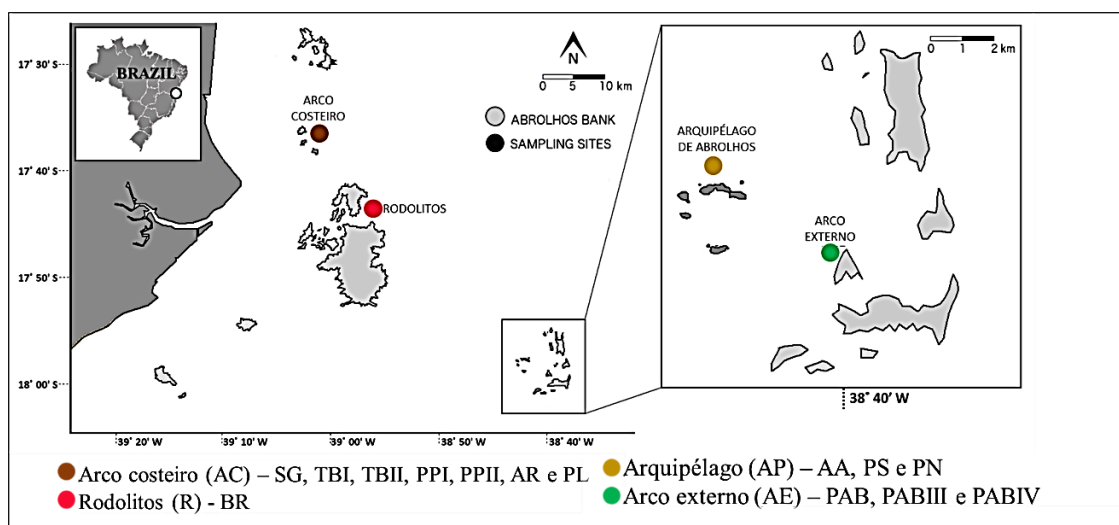


Figura 1 – Mapa do Parque Nacional Marinho de Abrolhos (adaptado de Figueirêdo, 2018).

### o **2.3 Procedimento de coleta**

Foram analisadas 55 amostras, coletadas entre fevereiro de 2014 e fevereiro de 2016 através de arrastos subsuperficiais horizontais, com redes de plâncton com 50 cm de diâmetro de boca, e 120 cm de comprimento e com 64 e 200  $\mu\text{m}$  de abertura de malha. Estas foram mantidas próximas e dispostas paralelamente -2-3 metros. Um fluxômetro foi acoplado a boca de cada rede, no intuito de estimar o volume filtrado em cada arrasto (e.g., Omori e Ikeda, 1984). Os arrastos duraram 5 minutos, com velocidade constante do barco de 1 nó, e as amostras foram fixadas em formol a 4% e tamponadas com 4 g de tetraborato de sódio para análises laboratoriais.

### o **2.4 Análise das amostras**

O processamento de todas as amostras foi realizado no Laboratório de Ecologia do Plâncton (LEPLANC/UFRPE) e os microplásticos foram observados em estereomicroscópio da marca Biotika. Para quantificação, as amostras foram analisadas na sua totalidade ( $\pm 200$  ml), usando câmaras de Bogorov, sendo anteriormente filtradas em concentradores e diluídas em volume necessário para que fosse possível a visualização das partículas. Como argumento de qualificação (análise de incremento qualitativo) os microplásticos foram classificados de acordo com o seu tipo/formato: filamento, plásticos moles, plásticos duros (e.g., Lima et al. 2014) e isopor. À medida que era realizada a contagem, os microplásticos triados eram separados em tubos de Eppendorf, adequadamente identificados. Durante todo o procedimento foram utilizadas medidas com o objetivo de evitar a contaminação das amostras.

Foram sorteadas 25 amostras de microplásticos para a confirmação através do teste com ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), pois tem sido relatado sua eficácia na dissolução rápida de material biogênico, restando apenas partículas não-biológicas. Para isso os microplásticos foram separados em placas de Petri de vidro, nas quais foram adicionadas gotas de  $\text{HNO}_3$  (65%), sendo a placa tampada e levada a estufa por 30 minutos a uma temperatura de 80°C (Lusher et al., 2016). Após esse período, todo o material foi novamente analisado em estereomicroscópio, para a confirmação definitiva de material plástico. Como controle, partículas de origem animal e vegetal do plâncton foram

submetidas ao ácido, bem como partículas plásticas das quatro categorias de classificação (filamentos, plástico mole, plástico duro e isopor).

