

Elevada ingestão de microplásticos pela corvina *Micropogonias furnieri* (Acanthuriformes: Sciaenidae)

Bianca Oliveira Paiva^{1*} , Ana Karolyna Maia de Souza¹ , Petrucia Lira Soares¹ , Jicaury Roberta Pereira da Silva² , Ana Lúcia Vendel¹ 

1 Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, Universidade Estadual da Paraíba, Campus V, Cristo Redentor, 58070-450, João Pessoa, PB, Brasil

2 Campus Centro-Oeste Dona Lindu, Universidade Federal de São João Del-Rei, Avenida Sebastião Gonçalves Coelho, Chanadour, 35501-296, Divinópolis, MG, Brasil.

*Autor para correspondência: biancapaiva1997@gmail.com

Recebido em 26 de agosto de 2021.

Aceito em 21 de janeiro de 2022.

Publicado em 30 de janeiro de 2022.

Resumo - O ecossistema aquático recebe grande quantidade de resíduos sólidos que sofrem fragmentação em microplásticos (MPs) e são conhecidamente ingeridos pela comunidade de peixes. Investigou-se aqui a ocorrência de MPs no trato gastrointestinal (TGI) de corvinas (*Micropogonias furnieri*) comercializadas em João Pessoa, Paraíba. No laboratório, os TGIs foram imersos em Peróxido de Hidrogênio a 30% (24h), método testado e considerado a melhor opção para degradação de matéria orgânica e quantificação mais precisa dos MPs. Foram analisados 100 TGIs de corvinas com 84% de prevalência de MPs. Ao todo, foram encontrados 562 MPs, revelando abundância média de $5,62 \pm 6,08$ MP/TGI, variando de 0 a 31 unidades de MPs por TGI. A amplitude de tamanho dos TGIs das corvinas foi 4,0 a 45,0 cm ($17,5 \pm 8,5$ cm) e não houve correlação entre abundância de MPs e tamanho do TGIs ($r=0,16$; $p>0,05$). Como os microplásticos são potenciais vetores de distintas substâncias tóxicas, sua elevada prevalência e abundância reforçam a necessidade em reduzir o impacto antrópico no ambiente aquático, para melhorar a qualidade nutricional da corvina, que representa fonte de renda e amplo consumo para diversas famílias.

Palavras-chave: Peixe comercial. Trato gastrointestinal. Impacto antrópico. Nordeste do Brasil.

Alta ingesta de microplásticos por corvina: una indicación de la necesidad de reducir el impacto antropogénico costero

Resumen - El ecosistema acuático recibe una gran cantidad de residuos sólidos que se fragmentan en microplásticos (MP) y se sabe que son ingeridos por la comunidad de peces. Aquí se investigó la ocurrencia de MP en el tracto gastrointestinal (TGI) de corvinas (*Micropogonias furnieri*) comercializadas en João Pessoa, Paraíba. Se analizaron, en laboratorio, 100 TGI de corvinas con 84% de prevalencia de MP. En total, se encontraron 562 MPs, revelando una abundancia promedio de 5.62 ± 6.08 MP/TGI y

que van desde 0 a 31 MPs por TGI. La amplitud de los TGI de las corvinas fue de 4.0 a 45.0 cm (17.5 ± 8.5 cm) y no hubo correlación entre la abundancia de MP y el tamaño de TGI ($r = 0.16$; $p > 0, 05$). Como los microplásticos son vectores potenciales de diferentes sustancias tóxicas, su alta prevalencia y abundancia refuerzan la necesidad de reducir el impacto antropogénico en el medio acuático, con el fin de mejorar la calidad nutricional de la corvina, que representa una fuente de ingresos y amplio consumo para varias familias.

Palabras clave: Pescado comercial. Tracto gastrointestinal. Impacto humano. Noreste de Brasil.

High ingestion of microplastics by whitemouth croakers: an indication of the need to reduce coastal anthropogenic impact

Abstract - The aquatic ecosystem receives a large amount of solid waste which fragments into microplastics (MPs) and are ingested by the fish community. The occurrence of MPs in the gastrointestinal tracts (TGI) of whitemouth croakers (*Micropogonias furnieri*) commercialized in João Pessoa, Paraíba, Brazil was investigated. In the laboratory, the TGIs were immersed in 30% H₂O₂ (24h), one of the three methods tested and considered the best option for organic matter degradation and more accurate quantification of MPs. One hundred TGIs of whitemouth croakers with 84% prevalence of MPs were analyzed. Altogether, 562 MPs were found, revealing an average abundance of 5.62 ± 6.08 MP/TGI ranging from 0 to 31 MP units per TGI. The size range of Whitemouth croaker TGIs was 4.0 to 45.0 cm (17.5 ± 8.5 cm) and there was no correlation between MP abundance and TGI size ($r=0.16$; $p>0.05$). As microplastics are potential vectors of different toxic substances, their high prevalence and abundance reinforce the need to reduce the anthropogenic impact on the aquatic environment, in order to improve the nutritional quality of Whitemouth croaker, which represents a source of income and ample consumption for many families.

Keywords: Commercial fish. Gastrointestinal tract. Human impact. Northeast Brazil.

Introdução

É notório que atividades antrópicas alteram o ambiente, em escalas local e global, provocando consequências negativas à biota (Hooper et al. 2005), de modo que a exposição a resíduos plásticos tem aumentado mundialmente, a cada ano, demonstrando um elevado risco ao ambiente (Plastics Europe 2020).

