



**UEPB**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS V  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SOCIAIS APLICADAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**SUMMEYA JEDHA LEÃO FRANÇA**

**OCORRÊNCIA DE MICROPLÁSTICOS NO SEDIMENTO À JUSANTE DO  
ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA, PB**

**JOÃO PESSOA  
2022**

SUMMEYA JEDHA LEÃO FRANÇA

**OCORRÊNCIA DE MICROPLÁSTICOS NO SEDIMENTO À JUSANTE DO  
ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA, PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado à Coordenação do Curso Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas.

**Orientadora:** Profa. Dra. Ana Lúcia Vendel

**JOÃO PESSOA  
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F815o França, Summeya Jedha Leão.  
Ocorrência de microplásticos no sedimento à jusante do estuário do Rio Paraíba, PB [manuscrito] / Summeya Jedha Leão França. - 2022.  
22 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, 2022.

"Orientação : Profa. Dra. Ana Lúcia Vendel, Coordenação do Curso de Ciências Biológicas - CCBSA."

1. Detritos. 2. Estuário do Rio Paraíba. 3. Nordeste do Brasil. 4. Impacto antrópico. I. Título

21. ed. CDD363.7

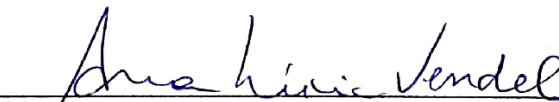
SUMMEYA JEDHA LEÃO FRANÇA

**OCORRÊNCIA DE MICROPLÁSTICOS NO SEDIMENTO À JUSANTE DO  
ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA, PB**

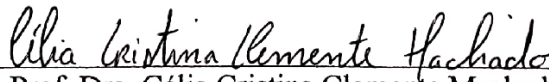
Trabalho de Conclusão de Curso  
(Artigo) apresentado à Coordenação do  
Curso Ciências Biológicas da  
Universidade Estadual da Paraíba, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
bacharel em Ciências Biológicas

Aprovado em: 17/11/2022.


**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dra Ana Lúcia Vendel (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dra. Célia Cristina Clemente Machado  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dra. Cláudia de Oliveira Cunha  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

A minha “Voinha” (avó), Socorro Leão  
DEDICO.

*“Quando o ser humano entender que faz parte do mundo, muitas transformações ocorrerão, ele não jogará mais lixo nos lagos, rios e mares porque saberá que são estas mesmas águas que correm em seu corpo” T. P. Zylberberg.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Registro do bairro Camalaú, adjacente ao Porto de Cabedelo, estuário do Rio Paraíba, Paraíba.....	10
<b>Figura 2</b>	Registro da incidência de resíduos sólidos na Ilha da Restinga do Rio Paraíba, Paraíba.....	11
<b>Figura 3 -</b>	Pontos de coleta entre Cabedelo e a Ilha da Restinga no estuário do Rio Paraíba, Paraíba.....	12
<b>Figura 4 -</b>	Ocorrência dos valores total de microplásticos nos pontos analisados por mês, no sedimento do estuário do Rio Paraíba, Paraíba.....	14
<b>Figura 5 -</b>	Filamento ampliado para 50 $\mu\text{m}$ (A) e 100 $\mu\text{m}$ (B), em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).....	15
<b>Figura 6 -</b>	Fragmento ampliado para 10 $\mu\text{m}$ (A) e 20 $\mu\text{m}$ (B), em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).....	16
<b>Tabela 1 -</b>	Abundância ( $\text{itens.kg}^{-1}$ ) de microplásticos por mês do sedimento no estuário do Rio Paraíba, nordeste do Brasil.....	14

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	8
1.1	Objetivos gerais.....	9
1.2	Objetivos específicos.....	9
2	MATERIAIS E MÉTODO .....	9
2.1	Área de estudo .....	9
2.2	Coletas de campo .....	11
2.3	Análise em laboratório .....	12
2.4	Contaminação aérea.....	13
2.5	Análise de dados .....	13
3	RESULTADOS.....	13
3.1	Quantificação de MPs.....	13
3.2	Caracterização de MPs.....	15
4	DISCUSSÃO.....	16
5	CONCLUSÃO.....	18
6	REFERÊNCIAS.....	19



## OCORRÊNCIA DE MICROPLÁSTICOS NO SEDIMENTO À JUSANTE DO ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA, PB<sup>1</sup>

Summeya Jedha Leão França<sup>2</sup>  
Ana Lúcia Vendel<sup>3</sup>

### RESUMO

Os impactos antrópicos têm sido intensificados em ambiente aquático, sendo comumente relacionados ao descarte indevido de resíduos sólidos que se acumulam em ambiente natural, sofrendo a quebra e desintegração de polímeros, até culminar em nanopartículas. Esse estudo oferece a avaliação da contaminação em sedimento por microplásticos (MPs) entre março/2019 e fevereiro/2020, em cinco pontos entre a Ilha da Restinga e o Porto de Cabedelo, área à jusante do estuário do Rio Paraíba, Paraíba, nordeste do Brasil. Após a análise de 60 amostras de sedimento, a abundância média de microplásticos obtida foi  $136,80 \pm 10,16$  itens.kg<sup>-1</sup> de sedimento, confirmando a grande incidência de poluição por MPs à jusante deste sistema. O teste de variância (ANOVA) aplicado entre pontos e meses analisados, não revelou diferenças significativas, confirmando homogeneidade na distribuição das partículas plásticas no local. Quanto à forma, houve predomínio de filamentos (95%) e fragmentos (5%) e cor transparente entre os MPs. Essa ampla incidência de partículas plásticas no sedimento do estuário do Rio Paraíba reforça a necessidade de novas medidas de saneamento na perspectiva de reduzir a poluição local por resíduos sólidos de diversas fontes neste importante estuário paraibano.

**Palavras chave:** Detritos, estuário do Rio Paraíba, Nordeste do Brasil, Impacto Antrópico.

### ABSTRACT

Anthropogenic impacts have been intensified in the aquatic environment, and are commonly related to the improper disposal of solid waste that accumulates in the natural environment, suffering the breakdown and disintegration of polymers, culminating in nanoparticles. This study provides an assessment of sediment contamination by microplastics (PMs) in five sampling points between March/2019 and February/2020, between Restinga Island and Cabedelo Harbor, Paraíba River estuary downstream, Paraíba, northeastern Brazil. After analyzing 60 sediment samples, the average PMs abundance obtained was  $136.80 \pm 10.16$  items.kg<sup>-1</sup> of analyzed sediment, confirming the high incidence of pollution by PMs in the sediment downstream of this system. The variance test (ANOVA) applied between sampling points and months analyzed, did not reveal significant differences confirming homogeneity in the local distribution of PMs. Concerning for the shape, there was a predominance of filaments (95%) and fragments (5%) and transparent color among PMs. This wide incidence of plastic particles in the sediment of the Paraíba River estuary reinforces the need for new sanitation measures with a view to reducing local pollution by solid waste from different sources in this important estuary of Paraíba.

