

# MICROPLÁSTICOS EM PEIXES NA COSTA DO LITORAL DO PARANÁ E A SUA RELAÇÃO COM A PESCA ARTESANAL<sup>1</sup>

**Juliane Borges Pereira<sup>2</sup>; Luanna Kocota Kuntermann<sup>3</sup>; Suzane de Oliveira<sup>4</sup>; Diomar Augusto de Quadros<sup>5</sup>**

**GT: Análise Ambiental, Sustentabilidade e Conservação**

## Resumo

No Brasil, os peixes são importantes não só para economia de muitas cidades, mas possuem relevância no aspecto nutricional e na segurança alimentar de milhares de famílias que desempenham suas atividades em torno do pescado. É da pesca artesanal que provém a maioria dos peixes no Brasil e a presença de poluentes como os microplásticos (MPs) no oceano, chamam atenção para os problemas da poluição ambiental, tanto nos ambientes aquáticos como nos ambientes costeiros e levanta preocupações sobre os danos que estas partículas podem causar na biota. Este estudo verificou a presença de MPs, através da digestão química do trato gastrointestinal de três espécies de peixes de importância socioeconômica, que fazem parte da “Mistura” e são pescados de modo artesanal no município de Matinhos, litoral sul do Brasil. Como resultado obteve a presença de MPs nas três espécies, sendo as fibras transparentes e os fragmentos da cor azul os mais registrados. Esses dados corroboram com outros estudos que indicam a contaminação por essa partícula plástica na região costeira brasileira e sugere novos estudos em outras espécies com a finalidade de identificar os tipos de partículas e mapear as fontes de contaminação para colaborar com a mitigação desse grave problema ambiental.

**Palavras-chave:** Poluição Ambiental; Pesca Acompanhante; ODS 14; Segurança Alimentar.

---

<sup>1</sup> Parte desse trabalho faz parte da dissertação da primeira autora, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial Sustentável (PPGDTS)

<sup>2</sup> Mestra em Desenvolvimento Territorial Sustentável; Universidade Federal do Paraná (UFPR); Matinhos, Paraná, Brasil. E-mail: [julianepereira@ufpr.br](mailto:julianepereira@ufpr.br) ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4228-4879>

<sup>3</sup> Estudante do Curso de Ciências Ambientais/UFPR; Matinhos, Paraná, Brasil. E-mail: [luannaufprlitoral@outlook.com](mailto:luannaufprlitoral@outlook.com) ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0882-9379>

<sup>4</sup> Doutora em Sistemas Costeiros e Oceânicos; Professora; Curso de Saúde Coletiva/UFPR; Matinhos, Paraná, Brasil. E-mail: [suzane.oliveira@ufpr.br](mailto:suzane.oliveira@ufpr.br) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3616-3018>

<sup>5</sup> Doutor em Alimentos e Nutrição; Professor Titular; Curso de Tecnologia em Agroecologia e PPGDTS/UFPR. Matinhos, Paraná, Brasil. E-mail: [diomar@ufpr.br](mailto:diomar@ufpr.br) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0714-4077>

## 1 INTRODUÇÃO

O oceano é o maior ecossistema da Terra e abriga uma imensa diversidade de criaturas, ele desempenha funções vitais para o equilíbrio do planeta; como o armazenamento de carbono, a produção de mais da metade do oxigênio que respiramos e a estabilização do clima global. A vida marinha contribui para a saúde dos seres humanos, como fonte de alimentos e medicamentos, além disso o oceano gera bem-estar através de atividades recreativas, esportivas e culturais além de ser uma importante fonte de renda e emprego (Andrade *et al.*, 2022; Castro; Huber, 2012).

Mas devido ações antrópicas o oceano tem sofrido pressões, e seus ecossistemas e a sua vida marinha estão ameaçadas, seja pelos impactos das mudanças climáticas, pelas perdas de biodiversidade, pela ocupação desordenada de zonas costeiras ou pelo aumento significativo de despejo de lixo no mar (Brasil, 2018; UNEP, 2016). O lixo no mar é considerado um poluente universal e tem gerado uma preocupação ambiental global, pois é composto principalmente por plástico e sua principal entrada no oceano ocorre via fonte terrestre, principalmente devido ao descarte inadequado de resíduos sólidos (Barnes *et al.*, 2009; Turra *et al.*, 2020; UNEP, 2021).