Os materiais plásticos são um dos mais frequentes entre as grandes variedades de resíduos sólidos descartados inadequadamente no meio marinho (Gregory 2009). Anualmente, estima-se que 27 milhões de toneladas de plásticos chegam os oceanos (Avio et al. 2015) com crescimento em torno de 10% ao ano (Plastics Europe 2020) problema que tem se agravado consideravelmente nos últimos anos. O ambiente aquático recebe polímeros poluentes potencialmente tóxicos à biota aquática, como é o caso dos plásticos que adsorvem substâncias tóxicas (Rochman et al. 2013; Hildebrandt et al. 2021; Fabra et al. 2021).

Detritos plásticos presentes no ambiente marinho sofrem fragmentação física em microplásticos (MPs) através de degradação fotoquímica e abrasão mecânica, com dimensões entre 0,1 µm e 5,0 mm (Thompson et al. 2004), eles podem ser classificados como primários ou secundários, dependendo da sua origem. Os MPs primários são utilizados como matéria-prima, ou seja, estão disponíveis para a manufatura; enquanto os MPs secundários são artigos plásticos decompostos pelo uso ou descarte e que resultam na quebra em distintas formas, principalmente em fragmentos e fibras (Eerkes-Medrano et al. 2015).

Os microplásticos podem ser um risco físico e químico para os peixes que os ingerem (Moore 2008). Vendel et al. (2017) observaram que tal ingestão ocorre de maneira generalizada no ambiente estuarino, ou seja, peixes ingerem MPs, independente do seu tamanho, do seu grupo funcional ou da sua guilda trófica. MPs entram na cadeia trófica dos peixes via ingestão direta ou indireta, sendo a direta por meio do consumo acidental de MPs; e a indireta, quando os peixes ingerem presas que já tenham ingerido microplásticos (Wright et al. 2013). Entre os exemplos de danos causados pela ingestão de MPs, está o bloqueio intestinal, que pode causar uma falsa sensação de saciedade e inibição da fome (Moore 2008), bem como lesões digestivas, por adsorver e carrear substâncias químicas (Teuten et al. 2007). Além dos efeitos físicos dos plásticos, eles são vetores de substâncias tóxicas através da adsorção de metais (Hildebrandt et al. 2021), de biofilmes (Fabra et al. 2021) e de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) (Rochman et al. 2013), como ftalatos, compostos químicos derivados do ácido ftálico e utilizados como um dos aditivos que confere maleabilidade ao plástico (Espino 2015), característica atrelada à gama de usos e ao custo acessível deste polímero utilizado para as mais diversas atividades cotidianas. Todos estes materiais podem ser transferidos para os tecidos dos animais que os ingerem (Chua et al. 2014; Fabra et al. 2021) e assim causarem alterações na fisiologia e na saúde dos organismos.

A contaminação de espécies comerciais por microplásticos é de grande importância devido às implicações para a saúde humana (Talsness et al. 2009; Santillo et al. 2017). Estudos relatam que vários poluentes marinhos estão sujeitos ao processo de biomagnificação, causando riscos para organismos de níveis tróficos superiores (Walkinshaw et al. 2020), nesse contexto, frações de microplásticos que podem ser assimiladas por ingestão, inalação ou por meio de vias dérmicas, percorrem os níveis tróficos podendo chegar até ao ser humano (Semple et al. 2004; Senathirajah et al. 2021). Dessa forma, diversas espécies-alvo do comércio de peixes tornaram-se foco de estudos sobre ingestão de microplásticos, como relatado por Miranda e De Carvalho-Souza (2016) e Luz et al. (2018).

Micropogonias furnieri (Desmarest, 1823), localmente conhecida como corvina, é um peixe da ordem Acanthuriformes, Família Sciaenidae (Nelson et al. 2016). Possui corpo lateralmente comprimido e boca em posição terminal (Andrade et al. 2016) favorecendo a ingestão principalmente de crustáceos, poliquetas, moluscos, pequenos invertebrados e peixes (Olsson et al. 2013; Andrade et al. 2016). Este peixe é carnívoro e demersal, ocorre na costa Atlântica Ocidental, nas zonas litorâneas da Costa Rica à Argentina (Froese e Pauly 2021), sendo foco da pesca industrial na costa do Nordeste do Brasil (IBAMA 2017). A corvina é um dos peixes mais comercializados em peixarias na região metropolitana de João Pessoa, Paraíba por preços entre R\$ 12,00 e R\$ 16,00 por o kg, com demanda crescente a cada ano, fato possivelmente relacionado ao baixo custo comercial e ampla incidência deste pescado. Tal preço é competitivo com o valor do quilo de frango e menor que o da carne bovina, sendo uma proteína de baixo custo, além de representar um recurso constante e abundante para diversas famílias que a pescam e comercializam.

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 pelos peixes, notadamente os comerciais, cuja quantificação contribui, de forma concreta, para a avaliação local da qualidade desses recursos, a qual deve ocorrer de forma constante e rigorosa. Devido aos impactos decorrentes da poluição antrópica em ecossistemas marinhos e a demanda crescente de pescado proveniente destes ecossistemas, *Micropogonias furnieri* foi a espécie comercial eleita para este estudo, por ser muito acessível economicamente e disponível à população ao longo de todo o ano. Objetivou-se aqui avaliar a incidência de microplásticos ingeridos pelas corvinas como um parâmetro comparável ao longo do tempo em relação à qualidade deste pescado, um recurso rentável para diversas famílias, cuja pesca e comércio têm grande estabilidade anual na Paraíba.

