



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE - PB
CENTRO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

ALICE DA SILVA BARROS

**PRAIAS OCEÂNICAS COM INFLUÊNCIA DA PLUMA ESTUARINA PODERÃO
APRESENTAR MAIOR INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS PELAS MANJUBAS
(CLUPEIFORMES, ENGRAULIDAE)?**

**CAMPINA GRANDE - PB
2024**

ALICE DA SILVA BARROS

**PRAIAS OCEÂNICAS COM INFLUÊNCIA DA PLUMA ESTUARINA PODERÃO
APRESENTAR MAIOR INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS PELAS MANJUBAS
(CLUPEIFORMES, ENGRAULIDAE)?**

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

Área de concentração: Ecologia

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha

**CAMPINA GRANDE - PB
2024**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão 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.

B277p Barros, Alice da Silva.

Praias oceânicas com influência da pluma estuarina poderão apresentar maior ingestão de microplásticos pelas manjubas (clupeiformes, engraulidae)? [manuscrito] / Alice da Silva Barros. - 2024.

25 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Andre Luiz Machado Pessanha, Departamento de Biologia - CCBS".

1. Microplástico. 2. Resíduos sólidos. 3. Zooplancatófagos. I.
Título

21. ed. CDD 577

ALICE DA SILVA BARROS

PRAIAS OCEÂNICAS COM INFLUÊNCIA DA PLUMA ESTUARINA PODERÃO APRESENTAR MAIOR INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS PELAS MANJUBAS (CLUPEIFORMES, ENGRAULIDAE)?

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

Aprovada em: 13/11/2024.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Andre Luiz Machado Pessanha** (***.529.707-**), em **05/12/2024 12:28:03** com chave **84859ba2b31d11ef9ffa2618257239a1**.
- **Alexandre Pires Marцениuk** (***.009.418-**), em **05/12/2024 12:46:05** com chave **09814cc8b32011efb11d2618257239a1**.
- **Gitá Juan Soterorudá Brito** (***.099.094-**), em **05/12/2024 12:57:41** com chave **a89f2ae0b32111ef945b06adb0a3afce**.

Documento emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QrCode ao lado ou acesse https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Termo de Aprovação de Projeto Final

Data da Emissão: 06/12/2024

Código de Autenticação: e2d821



Aos meus familiares e amigos, pela
força e companheirismo, DEDICO.

“Peixes vão vão vão atrás do que tem
brilo, vacilo”

- Tomatoa (Moana)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Praias do município de Lucena que recebem influência da pluma estuarina das águas do rio Paraíba: Pontinha de Lucena, Praia de Fagundes, Praia de Costinha e praias do município de João Pessoa, que não recebem influência da pluma estuarina: Praia do Bessa, Praia Manaíra e Praia Cabo Branco.....	11
Figura 2 –	Procedimentos realizados no laboratório: A) Identificação das espécies de Engraulidae, B), C) Remoção dos tratos gastrointestinais, D) Identificação do zooplâncton e microplástico, E) Fragmento de microplástico na cor azul, F) Filamento de microplástico na cor azul.....	12
Figura 3 –	Porcentagem de microplástico consumido por cada espécie nas praias de João Pessoa (sem influência estuarina: Bessa, Manaíra e Cabo Branco) e Lucena (com influência estuarina: Costinha, Fagundes e Ponta de Lucena) durante o período de chuva.....	14
Figura 4 –	Porcentagem de microplástico consumido por cada espécie nas praias de João Pessoa (sem influência) e Lucena (com influência) durante o período de seca.....	14
Figura 5 –	Porcentagem das cores de microplástico consumidas por cada espécie durante o período de chuva.....	15
Figura 6 –	Porcentagem das cores de microplástico consumidas por cada espécie durante o período de seca.....	15
Figura 7 –	Porcentagem de filamento e fragmento consumidos por cada espécie.....	16

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	METODOLOGIA	11
2.1	Área de estudo	11
2.2	Amostragens	12
2.3	Procedimentos laboratoriais	12
2.4	Análises de dados	13
3	RESULTADOS	13
3.1	Consumo de microplástico pelas espécies	13
4	DISCUSSÃO	16
5	CONCLUSÃO	17
	REFERÊNCIAS	18
	APÊNDICE A - ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS E MPs.....	23

PRAIAS OCEÂNICAS COM INFLUÊNCIA DA PLUMA ESTUARINA PODERÃO APRESENTAR MAIOR INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS PELAS MANJUBAS (CLUPEIFORMES, ENGRAULIDAE)?

OCEANIC BEACHES INFLUENCED BY ESTUARINE PLUMES: COULD THEY EXHIBIT HIGHER MICROPLASTIC INGESTION BY ANCHOVIES (CLUPEIFORMES, ENGRAULIDAE)?

Alice da Silva Barros¹
André Machado da Silva Pessanha²

RESUMO

As praias são ambientes de grande importância para os peixes, por servirem para desova crescimento e por possuir grande abundância de recursos, porém esses ambientes são constantemente degradados pela urbanização da costa, descarte inadequado de resíduos sólidos e constante atividade turística, associados aos ambientes de praias. Os estuários participam com a entrada de água dos rios no oceano, o que é chamado de pluma estuarina, ela carrega diversos nutrientes que são de extrema importância para a manutenção dos ecossistemas costeiros, porém junto com ela também vem o plástico. O crescimento deste tipo de poluição se torna cada vez mais grave devido ao constate crescimento populacional e o uso desenfreado de materiais compostos de plásticos como é o caso de roupas sintéticas e eletrodomésticos. Existem dois tipos de microplásticos os primários que já são produzidos dessa forma, os chamados microsferas e os secundários que são provenientes de plásticos maiores que foram descartados de forma inadequada e com o tempo se degradam em tamanhos menores que 5mm, podendo ter a forma de filamento ou de fragmento e serem encontrados em diversas cores, sendo as mais comuns azul, preto, vermelho, verde, branco e transparente. A ingestão desse microplástico pode ocorrer de forma ativa ou passiva e a maior parte do microplástico consumido é encontrado no trato gastrointestinal do peixe. A família Engraulidae, que possui a maioria de espécies zooplânctófagas são mais suscetíveis a ingestão acidental pela filtração, porém peixes de hábito piscívoro como é o caso do *Lycengraulis grossidens* também estão suscetíveis através da cadeia trófica. Esse estudo foi realizado com o intuito de analisar variações espaciais e temporais na ingestão de microplásticos pelos peixes pelágicos da família Engraulidae, em praias com influência estuarina localizadas nos municípios de Lucena - PB e praias sem influência estuarina localizadas em João Pessoa - PB. Para isso foram realizadas expedições durante o período de chuva (Abril, Maio e Junho) e seca (Outubro, Novembro e Dezembro). Com uma rede de arrasto os espécimes foram coletados, congelados e levados para laboratório, onde foram identificados e tiveram o trato gastrointestinal retirado e dissolvido em KOH 10%. Após esta etapa, o conteúdo dissolvido foi levado para análise em estereomicroscópio, onde os microplásticos foram separados por cor e tipo.

¹Graduanda do curso de Ciências Biológicas. Estagiária do Laboratório de Ecologia de Peixes (LEP), Departamento de Biologia /CCBS, Universidade Estadual da Paraíba, 58429-500, Campina Grande, Paraíba, Brasil. alice.barros@aluna.uepb.edu.br. <http://lattes.cnpq.br/4766381837207952>

² Professor. Doutor. Coordenador do LEP, Departamento de Biologia /CCBS, Universidade Estadual da Paraíba, 58429-500, Campina Grande, Paraíba, Brasil. andre.pessanha@servidor.uepb.edu.br. <http://lattes.cnpq.br/5517316070440241>

No total foram coletados 524 indivíduos da família Engraulidae, o maior consumo de microplástico foi apresentado no período chuvoso, embora não tenham sido observadas diferenças espaciais significativas, costinha apresentou sempre uma maior ingestão de microplástico pelos peixes. O filamento foi o tipo mais consumido, por ser facilmente confundido com os copépodes, como também a cor azul, além de ser a mais abundante. Os resultados desse trabalho podem contribuir para estudos de possíveis impactos da ingestão desses peixes pelos humanos, por serem espécies que participam do comércio.