**Keywords:** Debris, Paraíba River estuary, Northeast Brazil, Anthropic Impact.

<sup>1</sup> Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba.

<sup>2</sup>Graduanda do Curso de Ciências Biológicas da UEPB/ Campus V, Email: [summeyajedha@gmail.com](mailto:summeyajedha@gmail.com)

<sup>3</sup>Orientadora: Email: [analuciavendel@servidor.uepb.edu.br](mailto:analuciavendel@servidor.uepb.edu.br)

## 1. INTRODUÇÃO

A praticidade com que o plástico contribuiu para a sociedade, tornou o material amplamente popular, devido a maleabilidade do polímero na confecção de diversos produtos industriais, domésticos e tecnológicos. Isso se traduz em relevância ao mercado consumidor, principalmente, devido à fácil obtenção e ao baixo custo comercial (Cauwenberghe et al. 2015). Existem sete tipos de polímeros, a saber: Polipropileno (PP), Polietileno de Alta (HDPE) e de Baixa Densidade (LDPE); Policloreto de Vinil (PVC); Poliuretano (PUR); Polietileno tereftalato (PET) e Poliestireno (PS), os quais contribuem com 90% da produção total mundial de plásticos e são comumente encontrados em ecossistemas marinhos (Alves e Figueiredo 2019).

Os plásticos não são biodegradáveis, portanto, não se decompõem, mas acumulam-se em aterros e no ambiente natural (Geyer et al. 2017), sofrendo fragmentação progressiva em decorrência dos agentes externos, como luz ultravioleta, mudanças de temperatura e abrasão química (Pappis et al. 2021), resultando na oxidação da estrutura química do polímero promovendo sua quebra e desintegração, fornecendo pequenos fragmentos até culminar em nanopartículas ( $<1\mu\text{m}$ ) (Thompson et al. 2004; Browne et al. 2007).

Os microplásticos são comumente categorizados de acordo com suas origens por primários onde resulta o plástico processados para pré-produção de várias finalidades de produção a nível comercial e secundário representados pelos descartes em ambiente e suas progressivas quebra e fragmentações (GESAMP, 2019). Em relação ao tamanho são categorizados em macropástico (25 – 1000 mm) mesopástico (5 – 25 mm), micropástico ( $< 5$  mm), e nanopástico ( $< 1\mu\text{m}$ ) (GESAMP, 2019). Em ambiente aquático, o biofilme formado em torno dessas partículas providencia uma densidade influenciando a sua deposição em sedimento marinho, contribuindo para o sumidouro dessas partículas poliméricas (Jiwarungrueangkul et al. 2021) onde afundam e se acumulam no sedimento, enquanto partículas de menor densidade tendem a flutuar na superfície ou na coluna de água (van Cauwenberghe et al. 2015).

Os estuários geralmente são áreas abrigadas com baixa declividade e variações moderadas do nível das marés, fatores que permitem deposição de resíduos sólidos no sedimento (Cordeiro e Costa 2010). Dessa forma, hidrodinâmica do sistema estuarino influencia na retenção dos detritos plásticos assim como seu acúmulo no sedimento (Salazar-Perez et al. 2021).

Todo esse dinamismo favorece a exposição dos diversos organismos que nele ocorrem, as substâncias nocivas e aditivos químicos, por sua vez, responsáveis por incorporar atributos às características do polímero, como durabilidade e resistência e uma vez dispersos no meio ambiente, tais poluentes promovem efeitos tóxicos proveniente destes aditivos plásticos (Fred-Ahmadu et al. 2020; Fries et al. 2013).

Conseqüentemente, os microplásticos ficam acessíveis e são acidentalmente ingeridos por organismos de diversas espécies, como por exemplos poliquetas (Thompson et al. 2014), bivalves (van Cauwenberghe et al. 2015), peixes (Paiva et al. 2021a; Salazar-Pérez et al. 2021; Vendel et al. 2017). Os aditivos comumente são o ftalatos, bisfenol A, éteres difenílicos polibromados, nonilfenol e antioxidantes, conferindo efeito reprodutivo e neurotoxológico, entre outros tipos de desequilíbrio endócrino em organismos aquáticos (Fred-Ahmadu et al. 2020).

Dessa forma, estudos como este corroboram para enfatizar e avaliar esta problemática ambiental atual e somam-se a outros recentemente realizados no mesmo estuário, com distintas abordagens, como qualidade da água (De Oliveira et al. 2022) ou ingestão pela ictiofauna (Vendel et al. 2017). De forma que este trabalho objetiva avaliar

a abundância de MPs no sedimento à jusante do estuário do Rio Paraíba, Paraíba, nordeste do Brasil.

### 1.1 Objetivo geral

Avaliar a incidência de microplásticos no sedimento à jusante do estuário do Rio Paraíba.

### 1.2 Objetivos específicos

- Avaliar quantitativamente os tipos de micropartículas prevalentes no sedimento;
- Classificar os microplásticos quanto à forma e a cor;
- Registrar imagens das micropartículas em microscópio eletrônico de varredura (MEV).

## 2. MATERIAIS E MÉTODO

### 2.1 Área de estudo

O Rio Paraíba está localizado na região nordeste do Brasil, possui 380km de extensão e passa por 37 municípios (Nishida et al. 2008). Por sua vez, o estuário do Rio Paraíba inclui os municípios de João Pessoa, Bayeux, Santa Rita, Cabedelo e Lucena, e representa uma planície flúvio-marinha constituída pelo Rio Paraíba, incluindo no seu curso d'água os rios Sanhauá, Paroeira, Mandacaru, Tibiri, Tambiá, Ribeira e Guia (Guedes 2002). O clima da região é do tipo AS predominantemente tropical com verões secos (Álvares et al. 2013), temperatura média anual de 26°C e total de precipitação anual de 1800mm. O pico da estação seca ocorre em novembro e o período chuvoso vai de fevereiro a agosto (Alves et al. 2016).

