

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



**O PAPEL DAS ANGIOSPERMAS MARINHAS NA RETENÇÃO DE  
MICROPLÁSTICOS**

**KATIANE CRISTINA DE ALBUQUERQUE**

RECIFE  
2023

KATIANE CRISTINA DE ALBUQUERQUE

**O PAPEL DAS ANGIOSPERMAS MARINHAS NA RETENÇÃO DE  
MICROPLÁSTICOS**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas/UFRPE como requisito para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Karine Matos Magalhães

Coorientação: Ana Maria da Costa de Souza

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)

---

A345p

DE ALBUQUERQUE, KATIANE  
O PAPEL DAS ANGIOSPERMAS MARINHAS NA RETENÇÃO DE MICROPLÁSTICOS / KATIANE DE  
ALBUQUERQUE. - 2023.  
32 f. : il.

Orientadora: Karine Matos Magalhaes.  
Coorientadora: Ana Maria da Costa de Souza.  
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Licenciatura em Ciências Biológicas, Recife, 2023.

1. Angiospermas marinhas. 2. microcoplástico. 3. Contaminação. 4. Estuário. 5. Neotropical. I.  
Magalhaes, Karine Matos, orient. II. Souza, Ana Maria da Costa de, coorient. III. Título

---

CDD 574

KATIANE CRISTINA DE ALBUQUERQUE

**O PAPEL DAS ANGIOSPERMAS MARINHAS NA RETENÇÃO DE  
MICROPLÁSTICOS**

Comissão avaliadora:

---

Prof Dr – UFRPE- KARINE MATOS MAGALHÃES  
ORIENTADOR

---

MSC – UFRPE- ELIZANGELA ALVES DOS SANTOS  
TITULAR DA BANCA AVALIADORA

---

MSC – UFRPE- YASMIM ALLINE DE ARAÚJO CASTRO  
TITULAR DA BANCA AVALIADORA

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>7</b>
Plásticos e Microplásticos	7
Ameaça dos Microplásticos no Ambiente Costeiro	8
Microplásticos e Angiospermas Marinhas	9
<b>OBJETIVOS</b>	<b>10</b>
Geral	10
Específicos	10
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>11</b>
<b>RESUMO</b>	<b>15</b>
<b>1. METODOLOGIA</b>	<b>17</b>
2.1 Local da coleta:	17
2.2 Amostragem	18
2.3 Caracterização dos prados e extração de microplásticos	19
2.4 Análise do sedimento	20
2.5 Caracterização de prados de angiospermas marinhas tropicais	21
<b>3. RESULTADOS</b>	<b>21</b>
3.1 Características dos prados de angiospermas marinhas tropicais	21
3.2 Características granulométricas das áreas estudadas	21
3.3 Abundância de microplástico em prados de angiospermas marinhas tropicais	22
3.4. Microplásticos em prados de angiospermas marinhas: formato, cor e tamanho	23
<b>4. DISCUSSÃO</b>	<b>26</b>
4.1 Acúmulo de microplásticos em prados de angiospermas marinhas tropicais	26
<b>5. CONCLUSÃO</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>29</b>

## RESUMO

A poluição por microplásticos vem aumentando globalmente em níveis alarmantes, já sendo possível encontrar esse poluente presente no meio ambiente em diversos tamanhos, formas e cores. O microplástico, partícula que varia entre 1µm e 5 mm, podem ter sido fabricados originalmente neste tamanho ou podem ser resultantes da degradação de plásticos maiores, como a maioria dos microplásticos encontrados na natureza. Esse detrito, tem se tornado o foco de muitas pesquisas, inclusive no ambiente aquático, uma vez que, ele pode se fazer presente nos sedimentos, bem como se associar a outros organismos impactando, assim, diversos ecossistemas. As angiospermas marinhas, são plantas com diversas funções ecológicas servindo como alimento, berçário e abrigo para muitas espécies, e por sua configuração em prados, estudos as indicam como potencial sumidouro de microplásticos, podendo trazer impactos negativos sobre a planta bem como sobre os organismos que delas dependem. Dessa forma, esse estudo se propôs a verificar a retenção de microplástico em prados da angiosperma marinha *Halodule wrightii*, e áreas adjacentes. O estudo foi realizado na praia de Catuama, no norte de Pernambuco, para avaliar características do prado e classificar em formato, tamanho e cor as partículas de microplástico. Os resultados, até o momento, não apresentaram diferenças significativas para a retenção entre as três áreas estudadas, o que pode ter se dado devido às características do prado, ou até mesmo da morfologia da angiosperma marinha. Amostras do período chuvoso serão avaliadas para comparar os resultados encontrados no período seco.

**Palavras-chaves:** Angiospermas marinhas; Microplástico; Contaminação; Estuário; Neotropical.

## INTRODUÇÃO

Os poluentes produzidos pelas atividades antropogênicas vem se tornando cada vez mais abundantes, impactando diversos ecossistemas aquáticos (Vetrimurugan *et al.*, 2020). O plástico ganha destaque nesse cenário, uma vez que é um material muito utilizado, devido às suas características, como durabilidade e versatilidade, que confere a ele diversas funções e o torna presente em todas as esferas de consumo (Pozdnyakov *et al.*, 2020).

Após serem descartados, os plásticos passam por diversas influências externas como vento, chuvas, correntes hídricas, radiação UV, etc. O que, geralmente, resulta no processo de degradação química, física e biológica (Vetrimurugan *et al.*, 2020; Quyen e Choi, 2022) que os permitem se fragmentar atingindo assim diversos tamanhos. A qualificação em tamanho desses detritos plásticos é: nano (<1 µm), micro (< 5 mm), meso (5 – 25 mm), macro (25 – 1000 mm) e mega (> 1 m); assim, os microplásticos são partículas de polímeros sintéticos que variam de 0,1 µm a 5 mm (Cozzolino *et al.*, 2020; Quyen e Choi, 2022; Pozdnyakov *et al.*, 2020). Ademais, os microplásticos também apresentam classificações quanto a sua forma como fibras, pellets, fragmentos, espuma e filmes, além da cor (Vetrimurugan *et al.*, 2020).

Após adentrarem em ecossistemas aquáticos, os microplásticos se dispersam por toda a coluna d'água atingindo a superfície bem como os sedimentos, sendo os ecossistemas costeiros um dos mais afetados pela poluição dos microplásticos e que podem ser influenciados por fatores naturais como o vento e a batimetria costeira complexa (Quyen e Choi, 2022; Matthew Macleod, 2021). Dessa forma, as espécies que habitam em tal ecossistema estão propensas à contaminação por microplásticos, como as angiospermas marinhas que são plantas que vivem em áreas costeiras, estão distribuídas por todo o mundo, e desempenham diversos papéis ecossistêmicos atuando

principalmente como berçário e abrigo para muitas espécies (Quyên e Choi, 2022; Pozdnyakov *et al.*, 2020).

