



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

CAMPUS V - JOÃO PESSOA

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SOCIAIS APLICADAS CCBSA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

BIANCA OLIVEIRA PAIVA

**INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS POR CORVINAS COMERCIALIZADAS EM
JOÃO PESSOA, PARAÍBA**

JOÃO PESSOA - PB

2021

BIANCA OLIVEIRA PAIVA

**INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS POR CORVINAS COMERCIALIZADAS EM
JOÃO PESSOA, PARAÍBA**

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

Área de concentração: Zoologia

Orientadora: Profa. Dra. Ana Lúcia Vendel

JOÃO PESSOA- PB

2021

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

P149i Paiva, Bianca Oliveira.
Ingestão de microplásticos por corvinas comercializadas em João Pessoa, Paraíba [manuscrito] / Bianca Oliveira Paiva. - 2021.
28 p. : il. colorido.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, 2021.
"Orientação : Profa. Dra. Ana Lúcia Vendel, Coordenação do Curso de Ciências Biológicas - CCBSA."
1. Micropogonias furnieri. 2. Sciaenidae. 3. Trato gastrointestinal. 4. Controle da contaminação aérea. 5. Impacto antrópico. I. Título

21. ed. CDD 597

BIANCA OLIVEIRA PAIVA

INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS POR CORVINAS COMERCIALIZADAS EM
JOÃO PESSOA, PARAÍBA

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

Área de concentração: Zoologia.

Aprovada em: 28/ Maio/ 2021.

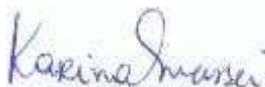
BANCA EXAMINADORA



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



Profa. Dra. Enelise Marcelle Amado
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa.

Dra. Karina Marsei InPact – Instituto de
Pesquisa e Ação

Às minhas avós, por todo amor, cuidado e amizade ao longo da minha vida.

“The biggest adventure you can ever take is to live the life of your dreams.”

Oprah Winfrey, O Magazine.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

FIGURA 1. MICROPLÁSTICOS DO TIPO FIBRA (A) E TIPO FILAMENTO (B) ENCONTRADO NO TRATO GASTROINTESTINAL DE *MICROPOGONIAS FURNIERI* COMERCIALIZADA EM JOÃO PESSOA, PARAÍBA. IMAGENS OBTIDAS EM M.E.V. 18

FIGURA 2. MICROPLÁSTICO DO TIPO FRAGMENTO ENCONTRADO NO TGI DE *MICROPOGONIAS FURNIERI* COMERCIALIZADA EM JOÃO PESSOA, PARAÍBA. 19

TABELA

TABELA 1. MICROPLÁSTICOS CLASSIFICADOS SEGUNDO TIPO E COR ENCONTRADOS NO TRATO GASTROINTESTINAL *MICROPOGONIAS FURNIERI* COMERCIALIZADAS EM JOÃO PESSOA, PARAÍBA. 16

MAPA

MAPA 1. LOCAIS DE DESEMBARQUES DE *MICROPOGONIAS FURNIERI* COMERCIALIZADAS EM JOÃO PESSOA, PARAÍBA. 13

GRÁFICOS

GRÁFICO 1. COMPRIMENTO (CM) DOS TRATOS GASTROINTESTINAIS E QUANTIDADE DE MICROPLÁSTICOS ENCONTRADA POR TGI. 17

GRÁFICO 2. NÚMERO DE MICROPLÁSTICOS NO TGI DE *MICROPOGONIAS FURNIERI* COMERCIALIZADAS EM JOÃO PESSOA, PARAÍBA. 18

GRÁFICO 3. PORCENTAGEM DE MICROPLÁSTICOS ENCONTRADOS NOS TGIs DE *MICROPOGONIAS FURNIERI*, CLASSIFICADOS SEGUNDO O TIPO. 19

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

cm	Centímetros
g	Gramas
h	Horas
H ₂ O ₂	Peróxido de Hidrogênio
kg	Quilogramas
KOH	Hidróxido de Potássio
LabIctio	Laboratório de Ictiologia
MO	Matéria Orgânica
MP	Microplásticos
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
NaClO	Hipoclorito de Sódio
POPs	Poluentes Orgânicos Persistentes
R\$	Real
t	Toneladas
TGI	Trato Gastrointestinal
µm	Micrômetros

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1 PROCEDÊNCIA DO PESCADO	12
2.2 TRIAGEM DE MICROPLÁSTICOS DO TRATO GASTROINTESTINAL	13
2.3 IDENTIFICAÇÃO E INSPEÇÃO DE MICROPLÁSTICOS	13
2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	14
2.5 CONTAMINAÇÃO AÉREA	14
3 RESULTADOS	15
3.1 CONSUMO DE MATÉRIA ORGÂNICA	15
3.2 ANÁLISE DOS MPs	16
3.4 CONTAMINAÇÃO AÉREA	17
4 DISCUSSÃO	19
5 CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS	22

INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS POR CORVINAS COMERCIALIZADAS EM JOÃO PESSOA, PARAÍBA

MICROPLASTIC INGESTION BY WHITEMOUTH CROAKER COMMERCIALIZED IN JOÃO PESSOA, PARAÍBA

Paiva, Bianca Oliveira

RESUMO

O ambiente aquático, no mundo todo, está sob elevado nível de pressão antrópica. Esses ecossistemas recebem resíduos sólidos através de efluentes domésticos, agrícolas e industriais, lançados diretamente ou indiretamente na água, muitas vezes sem nenhum tratamento mitigatório. Os resíduos plásticos sofrem fragmentação e são transformados em microplásticos (MP), entrando na cadeia alimentar dos peixes pela ingestão, seja ela acidental ou não. Além desta contaminação, o cotidiano de laboratório pode influenciar na quantificação dos MP nas amostras, pelo processo denominado contaminação aérea. De forma a avaliar a condição ecológica e a ingestão de microplásticos por peixes comerciais, analisou-se o trato gastrointestinal (TGI) da corvina (*Mircropogonias furnieri*) comumente comercializada em João Pessoa, Paraíba. Os TGI foram obtidos em peixaria e levados ao laboratório, onde foi medido seu comprimento (cm) e a seguir, eles foram imersos em Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2) 30%, por 24 horas. Foram analisados 100 TGI de *M. furnieri*, com 84% deles contendo MP, os quais foram contabilizados e classificados quanto a sua forma e coloração, com predomínio de fibras de cor azul. A amplitude de tamanho dos TGI foi de 4,0 a 45,0 cm ($17,5 \pm 8,5$ cm) e, quando testados quanto à maior incidência de MP em indivíduos com maiores TGIs, uma medida indireta do tamanho da corvina, não ocorreu correlação significativa ($p > 0,05$). Do total de 562 MPs contabilizados, cuja abundância média de MP ingeridos foi 6,69 MP/TGI com variação entre 1 a 31 ($5,62 \pm 6,08$). A elevada abundância (6,69) e prevalência (0,84) da ingestão de MP pela corvina reforça a necessidade em fiscalizar e, principalmente, reduzir o lançamento de resíduos sólidos no ambiente aquático, para melhorar a qualidade do pescado, no sentido de priorizar uma gestão consciente de um recurso abundante e rentável para diversas famílias em João Pessoa, Paraíba.