Palavras-Chave: ingestão; resíduos sólidos; zooplânctófagos; plástico.

ABSTRACT

Beaches are critical environments for fish as they serve as spawning and nursery grounds and offer an abundance of resources. However, these environments are frequently degraded by coastal urbanization, improper disposal of solid waste, and intense tourism activities associated with beach areas. Estuaries play a significant role by transporting river water into the ocean, forming estuarine plumes. These plumes carry essential nutrients necessary for maintaining coastal ecosystems, but they also bring plastics into these systems. The rise in plastic pollution has become increasingly severe due to rapid population growth and the rampant use of plastic-based materials such as synthetic fabrics and household appliances. There are two types of microplastics: primary microplastics, which are produced in small sizes, such as microbeads; and secondary microplastics, which originate from larger plastic items improperly discarded and subsequently degraded into particles smaller than 5 mm. These microplastics may appear as filaments or fragments and come in various colors, with blue, black, red, green, white, and transparent being the most common. Fish may ingest microplastics actively or passively, with most of the ingested plastic found in their gastrointestinal tract. The Engraulidae family, which includes predominantly zooplanktivorous species, is particularly susceptible to accidental ingestion through filtration. However, piscivorous fish, such as *Lycengraulis grossidens*, may also ingest microplastics through the food chain. This study aimed to analyze spatial and temporal variations in microplastic ingestion by pelagic fish of the Engraulidae family. The research was conducted on beaches influenced by estuarine plumes in the municipality of Lucena, PB, and beaches without estuarine influence in João Pessoa, PB. Sampling expeditions were carried out during the rainy season (April, May, and June) and the dry season (October, November, and December). Specimens were collected using a trawl net, frozen, and taken to the laboratory, where their gastrointestinal tracts were extracted and digested with 10% KOH. The dissolved content was analyzed under a stereomicroscope, and the microplastics were categorized by color and type. A total of 524 individuals from the Engraulidae family were collected. Microplastic ingestion was highest during the rainy season, although no significant spatial differences were observed. Costinha beach consistently showed higher levels of microplastic ingestion by fish. Filaments were the most commonly ingested type of microplastic, likely due to their resemblance to copepods, followed by blue microplastics, which were the most abundant. The findings of this study can contribute to understanding potential human health impacts from consuming these commercially relevant fish species.

Keywords: ingestion; solid waste; zooplanktivores; plastic.

1 INTRODUÇÃO

As praias possuem grande importância ecológica para os peixes, devido à abundância de recursos, locais de desova, áreas de crescimento e conectividade entre habitats (Oliveira, 2022; Monteiro-Neto; Tubino; Moraes; 2008). As zonas costeiras desempenham importante papel de transição ecológica entre ambientes terrestres e costeiros, além de proporcionar a conectividade com outros ambientes como os estuarinos, que são utilizados por espécies marinhas em distintas fases de desenvolvimento (Monteiro-Neto; Tubino; Moraes; 2008). As praias são fortemente influenciadas pela pluma estuarina, definida como a massa de água proveniente do interior do rio que deságua na costa e é transportada pelas correntes marítimas (Amorim, 2019). Esses ambientes passam por constantes impactos ambientais, tendo como exemplo a contaminação das águas por esgotos ou descarte de efluentes industriais, devido a sua proximidade com áreas urbanizadas, e o despejo inadequado de resíduos sólidos (Galvão, 2022). Alguns desses impactos acarretam entrada de plástico nesses ambientes, trazendo diversos fatores negativos, como a perda de espécies, contaminação da fauna local e de espécies de importância comercial (García-Jaramillo; Morán-Silva; Chávez-López, 2023).

Os plásticos são materiais sintéticos formados por longas cadeias de polímeros orgânicos originadas do petróleo, gás e carvão, costumam ser separados por tamanho, composição e origem, os mais comuns são o polipropileno (PP) e o polietileno (PE) (Pedro, 2021, Peters; Thomas; Rieper, 2017). A entrada de plástico nas praias tem como fonte principal o meio terrestre, através de rios e da urbanização da costa, porém pode ter também a influência de atividades marítimas, sendo dispersos através do vento, das marés e das correntes marítimas, e transportados para longe do seu local de origem (Matsunaga, 2012). Grande parte do plástico encontrado em praias tem origem marinha (Oliveira, 2022; Monteiro-Neto; Tubino; Moraes; 2008), que são provenientes dos rios que chegam aos estuários. As águas dos rios trazem esses resíduos deixados pelas atividades antrópicas realizadas próximos as suas margens, como agricultura, pecuária, pesca (Filgueiras, 2020), e todo esse material carregado pelas águas são despejados nos oceanos (Amorim, 2019). Há uma estimativa que 8 milhões de toneladas de lixo plástico são depositados no oceano todos os anos (Campos, 2022), trazendo ameaças a vida marinha.

A zona costeira ainda é constantemente utilizada para atividades como lazer, residência, comércio, turismo, atividades portuárias e atividades pesqueiras (Araujo; Maia, 2011; Ranieri; El-Robrini, 2016). A intensa realização dessas atividades ocasiona crescente poluição marinha, associada ao crescimento populacional e ao uso excessivo de plásticos pela sociedade moderna. Além disso, o gerenciamento dos resíduos sólidos ainda é incipiente no Brasil (Pedro, 2021; Koraltan, 2022). No entanto, apesar do conhecimento do quanto prejudicial para o ambiente é este material, isso não impede que ele ainda seja utilizado diariamente por todos. É importante destacar a que a maioria nossos produtos industrializados possuem partículas plásticas, como roupas sintéticas, garrafas PETs e eletrônicos pois em geral, esses produtos são de baixo custo e pouca durabilidade (Maaghloud; Houssa; Ouansafi, 2020). Alguns aditivos utilizados para garantir a durabilidade, flexibilidade e resistência desses materiais, acabam também sendo responsáveis por efeitos negativos, como a contaminação por metais pesados aos animais marinhos (Pedro, 2021).

O processo de fragmentação dos plásticos em frações menores, geram partículas que são conhecidas como microplásticos (MPs), os quais vão possuir tamanhos menores que 5mm (Vargas; Silva; Oliveira, 2022; Koraltan; Mavruk; Guven, 2022). Os microplásticos também são utilizados na indústria de cosméticos, a qual, costuma produzir microesferas utilizadas em produtos de beleza e higiene, como sabonetes esfoliantes e cremes dentais (Patil, 2023). Os MP's primários, são classificados como microesferas, sendo o mais utilizado os *Pellets* para tintas e sprays (Rathore, 2023; Pedro, 2021). Já os MP's secundários são o resultado da fragmentação de plásticos maiores como redes de pesca, sacolas, garrafas plásticas e pneus, que podem sofrer biodegradação, abrasão mecânica, fotodegradação ou degradação fotooxidativa que podem ser ocasionados pela areia ou pelas ondas (Silva, 2020).

A ingestão dos microplásticos por peixes tem sido amplamente registrada e acredita-se que possa ocorrer de forma ativa, onde existe uma confusão com um alimento em potencial, mas também de forma passiva, através da filtração (Foley, 2018; Rathore, 2023; Filgueiras, 2020). Grande parte dessas partículas são encontradas no conteúdo gastrointestinal dos peixes (Pinheiro, 2022), e isso gera uma preocupação. Quando ingeridos, os microplásticos nos peixes podem gerar desde problemas físicos (obstruções intestinais, estresse oxidativo e desequilíbrio reprodutivo) até fisiológicos (impede a absorção de nutrientes, distúrbio hormonal e diminuição das taxas de crescimento) (Jovanovic, 2017; Rajoni; Ahmed; Rahman, 2024; Dhar; Jasrotia; Langer, 2023; Shahriar; Islam; Emon, 2024), impactando negativamente o crescimento, a diminuição de energia, redução de apetite, estresse oxidativo e genotoxicidade (Alvarez, 2020). Adicionalmente, podemos citar os efeitos toxicológicos causados pelos aditivos colocados nos microplásticos que são conhecidos por afetar o sistema hormonal dos animais marinhos.