No Brasil, os prados de angiospermas marinhas são formados por espécies consideradas colonizadoras ou oportunistas, entre elas a *Halodule wrightii*, uma espécie formadora de dossel médio distribuída em todo o atlântico, geralmente é encontrada em sedimentos lodosos ou arenosos e está até 10 m de profundidade (Sena *et al.*, 2022; Laranjeira *et al.*, 2018). Esse estudo se propõe a averiguar a retenção de microplásticos nos sedimentos da espécie *H. wrightii* na praia de Catuama-PE verificando também se há diferença na retenção de partículas encontradas em diferentes área do prado (borda e o meio), além da área adjacente não vegetada. Espera-se que o resultado deste trabalho auxilie na identificação do acúmulo dos poluentes microplásticos em espécies tropicais, fornecendo evidências sobre a retenção de detritos plásticos em ecossistema costeiro pelos prados de angiospermas marinhas.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **Plásticos e Microplásticos**

A poluição por plásticos está presente em todo o mundo, desde desertos até lugares gélidos como o Ártico. Apesar da ampla preocupação com esses detritos no meio ambiente, estudos já apontam que a emissão de plásticos não irá diminuir durante os próximos anos, ademais, se levarmos em conta o tempo de permanência desse poluente no ambiente e a dificuldade de eliminá-lo podemos classificá-lo como “poluente pouco reversível”, ou seja, seus impactos podem não ser revertidos rapidamente devido ao elevado nível de poluição (Macleod, 2021).

Ao estar exposto no meio ambiente, os plásticos possuem meias-vidas variáveis e dependem, além de sua estrutura, das condições do local em que se encontram, a temperatura, radiação por raios UV, atividades biológicas entre outros influenciam

diretamente nesse tempo (Vetrimurugan *et al.*, 2020; Quyen & Choi, 2022; Macleod, 2021). Dessa forma, ao passarem pelo intemperismo físico, químico e biológico esse material se degrada, sofre o processo de fragmentação tornando-se assim microplástico que são detritos plásticos do tamanho inferior a 5 mm (Cozzolino *et al.*, 2020; Quyen e Choi, 2022).

Os microplásticos podem ser subdivididos em primários e secundários de acordo com sua origem. Os microplásticos primários são os produzidos na forma de microgrânulos, eles já são fabricados em um tamanho diminuto, e são observados geralmente em cosméticos e produtos de beleza; Os microplásticos secundários por sua vez são os advindos da fragmentação de plásticos maiores (Pozdnyakov *et al.*, 2020). Após atingir o ambiente aquático, tais partículas se dispersam pela coluna d'água e atingem as superfícies e sedimentos (Quyen & Choi, 2022).

As principais fontes de microplástico são as residências domésticas, bem como as indústrias que ao realizarem suas atividades de rotina produzem e descartam esse material, que contaminam entre diversos ambientes, também os ambientes aquáticos (Pozdnyakov *et al.*, 2020). Esses poluentes são onipresentes sendo encontrados em diversos lugares como estuários, águas doces, calotas polares, praias etc (Vetrimurugan *et al.*, 2020). Ademais, diversos estudos mostram que os microplásticos se apresentam em abundância ao longo de toda coluna d'água e em sedimentos (Vetrimurugan *et al.*, 2020).

### **Ameaça dos Microplásticos no Ambiente Costeiro**

O microplástico vem se tornando uma ameaça a diversos organismos, por se tratar de uma partícula tão pequena, esses detritos podem entrar em contato com diversos organismos aquáticos sendo uma ameaça para os mesmos (Quyen e Choi, 2022). Os microplásticos (MPs) podem causar diversos efeitos em sedimentos de praias, uma vez que eliminam compostos tóxicos que podem viajar por toda cadeia alimentar ao decorrer do tempo (Vetrimurugan, *et al.*, 2020). Estudos já comprovam que microrganismos se acumulam nas superfícies de plásticos e microplásticos suspensos

na coluna d'água, formando então a “plastisfera”, além de adsorver poluentes tóxicos em toda sua extensão o que inclui metais pesados e poluentes orgânicos. Esses MPs, estão disponíveis na coluna d'água gerando condições desfavoráveis para o crescimento de bactérias e vírus (Zettler *et al.*, 2013; Pozdnyakov *et al.*, 2020).

Os ecossistemas costeiros e seus habitats podem sofrer mais severamente a influência dos microplásticos (Cozzolino *et al.*, 2020; Quyen & Choi, 2022). O ambiente costeiro possui características próprias como a influência do vento, batimetria costeira sofisticada e estruturas feitas pelo homem projetadas para proteger linhas costeiras e ecossistemas costeiros que influenciam o curso dos microplásticos neste ambiente (Quyen & Choi, 2022). Os Ecossistemas costeiros em habitats com vegetação que provém diversos serviços ecossistêmicos primordiais para o bem-estar humano (Nellemann *et al.*, 2009) ou o suporte à biodiversidade (Lefcheck *et al.*, 2019), exigem direcionamento contra as ameaças a tal ecossistema o que inclui a poluição por microplásticos (Cozzolino *et al.*, 2020).

Devido ao aumento da poluição pelos microplásticos, levando em conta também a ameaça que ele representa nos ambientes aquáticos o número de estudos sobre essas partículas crescem, porém, são recentes as pesquisas que testam a capacidade de acumulação de áreas vegetadas tais como prados de ervas marinhas, leitões de macroalgas, florestas de mangue e salinas, (Huang *et al.*, 2019; Jones *et al.*, 2020).

### **Microplásticos e Angiospermas Marinhas**

Os prados de angiospermas marinhas habitam ambientes costeiros e estuarinos com águas rasas e boa penetração de luz (Costanza *et al.*, 1998; Duarte *et al.*, 2007), seus ecossistemas são extremamente produtivos e oferecem diversas funções ecossistêmicas que contribuem tanto de forma ecológica como econômica, como alimentação para diversas espécies, berçário, desova e abrigo, para muitos peixes e moluscos, sequestro e armazenamento de carbono, erosão costeira entre outros (Short *et al.*, 2007; Vermeiren *et al.*, 2016).

Pesquisas recentes revelam os prados de angiospermas marinhas como potenciais sumidouros de microplásticos (Jones *et al.*, 2020; Goss *et al.*, 2018). Algumas condições específicas podem influenciar nessa captura, tal como fluxo de água reduzido e aumento das taxas de sedimentação (Huang *et al.*, 2020). Ademais, a estrutura da própria angiosperma marinha pode influenciar essa captura, suas raízes e rizomas estabilizam os sedimentos promovendo a sedimentação e ligação dos mesmos (Jones *et al.*, 2020), graças à redução do fluxo de água provocado pela estrutura do seu dossel, há a diminuição do estresse na interface sedimento-água (Christianen *et al.*, 2013). Essa alteração no estado hidrodinâmico do local em que as angiospermas marinhas estão presentes pode influenciar as partículas que estão suspensas ou aderidas aos sedimentos, podendo ser então um dos mecanismos pelos quais elas capturam os microplásticos (Wright *et al.*, 2023)

No mundo todo há informações sobre a poluição por microplástico em ambientes aquáticos, porém apesar de *estudos in situ* já identificar alta acumulação de plásticos nos sedimentos de angiospermas marinhas os acusando como possíveis sumidouros substanciais para microplásticos (Goss *et al.*, 2018; Jones *et al.*, 2020; Huang *et al.*, 2021), sua compreensão nos impactos nos prados e angiospermas marinhas são pouco conhecidos (Blair *et al.*, 2019; Kreitsberg *et al.*, 2021). Esta acumulação de MPs, em um ecossistema que presta uma infinidade de serviços ecossistêmicos, sendo fundamental para o desenvolvimento de diversas espécies e do desenvolvimento econômico local, faz dos prados de angiospermas marinhas um ecossistema onde há necessidade de maior avaliação dos impactos causados pelos microplásticos no mesmo (Nordlund *et al.*, 2017).