PALAVRAS-CHAVES: *Micropogonias furnieri*, Sciaenidae, Trato gastrointestinal, Controle da contaminação aérea, Impacto Antrópico

ABSTRACT

All over the world, the aquatic environment is over a high level of anthropic pressure. These ecosystems receive hazardous waste through domestic, agricultural and industrial effluents disposed directly or indirectly on the water, many times without any mitigating treatment. The solid waste suffers fragmentation and gives rise to Microplastic (MP), entering the food chain of fish through ingestion, whether accidental or not. Beyond this contamination, the laboratory routines might influence the quantification of MP on the samples through a process called airborne contamination. In order to evaluate the ecological condition and the MP ingestion by commercialized fishes, it was analyzed the gastrointestinal tract (GIT) of the whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*), which is a commonly sold fish in João Pessoa, Paraíba. The GITs were obtained from a fish market and brought up to the laboratory where their size was measured. Next, the GITs were immersed in Hydrogen Peroxide (H₂O₂) 30% for 24 hours. This study analyzed 100 GITs of *M. furnieri*, 84% of those contained MP that were counted and classified according to their color and shape, with a prominence of blue fibers. The size of the GITs found ranged from 4.0 to 45.0 cm (17.5±8.5 cm) and, when tested for the incidence of more MP in individuals with greater GITs, an indirect measure of the size of the whitemouth croaker, there was no significant correlation ($p>0.05$). A total of 562 MP were found during this study. The average abundance of ingested MP was 6.69 MP/GIT, ranging from 1 to 31 (5.62±6.08). The high abundance (6.69) and prevalence (0.84) of the MP ingestion by the whitemouth croaker reinforces the need to properly inspect and, mostly, reduce the disposal of solid wastes on the aquatic environment for the betterment of the fish quality, this way prioritizing the conscious management of an abundant and profitable natural resource for several families in João Pessoa, Paraíba.

KEYWORDS: *Micropogonias furnieri*, Commercial sciaenids, Gastrointestinal tract, Airborne microplastics control, Anthropic impact

1 INTRODUÇÃO

Atividades antrópicas alteram o ambiente, seja em escala local ou global, provocando consequências negativas à biota (Hooper et al., 2005) de modo que a exposição a resíduos plásticos tem aumentado mundialmente (World Economic Forum, 2017).

Os materiais plásticos são um dos mais frequentes entre as grandes variedades de resíduos sólidos descartados inadequadamente no meio marinho (Barnes et al., 2009; Gregory, 2009). Levantamentos recentes indicam que serão encontrados 359 milhões de toneladas (Mt) em 2018 de resíduos plásticos (Wayman et al., 2021) no ambiente natural até 2050, em comparação com os 4,9 mil milhões de toneladas métricas (60% de todos os plásticos já produzidos) encontrados em 2015 (Geyer et al., 2017; Kieran et al., 2019).

Os oceanos no mundo todo estão sob altos níveis de pressão antrópica. Anualmente, estima-se que 27 milhões de toneladas de plásticos entram nos oceanos (Avio et al., 2016), problema que vem aumentando consideravelmente nas últimas décadas. O ambiente aquático recebe polímeros poluentes através de efluentes industriais, domésticos e agrícolas, muitas vezes lançados diretamente na água, sem tratamento algum. Sendo que muitos desses poluentes são potencialmente tóxicos para a biota aquática, como é o caso dos plásticos. Desta forma, é senso comum que poluentes plásticos são potencialmente uma ameaça global à vida marinha e à economia das regiões costeiras, como um todo (Derraik, 2002; Thompson et al., 2009).

Detritos plásticos marinhos representam mais do que um problema estético, uma ameaça crescente para a vida marinha devido à ingestão (Moore et al., 2001). De modo que os resíduos plásticos presentes no ambiente sofrem fragmentação física em microplásticos (MP) através de degradação fotoquímica e abrasão mecânica (Thompson et al., 2004; Andrady, 2011). Nesse cenário, os microplásticos têm atraído cada vez mais a atenção dos pesquisadores como um problema ambiental mundial (Eriksen et al., 2014; Prata et al., 2020). O termo microplástico refere-se a todos os itens de diversas fontes de plásticos com dimensões entre 0,1 μm e 5,0 mm (Thompson et al., 2004; Arthur et al., 2009) e pode ser classificado como primário ou secundário, dependendo da sua origem. Os microplásticos primários são utilizados como matéria-prima, ou seja, disponíveis para a manufatura, enquanto os microplásticos secundários são artigos plásticos decompostos pelo uso e que resultam na quebra em distintas formas (Cole et al., 2011; Eerkes-Medrano et al., 2015).

A procura pelos recursos oriundos do sistema marinho adjacente à costa, o aumento do número de extrativistas nas comunidades pesqueiras comerciais e ainda as atividades potencialmente impactantes sobre esse sistema representam notáveis razões para se investigar a ingestão de poluentes plásticos pela comunidade de peixes, notadamente os comerciais, cuja quantificação contribui, de forma concreta, para a avaliação local da qualidade desses recursos. Afinal, os peixes desempenham importante papel ecológico na transformação do potencial energético do detrito, seja por consumo direto ou por predação sobre organismos que o consomem, ou seja, na condução de energia (Araújo et al., 2004). Vários poluentes marinhos sofrem biomagnificação, causando riscos para organismos de níveis tróficos superiores (Walkinshaw et al., 2020), assim como uma fração de microplásticos também pode ser adquirido por ingestão, inalação e por meio de vias dérmicas pelo homem (Semple et al., 2004; Senathirajah et al., 2021).

Os microplásticos podem ser um risco físico e químico para qualquer peixe que os ingerem (Moore, 2008). De modo que eles podem entrar na cadeia trófica dos peixes pela ingestão direta ou acidental. Na ingestão direta, por meio do consumo de microplásticos por captura incidental, ou ainda, por ingestão de presas que já tenham ingerido microplásticos (Wright et al., 2013). Os impactos podem levar ao bloqueio intestinal, que pode causar uma falsa sensação de estar alimentado e não induzir fome (Moore, 2008) e lesões digestivas que podem diminuir a eficiência predatória (Teuten et al., 2007). Além dos efeitos físicos dos plásticos, eles podem bioacumular e biomagnificar substâncias tóxicas através do acúmulo de poluentes orgânicos persistentes (POPs) (Oehlmann et al., 2009; Rochman et al., 2013), como ftalatos, compostos químicos derivados do ácido ftálico e utilizados como aditivos para que o plástico seja mais maleável (Espino, 2015). Tais polímeros com aditivos podem ser transferidos para os tecidos de animais que os ingerem (Chua et al., 2014) e assim geram potenciais alterações na fisiologia e na saúde dos organismos.