O estuário abrange manguezais ao redor do canal principal e rios entre marés, acompanhado pelos remanescentes de mata atlântica (Dolbeth et al. 2016). A fauna e flora desse ambiente estuarino são explorados pela comunidade local para recurso e consumo, portanto é de importância ecológica e socioeconômica para a população local, assim como a área de pesca, turismo e atividade portuária (De Oliveira et al. 2022). A população local foi estimada em 1.815,57 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010) e a área apresenta canaviais nas margens do rio e cultivo de camarão, gerando grande influência do impacto antrópico (Dolbeth et al. 2016) contribuindo para indícios de eutrofização e poluição agroquímica (Vendel et al. 2017). Descarte indevido de resíduos sólidos que se acumulam na Ilha da Restinga (Figura 1: A - pedaço plástico em algas presentes no estuário; B - baixamar possibilitando a visualização de grande quantidade de vestígios plásticos fragmentando-se devido à dinâmica estuarina; C - vestígio de sacola plástica no sedimento do estuário; D - descarte inadequado de resíduo sólido em lento processo de quebra e geração de micropartículas poluentes).

**Figura 1:** Registro do bairro Camalaú, adjacente ao Porto de Cabedelo, estuário do Rio Paraíba, Paraíba.



**Fonte:** Ana Lúcia, 2022.

**Figura 2:** Registro da incidência de resíduos sólidos na Ilha da Restinga do Rio Paraíba, Paraíba.



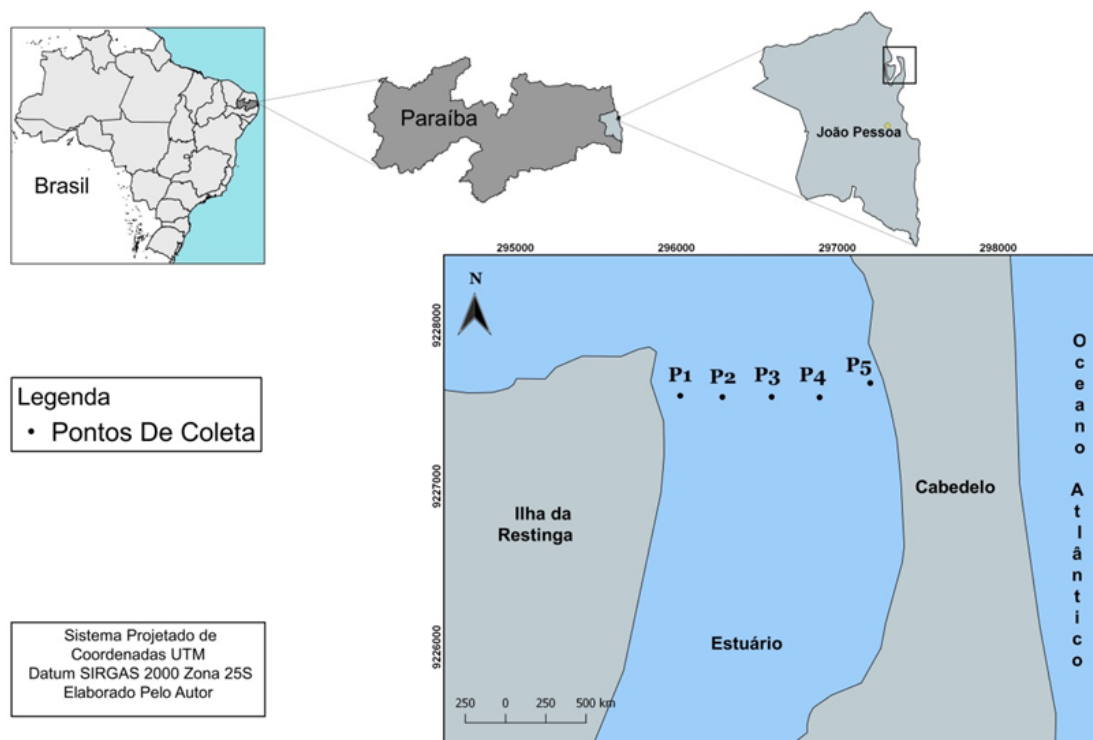
Fonte: Bianca Oliveira, 2022.

## 2.2 Coletas em campo

As coletas do sedimento ocorreram entre março de 2019 e fevereiro de 2020 totalizando 12 meses. Em cada mês, as coletas foram realizadas em cinco pontos, num transecto partindo da Ilha da Restinga em trajeto linear até a margem oposta, em área continental do município de Cabedelo (Figura 2). As amostras de sedimento foram obtidas pelo lançamento de draga do tipo Van Veen lançada de uma a três vezes, até obter cerca de 500 gramas de sedimento em cada ponto do transecto no estuário. O material foi removido da draga com espátula de inox e armazenado em potes de vidro

previamente lavados com água destilada, etiquetados e conduzidos em caixa térmica ao Laboratório de Ictiologia (LabIctio) UEPB.

**Figura 3.** Pontos de coleta entre Cabedelo e a Ilha da Restinga no estuário do Rio Paraíba, Paraíba.



Fonte: De Oliveira et al, 2022.

### 2.3 Análises em laboratório

Em laboratório, ocorreu a pesagem das amostras de sedimento, primeiro foram pesadas as embalagens de alumínio vazias, para suprimir este valor ao se aferir o peso úmido do sedimento a ser acondicionado na estufa para secagem do sedimento e queima da matéria orgânica presente na amostra.

Cada embalagem de alumínio foi etiquetada com o número do ponto amostral, e considerada como pseudorréplicas (de 1 a 5), em seguida, as amostras foram levadas à estufa a 55°C por 48h. Após este período, era conferido se o material estava seco, novamente pesado e tomado nota de seu peso seco essa diferença entre pesos configura a queima da matéria orgânica presente no sedimento.

Para a preparação das amostras, foi utilizada uma solução 140gL<sup>-1</sup> de NaCl, pesadas em balança analítica SHIMADZU (320g), após isso era depositado no becker de 2L, 280g de sal e 100g de sedimento seco, adicionando-se água destilada filtrada a fim de preencher o becker e a amostra foi homogeneizada com o bastão de vidro por 5min. Feito isso, o becker foi fechado com papel alumínio e mantido por 24h para total decantação do sedimento e posterior triagem do sobrenadante.