## **OBJETIVOS**

### **Geral**

Verificar a retenção de microplástico no sedimento de diferentes áreas do prado de angiospermas marinhas e áreas adjacentes na Área de Proteção Ambiental de Santa Cruz.

### **Específicos**

- Caracterizar os prados de angiospermas marinhas *H. wrightii*;
- Comparar a capacidade de acumulação de microplástico entre diferentes áreas dos prados *H. wrightii* (bordas e meio), além de áreas adjacentes não vegetadas;
- Determinar a ocorrência e abundância de microplásticos no sedimento de áreas vegetadas e não vegetadas por *H. wrightii*;
- Caracterizar o microplástico (formato, tamanho e cor) retido ao sedimento estudado.

## REFERÊNCIAS

BLAIR R *et. al.* Microscopy and elemental analysis characterisation of microplastics in sediment of a freshwater urban river in Scotland, UK. **Environmental Science and Pollution Research**. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04678-1>. 2019. Acesso em: 04 de ago 2023.

CHRISTIANEN M *et. al.* Low-Canopy Seagrass Beds Still Provide Important Coastal Protection Services. **PLoS One**. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062413>. Acesso em: 09 de ago 2023.

COSTANZA R *et. al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Ecological Economics**. v. 25, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00020-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00020-2). Acesso em: 04 de ago 2023.

COZZOLINO, L *et. al.* Species-specific plastic accumulation in the sediment and canopy of coastal vegetated habitats, **Science of The Total Environment**, v. 723, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138018>. Acesso em: 21 de jul 2023.

DUARTE C *et. al.* Testing the predictive power of seagrass depth limit models **Estuaries and Coasts**. v. 30. p. 652 - 656, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02841962>. Acesso em: 13 de jun 2023.

GOSS H., JASKIEL J., ROTJAN R. *Thalassia testudinum* as a potential vector for incorporating microplastics into benthic marine food webs. **Marine Pollution Bulletin**. v. 135, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.024>. Acesso em: 17 de ago 2023.

HUANG Y *et. al.* , Seagrass beds acting as a trap of microplastics - Emerging hotspot in the coastal region?. **Environmental Pollution**, v. 257, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113450>. Acesso em: 05 de maio 2023.

HUANG Y *et. al.* New Insights into the Microplastic Enrichment in the Blue Carbon Ecosystem: Evidence from Seagrass Meadows and Mangrove Forests in Coastal South China Sea. **Environmental Science & Technology**. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c07289>. Acesso em: 07 de jun 2023.

JONES K *et. al.* Microplastic accumulation in a *Zostera marina* L. bed at Deerness Sound, Orkney, Scotland. **Marine Pollution Bulletin**, v.152, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110883>. Acesso em: 17 de ago 2023.

KREITSBERG R *et. al.* Seagrass beds reveal high abundance of microplastic in sediments: A case study in the Baltic Sea. **Marine Pollution Bulletin**. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112417>. Acesso em: 13 de jun 2023. Acesso em: 04 de ago 2023.

LARANJEIRA L. *et al.* Effect of the losses of coverage of seagrass meadows on the benthic macrofauna. **Labomar**. p. 44-56, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.32360/acmar.v51i2.32443>. Acesso em: 07 de maio 2023.

LEFCHECK J *et. al.* Are coastal habitats important nurseries? A meta-analysis. **Conservation Letters**. 2019. Disponível em: doi: 10.1111/conl.12645. Acesso em: 19 de jul 2023.

MACLEOD, M; HANS PETER, H; MINE, ANNIKA J. The global threat from plastic pollution. **Science**, v. 373 , n. 6550, p. 61 - 65, 2021. Disponível em: DOI: 10.1126/science.abg5433. Acesso em: 04 de ago 2023.

NELLEMANN C *et. al.* **Blue carbon**. A UNEP rapid response assessment, GRID-Arendal, 2009.

NORDLUND L. *et. al.* Global significance of seagrass fishery activity. **Fish and Fisheries**. v. 19, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/faf.12259>. Acesso em: 16 de jul 2023.

POZDNYAKOV, R *et. al.* Studying the Concentration of Microplastic Particles in Water, Bottom Sediments and Subsoils in the Coastal Area of the Neva Bay, the Gulf of Finland. **Water Resources**. v. 47, 2020. Disponível em: DOI: 10.1134/S0097807820040132. Acesso em: 08 de ago 2023.

QUYEN L., CHOI J. Accumulation and Dispersion of Microplastics near A Submerged Structure: Basic Study Using A Numerical Wave Tank. **Special Issue Artificial Reefs Research**. 2022. Disponível em: doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10121934>. Acesso em: 17 de maio 2023.

SENA, I *et. al.* Environmental settings of seagrass meadows control rare earth element distribution and transfer from soil to plant compartments. **Science of The Total Environment**. v. 843, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157095>. Acesso em: 03 de jul 2023.

SHORT F *et. al.* Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v.350, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2007.06.012>. Acesso em: 04 de ago 2023.

VERMEIREN P., MUÑOZ C., IKEJIMA K. Sources and sinks of plastic debris in estuaries: A conceptual model integrating biological, physical and chemical distribution mechanisms. **Marine Pollution Bulletin**. v. 113, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.002>. Acesso em: 15 de jul 2023.

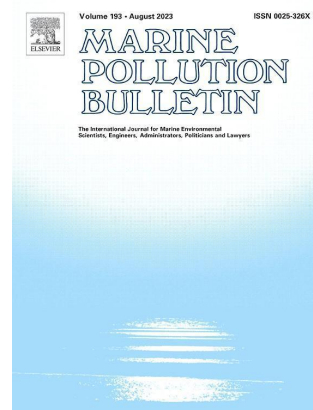
VETRIMURUGAN, E *et. al.* Occurrence, distribution and provenance of micro plastics: A large scale quantitative analysis of beach sediments from southeastern coast of South Africa. v. 746, 2020. **Science of The Total Environment**. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141103>. Acesso em: 29 de maio 2023.

WRIGHT J., HOVEY R., PATERSON H., STEAD J., CUNDY A. Microplastic accumulation in *Halophila ovalis* beds in the Swan-Canning Estuary, Western Australia. **Marine Pollution Bulletin**. v. 1872023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114480> . Acesso em: 14 de jul 2023.

ZETTLER E., MINCER T., AMARAL-ZETTLER. LA. Life in the “Plastisphere”: Microbial Communities on Plastic Marine Debris. **Environmental Science & Technology**. p. 7137 - 7146, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/es401288x>. Acesso em: 15 de jul 2023.

Trabalho científico a ser submetido a revista: Marine Pollution Bulletin

Status: A ser submetido



## O PAPEL DAS ANGIOSPERMAS MARINHAS NA RETENÇÃO DE MICROPLÁSTICOS

Autores: Katiane C. Albuquerque, Ana M.C. Souza, Karine M. Magalhães

### RESUMO

O uso excessivo de produtos plásticos e o descarte inadequado dos mesmos tornam os polímeros sintéticos abundantes em ambientes aquáticos de todo o mundo. Partículas menores ou igual a 5 mm são classificadas como microplástico e vem se tornando cada vez mais abundante nos ecossistemas. Essas partículas dispersas no oceano não ficam apenas na coluna d'água mas podem, também, decantar repousando assim sobre os sedimentos. A presença dos microplásticos nesse ambiente possibilita o desenvolvimento de outros organismos em sua superfície que ao produzirem diversas toxinas, leva à contaminação a outras comunidades marinhas e costeiras, prejudicando toda cadeia trófica. O presente estudo se propõe a averiguar o papel das angiospermas marinhas na retenção de microplásticos nos sedimentos, sendo testado a retenção em prado da espécie *Halodule wrightii* na praia de Catuama-PE verificando, também se há

uma diferenciação na abundância e composição das partículas encontradas nas áreas de borda e meio do prado, além da área adjacente não vegetada.