Micropogonias furnieri (Desmarest, 1823), localmente conhecida como corvina, é um peixe da ordem Perciformes, Família Sciaenidae. Possui corpo lateralmente comprimido e boca em posição terminal, favorecendo o comportamento alimentar da espécie (Andrade et al., 2016) que ingere principalmente crustáceos, poliquetas, moluscos, pequenos invertebrados e peixes (Olsson et al., 2013; Andrade et al., 2016). O peixe estudado é pelágico e distribui-se na costa Atlântica Ocidental, ocorrendo nas zonas litorâneas da Costa Rica à Argentina (Froese e Pauly, 2020).

A indústria de pesca da região Nordeste apresentou um crescimento de 20,6%, produzindo 134.330t de pescado em 2018 (Peixe BR, 2019). A produção do Nordeste para pesca extrativa continental da corvina, para o ano de 2011, foi de 345,5t, segundo o relatório do IBAMA, 2017. A corvina é comercializada nas peixarias em João Pessoa, Paraíba por preços entre R\$ 12,00 e R\$ 16,00 o kg e a demanda por essa espécie de peixe vêm crescendo a cada ano, isso possivelmente esteja relacionado ao baixo custo comercial deste pescado.

As contaminações por microplásticos de espécies comerciais são de grande importância, devido às implicações para a saúde humana (Talsness et al., 2009; Santillo et al., 2017). Assim, espécies-alvo comercializadas tornaram-se foco para estudos sobre ingestão de microplásticos, como relatado por Miranda e De Carvalho-Souza (2016) e Luz et al. (2018). Frequentemente, peixes de níveis tróficos superiores são os principais alvos da pesca, devido à qualidade da proteína e ao seu elevado valor comercial (Pinnegar et al., 2002).

Devido aos impactos decorrentes da poluição antrópica em ecossistemas marinhos e a demanda crescente de pescado proveniente destes ecossistemas, este estudo analisou corvinas do comércio pesqueiro local, no intuito de avaliar a incidência de microplásticos ingeridos por *Micropogonias furnieri* para elencar um parâmetro comparativo da qualidade deste pescado, um recurso abundante e rentável para diversas famílias, cuja pesca e comércio tem grande estabilidade, sendo, portanto, a corvina utilizada aqui como instrumento de avaliação da qualidade do pescado comercializado na Paraíba.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Procedência do pescado

Este trabalho analisou corvinas comercializadas em João Pessoa e provenientes do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, região que faz parte da Zona Costeira Brasileira, uma unidade territorial definida em legislação (MMA, 2002) para efeitos de gestão ambiental, e que se estende por 17 estados e acomoda mais de 400 municípios distribuídos do norte equatorial ao sul do País, sendo objeto do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (Caldas, 2007; Miranda e De Carvalho-Souza, 2016).

O estudo contou com a colaboração de um estabelecimento comercial, situado no Mercado Público de João Pessoa. As corvinas comercializadas provêm de desembarques

feitos nas cidades de Fortaleza/CE, Natal/RN e João Pessoa/PB (Mapa 1) e são adquiridas e comercializadas regularmente ao longo do ano todo, sem interrupção.

Mapa 1. Locais de desembarques de *Micropogonias furnieri* comercializadas em João Pessoa, Paraíba.



Fonte: Software QGIS 2.18.20 - Lyon (2018)

2.2 Triagem de microplásticos do trato gastrointestinal

Para detecção dos MPs, previamente foram feitos testes analíticos de consumo de matéria orgânica (MO), utilizando três substâncias: Hipoclorito de Sódio (NaClO), Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂) e Hidróxido de Potássio (KOH). Todos os testes foram realizados em Beckers com volume das substâncias duas vezes maior do que o conteúdo amostral, para que a mesma ficasse totalmente imersa no composto. No primeiro experimento o TGI da corvina permaneceu imerso em NaClO com concentração de 3%, por 72 horas; o segundo teste foi realizado com H₂O₂ com concentração 30%, por 24 horas e no terceiro teste foi utilizado KOH com concentração 10%, por 48 horas (Avio et al., 2015).

2.3 Identificação e inspeção de microplásticos

Para a realização da avaliação e quantificação da incidência de MPs, foram coletados os TGIs do maior número disponível de corvinas comercializadas evisceradas

entre fevereiro/2019 e outubro/2019. Ao todo, 100 TGIs foram conduzidos do estabelecimento comercial ao Laboratório de Ictiologia (LabIctio), Campus V, UEPB, etiquetados e mantidos congelado para, a seguir, serem triados em busca de microplásticos. Exemplares de corvinas também foram trazidos ao LabIctio para a confirmação da identificação taxonômica. Por sua vez, os TGIs foram medidos (cm) individualmente, antes de degradação química do tecido. Tais dados passaram a ser obtidos após a triagem de 24 (24%) TGIs, razão pela qual o comprimento médio do trato gastrointestinal foi obtido com base em 76 indivíduos. Após este procedimento, os TGIs foram triados para registro, quantificação e caracterização dos microplásticos ingeridos pelo peixe.

Os MPs das amostras foram quantificados e classificados de acordo com suas características físicas em: fragmentos, filmes, grânulos, fibras e pellets e tomando-se nota de sua coloração original. Sob microscópio estereoscópico, com o auxílio de pinças de ponta fina, foi realizada a triagem em busca de MPs, bem como sua completa remoção para posterior registro fotográfico em M.E.V. O número de MPs encontrado no TGI de cada corvina foi contabilizado, fornecendo a sua prevalência, que representa a relação entre o número de indivíduos com MPs no TGI e o número de indivíduos analisados e a abundância média de MPs, que representa o número de microplásticos/indivíduo.

2.4 Análise estatística

A análise estatística foi realizada usando o software R Studio e conforme a não normalidade da distribuição de MP/TGI, foi aplicado o teste de Spearman para obter a correlação entre MP e comprimento do TGI (cm), considerada aqui uma medida indireta do tamanho do indivíduo.

2.5 Contaminação aérea

Além da contaminação das regiões marinhas adjacentes, sabe-se também que no cotidiano de laboratório, os microplásticos podem ser facilmente transportados pelo ar, processo denominado contaminação aérea (Torre et al., 2016), provenientes de diversas fontes, como é o caso dos MP liberados por tecidos sintéticos (Prata et al., 2017), instrumentos mal higienizados, precipitação de poeira doméstica (Torre et al., 2016), entre outros. Assim, o risco de contaminação por microfibras em laboratório deve ser uma preocupação constante que pode interferir na metodologia usada ao se quantificar a incidência de microplásticos nos tratos digestórios e interferir na confiabilidade dos

resultados obtidos (Torre et al., 2016), portanto a contaminação aérea deve ser mitigada até o controle completo.