Após 24h, a amostra foi filtrada em malha de 15µm com o auxílio da peneira de alumínio aderido a malha, filtrando toda solução e com o fluxo da água que sai pela pisseta, lavou-se a área que foi filtrada passando o material para a placa de Petri

triplamente lavadas com água destilada filtrada e ocorre a análise do sobrenadante em microscópio estereoscópico, a fim de detectar os MPs flutuantes, e classificá-los quanto à forma e coloração original predominante do polímero. Os MPs encontrados foram removidos da amostra com o auxílio de pinças e estiletes e armazenados em eppendorfs com álcool 70%, devidamente etiquetados. O preparo das amostras foi modificado da metodologia proposta por Alves e Figueiredo (2019).

#### **2.4 Contaminação aérea**

Para a confiabilidade do estudo, o procedimento de limpeza da área de triagem foi feito com álcool 70% filtrado em malha de 15 $\mu$ m com papel toalha embebido em álcool filtrado, passando em todas as partes do microscópio estereoscópico e em toda a bancada de apoio. Foram tomados cuidados essenciais para evitar a contaminação aérea das amostras durante todos os procedimentos realizados, como uso de luvas de látex, jalecos 100% algodão, máscaras para limitar o deslocamento de ar na amostra e ar-condicionado desligado durante toda a triagem. Para garantir o controle total da contaminação aérea foram adicionadas três placas de Petri triplamente lavadas com água destilada filtrada em malha de 15 $\mu$ m, tratadas como brancos das amostras, a fim de assegurar o pleno controle da contaminação aérea durante todo o processo de triagem das amostras em laboratório, segundo as normas do protocolo de controle de contaminação aérea desenvolvido pelo LabIctio e detalhado em Paiva et al. (2022).

#### **2.5 Análise de dados**

A abundância de MPs foi calculada por mês com média e desvio padrão das cinco pseudorréplicas amostradas e extrapolada para quilograma de sedimento. Uma Análise de Variância (ANOVA) foi realizada com a finalidade de comparar as distribuições de microplásticos entre os meses no transecto amostrado. As análises estatísticas foram realizadas BioEstat 5.3 e Excel. Os microplásticos foram categorizados e classificados de acordo com suas características de forma e cor. Ocorreu o registro das imagens dos MPs em Microscópio Eletrônico de Varredura.

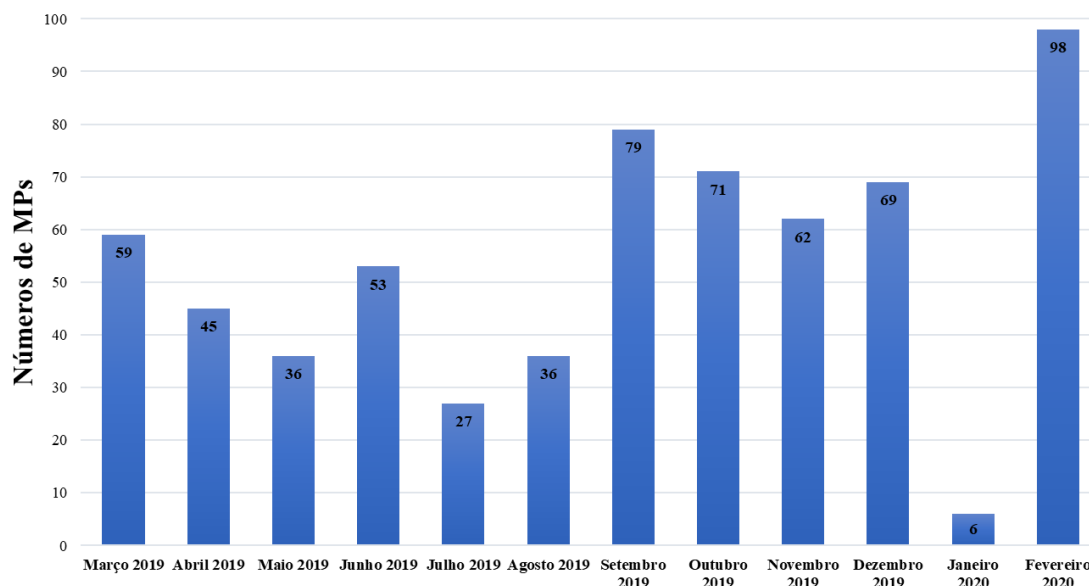
### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Quantificação de MPs**

Foram analisadas 60 amostras de sedimento no estuário do Rio Paraíba entre março/2019 e fevereiro/2020. Em todas as amostras houve o registro de microplásticos, totalizando 641 partículas registradas neste estudo ao longo de um ano de amostragens (Figura 3).

O teste de normalidade entre meses (Shapiro-Wilk  $p > 0,05$ ) confirmou a distribuição normal da ocorrência de MPs ao longo dos 12 meses, sendo então aplicado o teste de variância, ANOVA, seguida pelo teste de Tukey, o qual não revelou diferença significativa na distribuição de MPs no sedimento do estuário do Rio Paraíba ( $p$ -valor  $> 0,05$ ) nem entre os pontos, nem entre os meses amostrados.

**Figura 4.** Ocorrência dos valores total de microplásticos nos pontos analisados por mês, no sedimento do estuário do Rio Paraíba, Paraíba.



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2022.

A abundância média de microplásticos obtida para o período neste estudo foi de  $136,80 \pm 10,16$  itens.kg<sup>-1</sup> de sedimento do estuário (Tabela 1).

**Tabela 1.** Abundância (itens.kg<sup>-1</sup>) de microplásticos por mês do sedimento no estuário do Rio Paraíba, nordeste do Brasil.

Mês	Média±DP
Março/2019	148,0 ± 11,52
Abril/2019	120,0 ± 13,23
Mai/2019	102,0 ± 5,36
Junho/2019	136,0 ± 9,96
Julho/2019	84,0 ± 5,03
Agosto/2019	102,0 ± 7,26
Setembro/2019	188,0 ± 8,53
Outubro/2019	172,0 ± 4,82
Novembro/2019	154,0 ± 10,01
Dezembro/2019	168,0 ± 4,82
Janeiro/2020	42,0 ± 4,09
Fevereiro/2020	226,0 ± 37,34
<b>Média total</b>	<b>136,80 ± 10,16</b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2022.