O plástico pode permanecer por longos períodos no ambiente oceânico, isso decorre em razão da sua composição química, que o faz possuir características que fornecem durabilidade e fluutuabilidade, tornando esse material presente desde as zonas costeiras até o fundo do oceano (Gall; Thompson, 2015; UNEP, 2016). Como parte dessa poluição, destacam-se as partículas plásticas com tamanho inferior a 5 mm, que são denominadas de microplásticos (MPs); considerados um poluente emergente, são onipresentes, e devido ao seu tamanho diminuto, são facilmente dispersos e persistentes no ambiente (Martins; Pompêo, 2022; Queiroz, 2022). Estima-se que somente em águas superficiais marinhas hajam aproximadamente 35.540 toneladas de microplásticos (Eriksen, 2014).

Os MPs presentes no meio ambiente, estão cada vez mais biodisponíveis nos ambientes marinhos e zonas costeira, e podem interagir e ser ingeridos pela biota, provocando uma série de efeitos adversos nos níveis de organização biológica, desde alterações em comunidades ecológicas até danos em níveis orgânicos (Law; Thompson, 2014; Lusher; McHugh; Thompson, 2013; Ruijter *et al.*, 2020).

Diversos estudos sobre microplástico têm sido realizados no Brasil (Oliveira; Krelling; Turra, 2024; Possatto *et al.*, 2011; Miranda; Carvalho, 2016; Castro; Silva; Araujo, 2018), dispersos em diversas regiões e biomas. Esse fenômeno ocorre devido à

importância econômica e vasta extensão do litoral brasileiro. O Brasil, dentre seus 27 estados, 17 estão presentes nessa região, abrangendo cerca de 443 municípios litorâneos, dos quais 280 estão localizados de frente para o mar, fazendo com que mais de 25% da população brasileira resida nessas áreas, ocasionando forte pressão ao meio ambiente e aos recursos naturais que ali se encontram (IBGE, 2021; IPEA, 2019).

Nesse cenário de municípios litorâneos está Matinhos no litoral do estado do Paraná, uma cidade em ampla expansão de frente para o mar, localizada aproximadamente a 100 km da capital do estado e a 40 km do Porto de Paranaguá; o segundo maior porto do Brasil. A cidade está situada no Bioma da Mata Atlântica, onde aproximadamente 25,5% de seu território está em unidades de conservação de proteção integral e 5,3% em áreas de uso sustentável, além disso a cidade se encontra entre dois importantes estuários; o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e o Estuário de Guaratuba (IBGE, 2024; Ipardes, 2024; Paula; Pigosso; Wroblewski, 2018; Tiepolo; Denardin, 2019).

Matinhos possui uma população estimada de 41.416 habitantes e o turismo - principalmente o de segunda residência - é considerado como a principal atividade econômica da cidade. Mas a pesca artesanal tem um papel fundamental na dinâmica socioeconômica da cidade, pois no município encontra-se uma das maiores comunidades de pescadores artesanais do Sul do Brasil, com aproximadamente 300 pessoas, que têm na atividade pesqueira a principal fonte de renda para suas famílias (Abrahão; Tomazzoni, 2017; Afonso; Chaves, 2021; Andreoli, 2007).

Com a pesca artesanal sendo uma importante fonte de renda para comunidades locais, um grupo de pescados de baixo valor comercial, conhecidos como “Mistura” são capturados na região de Matinhos. São geralmente peixes de pequeno porte, vendidos por um baixo valor e que também servem de alimento para as famílias de pescadores (Quadros; Castro; Costa, 2016). Esses peixes normalmente são capturados acidentalmente na pesca de outros organismos de interesse comercial - principalmente na pesca de arrasto de camarão- essa captura acidental é conhecida como *Bycatch* ou fauna acompanhante e pode ocasionar descarte e morte prematura dessas espécies (Santos; Cattani; Spach, 2016; Vasconcelos Filho *et al.*, 2024).

Os pescados são importantes fontes de proteína e de renda para as comunidades de pesca artesanal e as espécies que fazem parte da “Mistura” podem estar ameaçadas, tanto pelo tipo de pesca ao qual são submetidas, tanto pela ingestão de poluentes como os MPs (Mustafa; Al-Rudainy; Salman, 2024). Por tanto, este trabalho teve o objetivo obter informações sobre a contaminação ambiental por MPs na costa do litoral do Paraná, através

da análise da verificação de presença de MPs no trato gastrointestinal (TGI) nas espécies de peixes de importância socioeconômica; *Menticirrhus americanus*, *Menticirrhus littoralis* e *Larimus breviceps*, pescados e comercializados no município de Matinhos.