Para reduzir a contaminação das amostras, as placas de Petri, pinças, microscópio estereoscópico e as redes de filtragem foram cuidadosamente limpos com álcool 70% e água destilada filtrada com as mesmas redes de 15 μ m, utilizadas na triagem. Todas as cadeiras, microscópios estereoscópicos e ópticos do LabIctio foram revestidos com capas 100% algodão, foram utilizadas luvas de látex descartáveis e jalecos também 100% algodão. Durante toda a triagem dos MPs o ar condicionado foi mantido desligado e foi interdita a abertura da porta do LabIctio, bem como a entrada de qualquer pessoa no recinto, no intuito de evitar contaminação aérea. Foram utilizadas três placas de Petri, para o estudo acerca do controle da contaminação aérea. Os controles passaram por três processos: 1º) as placas foram triplamente lavadas com água destilada; 2º) elas foram analisadas sob microscópio estereoscópico, mas ainda sem adição da água destilada; 3º) as placas foram deixadas ao lado do microscópio estereoscópico com a adição da água destilada para a verificação de contaminação de MPs no interior do laboratório, durante a análise de cada TGI, promovendo uma melhor confiabilidade com relação aos dados sobre MPs obtidos no material triado e aqueles provenientes da contaminação aérea. Pela mesma razão, assim como os MPs das amostras, os MPs obtidos a partir de cada controle foram quantificados e classificados de acordo com suas características físicas e coloração original. As análises de contaminação aérea foram feitas após a triagem de 10 amostras de TGI.

3 RESULTADOS

3.1 Consumo de matéria orgânica

O método de digestão da matéria orgânica pelo H₂O₂ demonstrou um resultado comparativamente melhor do que o NaClO ou o KOH, pois facilitou o isolamento e a extração de microplásticos durante a filtragem. A espuma densa formada após a adição de H₂O₂ nas amostras foi removida com água destilada durante a filtragem, melhorando a visualização e busca dos MPs sob microscópio estereoscópico, garantindo um melhor resultado, sendo, portanto, o método aqui escolhido e empregado (Li et al., 2015).

Neste estudo foi investigada a incidência de microplásticos em 100 pratos gastrointestinais de *Micropogonias furnieri* comercializadas em peixaria do Mercado Público de João Pessoa. Esta espécie foi escolhida devido a sua disponibilidade regular e

alta procura pelos consumidores durante todo o ano. O trato gastrointestinal das 76 corvinas apresentou amplitude de comprimento de 4,0 a 45,0 cm ($17,5 \pm 8,5$ cm).

O teste de correlação apresentou ausência de correlação significativa ($p = 0,1664$) entre o comprimento dos TGIs e a quantidade de MPs nele presentes (Gráfico 1), o que demonstra que o comprimento do TGI, uma medida indireta do tamanho do peixe, não interfere na quantidade de microplásticos ingeridos pela corvina.

3.2 Análise dos MPs

Das 100 corvinas analisadas, 84 continham MP nos TGIs, revelando uma inesperada prevalência de ingestão de MP de 0,84. Nestes indivíduos foram contabilizados um total de 562 microplásticos, cuja abundância média de MP ingeridos $6,69$ MP/TGI e apenas 16% dos indivíduos analisados não ingeriram microplásticos. O número de MP ingeridos por cada indivíduo variou entre 1 e 31 ($5,62 \pm 6,08$) microplásticos, revelando outro valor alarmante da grande ingestão de MP pelas corvinas, tendo em vista o tamanho da amostra avaliada comparado ao elevado comércio local da corvina ao longo do ano.

Todos os microplásticos analisados foram quantificados e classificados segundo a cor (Gráfico 1) e o tipo (Tabela 1; Gráfico 3). Durante as análises de dados, a cor azul foi a mais abundante, seguida pelas cores preta e transparente. Quanto à forma, houve predomínio do tipo fibra, filamento e fragmentos, respectivamente.

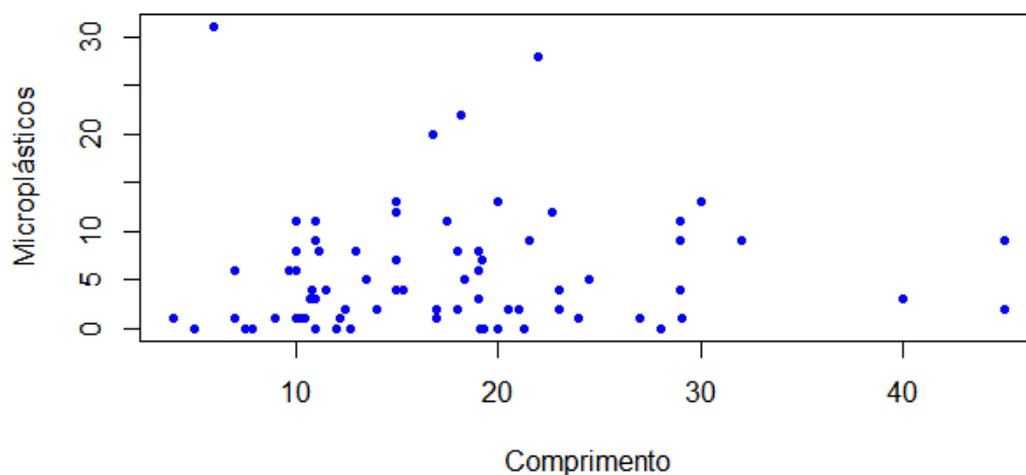
Tabela 1. Microplásticos classificados segundo tipo e cor encontrados no trato gastrointestinal *Micropogonias furnieri* comercializadas em João Pessoa, Paraíba.

Tipo/Cor	Azul	Preto	Transparente	Vermelho	Verde	Rosa	Amarelo	Laranja
Fibra	232	157	55	33	3	0	0	0
Filamento	29	30	2	5	0	2	0	0
Fragmento	7	3	1	0	1	0	1	1

Fonte: Paiva, B.O, 2021.

Dos 562 MP encontrados, a forma fibra (Figura 1a) foi a mais abundante, totalizando 480 (85,41%) MP em setenta e cinco (85) TGI; Os MP de forma filamentos (Figura 1b) totalizaram 68 MPs em dez (12%) TGI e a forma fragmento (Figura 2), totalizou 14 MP em onze (3%) TGI analisados.

Gráfico 2. Comprimento (cm) dos tratos gastrointestinais e quantidade de microplásticos encontrada por TGI.