Por serem filtradores, os peixes Zooplantófagos são passíveis da ingestão acidental de microplásticos de baixa densidade (flutuabilidade), como o polipropileno e polietileno, abundantes na coluna d'água (Silva, 2020). Para esse grupo trófico, os principais itens alimentares são os organismos do zooplâncton, representados principalmente pelos copépodes, que podem ser confundidos facilmente com o MP's (Pinheiro, 2022). A transferência trófica dos MPs também tem sido documentada, onde temos a ingestão dessas partículas de forma indireta através da predação de outras presas já contaminadas (Sacco; Selinger; Zuanazzi, 2023). Nas áreas costeiras rasas, um grupo de peixes com hábito zooplantófago são os representantes da família Engraulidae. Essa família possui 16 gêneros e 172 espécies, que possuem hábito alimentar filtrador e são pelágicas (Samsi, 2023; Julio, 2022). Tendem a apresentar hábitos costeiros, algumas vezes vivendo em águas doces ou em ambientes estuarinos (Bortoluzzi; Aschenbrenner; Silveira, 2006).

Com a variação pluviométrica que costuma ser apresentada na região Nordeste e as diferentes características encontradas nos ambientes costeiros desta região, como a presença da pluma estuarina apresentada nas praias que possuem proximidade com o estuário (Amorim, 2019), surge a seguinte pergunta: Há variação espacial e temporal na ingestão de microplásticos pelas espécies da família Engraulidae em função da presença da pluma estuarina? Este estudo teve como objetivo analisar variações espaciais e temporais na ingestão de microplásticos pelos peixes família Engraulidae, em praias com e sem influência da pluma estuarina.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

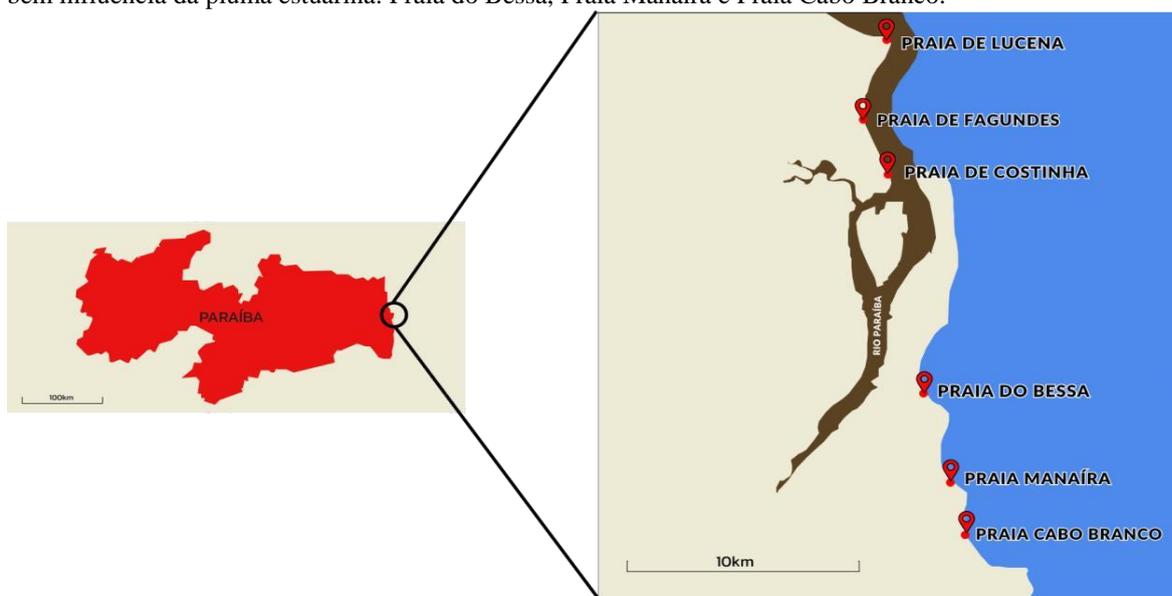
O estudo foi realizado em seis praias do litoral norte da costa da Paraíba, entre os municípios de Lucena ($6^{\circ}53'54.35''S$ - $34^{\circ}52'16.36''O$) e João Pessoa ($7^{\circ}07'07.81''S$ - $34^{\circ}52'53.16''O$). A região possui um clima tropical do tipo AS' de Köppen, com duas estações: seca e chuvosa (Alvares et al., 2013), e com o regime de marés sendo semidiurna com amplitude máxima de 2,50 m (Tabua De Mares, 2024).

Para o município de Lucena, foram escolhidas as praias de Costinha, Fagundes e Ponta de Lucena, cobrindo uma extensão de 7,71 km da costa (Google Earth, 2024) (Figura 1); essas praias pela proximidade com o estuário do rio Paraíba, sofrem a ação de sua pluma estuarina. turbidez e sedimento com areia mais fina e maior presença de matéria orgânica (Uncles; Stephens; Harris, 2006; Schettini; Paiva; Batista, 2016).

Para o município de João Pessoa, foram escolhidas as praias de Manaíra, Cabo Branco e Bessa, cobrindo uma extensão de 8,24 km da costa (Google Earth, 2024) (Figura 1); essas praias estão distantes do estuário do rio Paraíba, portanto, não sofrem a ação da sua pluma estuarina. Isso confere a essas praias águas mais transparentes e sedimento com uma areia mais grossa.

O estuário do Rio Paraíba fica localizado na bacia do rio Paraíba do Norte, no leste da Paraíba ($7^{\circ}6'12''S$ - $34^{\circ}53'48''O$), cobre os municípios de Santa Rita, Bayeux, Cabedelo, Lucena e João Pessoa. O estuário sofre com impactos oriundos de efluentes domésticos e plantação da cana-de-açúcar, com as praias de Lucena e Costinha, localizadas na foz do estuário, recebendo maior influência da pluma estuarina (Amorim, 2019), denominação da massa de água que vem do interior do rio desaguando na costa e são carregadas pelas correntes marítimas, grande parte dessas águas seguem por toda costa norte (Matsunaga, 2012).

Figura 1 – Praias do município de Lucena que recebem influência da pluma estuarina das águas do rio Paraíba: Pontinha de Lucena, Praia de Fagundes, Praia de Costinha e praias do município de João Pessoa, que não recebem influência da pluma estuarina: Praia do Bessa, Praia Manaíra e Praia Cabo Branco.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

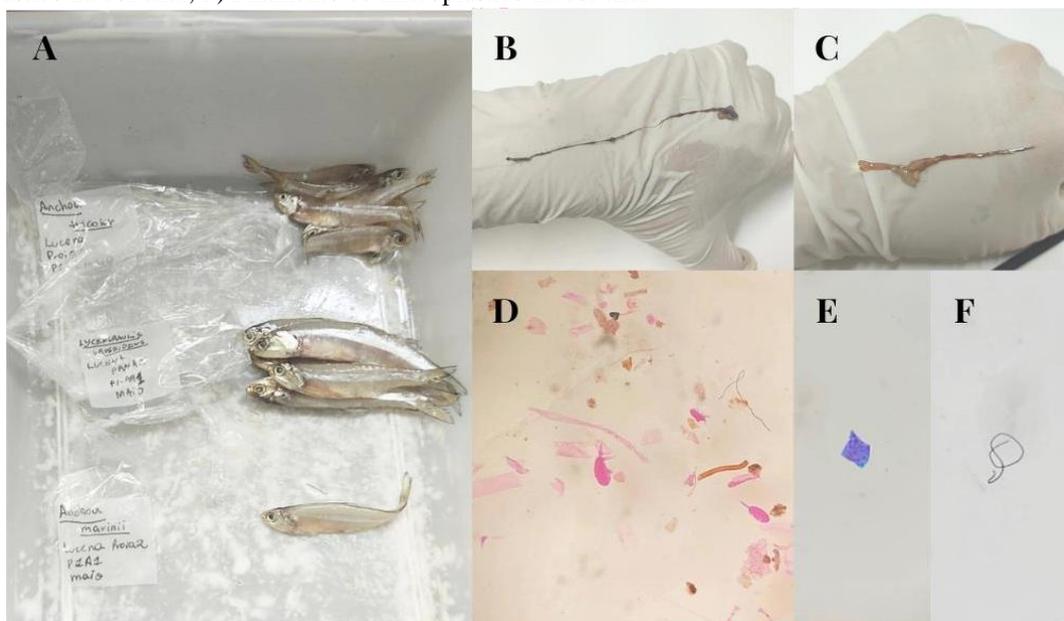
2.2 Amostragem

Durante o estudo, seis campanhas amostrais foram realizadas: sendo três durante o período chuvoso (março, maio e junho/2023) e três durante o período de seca (outubro, novembro e dezembro/2023). Para a coleta dos espécimes foi utilizada uma rede de arrasto do tipo picaré (comprimento total 11,5m x altura 1,5m; comprimento do saco 3m; malha das asas 5mm e do saco 25mm), que foi arrastada em extensão de 30 metros. Em cada praia foram escolhidos dois pontos amostrais, e em cada um deles foram realizados dois arrastos (6 praias x 6 meses x 2 pontos x 2 arrastos= 144 amostras). Os exemplares coletados foram rapidamente congelados em campo.