Material e métodos

Procedência do pescado

Este trabalho analisou exemplares de corvina provenientes dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, regiões que fazem parte da Zona Costeira Brasileira, sendo essa uma unidade territorial definida em legislação (MMA 2002) para efeitos de gestão ambiental dentro 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, onde as corvinas comercializadas provêm de desembarques feitos nas capitais dos estados previamente citados, sendo adquiridas e comercializadas regularmente ao longo de todo o ano todo, sem interrupções.

Tratamento para degradação da MO no trato gastrointestinal

No intuito de otimizar o processo de consumo de matéria orgânica (MO) e a detecção de MPs nas amostras, foram previamente testadas três substâncias: Hipoclorito de Sódio (NaClO), Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂) e Hidróxido de Potássio (KOH). Estes testes foram realizados no Laboratório de Ictiologia (LabIctio), Campus V, UEPB em Becker com volume das substâncias duas vezes maior do que o conteúdo amostral, para que a mesma ficasse totalmente imersa no composto em frasco fechado com papel alumínio para evitar contaminação aérea, de acordo com Paiva et al. (2022). No primeiro experimento, o trato gastrointestinal (TGI) da corvina permaneceu imerso em NaClO com concentração de 3%, por 72 horas; o segundo teste foi realizado com H₂O₂ a 30% por 24 horas e no terceiro foi utilizado KOH com concentração 10%, por 48 horas (Avio et al. 2015).

Triagem e identificação dos microplásticos no trato gastrointestinal

Para a realização da avaliação e quantificação de MPs no trato gastrointestinal, foram coletados os TGIs de corvinas comercializadas evisceradas, entre fevereiro e outubro de 2019. Os TGIs foram conduzidos ao LabIctio, etiquetados e mantidos congelados, para a seguir serem triados para quantificação de microplásticos ingeridos. Exemplares de corvina também foram trazidos ao LabIctio para a confirmação da identificação taxonômica. O comprimento dos TGIs foi obtido (cm) individualmente, antes da degradação química do tecido. Esse dado passou a ser aferido após a triagem

de 24 TGIs, razão pela qual o comprimento médio do trato gastrointestinal foi obtido com base em 76 indivíduos, de um total de 100. Após este procedimento, os TGIs foram tratados para degradação de MO, seguida do registro, quantificação e caracterização dos microplásticos ingeridos pelo peixe.

Os MPs das amostras foram quantificados e classificados de acordo com seu formato (pellets, fragmentos, filamentos e fibras) e coloração original. Sob microscópio estereoscópico, com o auxílio de pinças foi realizada a busca ativa por MPs, bem como sua completa remoção para posterior registro fotográfico em Microscópio Eletrônico de Varredura (M.E.V.).

Análise estatística

A partir da triagem de MPs encontrado nos TGIs das corvinas, foram obtidos: o número total de indivíduos analisados (Nt); o número de indivíduos afetados, que ingeriram microplásticos (Ni); e o número total de partículas de microplásticos ingeridas (Np) pelos indivíduos analisados.

Foram calculados dois parâmetros para quantificar os microplásticos ingeridos pelas corvinas: **1) Prevalência** ($P = Ni/Nt$) da ingestão de microplásticos é a proporção de indivíduos afetados (Ni) entre todos os indivíduos analisados (Nt); **2) Abundância média** de microplásticos ingeridos ($A = Np/Nt$), que representa o número médio de partículas de microplásticos (Np) encontradas dentro de todos os indivíduos analisados (Nt), incluindo também os valores zero dos indivíduos não afetados.

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

Controle da contaminação aérea

Os microplásticos podem ser facilmente transportados pelo ar, processo denominado contaminação aérea (Torre et al. 2016; Paiva et al. 2022). Essa contaminação pode ser proveniente de diversas fontes, como é o caso das microfibras plásticas liberadas por tecidos sintéticos a base de poliéster (Prata et al. 2017); instrumentos e mobiliário de laboratório; ou através da 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 em qualquer categoria de amostras, sejam elas biológicas ou não, e interferir na confiabilidade dos resultados obtidos (Torre et al. 2016). Portanto a contaminação aérea deve ser mitigada até seu controle completo, para que a análise do material em laboratório seja confiável, como detalhado em Paiva et al. (2022).

Para eliminar a contaminação aérea das amostras, foi aplicado um protocolo de controle de contaminação aérea, que consiste em: uso de água destilada e filtrada em redes de 15µm durante todos os procedimentos em laboratório; higienização de bancadas e microscópios estereoscópicos com álcool 70%; limpeza das pinças e vidrarias sempre com água destilada filtrada; uso de jalecos em tecido 100% algodão e luvas em látex; revestimento de equipamentos e cadeiras com capas 100% algodão; redução máxima do tempo de triagem das amostras; manter o ar condicionado desligado durante as triagens e interditar o acesso ao laboratório durante as análises. Foram ainda utilizadas três placas de Petri contendo água destilada para aferir o controle da contaminação aérea, as quais passaram por três

processos: 1º) as placas foram triplamente lavadas com água destilada; 2º) elas foram analisadas sob microscópio estereoscópico, ainda sem adição da água destilada; 3º) as placas foram depositadas ao lado do microscópio estereoscópico com a adição de água destilada filtrada durante o mesmo tempo da análise de cada TGI, para a verificação de contaminação aérea, promovendo uma melhor confiabilidade com relação à quantificação de MPs provenientes do material triado. 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, ou seja, em 90% do total de TGIs analisados.