#### o **2.5 Correção dos dados**

A fim de garantir um número final de microplásticos mais fiel aos coletados inicialmente, foram executados alguns procedimentos após a contagem. Em laboratório foi realizado o teste branco, que consistiu em colocar uma placa de Petri com água filtrada que ficou durante 3 h (tempo médio de triagem por amostra), em seguida foi verificado se alguma partícula plástica do ambiente contaminou a possível amostra. Após a contagem dos microplásticos todos os materiais utilizados foram lavados com 500 ml de água da torneira, sendo posteriormente submetida a análise e verificação de alguma possível contaminação por partícula plástica.

#### o **2.6 Análise da seletividade dos microplásticos**

A densidade de microplásticos foi calculada de acordo com o número de itens quantificados nas amostras e o valor de volume da água filtrada em campo (obtida a partir do fluxômetro).

Foi realizada uma Análise Multivariada de Variância Permutacional (PERMANOVA, função “*Adonis*” no programa R, Oksanen et al., 2016) para avaliar se houve diferença significativa dos microplásticos entre as diferentes aberturas de malha. Os dados foram submetidos a outros testes estatísticos não paramétricos (Wilcoxon/Mann-Whitney e Kruskal Wallis) para comparar as tendências centrais das amostras. Foi realizada uma Análise Percentual de Similaridade (SIMPER) para avaliar qual categoria de microplástico influenciou mais na densidade total das amostras. Todas as análises foram realizadas no programa R.

### 3 Resultados e discussão

Foram quantificados 1.498 microplásticos nas 55 amostras, sendo 59,67% encontrados na malha de menor abertura (64  $\mu\text{m}$ ) e 40,33% das amostras da rede de malha maior (200  $\mu\text{m}$ ). A densidade média total de microplásticos foi de 4,19  $\text{mp}/\text{m}^3$  coletados na rede de 64  $\mu\text{m}$  e 1,87  $\text{mp}/\text{m}^3$  na rede de 200  $\mu\text{m}$  (Figura 2).

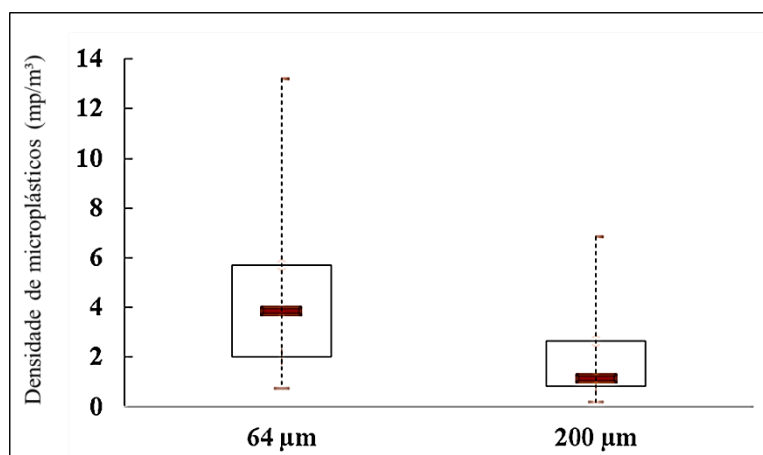


Figura 2 – Boxplot mostrando a densidade mediana e média dos microplásticos nas malhas de 64 e 200  $\mu\text{m}$ .

Um dos fatores que pode beneficiar a concentração de partículas está relacionado com a morfologia ou ao comportamento (Vannucci, 1968) e a consistência corporal mais rígidas dos organismos. Estes são fatores que podem resultar em maiores taxas de retenção em redes de malha maior (Nogueira-Júnior, 2015). Fazendo uma analogia a esses fatores que influenciam a retenção de organismos zooplancctônicos e através do presente estudo, podemos dizer que os microplásticos de formatos mais uniformes, tendem a ser retidos de forma mais efetiva na malha menor.

Como um dos primeiros estudos que analisa a densidade de microplásticos a partir de coletas realizadas simultaneamente com duas redes de aberturas de malha diferentes, o trabalho nos permite ter a percepção de que a metodologia utilizada na maioria dos trabalhos com microplásticos em águas superficiais pode estar subestimando as partículas que não conseguem ser capturadas com redes de malha menor (64  $\mu\text{m}$ ), comumente usada.