Para refletir sobre a problemática da contaminação ambiental gerada por MPs na costa do litoral paranaense e a relação com os peixes de importância socioeconômica, além da introdução, esse artigo possui seções que abordam os seguintes temas: A questão ambiental e seus desdobramentos para a promoção do uso sustentável dos oceanos e dos recursos marinhos-ODS -14 e a na Década do Oceano; O plástico como principal poluidor dos oceanos; Os MPs e os peixes; A pesca artesanal e os peixes de importância socioeconômica e Microplásticos em TGI de peixes.

Durante a preparação do manuscrito, os autores utilizaram o assistente ChatGPT para melhoria do texto em termos de clareza, fluidez e impacto comunicativo.

Para avaliar a contaminação por MPs, os peixes foram adquiridos no Mercado Municipal de Pescados, no município de Matinhos/PR, diretamente com os pescadores artesanais, entre os meses novembro e dezembro de 2023. O estudo e as espécimes avaliadas foram cadastradas no Sistema Nacional de Gestão de Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen), sob o número A60D238.

No total foram avaliados 101 trato gastrointestinal (TGI) das espécies *Menticirrhus americanus* (n=35), *Menticirrhus littoralis* (n=32) e *Larimus breviceps* (n=34). Os peixes foram dissecados com o uso de um bisturi, o conteúdo do TGI foi pesado em balança analítica e colocado em *Erlenmeyer* de 250 ml. Para a digestão dos tecidos orgânicos foi acrescido em cada amostra, o reagente hidróxido de potássio (KOH) a 10% (com um volume de 10% de solução em relação ao peso do TGI). O conteúdo permaneceu pelo período de 48hs, em uma incubadora Shaker, a 40 °C em 90 rpm e antes de ser adicionado em um funil de separação por densidade, foi submetido a uma pré-filtragem em peneira de aço inox de 1 mm, separado em placas de Petri e deixado em estufa a 30°C até o tempo de secagem.

A primeira etapa de separação foi realizada após 4 horas de decantação. O sobrenadante foi separado e reservado, e para a separação por densidade, no material decantado foi acrescido um volume de 10 ml de iodeto de potássio (KI) a 50%. Após 4 horas de nova decantação, o sobrenadante foi separado e adicionado ao primeiro sobrenadante separado, em seguida foi submetido a filtração à vácuo em filtro de fibra de vidro GF/3F, conforme metodologias adaptadas de Karami *et al.* (2017) e Machado *et al.* (2021).

No processo de identificação e quantificação visual dos MPs, foi utilizado um estereoscópio binocular de aumento (40x) e o teste da agulha quente foi realizado em casos onde não era possível diferenciar os MPs de outros materiais. As partículas plásticas foram categorizadas conforme a sua morfologia em fibras e fragmentos e pelas cores encontradas (Gesamp, 2019; Gorokhova, 2015; Shim; Hong; Soeum, 2017).

Os dados foram analisados qualitativamente e quantitativamente. Os parâmetros biométricos dos peixes e dados de MPs foram avaliados através de estatística descritiva e foi realizada a correlação de Pearson, com nível de significância menor que 0,05.

## **2 A QUESTÃO AMBIENTAL E SEUS DESDOBRAMENTOS PARA A PROMOÇÃO DO USO SUSTENTÁVEL DOS OCEANOS E DOS RECURSOS MARINHOS – ODS 14 E A DÉCADA DO OCEANO**

Com o domínio crescente do capital financeiro ocidental em busca de um acelerado crescimento econômico; intensificando os processos de extração, de produção e de consumo e com o aumento exponencial da população mundial, a crise ambiental torna-se particularmente evidente a partir da década de 1960. Nesse contexto, o livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, provoca um impacto profundo no pensamento ambiental, contribuindo para a consolidação da consciência ecológica e o aparecimento de diversos movimentos da sociedade com o objetivo de refletir, debater e propor soluções para as questões ambientais do planeta (Leff, 2011; Sachs, 2002; Silvestre, 2013).

A partir desse momento, surgem discussões de um outro modo de desenvolvimento, voltado para um modelo endógeno, capaz de ser autossuficiente e que esteja em harmonia com a natureza. Chamado de Ecodesenvolvimento e posteriormente de Desenvolvimento Sustentável, esse modelo compreende que não apenas os fatores ambientais e econômicos devem ser considerados, mas os aspectos sociais, culturais e espaciais devem caminhar de forma integrada e harmônica (Leff, 2011; Sachs, 2002).