Resultados

Controle da contaminação aérea

Quando considerada a contaminação aérea, verificou-se uma baixa ocorrência de microplásticos em ambiente do laboratório. Em termos quantitativos, foram contabilizados 63 microplásticos em 270 controles analisados, ou seja, 0,23MP/controlado. Assim como para os MPs dos TGIs, aqui eles também foram categorizados segundo sua forma e cor. Os microplásticos mais comuns foram fibras, com predominância em 100% de 90 amostras analisadas. Já em relação às cores registradas nos MPs dos controles, 54 (86%) deles eram transparentes e os outros 9 (14%) eram azuis.

Microplásticos do trato gastrointestinal

Dos três testes de digestão da matéria orgânica realizados, o H_{2O_2} demonstrou um resultado comparativamente melhor do que NaClO e KOH, pois visualmente facilitou o isolamento e a extração de microplásticos durante a filtragem.

Dentro do total de corvinas analisadas ($N_t = 100$) foram encontradas muitas partículas de MPs ($N_p = 562$), presentes na maioria dos indivíduos ($N_i = 84$). Estes dados demonstram uma alta prevalência ($P = 84\%$) e uma elevada abundância média ($A = 5,62 \pm 6,08$ MP/TGI) de MPs ingeridos por corvinas comercializadas, sendo que cada indivíduo ingeriu de 0 a 31 MPs (Figura 1). Durante as triagens, a cor azul foi a mais abundante (268 MPs), seguida pelas cores preta (190) e transparente (58) (Figura 2).

Figura 1. Distribuição da abundância de microplásticos ingeridos pelas corvinas ($n=100$) comercializadas em João Pessoa, Paraíba.

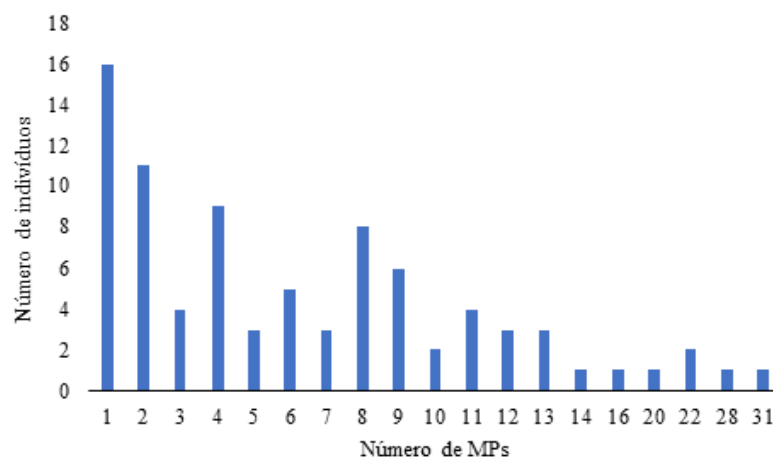
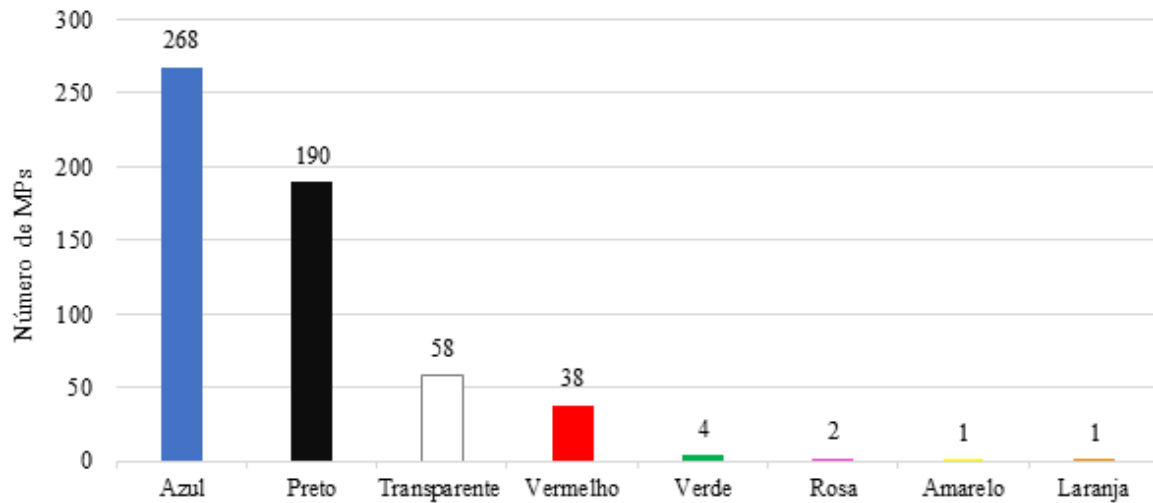
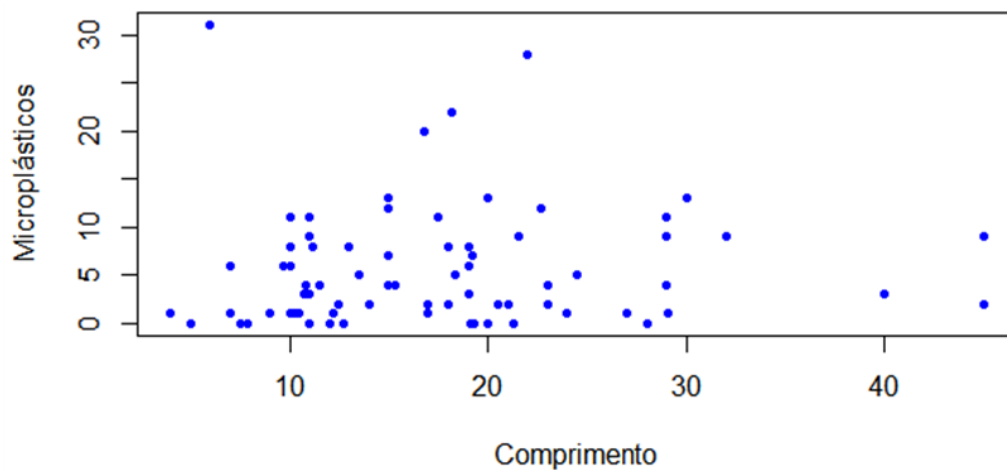


Figura 2. Coloração de microplásticos ingeridos pelas corvinas comercializadas em João Pessoa, Paraíba.