Considerando os tipos de microplásticos (plásticos duros, plásticos moles, filamentos e isopor), separadamente podemos observar que as duas redes apresentaram uma composição geral de coleta semelhante, já que ambos apresentaram maiores

densidades de filamentos (2,49 mp/m<sup>3</sup> na rede de 64 µm), sendo as demais categorias com menores valores significativos de densidade média entre as malhas (Tabela 1).

Tabela 1 – Densidade média total das categorias de microplásticos em relação às redes de plâncton.

Densidade média total (mp/m <sup>3</sup> )		
TIPOS DE MICROPLÁSTICOS	64 µm	200 µm
<b>Filamentos</b>	<b>2,49</b>	<b>2,15</b>
Plásticos duros	0,24	0,15
Plásticos moles	0,07	0,16
Isopor	0,14	0,07

A abertura de malha gerou pouca variação na composição de microplásticos entre uma malha e outra sugerido pelo PERMANOVA ( $p= 0.408$ ), portanto o teste não se mostrou significativo indicando que a diferença nos dados não está na composição dos microplásticos.

O teste de Wilcoxon calculou a diferença na densidade das categorias de microplásticos entre as malhas, mostrando novamente que a diferença não é significativa ( $W= 298$ ,  $p= 0.1954$ ).

Tabela 2 – Teste de Wilcoxon/Mann-Whitney

Wilcoxon test (< 0,05)		
TIPOS DE MICROPLÁSTICOS	W	p
Filamentos	312.5	0.2942
Plásticos duros	314	0.2968
Plásticos moles	383.5	0.8847
Isopor	353	0.6835

O resultado do SIMPER mostrou que o tipo que mais difere entre as malhas é o de filamento com 0,72%. A diferença entre os tipos de plásticos, somando as densidades das duas malhas feita pelo teste Kruskal Wallis se mostrou significativa onde  $p= 2.92^{-08}$  mostrando a diferença na densidade total entre os tipos de microplásticos.

Tabela 3 – Pós análise de Kruskal Wallis.

Kruskal Wallis (POST HOC)			
	Filamentos	Isopor	Plásticos duros
Isopor	$< 2^{-16}$	-	-
Plásticos duros	$2.7^{-14}$	0.00031	-
Plásticos moles	$< 2^{-16}$	0.34306	0.00446

Os dados estatísticos indicam que apesar de haver diferença entre as médias, a dispersão dos dados é similar, ou seja, a proporção de captura de microplásticos entre as redes são equivalentes. Houve diferença significativa na densidade entre os plásticos considerando a soma das duas redes, onde a categoria de filamentos se diferenciou praticamente de todos os tipos de plásticos.

A abundância relativa da densidade de microplásticos e a proximidade da costa foi calculada para as quatro grandes regiões de coleta: (AC)= 6,95; (R)= 5,06; (AP)= 5,86; (AE)= 7,78 (mp/m<sup>3</sup>) (Figura 4).

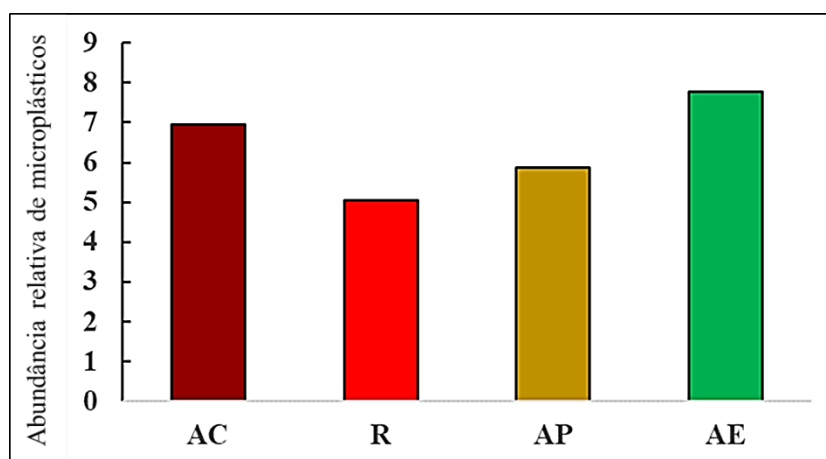


Figura 3 – Histograma em relação a densidade de microplásticos e a proximidade da costa.