2.3 Procedimentos laboratoriais

Em laboratório, os peixes foram identificação de acordo com Figueiredo e Menezes (2000), e posteriormente medidos em seu comprimento total (mm) (Figura 2a). Somente os exemplares da família Engraulidae tiveram os conteúdos estomacais verificados. Para isso, foi utilizado tesoura e pinças para fazer uma incisão ventral e ter acesso ao trato gastrointestinal de cada peixe (Figura 2b, 2c). O conteúdo estomacal foi retirado e transferido para tubos de Falcon, onde foram adicionados 25ml de KOH a 10%. Esses tubos foram centrifugados e depois levados a banho maria onde foram deixados dentre um período de oito horas para degradação do material biológico (Geppner, 2023). Posteriormente, o conteúdo foi observado individualmente ao microscópio estereomicroscópio para os microplásticos serem contabilizados e identificados por tipo (filamento ou fragmento) e por cores (vermelha, azul, preto, branco, transparente e verde) (Figura 2e, 2f).

Figura 2 – Procedimentos realizados no laboratório: A) Identificação das espécies de Engraulidae, B), C) Remoção dos tratos gastrointestinais, D) Identificação do zooplâncton e microplástico, E) Fragmento de microplástico na cor azul, F) Filamento de microplástico na cor azul.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

2.4 Análises de dados

Os dados da contagem dos microplásticos encontrados nos estômagos foram verificados quanto à sua normalidade utilizando o teste de Shapiro-Wilk (Dudley, 2023). Como os dados não seguiram uma distribuição normal, foi utilizado o Kruskal-Wallis para verificar se havia diferenças significativas de abundância do microplástico entre as estações seca e chuva e entre as praias sem influência e com influência da pluma estuarina. Foi utilizado o software estatístico R.

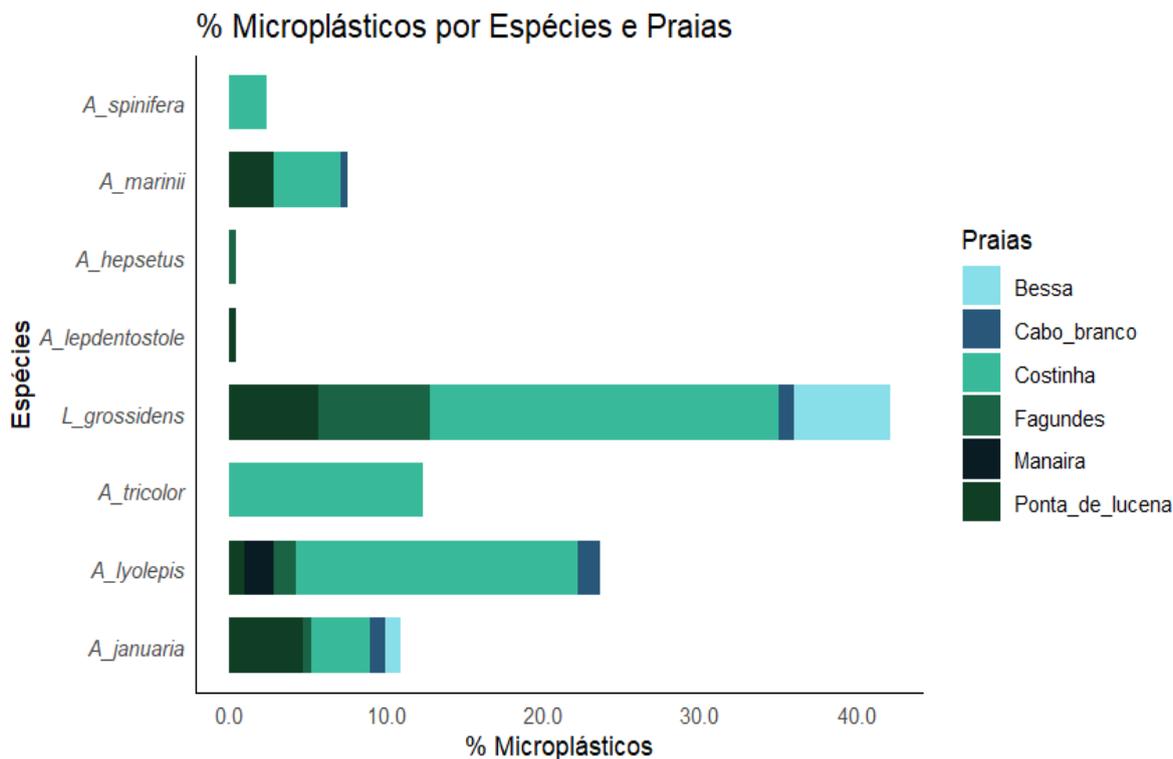
3 RESULTADOS

3.1 Consumo de microplástico pelas espécies

No total foram coletados 524 indivíduos da família Engraulidae, sendo 6 espécies pertencentes ao gênero *Anchoa*, uma do gênero *Anchoviella* e a outra *Lycengraulis*. No geral, oito espécies foram capturadas nas praias estudadas, sendo elas: *Anchoa januaria*, *Anchoa marinii*, *Anchoa lyolepis*, *Anchoa spinifer*, *Anchoa tricolor*, *Anchoa hepsetus*, *Anchoviella lepdentostole* e *Lycengraulis grossidens*.

No geral, foram encontradas 214 partículas de microplásticos nos tratos gastrointestinais, sendo 211 do período da chuva e 3 da seca. Nas praias com influência da pluma estuarina houve uma maior quantidade de microplásticos no conteúdo gastrointestinal do que naquelas sem influência (Apêndice A). Por exemplo, os peixes capturados na praia de Costinha (62,6%) apresentaram a maior ocorrência de microplástico, seguido de Ponta de Lucena (14,2%) e Fagundes (9,6%), já nas praias sem influência da pluma observamos uma menor incidência de ingestão de microplásticos, sendo representada pelos seguintes resultados: Bessa (6,9%), Cabo Branco (4,6%) e Manaíra (1,8%) (Figura 3 e 4). A espécie mais abundante, *L. grossidens*, foi a que ingeriu a maior quantidade de todo microplástico encontrado (43,7%), seguido de *A. lyolepis* (23%) e *A. tricolor* (11,9%) (Figura 4). Todas possuíram o maior consumo na praia de Costinha tanto nos períodos de seca como de chuva.