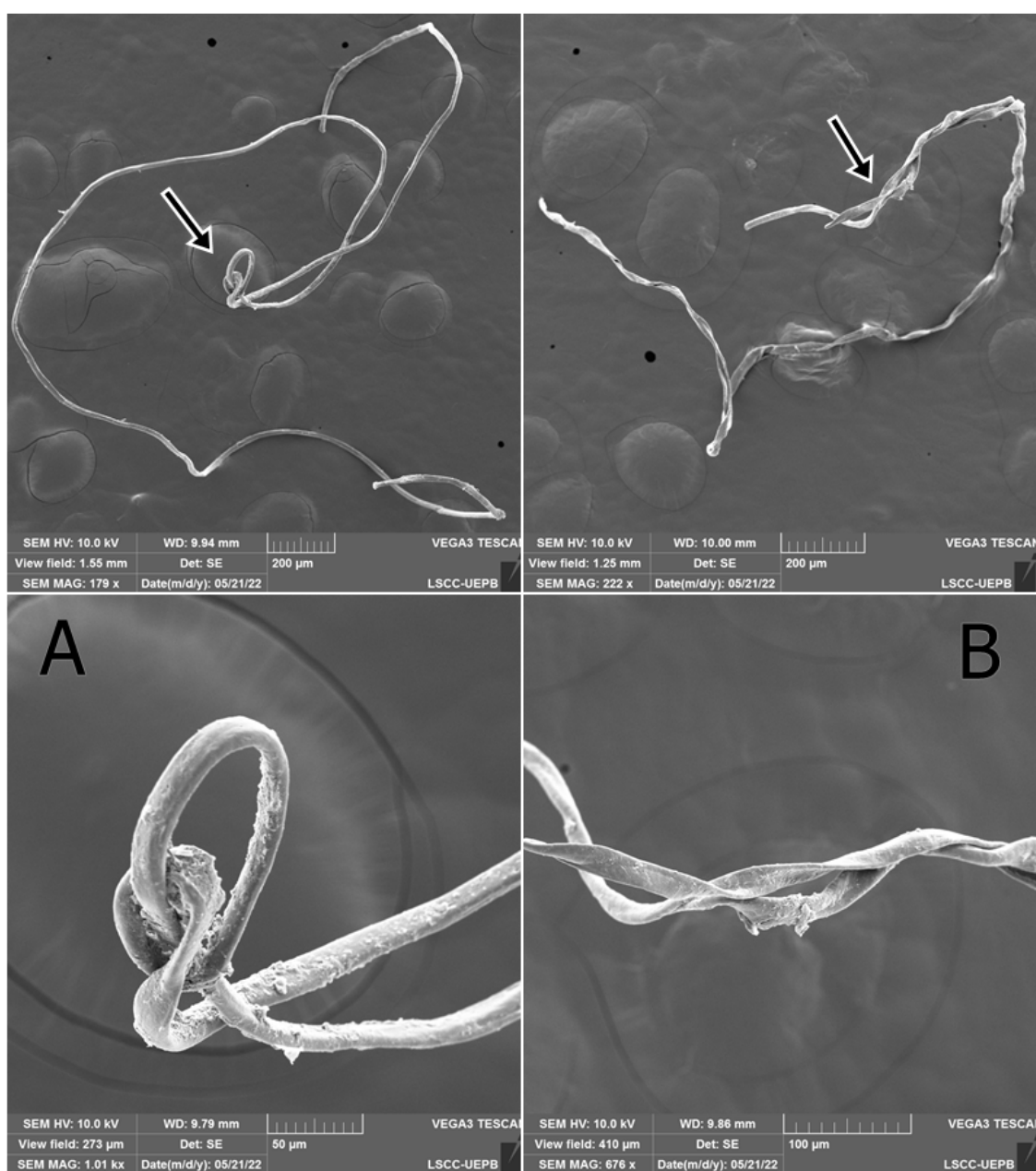


### 3.2 Caracterização de MPs

O total de microplásticos contabilizados neste estudo foi 641 partículas, a cor predominante foi transparente com 383 (60%), seguida pelo azul com 148 (23%), preto com 58 (9%), vermelho 41 (6%) e verde com 11 (2%). Quanto à forma, os filamentos predominaram absolutamente, perfazendo 95% dos MPs, seguida por fragmentos, forma de menos de 5% dos MPs. Foram também registradas imagens em microscópio eletrônico de varredura (MEV) contemplando as microestruturas dos MPs, e respectivas ampliações, para filamentos e fragmentos de MPs amostrados (Figuras 4 e 5).

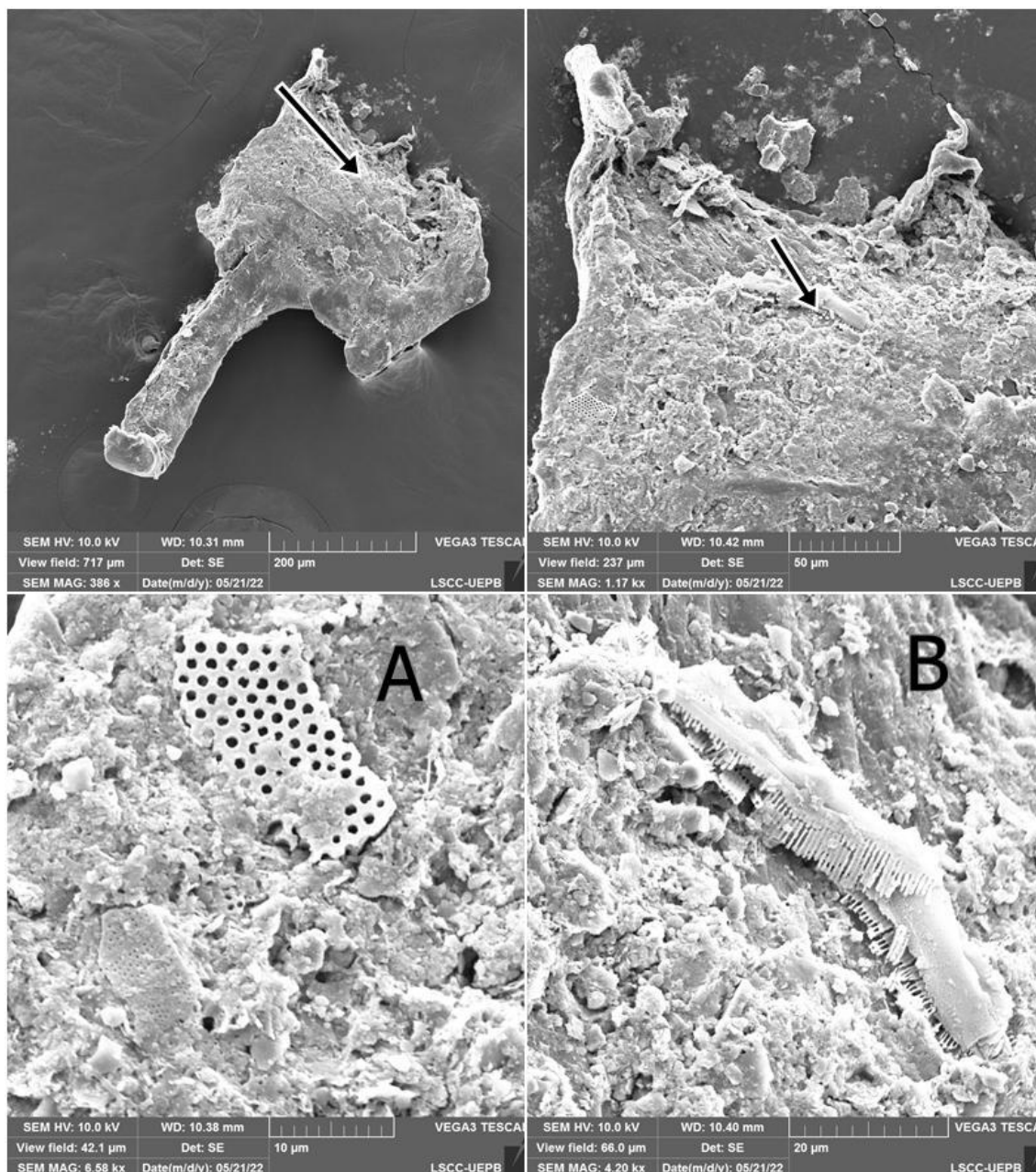
Quanto ao branco, não houve registro de contaminação aérea durante a triagem em 100% das amostras, ou seja, em nenhuma das três placas de Petri utilizadas durante cada uma das 60 amostras triadas houve registro de fibras aéreas.