**Palavras-chaves:** Angiospermas marinhas, Microplástico, Contaminação, Estuário, Neotropical.

## 1.INTRODUÇÃO

Os plásticos são materiais muito populares e bastante utilizados graças às suas características, como durabilidade e adaptabilidade, o que lhes confere um alto grau de produção, sendo cada ano produzido mais do que o ano anterior (Quyen e Choi, 2022; Pozdnyakov *et al.*, 2020). A palavra “plástico” é um termo genérico usado para definir um grande grupo com estrutura, qualidade e composição diferente, sendo um polímero sintético. (Pozdnyakov *et al.*, 2020; Ourgaud e Phuong, 2005).

Os detritos plásticos gerados pelas atividades humanas podem passar por diversos tipos de degradação, passando por processos físicos, químicos e biológicos como a atuação dos movimentos das ondas, radiação UV e variações na temperatura, resultando em microplásticos, partículas que medem entre 0,1  $\mu\text{m}$  e 5 mm (Quyen e Choi, 2022). Os microplásticos podem ser encontrados em diferentes formas como: pellets, fragmentos mole e duro, espuma, filmes e filamentos, entre outros. Tais partículas podem seguir vários destinos atingindo diferentes ecossistemas como o estuário, águas superficiais, sedimentos, água doce e calotas polares (Vetrimurugan *et al.*, 2020).

Os ecossistemas costeiros podem ser um dos mais afetados pela poluição dos microplásticos e podem ser influenciados por fatores naturais como o vento e a batimetria costeira complexa (Quyen e Choi, 2022). Assim, os microplásticos podem se acumular nos sedimentos e também na coluna d'água, absorvendo compostos bioacumulativos tóxicos como metais pesados e poluentes orgânicos estáveis. Ao serem ingeridos pela biota marinha, são transportados por toda cadeia alimentar atingindo

diversos organismos se tornando, desta forma, um perigo para animais terrestres, aquáticos e os seres humanos (Pozdnyakov, 2020; Vetrinurugan *et al.*, 2020; Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012; Ourgaud e Phuong, 2005).

Tendo em vista sua ampla distribuição em todo ambiente aquático, os microplásticos atingem diversos ecossistemas, incluindo os prados de angiospermas marinhas (Cozzolino *et al.*, 2020). Estes prados são comuns em águas costeiras rasas na qual vem sendo ameaçada em virtude das atividades antrópicas como determinados métodos de pesca e construções em áreas costeiras, o que está acarretando a sua rápida diminuição (Huang *et al.*, 2020). As angiospermas marinhas desempenham funções essenciais nos ecossistemas, pois agem na absorção de CO<sub>2</sub>, servem de berçário e abrigo para diversas espécies como vermes poliquetas e anêmonas (Katherine *et al.*, 2021) servindo também de apoio à produção pesqueira e na proteção costeira (Sanchez-Vidal *et al.*, 2021), uma vez que reduzem a agilidade do fluxo de água, o que influencia na retenção de partículas, elevando a sedimentação (Terrados, 2000).

No Brasil, os prados de angiospermas marinhas são formados por espécies consideradas colonizadoras ou oportunistas entre elas está a *Halodule wrightii*, uma planta formadora de dossel distribuída em todo o atlântico, geralmente é encontrada em sedimentos lodosos ou arenosos e está até 10 m de profundidade habitando principalmente a região costeira (Sena *et al.*, 2022; Laranjeira *et al.*, 2018). Esse estudo se propõe a averiguar a retenção de microplásticos nos sedimentos da angiosperma *H. wrightii* na praia de Catuama, verificando também a se há diferenciação na abundância de microplástico nas áreas da borda e meio do prado, além da área adjacente não vegetada. O resultado deste trabalho irá auxiliar na identificação do acúmulo dos poluentes microplásticos em espécies tropicais, fornecendo evidências sobre a retenção de detritos plásticos em ecossistema costeiro pelos prados de angiospermas marinhas.

## 1. METODOLOGIA

### 2.1 Local da coleta:

O trabalho foi realizado na área vegetada pela espécie *Halodule wrightii*, como mostrado na Figura 1, localizada na praia de Catuama (7°41'00"S a 7°42'00"S e 34°50'00"W), litoral norte do estado Pernambuco, e pertence ao sistema estuarino de Itamaracá, sofrendo interferência do continente e dos Rios costeiros do Rio da Barra com o Rio Itapessoca (Laranjeira *et al.*, 2018) O período chuvoso, da região é caracterizado por precipitações entre os meses de março e agosto, esse tipo de precipitação tem frequência anual típica de 1720 mm com temperatura média do ar em torno de 26°C (Aragão *et al.*, 2004).



Fig. 1. Mapa da região da APA Santa Cruz (linhas vermelhas). Círculo em amarelo evidencia a área que foi realizada a coleta das amostras para análise. Mapa adaptado de mapa da FADURPE, 2010.

## 2.2 Amostragem

Para a caracterização do potencial de acumulação de microplásticos pelos prados de angiospermas marinhas foram coletadas amostras de sedimento dos prados de *Halodule wrightii* e o sedimento adjacente não vegetado. A coleta ocorreu no dia 24 de fevereiro, na praia Catuama, litoral norte de Pernambuco. A área da borda foi definida como a faixa de 5 m (sendo 2,5 m dentro e 2,5 metros fora do prado), a partir da borda foi medido a distância de 50 m para dentro do prado, onde foi considerado como ponto amostral meio, e 50 m para fora da região adjacente não vegetada. As coletas foram realizadas com auxílio de um coletor cilíndrico de metal de 5 cm de diâmetro, em meio ao prado e enterrado até 5 cm. Foram coletadas 30 amostras para análises de microplástico, sendo 10 no meio do prado, 10 nas bordas e 10 na zona não vegetada adjacente (N = 30). Todas as amostras foram separadamente envolvidas em folha de alumínio e acondicionadas para posterior análise. Além da coleta para análise de microplástico, foram coletadas 10 amostras para análise da densidade dos prados (N = 20) e mais 10 para analisar a granulometria do sedimento (N=30). Todo material utilizado foi pré-lavado com água destilada para evitar contaminação cruzada.