3.4 Contaminação aérea

Quanto às análises do controle da contaminação aérea foi verificada a incidência de microplásticos ambiente do laboratório e obtivemos um baixo índice de microplásticos no controle, quando comparado ao total de MPs encontrados nos TGIs analisados. No total foram contabilizados 63 microplásticos em 270 controles analisados, perfazendo uma abundância média foi 0,23MP/controle. Assim como no TGI, os microplásticos registrados, provenientes da contaminação do ar, foram categorizados segundo tipo e cor. Os microplásticos encontrados foram do tipo fibra, que teve predominância em 100% das 90 amostras analisadas. Já em relação às cores encontradas nos controles, transparente

prevaleceu em 54 (86%) das amostras analisados e outros 9 (14%) controles analisados continham microplásticos de cor azul.

Gráfico 3. Número de microplásticos no TGI de *Micropogonias furnieri* comercializadas em João Pessoa, Paraíba.

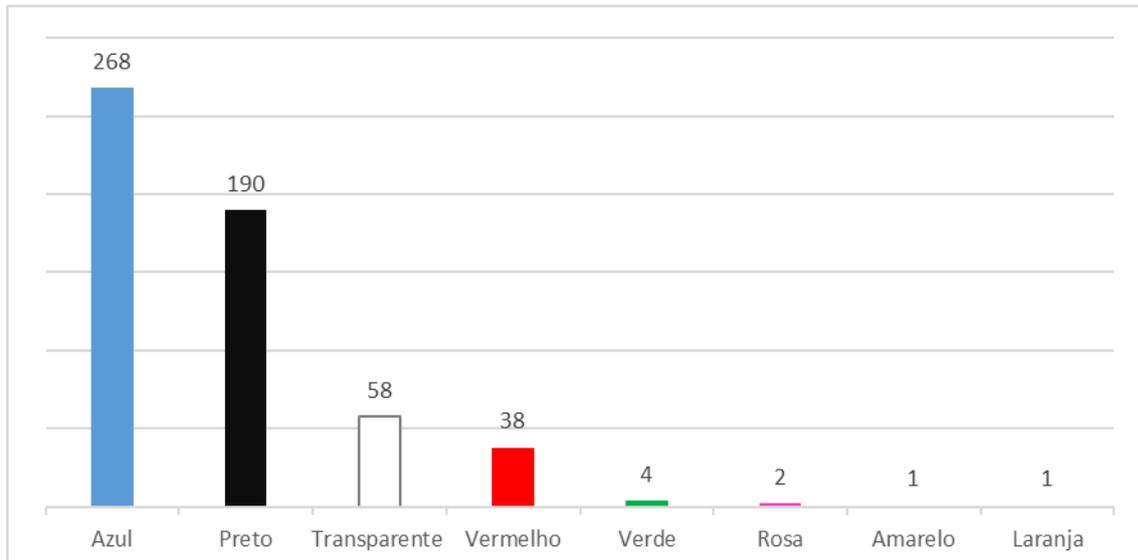


Figura 1. Microplásticos do tipo fibra (a) e tipo filamento (b) encontrado no trato gastrointestinal de *Micropogonias furnieri* comercializada em João Pessoa, Paraíba.

Imagens obtidas em M.E.V.

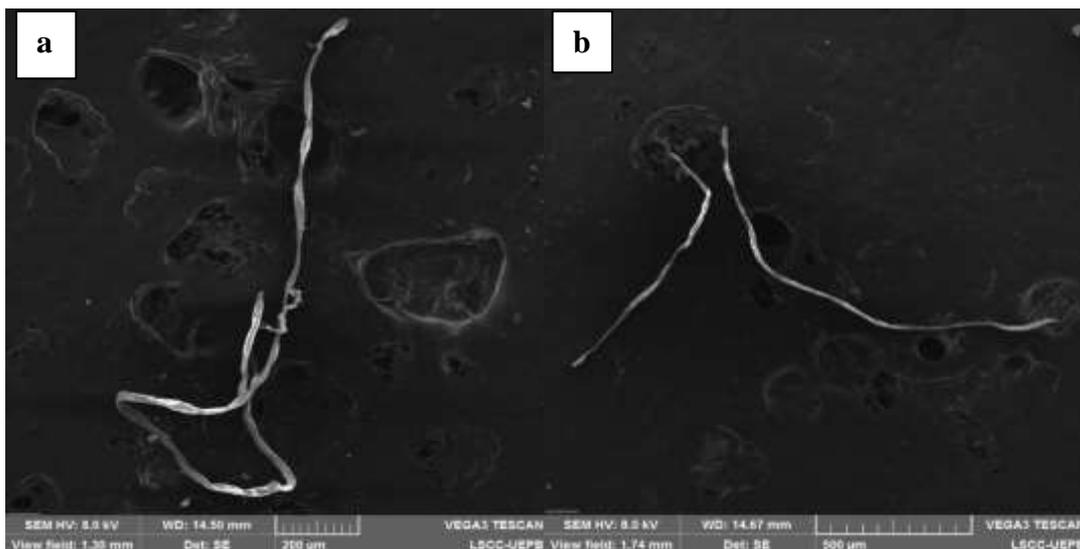


Gráfico 4. Porcentagem de microplásticos encontrados nos TGIs de *Micropogonias furnieri*, classificados segundo o tipo.

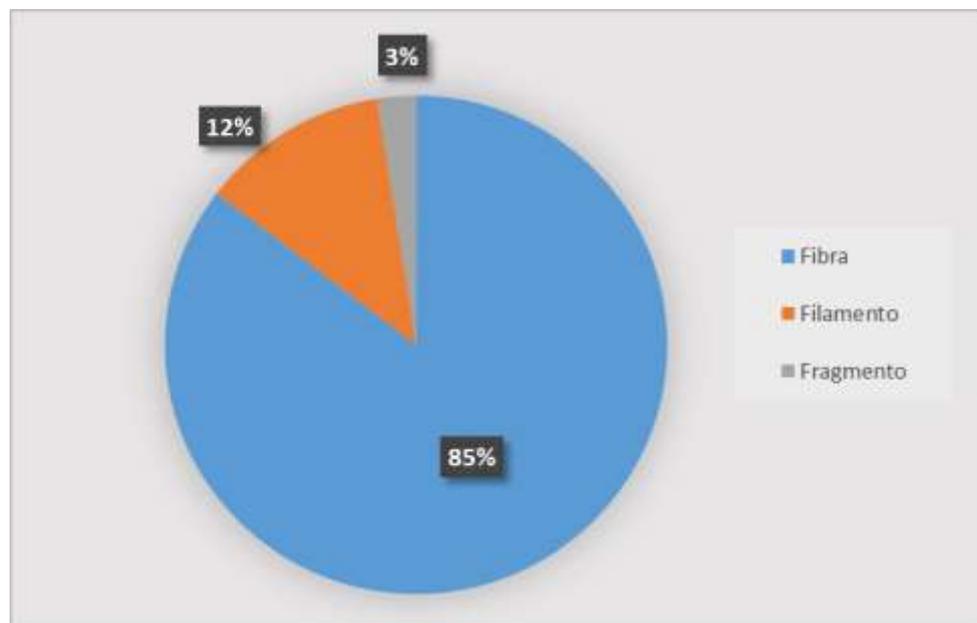
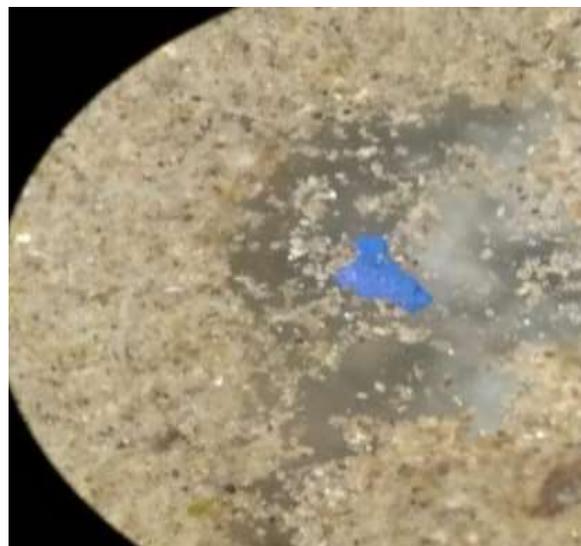