O comprimento do trato gastrointestinal da corvina apresentou amplitude entre 4,0 e 45,0 cm ($17,5 \pm 8,5$ cm; $n=76$). A correlação entre o comprimento dos TGIs e a abundância de MPs neles presentes foi não significativa ($r = 0,16$; $p > 0,05$), o que demonstra que a quantidade de microplásticos ingeridos pela corvina não depende do comprimento do TGI, uma medida indireta do tamanho e fase ontogenética do peixe (Figura 3).

Figura 3. Relação entre comprimento (cm) dos tratos gastrointestinais ($n = 76$) e quantidade de MPs por TGI em corvinas comercializadas em João Pessoa, Paraíba.

Dos 562 MPs encontrados, a forma fibra (Figura 4) foi a mais abundante, totalizando 480 MPs em 79 (85,0%) TGIs; filamentos totalizaram 68 MPs em 10 (12,0%) TGIs e a forma fragmento (Figura 5), totalizou 14 MPs em 11 (3,0%) TGIs analisados.

Figura 4. Exemplo de fibras plásticas encontradas nos TGIS de corvinas comercializadas em João Pessoa, Paraíba. Imagens obtidas em M.E.V.

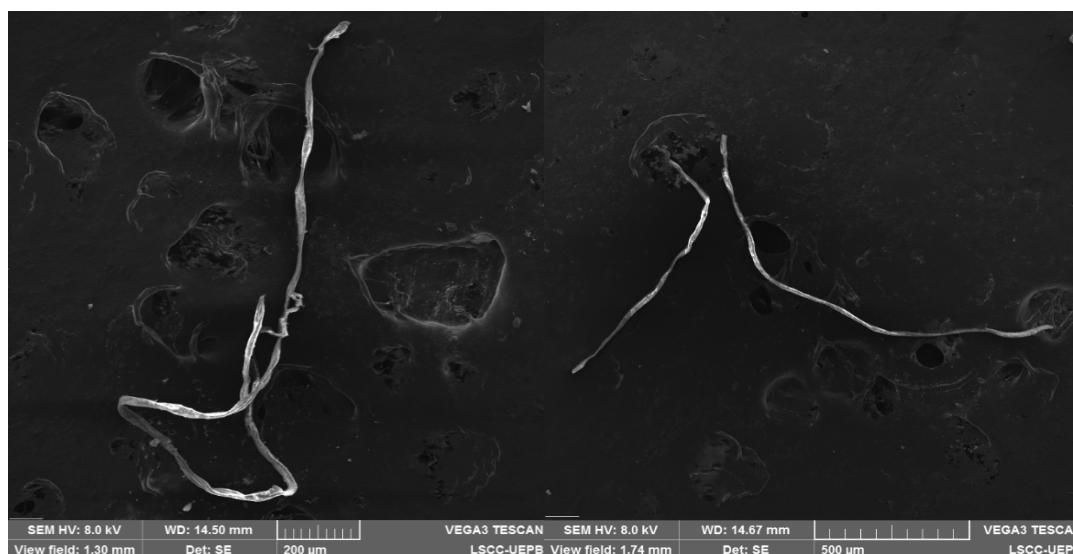


Figura 5. Exemplo de fragmento de MP encontrado nos TGIS de corvinas comercializadas em João Pessoa, Paraíba.



Discussão

Controle da contaminação aérea

Os microplásticos contabilizados durante a avaliação da contaminação aérea em laboratório foram plenamente controlados a partir de medidas mais restritivas durante as análises das amostras, como sugerido por Torre et al. (2016). De modo semelhante a este trabalho, Prata et al. (2020) registraram a predominância de fibras transparentes e Liu et al. (2019) descrevem fibras de cor azul provenientes da contaminação aérea e predominantes durante suas análises, também atribuídas a roupas, estofados e equipamentos do laboratório (Wesch et al. 2017). De todo modo, desde que implantado o protocolo de

controle de contaminação aérea foi possível controlar plenamente a contaminação aérea, reduzindo-a a zero, em ambiente de laboratório.

Microplásticos do trato gastrointestinal

Os testes realizados na digestão química da matéria orgânica para os ensaios de Hipoclorito de Sódio (NaClO) e de Hidróxido de Potássio (KOH) da corvina não demonstraram ser eficazes para a degradação de MO, diferente do relatado por Avio et al. (2015) e Li et al. (2015), onde NaClO e KOH são descritos com melhor desempenho na degradação da MO em TGI de peixes. Por sua capacidade oxidativa, neste estudo o Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2) apresentou o melhor resultado para a degradação de MO e, como este teste foi realizado anteriormente às análises dos TGIs, todas as amostras seguiram o mesmo protocolo padronizado para degradação da MO no tecido da corvina, procedimento necessário em estudos que envolvem análise de MPs.