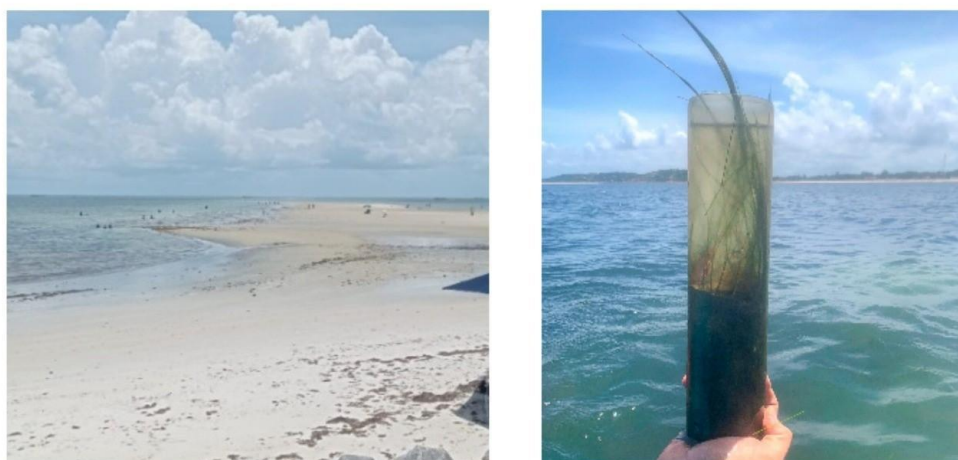


Fig.2. A- Visualização do local de coleta em Catuama, Pernambuco. B- Espécie *Halodule wrightii*. presente na região da praia de Catuama..

### **2.3 Caracterização de prados de angiospermas marinhas tropicais**

Amostras para caracterização das angiospermas marinhas foram lavadas em água corrente para remoção de sedimentos. Em cada área do prado (meio e borda), dez folhas foram medidas (largura e comprimento da folha) para determinar o tamanho médio da copa (cm) como mostrado na figura 3,, todas as hastes foram contadas para a determinação da densidade de brotos (hastes  $m^{-2}$ ), a biomassa acima do solo (folhas) e biomassa subterrânea (raízes e rizomas) foram separados e secos até peso seco constante (ps) a 50 °C para determinar a densidade de biomassa (g p.s  $m^{-2}$ ).

### **2.4 Análise do sedimento**

Cada amostra foi homogeneizada, e dela foram retiradas cerca de 5g de sedimento no qual foi adicionado 0,15 ml de solução e hexametáfosfato de sódio (~ 0,05 mol  $L^{-1}$ ) e deixado em descanso por 1h para que assim houvesse a dispersão das partículas de sedimento. A determinação granulométrica foi realizada através da análise do tamanho das partículas utilizando-se de um analisador de distribuição de tamanho de partícula de dispersão a laser (Partica LA-950V2, Horiba).

### **2.5 Extração de microplásticos**

A extração de partículas de plástico de amostras de sedimentos foi realizada de acordo com o protocolo de separação de densidade proposto por Phuong (*et al.*, 2021). Antes de adicionar o sedimento, os beakers foram limpos com água destilada mais filtrada, evitando assim uma possível contaminação externa e a perda desses contaminantes. As amostras foram pesadas e secas em estufa a 50 °C, até o peso seco constante. Adicionou-se uma solução altamente saturada de 150 ml de NaCl (352 g  $L^{-1}$ ) em 20g de material em peso seco, a mistura foi homogeneizada moderadamente por dois minutos e meio (2:30), usando um bastão de vidro, após isso foi deixada em repouso por 24h para que houvesse o decantamento do sedimento e a separação por densidade. A seção flutuante da solução contendo os microplásticos (aproximadamente 120 ml) foi cuidadosamente removida usando uma pipeta de vidro e posta em Becker

de vidro contendo solução base (Hidróxido de Sódio (1Mol/L) a 50°C para digestão da matéria orgânica por 24h. Após as 24h, a solução foi então filtrada a vácuo através de um filtro de fibra de vidro e colocado em uma placa de Petri (47 mm de diâmetro) com tampa e deixada para secar. Foi elaborada uma amostragem em branco contendo apenas solução hipersalina e solução base, sem conter material coletado, onde passou por todas as etapas de extração de MPs, para evitar possível adição deste contaminantes por NaCl, as que houveram partículas, ocorreu a subtração destas das amostras reais. A metodologia de extração de microplásticos utilizada neste projeto visou evitar ao máximo a contaminação aérea (no laboratório) conforme mencionado por Jones (*et al.*, 2020) (Fig. 3).



Fig. 3. A-Homogeneização do sedimento em solução hipersalina, B. Mensuração de biomassa aérea seca.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Características dos prados de angiospermas marinhas tropicais

Comparadas as características entre meio e borda, a altura do prado obteve maiores valores para a área do meio. A borda obteve densidade total média de  $(7253 \pm$

5530) (hastes  $m^{-2}$ ), biomassa total ( $146.2 \pm 146.3$ ) (g dw  $m^{-2}$ ) e altura do dossel de ( $10.9 \pm 3.1$ ) (cm), para a área do meio do prado, a densidade total teve média ( $1930 \pm 1331$ ) ( $m^{-2}$ ), biomassa total  $555.8 \pm 330.7$  (g p.s  $m^{-2}$ ) e altura do dossel com média ( $19,9 \pm 2,5$ ) (cm). Houve variação entre as características do prado em altura do dossel ( $p < 0.05$ ) e densidade ( $p < 0.05$ ), as demais características não foram significativas.

### **3.2 Características granulométricas das áreas estudadas**

Todas as áreas têm predominância do sedimento “areia média”, que varia de  $30\mu m$  a  $68\mu m$ . Os valores granulométricos entre as áreas estudadas não foram significativos, sendo para o ambiente não vegetado ( $65.8 \pm 6.31$ ), para o ambiente de borda do prado o valor de ( $55.51 \pm 12,28$ ), e para a área do meio do prado ( $30.73 \pm 8.32$ ).

### **3.3 Abundância de microplástico em prados de angiospermas marinhas tropicais**

Foram encontradas 63 partículas de microplásticos entre as amostras analisadas com contaminação em 93% das amostras dos sedimentos em geral ( $2 \pm 1,34$ ), totalizando dessa forma 59 amostras com presença de microplásticos. A abundância de microplásticos não variou significativamente entre as três áreas ( $p > 0,05$ ). Entre as áreas vegetadas, a abundância de partículas foi igual, tendo a frequência de ocorrência de 30%, e no meio não vegetado a frequência de ocorrência foi de 40% (fig 4). Desse modo, a área não vegetada obteve valores de ( $125 \pm 71.7$ ), na área da borda do prado ( $85 \pm 74.7$ ) e no meio do prado ( $95 \pm 64.3$ ).

O tamanho das partículas variou entre mínima de 0,03 mm e máxima de 2,504 mm. Só foram encontrados 3 formas diferentes de microplástico sendo a fibra a mais abundante num total de 40 partículas, seguida por filme e fragmentos (fig 6). Com relação a cor, a azul foi a mais visualizada totalizando 35 partículas, e o tamanho mais avistado foi o  $0 < 0.100$  com 21 partículas (fig 6). Apesar de serem encontradas

partículas de microplásticos em diversas quantidades de amostras, o valor estatístico não foi significativo entre as áreas, sendo ( $p > 0.05$ ).

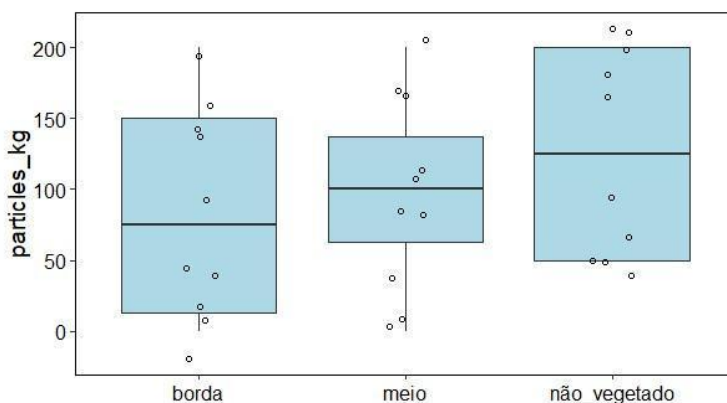


Fig.4. Gráfico de abundância de microplásticos por área (borda do prado, meio do prado e ambiente não vegetado).