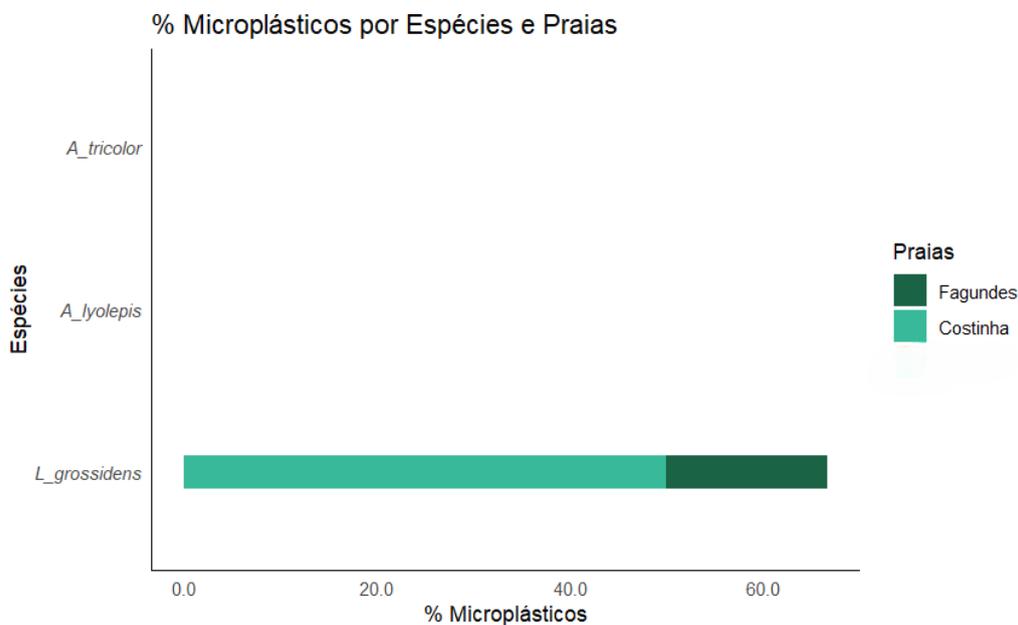
Figura 3 - Porcentagem de microplástico consumido por cada espécie nas praias de João Pessoa (sem influência estuarina: Bessa, Manaíra e Cabo Branco) e Lucena (com influência estuarina: Costinha, Fagundes e Ponta de Lucena) durante o período de chuva.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Durante o período da seca tivemos o registro de apenas três espécies nas praias estudadas: *A. tricolor*, *A. lyolepis* e *L. grossidens* (Figura 4). Destas, a única a fazer ingestão de microplástico foi *L. grossidens* e em sua maioria nas praias de Costinha, seguida pela praia de Fagundes, ambas com influência da pluma estuarina. Neste período não houve ingestão de microplástico nas praias sem influência estuarina.

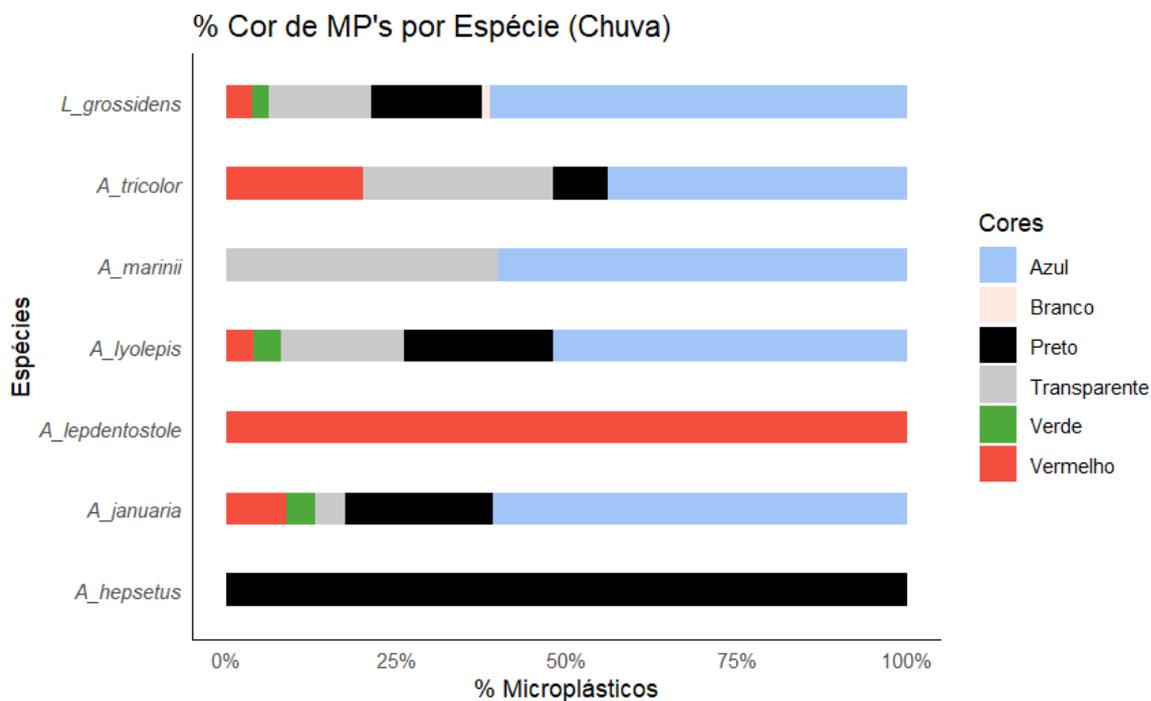
Figura 4 - Porcentagem de microplástico consumido por cada espécie nas praias de João Pessoa (sem influência) e Lucena (com influência) durante o período de seca.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

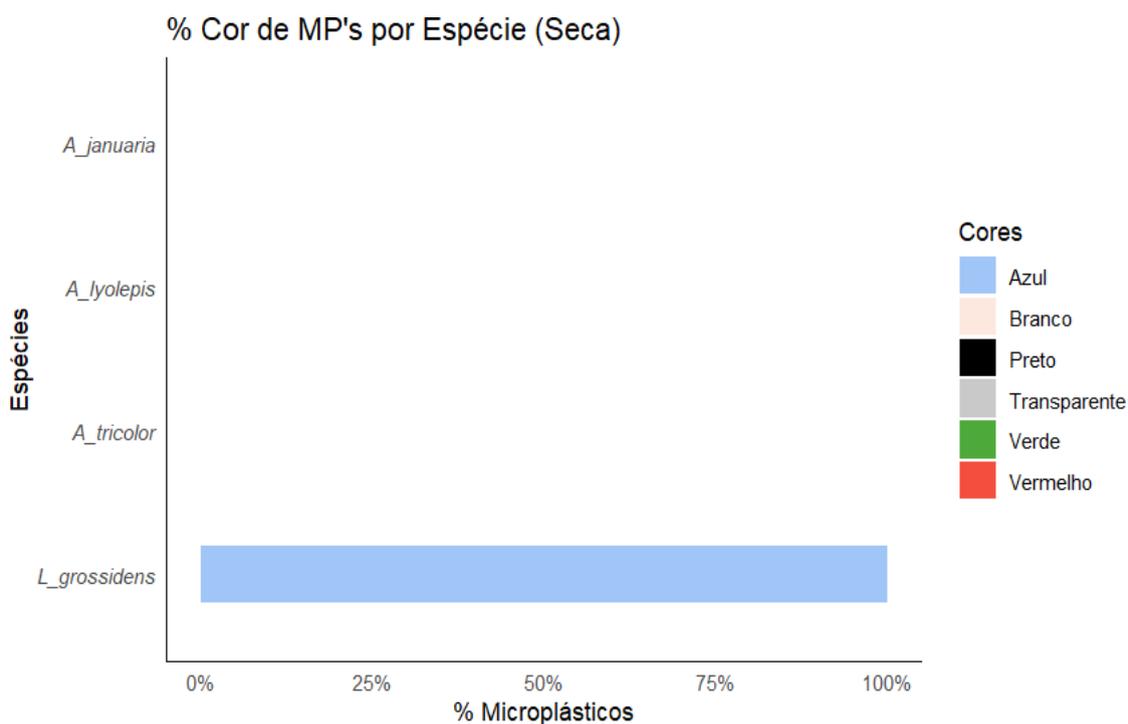
Em relação as cores, foram consumidos azul (57,4%), preto (16,4%), transparente (15,9%), vermelho (6,7%), verde (2,4%), branco (0,9%), sendo azul e preto as cores de MP com maior abundância de consumo pelos peixes durante o período de chuva. No período da seca o consumo se deu unicamente da cor azul e apenas por *L. grossidens* (Figura 5 e 6).