Após diversas conferências mundiais que ocorreram dos anos 1970 a 2000, que tiveram como pauta o Meio Ambiente e o Mar (Mattos, 2014; Mota *et al.*, 2008), os países-membros integrantes da Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU), assinam em setembro de 2015 o documento intitulado “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”. Seu documento contém um conjunto de metas globais organizadas em 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 69 metas, que objetivam orientar a criação e implementação de

políticas públicas que sejam capazes de auxiliar os países na condução rumo ao desenvolvimento sustentável (Brasil, 2016; Roma, 2019).

A Agenda 2030 apresenta a preocupação com o esgotamento dos recursos naturais, com as mudanças climáticas e com o aumento da temperatura global e todos os impactos que esses fatores podem ocasionar, principalmente em países costeiros. Os ODS representam o eixo central da Agenda orientando as ações nas dimensões econômica, social e ambiental, e sabendo que o oceano é de grande importância para a manutenção da vida em todo o planeta, o ODS- 14 “Vida na Água: Conservação e Uso Sustentável dos Oceanos, dos Mares e dos Recursos Marinhos para o Desenvolvimento Sustentável” é um tema contemporâneo, que aborda a sustentabilidade ambiental, sendo de grande importância para a agenda global oceânica (Andrade *et al.*, 2023; Brasil, 2016; Ipea, 2019).

O ODS 14, possui 10 metas globais e após análise da Comissão Nacional dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, concluiu-se que estas metas são aplicáveis para a realidade brasileira. Conforme Brasil (2016), as metas são:

- 14.1 até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutriente;

- 14.2 até 2020, gerir de forma sustentável e proteger os ecossistemas marinhos e costeiros para evitar impactos adversos significativos, inclusive por meio do reforço da sua capacidade de resiliência, e tomar medidas para a sua restauração, a fim de assegurar oceanos saudáveis e produtivos;

- 14.3 minimizar e enfrentar os impactos da acidificação dos oceanos, inclusive por meio do reforço da cooperação científica em todos os níveis;

- 14.4 até 2020, efetivamente regular a coleta, e acabar com a sobrepesca, ilegal, não reportada e não regulamentada e as práticas de pesca destrutivas, e implementar planos de gestão com base científica, para restaurar populações de peixes no menor tempo possível, pelo menos a níveis que possam produzir rendimento máximo sustentável, como determinado por suas características biológicas;

- 14.5 até 2020, conservar pelo menos 10% das zonas costeiras e marinhas, de acordo com a legislação nacional e internacional, e com base na melhor informação científica disponível;

- 14.6 até 2020, proibir certas formas de subsídios à pesca, que contribuem para a sobrecapacidade e a sobrepesca, e eliminar os subsídios que contribuam para a pesca

ilegal, não reportada e não regulamentada, e abster-se de introduzir novos subsídios como estes, reconhecendo que o tratamento especial e diferenciado adequado e eficaz para os países em desenvolvimento e os países de menor desenvolvimento relativo deve ser parte integrante da negociação sobre subsídios à pesca da Organização Mundial do Comércio;

- 14.7 até 2030, aumentar os benefícios econômicos para os pequenos Estados insulares em desenvolvimento e os países de menor desenvolvimento relativo, a partir do uso sustentável dos recursos marinhos, inclusive por meio de uma gestão sustentável da pesca, aquicultura e do turismo;

- 14.a aumentar o conhecimento científico, desenvolver capacidades de pesquisa e transferir tecnologia marinha, tendo em conta os critérios e as orientações sobre a Transferência de Tecnologia Marinha da Comissão Oceanográfica Intergovernamental, a fim de melhorar a saúde dos oceanos e aumentar a contribuição da biodiversidade marinha para o desenvolvimento dos países em desenvolvimento, em particular os pequenos Estados insulares em desenvolvimento e os países de menor desenvolvimento relativo;

- 14.b proporcionar o acesso dos pescadores artesanais de pequena escala aos recursos marinhos e mercados;

- 14.c assegurar a conservação e o uso sustentável dos oceanos e seus recursos pela implementação do direito internacional, como refletido na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, que provê o arcabouço legal para a conservação e utilização sustentável dos oceanos e dos seus recursos, conforme registrado no parágrafo 158 do Futuro Que Queremos.