### 3.4. Microplásticos em prados de angiospermas marinhas: formato, cor e tamanho

Foram encontradas 3 formas diferentes de microplástico, sendo a fibra a mais abundante com F.O. de 63% ( $1 \pm 1,26$ ) seguida por filme com 33% ( $1 \pm 1,02$ ) e fragmentos representando 3% ( $0 \pm 0,25$ ). No ambiente não vegetado as fibras foram as mais encontradas F.O = 88% ( $2 \pm 1$ ), seguidas por filme F.O = 8% ( $0 \pm 1$ ), e fragmento F.O = 4% ( $0 \pm 0$ ). No ambiente vegetado de borda a maioria das partículas identificadas foram de filme F.O=73% ( $1 \pm 1$ ), seguida por fibra com F.O=26% ( $1 \pm 1$ ) e não foram avistados formatos de fragmento. Na área do meio do prado foram encontradas em maioria fibra F.O =68% ( $1 \pm 1$ ), filme F.O = 26% ( $1 \pm 1$ ) e de fragmento F.O =5% ( $0 \pm 0$ ).

No que diz respeito às cores, a azul se sobressai em todas as áreas tendo um total de 35 partículas, ( $1 \pm 1,13$ ) e F.O = 55%, em seguida a cor mais encontrada foi a transparente com 10 partículas F.O = 16% ( $0 \pm 0,66$ ), após ela, o preto com 8 partículas, F.O =13% ( $0 \pm 0,73$ ) após ele temos o vermelho com 6 partículas F.O = 10% ( $0 \pm 0,40$ ), e por último a cor marrom com 4 partículas F.O =6% ( $0 \pm 0,34$ ). Na área não vegetada foi encontrado azul F.O =56% ( $2 \pm 1$ ), transparente F.O 16% ( $0 \pm 1$ ), preto e

marrom ambas tiveram F.O = 12% tendo marrom a média de  $(0 \pm 0)$  e preto  $(0 \pm 1)$  e por último vermelho com F.O = 4%  $(0 \pm 0)$ . Na borda do prado a cor azul atingiu F.O = 63%  $(1 \pm 10)$ , o vermelho F.O = 21%  $(0 \pm 1)$ , o preto FO = 16%  $(0 \pm 1)$  e a cor marrom e transparente não foram visualizadas. Na área do meio do prado a cor azul apresentou F.O = 47%  $(1 \pm 1)$  transparente F.O = 31%  $(1 \pm 1)$ , preto F.O = 10%  $(0 \pm 1)$ , e a cor vermelha e marrom apresentaram F.O = 5%  $(0 \pm 0)$ .

Com relação aos tamanhos, no total, o mais encontrado foi o tamanho  $0 < 0.100$  com 21 partículas e frequência de ocorrência de 33%  $(0,7 \pm 0,91)$ , o segundo mais encontrado foi o tamanho de 1mm- 5mm que tinha 18 partículas FO = 28%  $(0,63 \pm 0,85)$ , após ele o mais achado foi tamanho de 0.100-0.500 com 16 partículas F.O = 25%  $(0,5 \pm 0,73)$  e por último foi encontrado 8 partículas do tamanho 500-1mm, F.O = 13%  $(0,26 \pm 0,69)$ . O ambiente não vegetado teve a maioria de suas partículas do tamanho de 1mm a 5mm, F.O=44%  $(1 \pm 1)$  os tamanhos 0.500 à 1 mm e 0.100 à 0.500 mm apresentaram F.O = 24%  $(1 \pm 1)$ , e o tamanho  $0 < 0.100$  apresentou F.O = 8%  $(0 \pm 0)$ . Na área da borda do prado, o tamanho  $0 < 0.100$  apresentou F.O = 74%  $(1 \pm 1)$ , o tamanho 0.100 à 0.500 mm apresentou F.O = 21%  $(0 \pm 1)$ , o tamanho 500-1 mm teve F.O = 5%  $(0 \pm 0)$  e não foram encontradas partículas do tamanho 1mm a 5mm. Na área do meio do prado, o tamanho 1mm a 5mm apresentou F.O = 36%  $(1 \pm 1)$ , o tamanho 0.100 à 0.500 mm apresentou F.O = 31%  $(1 \pm 1)$ , 0.500 à 1 mm foi encontrada 1 partícula e F.O = 5%  $(0 \pm 0)$ , o tamanho  $0 < 0.100$  apresentou F.O = 26%  $(1 \pm 1)$ .

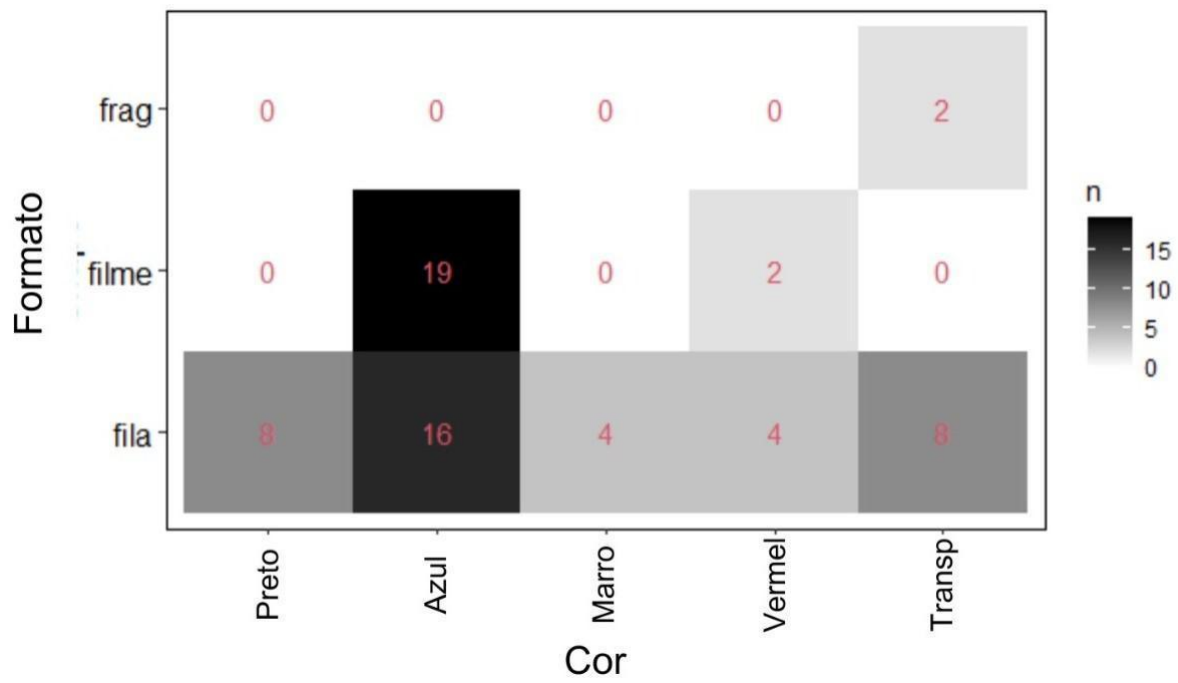


Fig.5 Dados comparativos de partículas de microplásticos entre cor e formato de microplástico entre áreas na praia de Catuama no litoral brasileiro.