**Figura 5:** Filamento ampliado para 50  $\mu\text{m}$  (A) e 100  $\mu\text{m}$  (B), em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).



Fonte: Microscópio Eletrônico de Varredura (LSCC – UEPB).

**Figura 6:** Fragmento ampliado para 10  $\mu\text{m}$  (A) e 20  $\mu\text{m}$  (B), em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).



**Fonte:** Microscópio Eletrônico de Varredura (LSCC – UEPB).

#### 4. DISCUSSÃO

A elevada abundância de MPs no sedimento à jusante do estuário do Rio Paraíba esteve distribuída homogeneamente no período e área amostrados. Isso conduz a investigar quais fatores influenciam na dispersão de MPs no sedimento. Em ambientes estuarinos, em especial, os fatores mais determinantes são a dinâmica estuarina: os ventos, as marés, a fisiografia do local e, claro, a população do entorno, a densidade e o tamanho do plástico indevidamente descartado no local, tal associação, também foi realizada por (De Oliveira et al. 2022).

Um aspecto que precisa ser aqui esclarecido, reside no fato de que não foi viável economicamente realizar a análise granulométrica do sedimento local, a importância dessa análise é um fator relevante para o sedimento encontrado em estuários, pois pode determinar a deposição e concentração dos microplásticos como descrito por Lo et al. (2018). Segundo Gholizadeh e Cera (2022) em sistemas estuarinos ricos em argila e lodo, há maior abundância de microplásticos no sedimento.

No local amostral mais central no estuário (Ponto 3) ocorre a dragagem do sedimento para acesso dos navios ao Porto de Cabedelo, fato que justifica o maior tamanho do grão de areia no sedimento e facilita o levantamento dos MPs e sua visualização na amostra, em relação aos grãos mais finos, devido a menor quantidade de matéria orgânica nas amostras, de forma comparativa. De todo modo, da forma como a análise dos dados revelou, ao longo de todo o transecto foi elevada a presença de MPs, entre os meses amostrados.

Outro importante aspecto em levantamentos sobre poluição por MPs em sedimentos envolve a metodologia para aferir esta incidência e qual o melhor sal facilita o processo de decantação do sedimento para separação visual dos polímeros no sobrenadante. De modo que aqui, assim como em diversos outros estudos, tais como Martins e Sobral (2011); Fries et al. (2013); Abidli et al. (2017); Alves e Figueiredo (2019), utilizou-se a solução concentrada de cloreto de sódio NaCl, afinal o uso deste sal, cuja densidade é  $1,2\text{g/cm}^3$ , é considerado o método mais viável, econômico e ecologicamente correto (Cutroneo et al. 2021) para triagens de MPs em sedimentos, pois consegue suspender facilmente polímeros de baixa densidade. Pappis et al. (2021) testaram soluções enriquecidas com plástico e sais para constatar a taxa de eficiência na recuperação de MPs, eles fizeram uso da sacarose e relataram eficiência de 85% de recuperação da quantidade de polímero das amostras, enquanto com NaCl esta eficiência foi de 80%, embora seja consenso que tanto a sacarose como o sal de cozinha contêm MP advindo de seu processamento, os autores não se reportam a isso no estudo. Neste estudo, o NaCl utilizado também não foi filtrado da forma devida antes de ser utilizado na decantação do MP das amostras, o que pode ter interferido na abundância de MPs neste estudo. Sobre isso, o LabIctio pode adequar a metodologia e tem realizado testes para estimar o número e o tipo de partículas plásticas provenientes do sal utilizado. Gholizadeh e Cera (2022) sugerem a queima da matéria orgânica com peróxido de hidrogênio  $\text{H}_2\text{O}_2$  para total eliminação do material biológico das amostras, também uma forma de reduzir ruídos e aprimorar a identificação e posterior extração de MPs do sedimento. Polímeros de alta densidade exigem soluções de concentrações mais elevadas como cloreto de zinco ( $\text{ZnCl}_2$ ) para viabilizar uma melhor recuperação de partículas (Tikey e Upadhyay 2021). Tais relatos representam ajustes necessários à adequação da metodologia utilizada em avaliações como esta e precisam ser definidas de acordo com as especificidades de cada caso.

De modo geral, a metodologia aplicada precisa considerar dificuldades e exige cautela para evitar ao máximo, tanto a superestimação quanto a subestimação dos MPs como citado por Hanvey et al. (2017). Outro cuidado a ser considerado é a presença de microplásticos no NaCl aqui utilizado, o mesmo usado para consumo humano (Nakat et al. 2023). Isso reforça medidas recentes tomadas neste e em muitos estudos, nos quais amostras que fazem uso de NaCl necessitam de um protocolo de filtração padronizado do sal marinho, independente da sua marca registrada ou procedência, para que, em futuras triagens seja eliminada a contaminação advinda de polímeros pré existentes no sal utilizado para processamento e triagem da amostra em estudo.