Figura 5 - Porcentagem das cores de microplástico consumidas por cada espécie durante o período de chuva.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

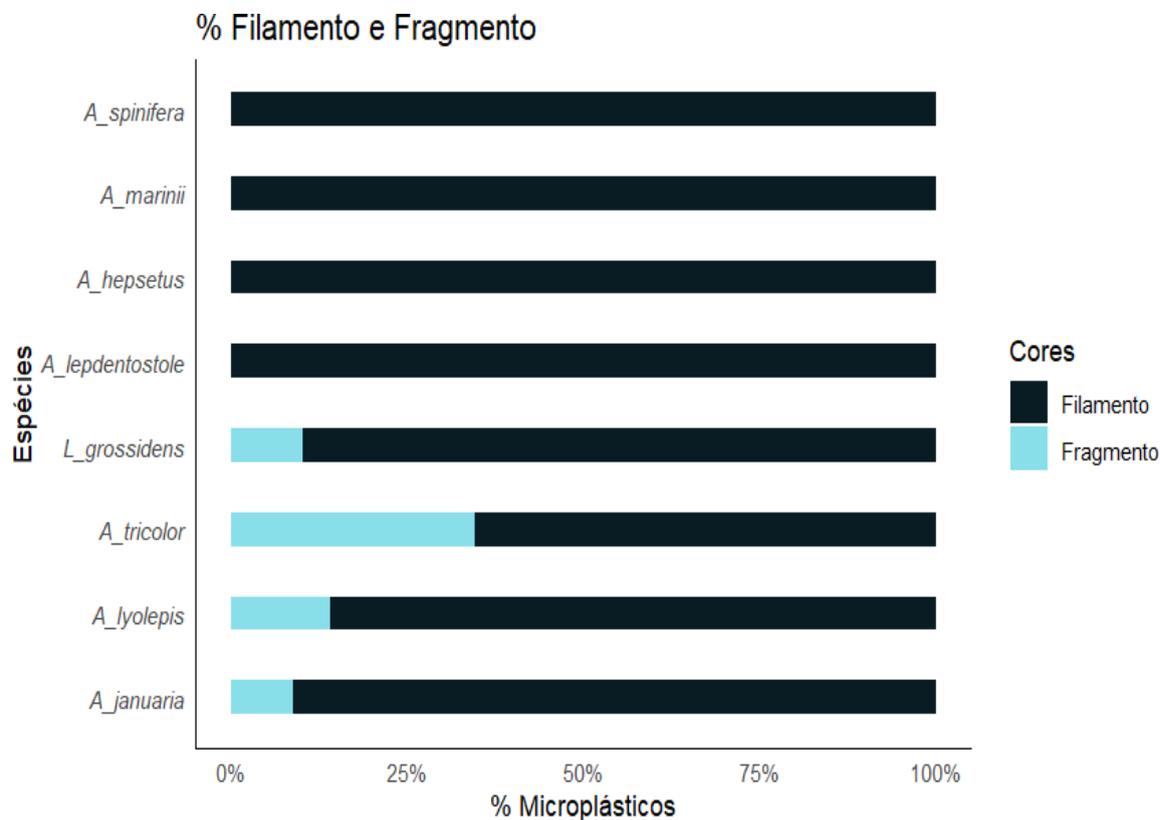
Figura 6 - Porcentagem das cores de microplástico consumidas por cada espécie durante o período de seca.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

A ingestão de filamento é a mais abundante em todas as espécies sendo o único consumo de fragmento em *A.spinifer*, *A.marinii*, *A.hepsetus* e *A.lepidentostole*, sendo 104 filamentos e 16 fragmentos na chuva, 3 filamentos na seca (Figura 7).

Figura 7 - Porcentagem de filamento e fragmento consumidos por cada espécie.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

4 DISCUSSÃO

Os peixes capturados nas praias com a influência da pluma estuarina (Ponta de Lucena, Costinha e Fagundes) apresentaram maior ingestão de microplástico no ambiente do que as praias que não possuíam a influência estuarina corroborando assim a nossa hipótese. Dentre as praias de Lucena, Costinha foi a que apresentou maior abundância de partículas, entre praias e estações, e provavelmente está relacionado com a maior proximidade desta praia com o estuário (Nascimento; Ramos, 2024). Assim, sugerimos que esta praia, por ser a mais próxima da entrada do estuário do Rio Paraíba, pode ser a primeira a receber as águas e por consequência toda matéria orgânica e resíduos que são carreados pelo rio Paraíba (Silva *et al*, 2014).

A maior ingestão de microplástico durante o período de chuva pode estar associado ao um aumento na quantidade de água que acaba entrando nos ambientes costeiros durante esse período. Segundo Nishida et al (2008) durante o período de chuvas, além da maior descarga

de água na zona costeira que carrega mais resíduos e material orgânico que aumenta a disponibilidade de alimento para os peixes, há também o carreamento de partículas de microplásticos, que também ficam disponíveis para os peixes. Com esse aumento na abundância de recursos disponíveis, o comportamento filtrador se intensifica pelos representantes de *Engraulidae*, e com isso junto com o alimento ocorre também a ingestão de microplástico (Luduvic, 2020). No período da seca, observa-se uma redução na quantidade de partículas disponíveis, resultando em uma menor ingestão por essas espécies.

Uma exceção é *Lycengraulis grossidens* é a espécie mais abundante e a que sempre obteve maior consumo de microplástico, ocorrendo inclusive durante a seca. Esse fato pode estar associado a uma característica bem peculiar a esse *Engraulidae*, que é o seu hábito alimentar piscívoro quando se torna indivíduos juvenis e adultos (Bortoluzzi *et al*, 2006). Os peixes piscívoros menores, por se alimentar de outros peixes, acabam ingerindo microplástico através da cadeia trófica fazendo um maior acúmulo do material no seu organismo (Bortoluzzi *et al*, 2006; Nascimento & Ramos, 2024). Já as espécies com hábito alimentar zooplânctofago resumem sua ingestão de microplásticos basicamente a partir da filtração (Lopes *et al*, 2020).

O tipo de microplásticos com a forma de filamento foi o mais consumido por todas as espécies estudadas. Essa forma, além de ser mais disponível no ambiente e por possuir menor densidade (Pedro, 2021), permanece na coluna d'água junto do zooplâncton. Isso os torna facilmente disponíveis para os peixes pelágicos e principalmente para os filtradores. O zooplâncton faz parte da alimentação da maioria dos peixes filtradores e por serem facilmente confundidos com microplástico, sujeitam esses peixes a passivamente ingerir o microplástico (Vendel *et al*, 2017). Portanto, sugerimos que há essa associação entre a captura de zooplâncton pelos peixes e a ingestão de microplásticos no nosso estudo.

De acordo com Filgueiras (2020) os peixes podem facilmente confundir o zooplâncton com essas partículas de microplástico, e pelo seu tamanho isso facilita a ingestão na hora da filtração. Nesse processo, as brânquias exercem papel fundamental, pois no momento da respiração as partículas de microplástico acabam ficando presas nessas estruturas e posteriormente acabam sendo ingeridas (Foley, 2018; Rathore, 2023; Hardianti *et al* 2021). Kumkar (2021) também observou o maior consumo de filamentos pelos peixes quando comparado com os fragmentos; esses últimos por serem partículas maiores e de maior densidade acabam decantando e ficando associado ao sedimento.

Com relação a cor dos microplásticos, os de cor azul foram os mais consumidos (Capone, 2021), principalmente pelas espécies de *Anchoa*, que são zooplânctofagas (Guntur, 2021). O filamento azul se assemelha a copépodes (Ory *et al*, 2017), que são o principal alimento desses peixes (Capone, 2021), e que por tanto reforça a maior ingestão destes. (Sulistyo *et al*, 2020, Lopes *et al*, 2020). Adicionalmente, aqueles que são mais escuros, como os de cor preta também foram bastante ingeridos. O trabalho de Peters (2017) indica que os peixes pelágicos têm a preferência por itens de cores escuras, uma vez que àqueles de cores vermelho e verde se assemelham a algas, que não são itens da sua dieta sempre vão apresentar uma menor representatividade (Kumkar, 2021).

5 CONCLUSÃO

As praias com influência estuarina apresentaram maior abundância na ingestão de microplásticos pelas manjubas (*Engraulidae*), uma vez que essas praias recebem toda uma carga de nutrientes do rio Paraíba, sustentando assim a produtividade secundária nessa região. Os períodos das chuvas também contribuem para o aumento dessas partículas nesses locais, sen-

do trazidas pelo carreamento das águas da pluma estuarina. Portanto, a pluma estuarina contribui para o aumento da disponibilidade dessas partículas nas praias sob sua influência, e que podem ser ingeridas pelos peixes zooplânctófagos que usam esses ambientes costeiros rasos durante o seu ciclo de vida.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA –

AESA. **Dados pluviométricos de João Pessoa**. Disponível em: <https://www.aesa.pb.gov.br>. Acesso em: 30 out. 2024.