Os peixes são consumidos desde o paleolítico pelas sociedades humanas e muitos benefícios são atribuídos a este consumo (McManus e Newton 2011), além de representar uma proteína de baixo custo muito acessível ao consumo humano. Estes fatores que reforçam a grande preocupação atual, relativa ao consumo de peixes, os quais sabidamente ingerem microplásticos provenientes de polímeros que chegam ao ambiente (Gregory 2009; Vendel et al. 2017; Cardozo et al. 2018) carreando materiais danosos à biota e à saúde humana (Ramsperger et al. 2020).

As corvinas, por serem peixes demersais, estão constantemente expostas ao resíduo sólido flutuante e presente na coluna d'água. Foi aqui observado que o número de partículas ingeridas não foi significativamente correlacionado ao comprimento do TGI, sugerindo ingestão indiscriminada de MPs, tanto por indivíduos juvenis como adultos. De maneira semelhante, Güven et al. (2017) observaram a inexistência de correlação entre o número de partículas ingeridas com o tamanho do peixe em águas do Mar Mediterrâneo e Vendel et al. (2017) concluíram o mesmo para a assembleia de peixes de estuários na Paraíba, onde além de tamanho, refutaram a hipótese de ingestão associada ao grupo funcional (formas lateralmente comprimidas, cilíndricas, linguados e formas extremas e à guilda trófica (algívoros, zooplactívoros, zoobentívoros, bentívoros e generalistas) em 24 espécies de peixes analisadas. Da mesma forma, Dantas et al. (2020) analisaram a dieta de sete espécies de peixes capturados em praia urbana em Fortaleza, CE e concluíram que todas as espécies ingeriram microplásticos independentemente da guilda trófica, com contaminação por MPs em 55% dos estômagos analisados.

A prevalência de 84% de MPs nas corvinas analisadas foi muito elevada, considerando o grande número de espécimes analisados (100), Miranda e De Carvalho-Souza (2016) investigaram 32 estômagos de 11 espécies comerciais provenientes do desembarque pesqueiro na Baía de Todos os Santos, BA, das quais duas consumiram MPs (21,87%), este estudo destaca a importância de tal investigação em espécies comerciais devido não só as implicações para a saúde humana, mas também a necessidade de determinar níveis máximos de tolerância do ambiente à contaminação por resíduos sólidos. Abadi et al. (2021), ao estudarem a ocorrência de MPs nos TGIs de peixes comercializados para consumo humano, confirmaram que pode ocorrer transferência trófica de MPs, associados aos restos alimentares ali contidos, que dificultam a eliminação do MPs pelo peixe, fazendo com que ele se acumule por longo período, além da passagem pelo trato digestório rico em enzimas, onde os MPs fragmentam-se em partículas menores, pelo baixo pH do suco gástrico e por abrasão com outros

itens alimentares. Os MPs podem atuar como vetores de doenças ao longo da cadeia trófica, já que o biofilme de bactérias patogênicas adere-se aos MPs facilitando a infecção bacteriana do organismo (Fabra et al. 2021).

Desta forma, avaliar prejuízos causados pela ingestão de partículas plásticas tem sido relevante para a vida aquática e humana, devido ao fato de que os MPs são vetores de substâncias tóxicas como POPs (Bakir et al. 2014), metais e metalóides (Hildebrandt et al. 2021) e mesmo de *Escherichia coli*, uma bactéria fecal indicadora de qualidade da água comum em águas costeiras (Fabra et al. 2021). Tais autores tem defendido o uso do termo “Cavalo de Troia” em analogia ao transporte destes contaminantes pelos MPs e disseminam que este princípio seja válido para todas as três categorias mencionadas, potencialmente tóxicas e introduzidos via MPs em teias tróficas que culminam no consumo humano (Ramsperger et al. 2020).

Dentre os microplásticos registrados neste estudo, prevaleceram aqueles de cor azul que, hipoteticamente, podem ser provenientes de materiais utilizados na indústria têxtil e em artefatos de pesca, lançados no ambiente costeiro via esgoto doméstico e industrial (Cardozo et al. 2018; Santos et al. 2019). A forma de deterioração dos MPs resulta da degradação física que ocorre no meio, portanto, depende do seu processo de fragmentação, bem como tempo de permanência do plástico no meio ambiente (Hidalgo-Ruz et al. 2012).

Por enquanto, não se pode determinar a origem dos microplásticos encontrados nas corvinas, seja pela ampla gama de fontes possíveis, seja pela dificuldade própria desta análise de custo elevado. Por outro lado, pode-se afirmar que os danos causados pela ingestão de MPs envolvem lesões físicas e alterações fisiológicas nos peixes e que, hipoteticamente, os microplásticos podem acumular substâncias nos tecidos dos peixes comerciais e libertar POPs contaminantes, bem como aditivos e toxinas a eles adsorvidas (Wang et al. 2018; Kieran et al. 2020) causando crescente prejuízo ao longo da cadeia trófica, cujo consumidor final é o homem.

Conclusão

Este estudo avaliou a qualidade da corvina, *Micropogonias furnieri*, comercializada em João Pessoa, Paraíba, revelando a elevada prevalência e abundância de microplásticos por ela ingeridos. Isso reforça a premente necessidade em reduzir o descarte generalizado de resíduos sólidos no ambiente aquático, a qual reflete o alto impacto antrópico no ecossistema marinho costeiro, além de apontar para a necessidade de um monitoramento da quantidade de MPs nas águas costeiras e no TGI deste predador amplamente comercializado. A partir desse entendimento é necessária a elaboração de medidas mitigatórias que auxiliem e mantenham a qualidade nutricional e a segurança desse alimento abundante, acessível e rentável para diversas famílias, que tem o peixe como importante recurso alimentar.