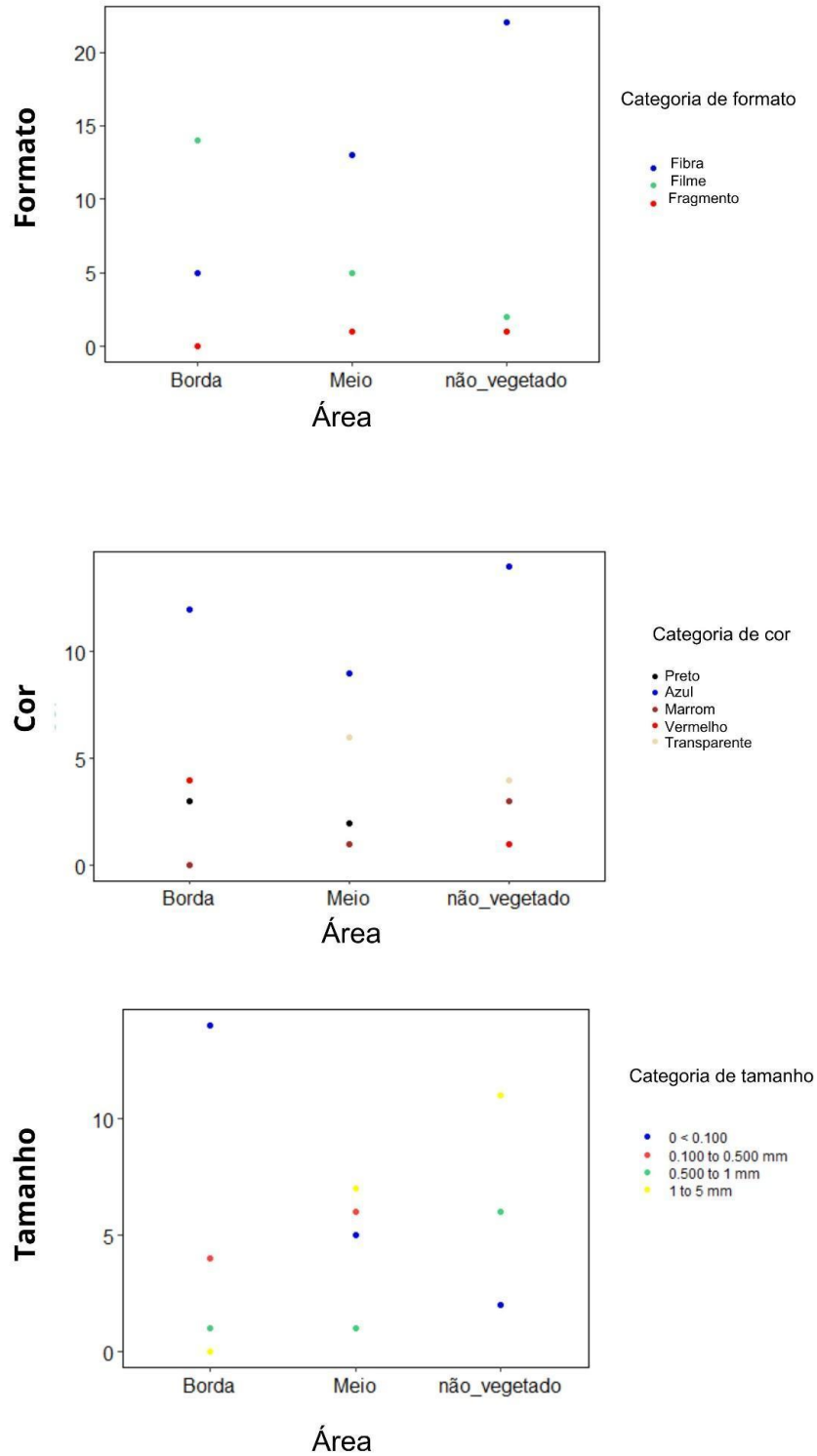


Fig.6. Gráficos da distribuição de partículas (g<sup>-1</sup> p.s.) de microplástico entre áreas na praia de Catuama no litoral brasileiro, com relação ao formato, cor e tamanho.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Acúmulo de microplásticos em prados de angiospermas marinhas tropicais

Os diferentes habitats influenciam diretamente na retenção de micropartículas poluentes e perceber a influência dessa diferença na captura de microplásticos é benéfico na gerência dos mesmos, bem como na percepção do seu potencial para alcançar outros organismos através da cadeia trófica. Este é um dos primeiros estudos conhecidos realizados no Brasil para investigar se há distinção na retenção de microplásticos nas diferentes áreas dos sedimentos de angiospermas marinhas (borda e meio) comparado ao ambiente não vegetado. Os resultados obtidos mostram que, tal como constatado noutros estudos, os sedimentos dos prados de angiospermas marinhas não retiveram microplástico em uma taxa mais elevada do que os sedimentos não vegetados (Cozzolino *et al.*, 2020 ; Huang *et al.*, 2020; Wright *et al.*, 2023; Yao *et al.*, 2020).

A baixa captura de microplásticos nos prados de angiospermas marinhas podem ser ainda a morfologia da espécie estudada (Unsworth *et al.*, 2021). Folhas de espécies de angiospermas marinhas que são mais planas e finas, tendem a ter sua capacidade de captura reduzida em comparação com espécies mais robustas, devido a estrutura das folhas que com a influência do fluxo das marés e tempestades são facilmente dobradas dificultando a captura (Kreitsberg *et al.*, 2021; Cozzolino *et al.*, 2020). Ainda sobre a morfologia, algumas angiospermas marinhas apresentam folhas de tamanhos bem reduzidas, como é o caso das presentes em ambientes tropicais. Essa característica assim como as anteriores podem dificultar o abrandamento do fluxo de água, dificultando a deposição de partículas de microplásticos nos sedimentos onde estas se localizam, diferente do que ocorre em espécies de maior porte, pois estudos anteriores revelam a captura de partículas de microplásticos em prados de angiospermas marinhas formados por espécies com folhas mais enrijecidas e com um maior tamanho foliar (Bouma *et al.*, 2005; Cozzolino *et al.*, 2020; Morris *et al.*, 2008).

Um estudo realizado por Hang *et al.* (2020) indica que a quantidade de microplásticos retidos em locais de águas rasas não variam muito em locais com

vegetação e sem vegetação. Essa porcentagem semelhante pode se dar em função da mistura potencial de sedimentos ao decurso de marés e tempestades. A variação dos tamanhos e tipos de sedimentos em ambientes estuarinos podem ser também uma influência na captura de partículas microplásticas pelos prados de angiospermas marinhas (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012 ). Pesquisas mostram que sedimentos de grãos maiores demonstram uma menor quantidade de microplásticos se comparados com os grãos menores e mais finos (Vianello *et al.*, 2013; Horton *et al.*, 2017 ).