ALAM, S. R., *et al.* **Advances of microplastics ingestion on the morphological and behavioral conditions of model zebrafish: A review**. *Aquatic Toxicology*, v. 272, p. 106977, 2024. DOI: 10.1016/j.aquatox.2024.106977.

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVAREZ, L. D. G. *et al.* Efectos de los microplásticos en el medio ambiente: Un macro-problema emergente. *Revista de Ciencia y Tecnología: RECyT*, v. 33, n. 1, p. 100-107, 2020.

AMORIM, A. L. A. de *et al.* Distribuição espaço-temporal e ecologia trófica de *Stellifer brasiliensis* (Schultz, 1945) na zona de arrebentação de duas praias adjacentes ao estuário do Rio Paraíba, PB, Brasil. 2019.

ARAÚJO, R. C. P. de; MAIA, L. P.. Análise dos problemas e objetivos das atividades econômicas tradicionais e emergentes na zona costeira do estado do Ceará. 2011.

BORTOLUZZI, T. *et al.* Hábito alimentar da Sardinha Prata, *Lycengraulis grossidens* (Spix & Agassiz, 1829), (Pisces, Engraulidae), Rio Uruguai Médio, Sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biodiversidade Pampeana*, v. 4, n. 1, 2006.

CAPONE, A., PETRILLO, M. & MISIC, C. Ingestão e eliminação de fibras antropogênicas e fragmentos de microplástico pela anchova europeia (*Engraulis encrasicolus*) do Mar Mediterrâneo NW. *Mar Biol* **167**, 166 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00227-020-03779-7>

CAMPOS, C. S.; PAROLA, G. A função dos consumidores na gestão dos resíduos sólidos e os reflexos do descarte de plástico nos oceanos. **In: Cenários contemporâneos no âmbito da governança global: alternativas para o meio ambiente e a plataforma da sustentabilidade**. 2022. p. 231.

DA SILVA NASCIMENTO, C. M.; RAMOS, J. de A. A. **Peixes da zona de arrebenção do litoral de Cabedelo e Lucena: um guia ilustrado**. João Pessoa: Editora IFPB, 2024.

DE OLIVEIRA, A. K. M. *et al.* Abiotic factors associated with microplastic pollution in surface water of a tropical estuary. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e164111234457-e164111234457, 2022.

DE ECOSSISTEMAS, Costeiros e Marinhos; PEDRO, G. R. Avaliação do acúmulo de microplásticos em peixes (*Centropomus undecimalis*) expostos em laboratório por meio de digestão alcalina e Espectroscopia de Infravermelho com Transformada Fourier em Reflectância Total Atenuada–ATR-FTIR.

DHAR, M.; JASROTIA, R.; LANGER, S.; SUWARTININGSIH, N. **Impact of Microplastics on Reproductive and Physiological Aspects of Aquatic Inhabitants**. In: RATHER, M. A.; AMIN, A.; HAJAM, Y. A.; JAMWAL, A.; AHMAD, I. (eds). *Xenobiotics in Aquatic Animals*. Singapore: Springer, 2023. DOI: 10.1007/978-981-99-1214-8_6.

DUDLEY, R. **The Shapiro–Wilk test for normality** [em linha]. 2023.

E Hardianti *et al* 2021 *J. Phys.: Conf. Ser.* **1725** 012050. DOI 10.1088/1742-6596/1725/1/012050.

FILGUEIRAS, Ana Virginia *et al.* Microplastic ingestion by pelagic and benthic fish and diet composition: A case study in the NW Iberian shelf. **Marine Pollution Bulletin**, v. 160, p. 111623, 2020.

FOLEY, Carolyn J. *et al.* A meta-analysis of the effects of exposure to microplastics on fish and aquatic invertebrates. **Science of the total environment**, v. 631, p. 550-559, 2018.

GALVÃO, Fair Lima *et al.* Impactos ambientais na bacia hidrográfica do riacho Reginaldo, Maceió Alagoas. 2022.

GEPPNER, Liesa; KARACA, Jakob; WEGNER, Wencke; RADOS, Moritz; GUTWALD, Tobias; WERTH, Philemon; HENJAKOVIC, Maja. Testing of Different Digestion Solutions on Tissue Samples and the Effects of Used Potassium Hydroxide Solution on Polystyrene Microspheres. **Toxics**, 2023. DOI: 10.3390/toxics11090790.

GOOGLE. **Google Earth Pro**. Versão 7.3. Disponível em: <https://earth.google.com>. Acesso em: 30 out. 2024.

GUNTUR, Guntur *et al.* Ingestion of microplastics by anchovies of the Madura Strait, Indonesia. **AACL Bioflux**. Indonésia, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Projeção da população do Brasil e das unidades da federação**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 30 out. 2024.

JARAMILLO, Lakshmi Sofia García *et al.* Presencia de microplásticos en tracto digestivo de *Anchoa hepsetus* (Cupleiformes Engraulidae) obtenidos de la pesca ribereña del municipio de Alvarado, Veracruz. **Biocyt: Biología, Ciencia y Tecnología**, n. 16, p. 1155-1169, 2023.

JOVANOVIĆ, Boris. **Ingestion of microplastics by fish and its potential consequences from a physical perspective**. *Integrated Environmental Assessment and Management*, v. 13, n. 3, p. 510-515, 2017. DOI: 10.1002/IEAM.1913.

JULIO, Mariana Muguet *et al.* Engraulidae (Teleostei, Clupeiformes) in tropical estuarine ecosystems: identification of fish larvae based on morphological analysis and molecular evidence. **Marine Biodiversity**, v. 52, n. 3, p. 29, 2022.

KORALTAN, İdris; MAVRUK, Sinan; GÜVEN, Olgaç. Effect of biological and environmental factors on microplastic ingestion of commercial fish species. *Chemosphere*, v. 303, p.

KÜHN, Susanne *et al.* The use of potassium hydroxide (KOH) solution as a suitable approach to isolate plastics ingested by marine organisms. **Marine Pollution Bulletin**, v. 115, n. 1-2, p. 86-90, 2017.

KUMKAR, Pradeep *et al.* Big eyes can't see microplastics: Feeding selectivity and ecomorphological adaptations in oral cavity affect microplastic uptake in mud-dwelling amphibious mudskipper fish. **Science of The Total Environment**, v. 786, p. 147445, 2021.

LOPES, Clara *et al.* Microplastic ingestion and diet composition of planktivorous fish. **Limnology and Oceanography Letters**, v. 5, n. 1, p. 103-112, 2020.

LUDUVICE, J. S. da V. Influência da floresta ripária e do regime de chuvas na estrutura trófica de peixes em um riacho de mata Atlântica no Nordeste do Brasil. 2020.

MAAGHLOUD, Hind *et al.* Ingestion of microplastics by pelagic fish from the Moroccan Central Atlantic coast. **Environmental Pollution**, v. 261, p. 114194, 2020.

MATSUNAGA, A. M. F. et al. Influência da vazão e da precipitação na avaliação do estoque de piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* da costa norte do Brasil. 2012.

MONTEIRO-NETO, Cassiano *et al.* Associações de peixes na região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 98, p. 50-59, 2008.

NISHIDA, Alberto Kioharu; NORDI, Nivaldo; DA NÓBREGA ALVES, Rômulo Romeu. Aspectos socioeconômicos dos catadores de moluscos do litoral paraibano, Nordeste do Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 1, p. 207-215, 2008.

ORY, N. C. et al. Amberstripe scad *Decapterus muroadsi* (Carangidae) fish ingest blue microplastics resembling their copepod prey along the coast of Rapa Nui (Easter Island) in the South Pacific subtropical gyre. **Science of the Total Environment**, v. 586, p. 430-437, 2017.

PATIL, P.; *et al.* **Usage of Microplastic Beads in Pharmaceuticals and Cosmetics Industry: A Review**. In: *Advances in Material Science and Engineering*. [S.l.]: Springer, 2023. p. 51-72. DOI: 10.1007/978-981-99-8357-5_4.