Figura 2. Microplástico do tipo fragmento encontrado no TGI de *Micropogonias furnieri* comercializada em João Pessoa, Paraíba.



4 DISCUSSÃO

Os peixes são consumidos desde tempos imemoriais pelas sociedades humanas e muitos benefícios são atribuídos a este consumo (McManus e Newton, 2011). Esta razão permeia uma grande preocupação atual, relativa ao consumo de peixes que sabidamente

ingerem microplásticos provenientes de polímeros que chegam ao ambiente, seja por lançamento doméstico, agrícola ou industrial (Gregory, 2009; Vendel et al., 2017; Cardozo et al., 2018).

As corvinas, por serem peixes pelágicos, estão expostas ao resíduo sólido marinho flutuante constantemente, isto infere que a ingestão de MPs acontece de forma direta, via teia trófica ou mesmo acidental. Foi aqui observado que número de partículas ingeridas não está correlacionado ao comprimento do TGI. De maneira semelhante, Güven et al. (2017) observou a inexistência de correlação entre o número de partículas ingeridas com o tamanho do peixe em águas do Mar Mediterrâneo. Assim como Vendel et al. (2017) que afirmam que a ingestão de MPs independe do tamanho do peixe, este estudo demonstrou que os MPs são ingeridos independentemente do tamanho do TGI da corvina. A prevalência de MPs obtida para as corvinas analisadas, quase 85%, foi muito elevada, mesmo maior que o esperado. Como descrito por Abadi et al. (2021), isto pode estar relacionado ao fato de que restos de alimento contidos no TGI dificultem a eliminação do MP pelo peixe, fazendo com que ele se acumule e, na passagem pelo trato digestório, rico em enzimas, os MP podem fragmentar-se em partículas menores, uma vez que estas podem atuar como um abrasivo natural.

De toda forma, esta ingestão generalizada de MPs pela corvina aqui registrada, representa um forte indício que os peixes comerciais analisados apresentam um alarmante índice de ingestão de microplásticos na área da Zona Costeira Brasileira.

Dentre os microplásticos registrados neste estudo, prevaleceu aqueles de cor azulada que, hipoteticamente, podem ser provenientes de materiais utilizados para a fabricação das redes de pesca e na indústria têxtil, seja via lançamento de esgoto doméstico ou industrial (Cardozo et al., 2018; Santos et al., 2019). Em geral, microplásticos de cores e tipos variados provêm de materiais vindos do descarte de resíduos sólidos nas zonas urbanas e chegam aos corpos d'água via efluentes domésticos (Thompson et al. 2004). A forma de deterioração dos MP é resultado do tipo de degradação física que ocorre no meio, portanto, depende do seu processo de fragmentação, bem como tempo de residência no meio ambiente (Hidalgo-Ruz et al., 2012).

Por enquanto, não se sabe ao certo a origem dos microplásticos encontrados nas corvinas, porém pode-se afirmar que os danos causados pela ingestão de MPs envolvem lesões físicas e fisiológicas nos peixes e hipoteticamente os microplásticos encontrados nos TGIs dos mesmos, podem acumular substâncias por eles carreadas que se concentram

no tecido destes indivíduos, focos do comércio pesqueiro e de amplo consumo humano. Uma vez que as microplásticos estão no TGI, podem libertar monômeros constituintes, bem como aditivos e toxinas absorvidas (Wang et al., 2018; Kieran et al., 2019), podendo ocasionar danos e prejuízos aos peixes ao longo da teia trófica na qual o homem está inserido.

Deste modo, este estudo representa uma importante ferramenta de avaliação da qualidade da corvina comercializada em João Pessoa, Paraíba. Pois fatores como a demanda crescente pelos recursos oriundos do sistema marinho adjacente à costa, o aumento do número de extrativistas nas comunidades pesqueiras comerciais e ainda as atividades potencialmente impactantes sobre esse sistema, reforçaram a necessidade de avaliação da ingestão de poluentes plásticos pela comunidade de peixes comerciais, cujo levantamento e registro contribuem, de forma concreta, com finalidade de minimizar o impacto antrópico de forma consciente e realizar o manejo de um recurso abundante e rentável para diversas famílias.

Na digestão da matéria orgânica não foram observadas interações significativas nos ensaios de Hipoclorito de Sódio (NaClO) ou de Hidróxido de Potássio (KOH). De modo que Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2) apresentou o melhor resultado para a degradação de MO durante os testes de reação nas amostras, sendo a melhor opção para degradação do MO nas amostras de TGIs de corvinas (Avio et al., 2015).

Por sua vez, os microplásticos encontrados na avaliação da contaminação em laboratório resultaram da contaminação aérea, que inicialmente não foi plenamente controlada, apesar de que todos os procedimentos realizados dentro do laboratório, como sistemas de ventilação desligados e todos os materiais devidamente limpos, já que é conhecido o risco de contaminação aérea das amostras em laboratório (Torre et al., 2016). As fibras transparentes predominaram quando analisada a contaminação aérea, como descrito por Prata et al. (2020). Entretanto, a cor azul também foi registrada durante as análises, como relatado por Liu et al. (2019), certamente proveniente de roupas, estofados e equipamentos do laboratório (Wesch et al., 2017). De todo modo, o mais importante é que a partir de procedimentos coerentes de limpeza, desinfecção e trânsito de pessoa adotados no LabIctio, foi possível controlar plenamente a contaminação aérea e mesmo reduzi-la a zero MP nos controles com o decorrer das análises, mais precisamente ao término do 3º mês de triagem, assim como relatado em Paiva. B.O et al. (2021 submetido).