Agradecimentos

Agradecemos a Dra. Nyedja Fialho Morais Barbosa pela contribuição com a análise estatística; ao Dr. Alexandre Ramlo Torre Palma pela revisão do texto; a técnica Patricia Keyth Lins Rocha pelo auxílio e suporte técnico no Laboratório de Ictiologia.

Participação dos autores: BOP, ALV – participaram da concepção do estudo e conduziram procedimentos de laboratório, tratamento dos dados e redação do artigo; AKMS – contribuiu na conceituação, análise formal, metodologia e redação; PL, JRPS - fizeram contribuições à análise, triagem dos dados e elaboração das figuras. Todos os autores contribuíram e aprovaram a redação final.

Aprovação ética ou licenças de pesquisa: não houve necessidade de aprovação ética para esta pesquisa, pois todos os tratamentos digestórios das corvinas seriam descartados para o comércio do peixe eviscerado.

Disponibilidade dos dados: os dados não estão depositados em nenhuma base de dados.

Fomento: não houve fomento específico para esta pesquisa.

Conflito de Interesses: os autores afirmam não haver conflitos de interesse.

Referências

- Abadi ZTR, Abtahi B, Grossart, HP, Khodabandeh S. 2021. Microplastic content of Kutum fish, *Rutilus frisii kutum* in the southern Caspian Sea. *Science of The Total Environment* 752: 141-542. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141542>
- Andrade IM, Guimarães JP, Rotundo MM, Mari RB. 2016. Morphology of the digestive tract of the Whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Perciformes: Sciaenidae). *Acta Zoologica* 98(2): 136-143. <https://doi.org/10.1111/azo.12156>.
- Avio CG, Gorbi S, Regoli F. 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. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2015.06.014>, 2015.
- Avio CG, Gorbi S, Regoli F. 2017. Plastics and microplastics in the oceans: from emerging pollutants to emerged threat. *Marine Environment Research* 128:2-11. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.05.012>
- Bakir A, Rowland SJ, Thompson RC. 2014. Transport of persistent organic pollutants by microplastics in estuarine conditions. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 140:14-21. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2014.01.004>
- Caldas AHM. 2007. Análise da disposição de resíduos sólidos e da percepção dos usuários em áreas costeiras-um potencial de degradação ambiental. Monografia (Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- Cardozo AL, Farias EG, Rodrigues Filho JL, Moteiro IB, Scandolo TM, Dantas DV. 2018. Feeding ecology and ingestion of plastic fragments by *Priacanthus arenatus*: What's the fisheries contribution to the problem? *Marine Pollution Bulletin* 130:19-27. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.03.010>
- Chua EM, Shimeta J, Nugegoda D, Morrison PD, Clarke BO. 2014. Assimilation of Polybrominated Diphenyl Ethers from Microplastics by the Marine Amphipod, *Allorchestes compressa*. *Environmental Science & Technology* 48(14):8127–34. <https://doi.org/10.1021/es405717z>
- Dantas NCFM, Duarte OS, Ferreira WC, Ayala AP, Rezende CF, Feitosa CV. 2020. Plastic intake does not depend on fish eating habits: Identification of microplastics in the stomach contents of fish on an urban beach in Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 153:110959. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110959>.
- Eerkes-Medrano D, Thompson RC, Aldridge, DC. 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>.
- Eriksen M, Lebreton LCM, Carson HS, Thiel M, Moore JC, Borerro JC, Galgani F, Ryan PG, Reisser J. 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. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>

Espino FG. 2015. Presencia de ftalatos en bebidas en el estado de México. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo (11). <https://doi:10.24850/j-tyca-2017-05-06>

Fabra M, Williams L, Watts JE, Hale MS, Couceiro F, Preston J. 2021. The plastic Trojan horse: Biofilms increase microplastic uptake in marine filter feeders impacting microbial transfer and organism health. Science of the Total Environment 797:149217. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149217>

Froese R., Pauly D. 2021. World Wide Web Electronic Publications. Fishbase Disponível em: <http://www.fishbase.org>.

Geyer R, Jambeck JR, Law KL. 2017. Production, Use, and Fate of All Plastics Ever Made. Science Advances 3 (7). <https://doi:10.1126/sciadv.1700782>

Gregory MR. 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. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0265>

Güven O, Gökdağ K, Jovanović B, Kıdeys AE. 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. <https://doi:10.1016/j.envpol.2017.01.025>.

Hidalgo-Ruz V, Gutow L, Thompson RC, Thiel M. 2012. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. Environmental Science & Technology 46:3060-3075. <https://doi.org/10.1021/es2031505>

Hildebrandt L, Nack FL, Zimmermann T, Pröfrock D. 2021. Microplastics as a Trojan horse for trace metals. Journal of Hazardous Materials Letters 2:100035 <https://doi:10.1016/j.hazl.2021.100035>

Hooper DU, Chapin IFS, Ewel JJ, Hector A, Inchausti P, Lavorel S, Wardle DA .2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. Ecological Monographs 75(1):3-35. <https://doi.org/10.1890/04-0922>

Ibama. 2007. Estatística da pesca 2007 Brasil: grandes regiões e unidades da federação. Brasília, 174 p.