A presença de microplásticos superficiais no Arquipélago de Abrolhos têm sido relatados em trabalhos de Ivar do Sul., et al (2014, 2017) com (~1,4 mp/m<sup>3</sup>) e também no Arquipélago São Pedro e São Paulo, aonde foram encontrados (~1 mp/m<sup>3</sup>) principalmente em volta do arquipélago. Neste trabalho consideramos que na região mais próxima ao continente a densidade de microplásticos é alta, assim como na região mais afastada que aqui mostrou-se com valor mais elevado que pode ser explicado por mecanismos oceanográficos, bem como correntes marinhas que ocorrem ao redor do arquipélago.

## **5 Conclusão**

Os resultados obtidos através da utilização de duas redes com abertura de malha diferentes é um fator relevante na seleção de microplásticos, a utilização da malha menor aumenta a capacidade de coleta dos itens plásticos, principalmente para os filamentos. Pode-se destacar ainda a alta densidade de partículas plásticas superficiais mais próximas a costa. A produção de plástico representa uma ameaça global que pode afetar ainda mais a beleza natural e a biodiversidade desta ilha e de muitos outros ambientes. É necessário maiores esforços para a compreensão da distribuição dos microplásticos nos ambientes aquáticos, bem como para a mitigação dos vários problemas ambientais causados pela poluição plástica.



## Referências

- ANDRADY, Anthony L. Microplastics in the marine environment. **Marine pollution bulletin**, v. 62, n. 8, p. 1596-1605, 2011.
- BARNES, David KA et al. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1526, p. 1985-1998, 2009.
- BAZTAN, Juan et al. Protected areas in the Atlantic facing the hazards of micro-plastic pollution: First diagnosis of three islands in the Canary Current. **Marine Pollution Bulletin**, v. 80, n. 1-2, p. 302-311, 2014.
- BEATLEY, Timothy. Protecting biodiversity in coastal environments: introduction and overview. **Coastal Management**, v. 19, n. 1, p. 1-19, 1991.
- CARPENTER, Edward J. et al. Polystyrene spherules in coastal waters. *Science*, v. 178, n. 4062, p. 749-750, 1972.
- COLE, Matthew et al. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. **Marine pollution bulletin**, v. 62, n. 12, p. 2588-2597, 2011.
- CÓZAR, Andrés et al. Plastic debris in the open ocean. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 28, p. 10239-10244, 2014.
- DO SUL, Juliana A. Ivar et al. Pelagic microplastics around an archipelago of the Equatorial Atlantic. **Marine pollution bulletin**, v. 75, n. 1-2, p. 305-309, 2013.
- DO SUL, Juliana A.; SPENGLER, Ângela; COSTA, Monica F. Here, there and everywhere. Small plastic fragments and pellets on beaches of Fernando de Noronha (equatorial western Atlantic). **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, n. 8, p. 1236, 2009.
- DO SUL, Juliana Assunção Ivar; COSTA, Monica; FILLMANN, Gilberto.
- DUTRA, Guilherme F. et al. A rapid marine biodiversity assessment of the Albrolos Bank, Bahia, Brazil. **Center for Applied Biodiversity Science (CABS)**, 2006.
- ERIKSEN, Marcus 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.

FENDALL, Lisa S.; SEWELL, Mary A. Contributing to marine pollution by washing your face: microplastics in facial cleansers. **Marine pollution bulletin**, v. 58, n. 8, p. 1225-1228, 2009.

FOSSI, Maria Cristina et al. Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*). **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 11, p. 2374-2379, 2012.

FURNESS, Robert W. Ingestion of plastic particles by seabirds at Gough Island, South Atlantic Ocean. **Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological**, v. 38, n. 3, p. 261-272, 1985.

GALL, Sarah C.; THOMPSON, Richard C. The impact of debris on marine life. **Marine pollution bulletin**, v. 92, n. 1-2, p. 170-179, 2015.

GREGORY, Murray R. Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1526, p. 2013-2025, 2009.

HERRERA, A. et al. Microplastic and tar pollution on three Canary Islands beaches: an annual study. **Marine pollution bulletin**, v. 129, n. 2, p. 494-502, 2018.