Quanto à cor dos filamentos e fragmentos amostrados, o predomínio do transparente foi também relatado nas análises de sedimento por Alves e Figueiredo

(2019), sendo possivelmente justificado pela perda da cor original do polímero. Isso foi aqui reforçado pelo registro de MPs com dupla coloração, ou seja, filamentos transparentes com azul como segunda cor prevalente, mas em processo de perda desta tonalidade. Gholizadeh e Cera (2022) associaram a cor azul a cordas e demais artefatos de pesca, mas isso exige estudos mais aprofundados acerca da origem dos MPs.

Nesta pesquisa comprovou-se que medidas preventivas de contaminação das amostras por fibras aéreas foram eficientes e eficazes durante as triagens em laboratório, o que valida o protocolo de contaminação aérea desenvolvido por Paiva et al. (2022). Apesar da elevada abundância MPs no sedimento à jusante do estuário do Rio Paraíba,  $136,80 \pm 10,16$  partículas menores que 5,0 mm por quilograma de sedimento, sua distribuição foi homogênea ao longo dos meses amostrados, essa disposição dos resíduos sólidos homogeneamente agregada ao sedimento já é um grande indício de alta abundância do poluente, como relatado por Alves e Figueiredo (2019). De todo modo, Paes et al. (2022) relatam que a abundância de microplásticos em manguezais fluviais visivelmente preservados longe das cidades, foi maior do que em manguezais próximos a zonas industriais e urbanas, fato considerado inesperado. Os autores atribuem isso a uma ampla difusão da contaminação por microplásticos (Paes et al. 2022). Isso reflete a importância de avaliar e acompanhar a incidência de MPs no maior número de ambientes possível, buscando mitigar processos e fontes poluidoras.

Destacamos aqui a importância da busca por estudos que possam aperfeiçoar e padronizar técnicas de extração de MPs, os quais certamente contribuirão para ampliar o conhecimento acerca da incidência da poluição por microplásticos em ambientes aquáticos e assim gerar bancos de dados confiáveis e referências espaciais e temporais fidedignas desta poluição a fim de fomentar medidas de mitigação deste impacto com foco em uma gestão mais consciente e eficiente do descarte de resíduos sólidos.

## 5. CONCLUSÃO

A poluição por microplásticos relatada para o sedimento à jusante do estuário do Rio Paraíba revelou uma elevada e homogênea incidência de microplásticos ao longo do ano em todas as amostras analisadas. Foram registradas mais de 600 partículas plásticas, quase 140 MPs por quilograma de sedimento nesta avaliação à jusante do estuário do Rio Paraíba, PB. Essa distribuição deste poluente reforça o apelo acerca de políticas públicas que cessem o descarte inadequado de resíduos sólidos em ambientes costeiros, atualmente uma preocupação real que tem recebido destaque, tanto na academia quanto na mídia, e aponta para atividades antrópicas sem controle, sem fiscalização, nem tão pouco mitigação deste impacto, novamente aqui confirmado agora para o sedimento desta importante zona estuarina paraibana.

## 6. REFERÊNCIAS

- Abidli, S., Toumi, H., Lahbib, Y., Trigui El Menif, N. **The first evaluation of microplastics in sediments from the Complex Lagoon-Channel of Bizerte (Northern Tunisia)**. *Water Air Soil Pollut.* 228 (7), 262, 2017.
- Alvares C. A.; Stape J. L.; Sentelhas P. C.; Moraes Gonçalves J. L.; Sparovek G. 2013. **Koppen's climate classification map for Brazil**. *Meteorologische Zeitschrift*. 22(6): 711-728. 2013.
- Alves, V.E., Figueiredo, G.M., 2019. **Microplastic in the sediments of a highly eutrophic tropical estuary**. *Mar. Pollut. Bull.* 146, 326–335. 2019.
- Alves, V. E., Patrício, J., Dolbeth, M., Pessanha, A., Palma, A. R. T., Dantas, E. W., & Vendel, A. L. **Do different degrees of human activity affect the diet of brazilian silverside *Atherinella brasiliensis*?** *Journal Fish Biology*, 89(2):1239-1257. 2016.
- Browne, M. A., Galloway, T., Thompson, R. **Microplastic - an emerging contaminant of potential concern**. *Integrated Environmental Assessment and Management*, v. 3, n. 4, p. 559-561, 2007.
- Cordeiro, C.A.M.M., Costa, T.M., 2010. **Evaluation of solid residues removed from a mangrove swamp in the São Vicente Estuary, SP, Brazil**. *Mar. Pollut. Bull.* 60, 1762–1767. 2010.
- Cutroneo, L., Reboa, A., Geneselli, I., Capello, M., 2021. **Considerations on salts used for density separation in the extraction of microplastics from sediments**. *Mar. Pollut. Bull.* 166. 2021.
- De Oliveira., A. K. M. de; Paiva., B. O. Barbosa., N. F. M.; Vendel., A. L. **Abiotic factors associated with microplastic pollution in surface water of a tropical estuary** *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 11, n. 12, p. e164111234457. 2022.
- Dolbeth, M., Vendel, A.L., Pessanha, A., & Patrício, J. **Functional diversity of fish communities in two tropical estuaries subjected to anthropogenic disturbance**. *Mar. Poll Bull*, 112:244-254. 2016.
- Fries, E., Dekiff, J.H., Willmeyer, J., Nuelle, M.T., Ebert, M., Remy, D., 2013. **Identification of polymer types and additives in marine microplastic particles using pyrolysis-GC/MS and scanning electron microscopy**. *Environ. Sci.: Processes Impacts* 15, 1949–1956. 2013.
- Fred-Ahmadu, O.H., Bhagwat, G., Oluyoye, I., Benson, N.U., Ayejuyo, O.O., Palanisami, T. **Interaction of chemical contaminants with microplastics: principles and perspectives**. *Sci. Total Environ.* 706, 135978. 2020.
- GESAMP. **Guidelines or the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean** (Kershaw P.J., Turra A. and Galgani F. editors), (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 99, 130p. 2019.

Guedes, L. S. **Monitoramento geoambiental do estuário do rio Paraíba do norte-PB por meio da cartografia temática digital e de produtos de sensoriamento remoto.** Master's thesis, University Federal do Rio Grande do Norte. Campus Repository. <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/18745>. 2002.

Geyer R, Jambeck JR, Law KL. Production, Use, and Fate of All Plastics Ever Made. *Science Advances* 3 (7). 2017.