Kieran DC, Garth AC, Hailey LD, John FD, Francisco J, Sarah ED. 2020. Correction to Human Consumption of Microplastics. Environmental Science & Technology 54(17):10974 <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c04032>

Li J, Yang D, Li L, Jabeen K, Shi H. 2015. Microplastics in commercial bivalves from China. Environmental Pollution 207:190-195. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.09.018>

Liu K, Wang X, Wei N, Song Z, Li D. 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 JA. 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. Repositório Digital UFRGS. <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 (CoESSH). <http://hdl.handle.net/20.500.11937/32912>

Miranda DA, Carvalho-Souza GF. 2016. Are we eating plastic ingesting fish? Marine Pollution Bulletin 103(1-2):109-114. <https://doi:10.1016/j.marpolbul.2015.12.035>.

Moore CJ. 2008. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. Environmental Research 108:131-139. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2008.07.025>.

Nelson JS, Grande T, Wilson MVH. 2016. Fishes of the World. 5th ed., John Wiley & Sons Inc. Hoboken, New Jersey. 752p.

- Olsson D, Forni F, Saona G, Verocai J, Norbis W. 2013. Hábitos temporales de alimentación de la corvina blanca *Micropogonias furnieri* en una laguna costera poco profunda (Océano Atlántico sudoccidental, Uruguay). *Ciencias Marinas* 39(3):265-276. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-38802013000300003&lng=es&tlng=es. Acesso em jun 2021.
- Paiva BO, Souza AKM, Soares PL, Palma ART, Vendel AL. 2022. How to control the airborne contamination in laboratory analyses of microplastics? *Brazilian Archives of Biology and Technology* 65:e22210399 <https://doi.org/10.1590/1678-4324-202210399>.
- Plastics Europe, 2020. An analysis of European plastics, production, demand and waste data. Publicação anual da Association of Plastics Manufacturers. 64p. https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/09/Plastics_the_facts_WEB-2020_versionJun21_final.pdf Acesso em: ago 2021.
- Prata JC. 2017. Airborne microplastics: Consequences to human health? *Environmental pollution* (Barking, Essex: 1987) 234:115-126. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.043>.
- Prata JC, Castro JL, da Costa JP, Duarte AC, Rocha-Santos T, Cerqueira MS. 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* 159:111522. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111522>
- Ramsperger AFRM, Narayana VKB, Groß W, Mohanraj J, Thelakkat M, Greiner A, Laforsch C. 2020. Environmental exposure enhances the internalization of microplastic particles into cells. *Science Advances* 6(50): eabd1211 <https://doi.org/10.1126/sciadv.abd1211>
- Rochman CM, Hoh E, Kurobe T, Teh SJ. 2013. Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Scientific Reports* 3:3263. <https://doi.org/10.1038/srep03263>
- Santillo D, Miller K, Johnston P. 2017. Microplastics as contaminants in commercially important seafood species. *Integrated Environmental Assessment and Management* 13:516-521. <https://doi.org/10.1002/ieam.1909>.
- Santos TD. 2019. Presença de microplástico no trato gastrointestinal de *Astyanax lacustris* (Pisces, Characidae) na Bacia do Médio Uruguai, RS, Brasil. <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/3562>
- Semple KT, Doick KJ, Jones KC, Buraue P, Craven A, Harms H. 2004. Defining Bioavailability and Bioaccessibility of Contaminated Soil and Sediment is Complicated. *Environmental Science & Technology* 38:228A-231A. <https://doi.org/10.1021/es040548w>
- Senathirajah K, Attwood S, Bhagwat G, Carbery M, Wilson S, Palanisami T. 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 CE, Andrade AJ, Kuriyama SN, Taylor JA, Vom Saal FS. 2009. Components of plastic: experimental studies in animals and relevance for human health. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 364(1526):2079-2096. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0281>
- Teuten EL, Rowland SJ, Galloway TS, Thompson RC. 2007. Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants. *Environmental Science & Technology* 41:7759-7764. <https://doi.org/10.1021/es071737s>.
- Thompson RC, Olsen Y, Mitchell RP, Davis A, Rowland SJ, John AW, McGonigle D, Russell AE. 2004. Lost at sea: where is all the plastic? *Science* (Washington). 304(5672):838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>
- Torre M, Digka N, Anastasopoulou A, Tsangaris C, Mytilineou C. 2016. Anthropogenic microfibers pollution in marine biota. A new and simple methodology to minimize airborne contamination. *Marine Pollution Bulletin*. 113(1-2):55-61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.07.050>.
- Vendel AL, Bessa F, Alves VEN, Amorim ALA, Patrício J, Palma ART. 2017. Widespread microplastic ingestion by fish assemblages in tropical estuaries subjected to anthropogenic pressures. *Marine Pollution Bulletin* 117(1-2):448-455. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.081>

Walkinshaw C, Lindeque PK, Thompson R, Tolhurst T, Cole M. 2020. Microplastic and seafood: lower trophic organisms at highest risk of contamination. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 190:110066. <http://doi:10.1016/j.ecoenv.2019.110066>

Wang F, Wong CS, Chen D, Lu X, Wang F, Zeng EY. 2018. Interaction of Toxic Chemicals with Microplastics: A Critical Review. *Water Research* 139:208-219. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.04.003>

Wayman C, Niemann H. 2021. The Fate Of Plastic In The Ocean Environment - A Mini review. *Environmental Science: Processes & Impacts* 23(2):198-212. <https://doi.org/10.1039/d0em00446d>

Wesch C, Elert AM, Wörner M, Braun U, Klein R, Paulus 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 SL, Thompson RC, Galloway TS. 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution* 178:483-492. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>



Esta obra está licenciada com uma *Licença Creative Commons Atribuição Não-Comercial 4.0 Internacional*.