HESKETT, Marvin et al. Measurement of persistent organic pollutants (POPs) in plastic resin pellets from remote islands: Toward establishment of background concentrations for International Pellet Watch. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 2, p. 445-448, 2012. HIDALGO-RUZ, Valeria et al. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. **Environmental science & technology**, v. 46, n. 6, p. 3060-3075, 2012.

Occurrence and characteristics of microplastics on insular beaches in the Western Tropical Atlantic Ocean. **PeerJ Preprints**, 2017.

JAMBECK, Jenna R. et al. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 768-771, 2015.

LA DAANA, K. Kanhai et al. Microplastic abundance, distribution and composition along a latitudinal gradient in the Atlantic Ocean. **Marine pollution bulletin**, v. 115, n. 1-2, p. 307-314, 2017.

LEÃO, Z. M. A. N. Abrolhos: O complexo recifal mais extenso do Oceano Atlântico Sul. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. SIGEP, p. 345-359, 1999.

LIMA, André RA; BARLETTA, Mario; COSTA, Monica F. Seasonal-dial shifts of ichthyoplankton assemblages and plastic debris around an Equatorial Atlantic archipelago. **Frontiers in Environmental Science**, v. 4, p. 56, 2016.

LIMA, A. R. A.; COSTA, M. F.; BARLETTA, M. Distribution patterns of microplastics within the plankton of a tropical estuary. **Environmental Research**, v. 132, p. 146-155, 2014.

LOVEJOY, Thomas E. Biodiversity: what is it. Biodiversity II. **Understanding and Protecting Our Biological Resources**, p. 7-14, 1997.

LUCAS, Z. O. E. Monitoring persistent litter in the marine environment on Sable Island, Nova Scotia. **Marine Pollution Bulletin**, v. 24, n. 4, p. 192-199, 1992.

LUSHER, A. L. et al. Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. **Analytical Methods**, v. 9, n. 9, p. 1346-1360, 2017.

MAKOTO, Omori; TSUTOMU, Ikeda. **Methods in marine zooplankton ecology**. 1984.

MONTEIRO, Raqueline CP; DO SUL, Juliana A. Ivar; COSTA, Monica F. Plastic pollution in islands of the Atlantic Ocean. **Environmental Pollution**, v. 238, p. 103-110, 2018.

OGATA, Yuko et al. International pellet watch: global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters. 1. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHs. **Marine pollution bulletin**, v. 58, n. 10, p. 1437-1446, 2009.

OKSANEN, Jari et al. Vegan: community ecology package. R package version 1.17-4. <http://cran.r-project.org>, v. 23, p. 2010, 2010.

RYAN, Peter G. Seabirds indicate changes in the composition of plastic litter in the Atlantic and south-western Indian Oceans. **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, n. 8, p. 1406-1409, 2008.

RYAN, P. G.; CONNELL, A. D.; GARDNER, B. D. Plastic ingestion and PCBs in seabirds: is there a relationship?. **Marine pollution bulletin**, v. 19, n. 4, p. 174-176, 1988.

RYAN, Peter G. et al. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1526, p. 1999-2012, 2009.

SHIBER, J. G. Plastic pellets on Spain's 'Costa del Sol' beaches. **Marine Pollution Bulletin**, v. 13, n. 12, p. 409-412, 1982.

TEUTEN, Emma L. et al. Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants. **Environmental science & technology**, v. 41, n. 22, p. 7759-7764, 2007.

THOMPSON, Richard C. et al. **Our plastic age**. 2009.

VERT, Michel et al. Terminology for biorelated polymers and applications (IUPAC Recommendations 2012). **Pure and Applied Chemistry**, v. 84, n. 2, p. 377-410, 2012.

WAGNER, Martin et al. Microplastics in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know. **Environmental Sciences Europe**, v. 26, n. 1, p. 12, 2014.

WERNER, Timothy B. et al. Abrolhos 2000: conserving the Southern Atlantic's richest coastal biodiversity into the next century. **Coastal Management**, v. 28, n. 1, p. 99-108, 2000.

WRIGHT, Stephanie L.; THOMPSON, Richard C.; GALLOWAY, Tamara S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. **Environmental pollution**, v. 178, p. 483-492, 2013.

ZARFL, Christiane; MATTHIES, Michael. Are marine plastic particles transport vectors for organic pollutants to the Arctic? **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, n. 10, p. 1810-1814, 2010.