Gholizadeh, M., Cera, A., 2022. **Microplastic contamination in the sediments of Qarasu estuary in Gorgan Bay, south-east of Caspian Sea, Iran.** *Sci. Tot. Environ.* 838 (1), 155913. 2022.

Hanvey, J.S., Lewis, P.J., Lavers, J.L., Crosbie, N.D., Pozo, K., Clarke, B.O. **A review of analytical techniques for quantifying microplastics in sediments.** *Anal. Methods* 9, 1369-1383. 2017.

IBGE- **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Censo demográfico 2010. <https://cidades.ibge.gov.br/>. 2021.

Jiwarungrueangkul, T., Phaksopa, J., Sompongchaiyakul, P., Tipmanee, D. **Seasonal microplastic variations in estuarine sediments from urban canal on the west coast of Thailand: a case study in Phuket province.** *Mar. Pollut. Bull.* 168, 112452. 2021.

Lo, H.S., Xu, X., Wong, C.Y., Cheung, S.G. **Comparisons of microplastic pollution between mudflats and sandy beaches in Hong Kong.** *Environ. Pollut.* 236, 208–217. 2018.

Martins, J., Sobral, P. **Plastic marine debris on the Portuguese coastline: a matter of size?** *Mar. Pollut. Bull.* 62 (12), 2649–2653. 2011.

Nakat, Z., Dgheim, N., Ballout, J., Bou-Mitri, C. **Occurrence and exposure to microplastics in salt for human consumption, present on the Lebanese market.** *Food Control.* Volume 145, 109414. 2023.

Nishida, A.K., Nordi, N., & Alves, R.R.N. **Aspectos socioeconômicos dos catadores de moluscos do litoral paraibano, Nordeste do Brasil.** *Revista de Biologia e Ciências da Terra.* 2008.

Paiva, B.O., De Souza, A.K.M.; Soares, P.L.; Da Silva, J.R.P.; Vendel, A.L. **Elevada ingestão de microplásticos pela corvina: um indicativo da necessidade de redução do impacto antrópico costeiro.** *Gaia Scientia*, ISSN 1981-1268, v.15(4): 83-96. 2021a.

Paiva, B.O., De Souza, A.K.M., Soares, P.L., Palma, A.R.T., Vendel, A.L. **Control of Airborne Contamination in Laboratory Analyses of Microplastics.** *Braz Arch Biol Technol.* Vol. 65: e22210399, [www.scielo.br/babt](http://www.scielo.br/babt). 2021b.

Pappis, T., Kapusta, S.C., Ojeda, T. **Metodologia de extração de microplásticos associados a sedimentos de ambientes de água doce.** *Artigos Técnicos, Engenharia Sanitária Ambiental* v.26, n.4 jul/ago 2021, 749-756.

Paes, E., da, S., Gloaguen, T.V., Silva, H.D.A., da, C., Duarte, T.S., de Almeida, M., da, C., Costa, O.D.V., Bonfim, M. R., Santos, J. A. G. **Widespread microplastic pollution**

**in mangrove soils of Todos os Santos Bay, northern Brazil.** Environ. Res 210, 112952 (Jul). 2022.

Salazar-Perez, C., Amezcua, F., Rosales-Valencia, A., Green, L., Pollorena-Melendrez, J. E., Sarmiento-Martínez, M.A., Tomita Ramírez, I., Gil-Manrique, B.D., HernandezLozano, M.Y., Muro-Torres, V.M., Green-Ruiz, C., Pinon-Colin, T.D.J., Wakida, F.T., Barletta, M. **First insight into plastics ingestion by fish in the Gulf of California, Mexico.** Mar. Pollut. Bull. 171, 112705. 2021.

Tirkey A, Upadhyay LSB. **Microplastics: An overview on separation, identification and characterization of microplastics.** Mar Pollut Bull. Sep;170:112604. Epub 2021 Jun 16. PMID: 34146857. 2021.

Thompson, R.C., Olsen, Y., Mitchell, R.P., Davis, A., Rowland, S.J., John, A.W.G., McGonigle, D., Russell, A.E. **Lost at sea: where is all the plastic?** Science 304,838. 2004.

van Cauwenberghe, L., Devriese, L., Galgani, F., Robbins, J., Janssen, C.R., 2015. **Microplastics in sediments: a review of techniques, occurrence and effects.** Mar. Environ. Res. 111, 5–17. 2015.

Vendel, A.L.; Bessa, F.; Alves, V.E.N.; Amorim, A.L.A.; Patrício, J.; Palma, A.R.T. **Widespread microplastic ingestion by fish assemblages in tropical estuaries subjected to anthropogenic pressures.** Mar. Poll. Bull., 117(1-2): 448-455. 2017.

## **Agradecimentos**

A Deus, pela saúde e força, persistência e discernimento nos estudos e na vida.

Agradeço a minha avó e mãe pelo suporte, apoio e incentivo, nessa trajetória e conquista no aperfeiçoamento acadêmico. Aos amigos: Kelson pelo apoio no início da vida acadêmica e por conseguinte para os novos horizontes no bacharelado, assim como o incentivo de Linda na busca da independência e mundo, a Nádia e Sérgio, pelo suporte e torcida nos objetivos, Manuel no apoio e ajuda nos momentos difíceis, Silvia e Geni no cuidado e paciência na minha ausência em casa com minha avó. Aos amigos espirituais na proteção e auxílio da egrégora da casa de oração. Gratidão eterna, pois essa conquista é de vocês também!

A minha professora orientadora, Ana Lúcia pela confiança para a construção deste trabalho, assim como na dedicação, paciência e ensinamentos, muita gratidão.

Aos meus amigos da universidade, e laboratório pela amizade construída ao longo da graduação, Bianca, por apresentar o LabIctio, a Ana, Patrícia, Roberta, Naara, Wesley, Maryanna, Clécio.

Scarlet e Liliane pela amizade e parceria com o LABECO.

Aos professores que passaram e contribuíram para o aperfeiçoamento na trajetória acadêmica e pessoal, Nyedja, Márcio, Martha, Enio, gratidão.

A equipe do Laboratório de Sistemática de Collembola e Conservação (LSCC) pelo auxílio com o Microscópio Eletrônico de Varredura no registro fotográfico.

A banca examinadora, a Profa. Dra. Célia Cristina Clemente Machado e a Profa. Dra. Cláudia de Oliveira Cunha que aceitaram este convite, muito obrigada pelas contribuições ao estudo.

Muito obrigado a todos que colaboraram para essa realização!