5 CONCLUSÃO

A corvina, *Micropogonias furnieri* utilizada neste estudo, é muito acessível e economicamente muito disponível à população, sendo, portanto, constante o seu comércio, tornando-a um dos peixes mais comercializados em peixarias na grande João Pessoa, Paraíba. Diante dos resultados aqui apresentados conclui-se que o registro da grande incidência de microplásticos por ela ingeridos denota o elevado impacto antrópico no ambiente aquático de onde ela provém e isso afeta a qualidade do pescado. As evidências de impactos antrópicos nos ecossistemas marinhos revelam a necessidade de um monitoramento ambiental adequado, a fim de proporcionar um bom uso do ambiente pelos peixes que dele dependem. São necessárias ações imediatas de avaliação de qualidade do pescado e um olhar atento à gestão comercial da corvina, sem desmerecer a relevância da utilização sustentável deste pescado e a fim de contribuir com a gestão consciente de um recurso abundante e rentável para diversas famílias, que precisam ter assegurada a qualidade nutricional deste importante recurso alimentar.

REFERÊNCIAS

- Abadi, Z. T. R. et al. 2021. **Microplastic content of Kutum fish, *Rutilus frisii kutum* in the southern Caspian Sea**. Science of The Total Environment, 752, 141-542.
- Andrade, I. M. et al. 2016. **Morphology of the digestive tract of the Whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Perciformes: Sciaenidae)**. Acta Zoologica. 98(2), 136–143.doi:10.1111/azo.12156.
- Andrady, A.L. et al. 2011. **Microplastics in the marine environment**. Marine Pollution Bulletin, 2011. 62: 1596-1605.
- Araújo, M.E.; Teixeira, J.M.C.; Oliveira, A.M.E. 2004. **Peixes estuarinos do nordeste brasileiro - Guia Ilustrado**. Fortaleza: Edições UFC.
- Arthur, C.; Baker, J.; Bamford, H. 2009. **Proceedings of the international research workshop on the occurrence, effects, and fate of microplastic marine debris**. September 9-11. NOAA Technical Memorandum NOS-OR & R-30.
- Avio, C. G. et al. 2015. **Experimental development of a new protocol for extraction and characterization of microplastics in fish tissues: first observations in commercial species from adriatic sea**. Marine environmental research., 111, 18–26. Doi:10.1016/j.marenvres.2015.06.014, 2015.

- Avio, C. G. et al. 2016. **Plastics and microplastics in the oceans: from emerging pollutants to emerged threat.** Marine environment research, in press. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.05.012>.
- Barnes, D.K.A. et al. 2009. **Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments.** Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 364, 1985 e 1998. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>, 2009.
- Caldas, A. H. M. 2007. **Análise da disposição de resíduos sólidos e da percepção dos usuários em áreas costeiras-um potencial de degradação ambiental.** CEP, v. 40, p. 630.
- Cardozo, A.L.P. et al. 2018. **Feeding ecology and ingestion of plastic fragments by *Priacanthus arenatus*: What's the fisheries contribution to the problem?.** Marine Pollution Bulletin, v. 130, p. 19-27, 2018.
- Chua, E.M. et al 2014. **Assimilation of Polybrominated Diphenyl Ethers from Microplastics by the Marine Amphipod, *Allorchestes Compressa*.** Environmental Science & Technology. 48 (14): 8127–34.
- Cole, M. et al. 2011. **Microplastics as contaminants in the marine environment: a review.** Marine pollution bulletin. 62: 2588-2597. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>.
- Derraik, J.G.B. 2002. **The pollution of the marine environment by plastic debris: a review.** Marine Pollution Bulletin. 44: 842-52. Pmid: 12405208.
- Eerkes-Medrano, D. et al. 2015. **Microplastics in freshwater systems: a review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritization of research needs.** Water Research. 75: 63-82. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2015.02.012>.
- Ellen, Macarthur Foundation. 2020. **The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics.** In: World Economic Forum. Ellen macarthur Foundation and mckinsey & Company. 2016. P, 61. <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>.
- Eriksen, M.; et al. 2014. **Plastic pollution in the world's oceans - N5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea.** Plos One. 9:1-15.
- Espino, F.G. 2015. **Presencia de ftalatos en bebidas en el estado de México.** Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo ISSN: 2007-2619, (11).
- Froese, R.; Pauly, D. 2018. **World Wide Web Electronic Publications.** Fishbase Available in <http://www.fishbase.org>.

- Geyer, R. et al. 2017. **Production, Use, and Fate of All Plastics Ever Made**. Science Advances. 3 (7), No. E1700782.
- Gregory, M. R. 2009. **Environmental implications of plastic debris in marine settings-entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions**. The Philosophical Transactions of the Royal Society. 364, 2013–2025. (doi:10.1098/rstb.2008.0265).
- Güven, O. et al. 2017. **Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish**. Environmental Pollution, 223, 286-294. Doi: 10.1016/j.envpol. 2017.01.025.
- Hidalgo-Ruz, V. et al. 2012. **Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification**. Environmental Science & Technology 46, 3060-3075.
- Hooper, D.U. et al. 2005. **Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge**. Ecological monographs. 75, n.1, pág. 3-35.
- Ibama. 2007. **Estatística da pesca 2007 Brasil: grandes regiões e unidades da federação**. Brasília, 174 p.
- Kieran, D. Cox. et al. 2019. **Human Consumption of Microplastics**. Environment Pollution. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.9b01517>.
- Li, Jiana et al. 2015. **Microplastics in commercial bivalves from China**. Environmental pollution, v. 207, p. 190-195.
- Liu, K., et al. 2019. **Accurate quantification and transport estimation of suspended atmospheric microplastics in megacities: implications for human health**. Environment International 132, 105127. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105127>
- Luz, Jamile Arruda da. 2018. **Caracterização de microplásticos em conteúdo de tratos gastrointestinais de peixes do estuário do Rio Tramandaí-Litoral Norte do Rio Grande do Sul através de digestão de tecidos biológicos**. Resultados não publicados. <http://hdl.handle.net/10183/189034>
- Mcmanus, A.; Newton, W. 2011. **Seafood, nutrition and human health: A synopsis of the nutritional benefits of consuming seafood**. Curtin University of Technology, Centre of Excellence for Science, Seafood & Health.
- Miranda, D.A.; de Carvalho-Souza, G.F. 2016. **Are we eating plastic ingesting fish?** Marine Pollution Bulletin. 2016 Feb; 103 (1-2): 109-114. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.12.035.