A respeito das características dos microplásticos, o presente estudo identificou em sua maioria partículas de fibras, o que corrobora com outros estudos realizados com microplásticos, uma vez que, essas partículas advêm de materiais sintéticos decorrentes principalmente de roupas, e esgoto, elementos bem presentes em ambientes costeiros (Ouyang *et al.*, 2022; Changjun *et al.*, 2023). Ademais, a cor azul foi a mais encontrada, seguida de transparente o que se pode dá pelo fato de que a praia de Catuama é um foco de pesca, sendo os materiais utilizados para esta atividade pigmentados dessa cor.

Dessa forma, de acordo com os resultados encontrados neste estudo a hipótese de que haveriam mais partículas de microplásticos em um ambiente vegetado pelas angiospermas marinhas não foi apoiada. Na verdade, foi visto que sedimentos de regiões adjacentes não vegetadas podem conter até uma quantidade mais elevada de partículas de microplástico. Apesar destes resultados serem diferente de alguns estudos (Huang *et al.*, 2020; Jones *et al.*, 2020) ele tem resultados semelhantes a outros estudos que comprovam também a não significativa variância de captura de microplástico entre ambientes vegetados ou não vegetado pelas angiospermas marinhas (Cozzolino *et al.*, 2020; Unsworth *et al.*, 2021). O presente estudo foi realizado no verão, contudo, uma nova coleta de inverno já foi realizada para verificação de padrões temporais.

## 5. CONCLUSÃO

Os microplásticos são um poluente particularmente difícil de gerir, mas a compreensão do acúmulo dessas partículas nos ecossistemas irá permitir uma melhor gestão e cuidados com relação a esse poluente. Este estudo fornece uma das primeiras observações de microplásticos ligados a sedimentos de angiospermas marinhas em um ambiente neotropical, no Brasil, comparando ambientes de borda do prado, meio do prado e ambiente adjacente não vegetado. Os resultados mostraram que locais com a presença das angiospermas marinhas nem sempre eram mais eficazes na retenção de microplásticos do que os sedimentos adjacentes não vegetados, não sendo aprovada a hipótese de que os prados de angiospermas marinhas conteriam mais microplásticos. À medida que a abundância de microplásticos aumentar globalmente, será cada vez mais importante compreender melhor como os microplásticos são distribuídos nos estuários.

Os resultados constatados até aqui se referem às amostras coletadas no mês de agosto que equivale ao clima seco. Para publicação ainda será analisada as amostras coletadas no mês de agosto que corresponde ao clima chuvoso, com isso, o estudo poderá obter novos resultados pois, será feita além das comparações entre as áreas, também comparações entre estações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOUMA T *et. al.* Trade-offs related to ecosystem engineering: a case study on stiffness of emerging macrophytes. **Ecology**. v. 86. <https://doi.org/10.1890/04-1588>, 2005.
- COZZOLINO, L *et. al.* Species-specific plastic accumulation in the sediment and canopy of coastal vegetated habitats, **Science of The Total Environment**, v. 723, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138018>.2020.
- CPRH - Agência Estadual do Meio Ambientas. Diagnóstico Ambiental da Área de Proteção Ambiental de Santa Cruz. Recife, p. 139-329, 2008.
- DERRAIK, J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 44, p. 842-852. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5). 2002..
- DUARTE, C. M. e KIRKMAN, H., Methods for the measurement of seagrass abundance and depth distribution. **Global Seagrass Research Methods**, p. 141–153. 10.1016/b978-044450891-1/50008-6.2001
- HIDALGO, V; *et. al.* Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. **American Chemical Society**, v. 46, n. 6, p. 3060–3075. <https://doi.org/10.1021/es2031505>. Acesso 07 de julho de 2023. 2012.
- HUANG, Y *et. al.* Seagrass beds acting as a trap of microplastics - Emerging hotspot in the coastal region?. **Environmental Pollution**, v. 257, p. 113-450, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113450>. 2020.
- JONES, K. L *et. al.* Microplastic accumulation in a *Zostera marina* L. bed at Deerness Sound, Orkney, Scotland. **Marine Pollution Bulletin**, v. 152, p.110-883, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110883>.
- JÚNIOR, M. Padrões dinâmicos de transporte e migração do zooplâncton, com ênfase nos decapoda planctônicos da barra de catuama Pernambuco- Brasil. **Biota Neotropica**. v. 6, n. 3, 2005. <<https://doi.org/10.1590/S1676-06032006000300023>>.
- KILMINSTER K *et. al.* Unravelling complexity in seagrass systems for management: Australia as a microcosm. **Science of The Total Environment**, v. 534, p. 97-109, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.04.061>. 2015.

LARANJEIRA L. et al. Effect of the losses of coverage of seagrass meadows on the benthic macrofauna. **Labomar**. p 44-56. <http://dx.doi.org/10.32360/acmar.v51i2.32443>. 2018.

LIU, H. et. al. Wetland-a hub for microplastic transmission in the global ecosystem. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 142, p. 153-154, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.11.028>.

MACEDO, S et. al. Variação nictemeral do fitoplâncton e elementos nutrientes do canal de Santa Cruz, Itamaracá-PE-Brasil. v 26, n 1, p. 27-45, 2016. [10.5914/tropocean.v26i1.2745](https://doi.org/10.5914/tropocean.v26i1.2745). =

MORRIS E et. al. Interaction between hydrodynamics and seagrass canopy structure: Spatially explicit effects on ammonium uptake rates. **Limnology and Oceanography**. v. 53. <https://doi.org/10.4319/lo.2008.53.4.1531.2008>.

OURGAUD, M et al. Identification and Quantification of Microplastics in the Marine Environment Using the Laser Direct Infrared (LDIR) Technique. **Title of Journal**, v. 56, n. 14, o. 9999–10009. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.1c08870>. 2005.

PHUONG, N et. al. Highlights from a review of microplastics in marine sediments. **Sci Total Environ**, v.777, p. 146-225, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146225>.

POZDNYAKOV, R et. al. Studying the Concentration of Microplastic Particles in Water, Bottom Sediments and Subsoils in the Coastal Area of the Neva Bay, the Gulf of Finland. <https://link.springer.com/article/10.1134/S0097807820040132.2020>

PRISCILLA, V et. al. Microplastic abundance in the water, seagrass, and sea hare *Dolabella auricularia* in Pramuka Island, Seribu Islands, Jakarta Bay, Indonesia. **Journal of Physics: Conference Series**. v 1402, 2019. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1402/3/033073>. 2019.

QUYEN L., CHOI J. Accumulation and Dispersion of Microplastics near A Submerged Structure: Basic Study Using A Numerical Wave Tank. **Special Issue Artificial Reefs Research**, doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10121934> 2022.

SANCHEZ-VIDA et. al. Seagrasses provide a novel ecosystem service by trapping marine plastics. **Scientific Reports** v.11, n. 254, <https://doi-org.ez19.periodicos.capes.gov.br/10.1038/s41598-020-79370-3>. 2021.

SENA, I *et. al.* Environmental settings of seagrass meadows control rare earth element distribution and transfer from soil to plant compartments. **Science of The Total Environment**. vol 843. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157095>. 2022.

UNSWORTH, F *et. al.* Canopy Accumulation: Are Seagrass Meadows a Sink of Microplastics? **Oceans**. v. 2, p. 162-178, 2021. <https://doi.org/10.3390/oceans2010010>. 2023.

VETRIMURUGAN, E *et. al.* Occurrence, distribution and provenance of micro plastics: A large scale quantitative analysis of beach sediments from southeastern coast of South Africa. **Ciência do meio ambiente total**, v. 746 :<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141103>. 2020