PETERS, C. A. *et al.* Foraging preferences influence microplastic ingestion by six marine fish species from the Texas Gulf Coast. **Marine Pollution Bulletin**, v. 124, n. 1, p. 82-88, 2017.

PINHEIRO, P. B.; JUNIOR, R. P. C.; FREITAS, F. L. Microplástico em peixes marinhos: um referencial teórico. **Engenharia de Pesca: aspectos teóricos e práticos**, v. 3, 2022.

RANIERI, Leilanne Almeida; EL-ROBRINI, Maâmar. Condição oceanográfica, uso e ocupação da costa de Salinópolis (Setor Corvina–Atalaia), Nordeste do Pará, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 16, n. 2, p. 133-146, 2016.

RATHORE, Chayanika *et al.* Standardization of micro-FTIR methods and applicability for the detection and identification of microplastics in environmental matrices. **Science of the Total Environment**, v. 888, p. 164157, 2023.

RODRIGUES, Maria B.; AZEVEDO, Pedro V. de; ALVES, T. L. B.; ALVES, L. B. Análise da degradação ambiental no alto curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 34, n. 1, p. 35-53, 2014. DOI: 10.5216/bgg.v34i1.29314.

SACCO, Vania Aparecida *et al.* Padrões globais de ingestão de microplásticos por peixes: uma revisão cienciométrica. **International Journal of Environmental Resilience Research and Science**, v. 5, n. 3.

SAMSI, Andi Nur *et al.* Anchovy (the Engraulidae family) and all of the potential aspect: A literature review. **Jurnal Pembelajaran Dan Biologi Nukleus (JPBN)**, v. 9, n. 1, p. 153-164, 2023.

SCHETTINI, Carlos Augusto França; PAIVA, Bárbara Pereira; LIMA BATISTA, Rafael de Andrade; OLIVEIRA FILHO, José Cavalcante de; TRUCCOLO, Eliane C. **Observation of an Estuarine Turbidity Maximum in the Highly Impacted Capibaribe Estuary, Brazil**. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 64, n. 2, p. 185-190, 2016. DOI: 10.1590/S1679-87592016115006402.

SHEIK, Istiak; SHAHRIAR, Md; ISLAM, Naimul; EMON, Farhan Jamil; ASHAF-UD-DOULAH, Mohammad; SHAHJAHAN, Md. **Size dependent ingestion and effects of microplastics on survivability, hematology and intestinal histopathology of juvenile striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*)**. *Chemosphere*, v. 141827, 2024. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2024.141827.

SULISTYO, Elita Nurfitriyani *et al.* Identification of the existence and type of microplastic in code river fish, special region of Yogyakarta. **EKSAKTA: Journal of Sciences and Data Analysis**, p. 85-91, 2020.

TABUA DE MARES. Previsão das marés: João Pessoa, Paraíba. Disponível em: <https://tabuademares.com/br/paraiba/joao-pessoa/previsao/mares>. Acesso em: 19 nov. 2024.

UNCLES, R. J.; STEPHENS, John; HARRIS, Carolyn. **Properties of suspended sediment in the estuarine turbidity maximum of the highly turbid Humber Estuary system, UK**. *Ocean Dynamics*, v. 56, n. 3, p. 235-247, 2006. DOI: 10.1007/S10236-005-0053-Y.

VARGAS, Julia Gabriela Matos *et al.* Microplásticos: uso na indústria cosmética e impactos no ambiente aquático. **Química Nova**, v. 45, n. 6, p. 705-711, 2022.

VENDEL, A. L. *et al.* Widespread microplastic ingestion by fish assemblages in tropical estuaries subjected to anthropogenic pressures. **Marine Pollution Bulletin**, v. 117, n. 1-2, p. 448-455, 2017.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda e sincera gratidão à minha família, que sempre foi meu pilar de apoio incondicional, fornecendo amor e suporte em todas as etapas da minha vida. À minha mãe, Glauciane, meu eterno agradecimento por sempre me incentivar e acreditar em mim, mesmo nos momentos mais difíceis e desafiadores. Sua força inesgotável e dedicação foram fundamentais para que eu pudesse trilhar esse caminho com confiança, coragem e compromisso. Você é uma fonte constante de inspiração em minha vida.

Ao meu pai, Everton, agradeço de todo coração por estar presente em cada passo da minha trajetória. Sua orientação, amor e conselhos sábios foram essenciais em momentos críticos, e sou imensamente grata por ter um pai tão dedicado, amoroso e presente ao meu lado. A vocês dois, que sempre acreditaram em mim, meu coração é eternamente grato por tudo que fizeram e continuam fazendo por mim em cada fase da minha vida.

Gostaria de dedicar um agradecimento especial à minha avó, que sempre me acolheu com carinho, sabedoria e compreensão. A sua força, resiliência e os ensinamentos que recebi durante minha vida foram fundamentais para moldar quem sou hoje. Sou realmente muito grata por ter a sua presença iluminando minha vida e por todas as valiosas lições que me transmitiu, tanto sobre a vida quanto sobre a importância da perseverança e da paciência.

Um agradecimento também à minha tia Cilene, sempre presente com sua força, sabedoria e carinho incondicional. Sua dedicação e apoio foram fundamentais em muitos momentos que eu precisei, e sou profundamente grata por ter uma tia tão amorosa, encorajadora e que sempre esteve disposta a me ouvir e a ajudar.

Não poderia deixar de mencionar meu irmão, Isaac, que sempre trouxe alegria e leveza aos meus dias com seu jeito divertido e animado. Sua presença ilumina todos os meus momentos e sou imensamente grata por ter um irmão tão especial, divertido e companheiro, que torna as dificuldades mais leves e os bons momentos ainda mais memoráveis.

Agradeço profundamente aos meus amigos que estiveram ao meu lado durante essa jornada significativa. Um reconhecimento especial vai ao grupo que se tornou meu apoio fundamental: Jujubinha, Doarda e Jens. Vocês foram essenciais desde o início do curso, sempre prontos para oferecer uma palavra de incentivo, um conselho sábio ou um ombro amigo nas horas de necessidade. A amizade de vocês é um tesouro que guardo com muito carinho.

A cada um dos novos amigos que tive a sorte de conhecer ao longo do curso, como Paloma, Xiguitinha, Lili, Breno, Mila e Kayke, agradeço por tornarem esses anos mais fáceis, divertidos e prazerosos. As memórias que construímos juntos durante essa jornada são preciosas e guardarei cada um de vocês em meu coração, sabendo que contribuíram de maneira especial para minha formação e crescimento pessoal.

Um agradecimento muito especial vai para minha amiga Yasmin, que me guiou ao fascinante mundo dos peixes. Sua paixão contagiante pela área me inspirou imensamente e me fez desenvolver um amor genuíno por esse tema apaixonante. Obrigada, Yasmin, por todo seu entusiasmo, dedicação e por ser uma fonte de inspiração constante em minha vida.

Gostaria também de homenagear meu laboratório, LEP, que foi um espaço de aprendizado, crescimento e descoberta. Agradeço de coração a todos os colegas e mentores que compartilharam conhecimento e experiências valiosas ao longo desse tempo. Um agradecimento especial ao meu orientador, André, cuja orientação e apoio foram essenciais para meu desenvolvimento como pesquisadora. Sua orientação perspicaz e encorajamento me motivaram a seguir em frente e a buscar sempre a excelência em tudo que faço.

Por fim, um agradecimento especial ao meu namorado, Igor, que esteve ao meu lado durante este momento final da minha jornada. Seu apoio constante, compreensão e presença significativa foram fundamentais e me deram força para enfrentar todos os desafios que surgiram no caminho. Sou grata por todas as pequenas e grandes coisas que você fez por mim.

Agradeço também a mim mesma, por todo esforço, dedicação e persistência ao longo dessa jornada. Cada desafio superado e cada conquista alcançada foram frutos de minha determinação, paixão e crença inabalável em meus sonhos e em meu potencial.

A todos vocês, minha eterna gratidão. Cada um de vocês teve um papel essencial nesta trajetória e sou verdadeiramente grata por cada momento vivido e por todas as experiências que contribuíram para tornar essa jornada tão especial e significativa.