- Moore, C.J. 2008. **Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat.** Environmental Research 108, 131 e 139. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2008.07.025>.
- Moore, C.J. et al. 2001. **A comparison of plastic and plankton in the north pacific central gyre.** Marine Pollution Bulletin. 42, 1297-1300.
- Oehlmann, J. et al. 2009. **Critical analysis of the biological impacts of plasticizers on wildlife.** Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 364, 2047 e 2062. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0242>.
- Olsson, D. et al. 2013. **Habitos temporales de alimentacion de la corvina blanca *Micropogonias furnieri* en una laguna costera poco profunda (Oceano Atlantico sudoccidental, Uruguay) – Ciências marinhas.** 39: 265-276.
- Paiva, B.O et al., 2021. **Control of Airborne Contamination in Laboratory Analyses of Microplastics.** Regional Studies In Marine Science. Submetido.
- Peixe Br. 2019. **Anuário Peixe BR da Piscicultura 2018.** São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura. p. 26.
- Pinnegar, J. et al. 2002. **Long-term changes in the trophic level of the Celtic Sea fish community and fish market price distribution.** Journal of Applied Ecology. 39, 377 e 390. <https://doi.org/10.1046/j.1365,2664.2002.00723>.
- Prata, Joana C. et al. 2020. **The importance of contamination control in airborne fibers and microplastic sampling: Experiences from indoor and outdoor air sampling in Aveiro, Portugal.** Marine Pollution Bulletin, v. 159, p. 111522.
- Prata, Joana. 2017. **Airborne microplastics: Consequences to human health?** Environmental pollution (Barking, Essex: 1987). 234. 115-126. [10.1016/j.envpol.2017.11.043](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.043).
- Rochman, C. M., et al. 2013. **Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress.** Scientific reports 3.1 1-7.
- Santillo, D. et al. 2017. **Microplastics as contaminants in commercially important seafood species.** Integrated Environmental Assessment and Management. 13, 516 e 521. <https://doi.org/10.1002/ieam.1909>.
- Santos, T. D. 2019. **Presença de microplástico no trato gastrointestinal de *Astyanax lacustris* (Pisces, Characidae) na Bacia do Médio Uruguai, RS, Brasil.**
- Semple, K. T. et al. 2004. **Defining Bioavailability and Bioaccessibility of Contaminated Soil and Sediment is Complicated.** Environmental Science & Technology 38, 228A - 231A, doi:10.1021/es040548w

- Senathirajah, K. 2021. **Estimation of the mass of microplastics ingested-A pivotal first step towards human health risk assessment.** Journal of Hazardous Materials. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124004>
- Talsness, C. E. et al. 2009. **Components of plastic: experimental studies in animals and relevance for human health.** Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 364, n. 1526, p. 2079-2096.
- Teuten, E.L. et al. 2007. **Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants.** Environmental Science & Technology 41, 7759 e 7764. <https://doi.org/10.1021/es071737s>.
- Thompson, R.C. et al. 2004. **Lost at sea: where is all the plastic?** Science (Washington), v. 304, n. 5672, p. 838.
- Thompson, R.C. et al. 2009. **Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends.** Philosophical Transactions of The Royal Society Biological Sciences. 1: 1-14.
- Torre, M. et al. 2016. **Anthropogenic microfibers pollution in marine biota. A new and simple methodology to minimize airborne contamination.** Marine Pollution Bulletin. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.07.050>.
- Vendel, A.L. et al. 2017. **Widespread microplastic ingestion by fish assemblages in tropical estuaries subjected to anthropogenic pressures.** Marine Pollution Bulletin, Volume 117, Issues 1-2, 15: 448-55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.081>.
- Walkinshaw, C. et al. 2020. **Microplastic and seafood: lower trophic organisms at highest risk of contamination.** Ecotoxicology and Environmental Safety, 190: 110066.
- Wang, F. et al. 2018. **Interaction of Toxic Chemicals with Microplastics: A Critical Review.** Water Research. 139, 208–219.
- Wayman, C.; Niemann, H. 2021. **The Fate Of Plastic In The Ocean Environment - A Mini review.** Environmental Science: Processes & Impacts, V. 23, N. 2, P. 198-212.
- Wesch, C.; Elert, A.; Wörner, M. 2017. **Assuring quality in microplastic monitoring: About the value of clean-air devices as essentials for verified data.** Scientific Reports 7, 5424. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-05838-4>.
- Wright, S.T. et al 2013. **The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review.** Environment Pollution. 178:483-492. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2013.05.027>.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me sustentado em todos os períodos e ter me concedido a oportunidade de chegar até ao final do curso.

A minha família, em especial meus pais, por serem minhas referências de esforço, dedicação e por sempre acreditarem que sou capaz, mesmo quando eu duvidava de mim mesma. Ao meu irmão, Vinicius, que mesmo com toda rixa de irmão mais novo, sempre esteve ao meu lado.

As minhas avós e avôs, Expedita (in memoriam), Vanda, Nelson (in memoriam) e Novato, por me ensinar o valor da família, por todo o amor, amizade, carinho e abraços que me confortaram quando precisei.

A alguns familiares, as minhas tias Valeria, Vaudiceia, Quira, Cristina, Tate e Lilo, aos meus primos, Nathan, Eduardo, Marina, Alice, Daniela, Lúcia e todos os outros (que se eu for citar aqui, vai ser maior do que meu TCC), por todas as conversas, conselhos e incentivos; a meu primo Thiago, por me ajudar nas traduções em Inglês e pelo apoio mesmo a quilômetros de distância.

Ao meu namorado, Marcello, pelos momentos de descontração, incentivo, apoio, por não me deixar desistir nessa reta final e acima de tudo, pelo amor, amizade e companheirismo.

Aos amigos da vida Renata, Pamella, Penelope, Vitor e Ewerthon, por todas as risadas e conversas que me ajudaram a superar momentos de stress e a paciência em escutar meus lamentos.

Aos meus Bioloucos, Ingryd, Naara e Summeya, e mesmo aqueles não seguiram o caminho da biologia, Ariane, Rafael, Pablo e Daria, pelos maravilhosos momentos que passamos juntos sentados na “fossa”, pelos risos e palavras amigas nas horas de desespero durante as provas e trabalhos.

A família Labictio, a minha orientadora, Ana Lúcia, por tantos ensinamentos, incentivo, por ter me dado à oportunidade de fazer parte do laboratório e por me fazer amar mais ainda a Biologia Marinha (Ictiologia); a Aninha, Peh e Summeya (minhas peixinhas) por toda bagunça, momentos de descontração e aprendizado durante

todo estágio no Laboratório. A Jicaury por estar comigo desde o primeiro dia no laboratório, por ser minha “co-orientadora” e por transmitir alegria com seu jeito único e para a melhor técnica de laboratório que eu poderia ter, Patrícia.

A todos os professores por todos os ensinamentos não só acadêmicos, mas que levarei para a vida, por despertar a sermos os melhores profissionais que pudermos.

Por último, mas não menos importante, a minha banca examinadora Profa. Dra. Enelise Marcelle Amado e Dra. Karina Massei, que atenderam a este convite, muito obrigada pelas contribuições no presente estudo.