O Brasil tem encontrado muitos desafios para implementar o compromisso assumido perante a cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável e em relação ao ODS 14 há problemas orçamentários, de falta de pessoal qualificado e problemas complexos de execução das metas propostas, que foram ainda mais prejudicados pelo Governo Federal no ano de 2019 ao decretar a extinção de centenas de colegiados da administração públicas, que eram instâncias essenciais para a articulação e desenvolvimento de políticas públicas (IPEA, 2019).

Com o objetivo de contribuir com a Agenda 2030 e intensificar os esforços para o alcance das metas do ODS 14, que envolvem a redução da poluição marinha, a proteção e restauração dos ecossistemas marinhos, o combate à acidificação dos oceanos e a promoção de atividades pesqueiras sustentáveis, bem como promover a ciência oceânica

e fortalecer a cooperação internacional para a conservação, restauração e uso sustentável dos oceanos, a ONU proclamou, em 2017, a Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, conhecida como Década do Oceano, a ser realizada entre os anos de 2021 e 2030 (Christofoletti *et al.*, 2021; Turra, 2021; Unesco, 2019).

A Década do Oceano tem como propósito a interação entre ciência e política, juntamente com o engajamento da sociedade para promoção de uma gestão sustentável dos oceanos e das zonas costeiras e pretende alcançar como resultados; i) um oceano limpo, onde as fontes de poluição sejam identificadas e removidas), ii) um oceano seguro, para as pessoas e para seus meios de subsistência; iii) um oceano saudável e resiliente, com os ecossistemas marinhos mapeados e protegidos; iv) um oceano produtivo e com exploração sustentável, que garanta a provisão de alimentos; v) um oceano previsível, para que a sociedade compreenda as condições oceânicas presentes e futuras; vi) um oceano transparente, com informações abertas e vii) um oceano inspirador e envolvente, para que a sociedade compreenda e valorize sua relação com o bem-estar e o desenvolvimento sustentável (Brasil, 2022; Unesco, 2019).

A Comissão Oceanográfica Internacional (COI) da Unesco coordena esforços entre os Estados-membros da ONU para promover ciência e serviços oceânicos globais, como observação do oceano, alertas de tsunamis e planejamento espacial marinho (Unesco, 2019). No Brasil, o Plano Nacional da Década da Ciência Oceânica foi elaborado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) com apoio do Comitê de Assessoramento, visando fortalecer a ciência oceânica no país, o Comitê promove articulações entre instituições e grupos estratégicos, ampliando debates e ações em prol dos objetivos da Década (Brasil, 2022; Xavier; Leonel; Turra, 2022).

Na primeira Avaliação Global Integrada das Nações Unidas sobre o ambiente marinho a conclusão foi que grande parte dos oceanos se encontra seriamente degradada e com a perspectiva do aumento da população mundial para 9 bilhões até o ano de 2050, será necessário um conhecimento científico efetivo para minimizar o impacto das atividades humanas nos oceanos, com isso será possível encontrar soluções que entendam as mudanças que ocorrem nos oceanos e recuperar a saúde dos mesmos (UNESCO, 2019).

### 3 O PLÁSTICO COMO PRINCIPAL POLUIDOR DOS OCEANOS

Para se obter um oceano limpo, uma das ações necessárias é conhecer e combater suas fontes de poluição. Em relação ao Brasil, cabe destacar que o país está entre os maiores produtores e poluidores de plástico no mundo, este último decorrente de uma incapacidade de reciclagem eficiente e pouca ou nenhuma política pública dos municípios brasileiros referente a coleta seletiva e a reciclagem, tornando a gestão de resíduos sólidos inadequada, o que faz dela ser a principal causadora da poluição plástica no país (Brasil, 2019; Magno 2024; Polli, 2024; Sodr e *et al.*, 2023).

Para Machado; Oliveira (2019), no que diz respeito a gestão de resíduos no Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei n  12.305/2010, representa um avanço nas políticas públicas ao estabelecer um marco regulatório, no entanto, a implementa o de a o es efetivas para mitigar os impactos dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) ainda é limitada, em razão da escassez de recursos, falta de planejamento, deficiência na regula o e fiscaliza o, descontinuidade política e ausência de educa o ambiental.

No estado do Paraná (PR), a partir da Lei 20.607/2021 foi sancionado o Plano Estadual de Resíduos Sólidos, responsável em auxiliar os processos de planejamento da gestão dos resíduos sólidos nos municípios do Estado, orientando e regulamentando as políticas públicas municipais (Paraná, 2021). No que diz respeito aos municípios situados no litoral paranaense, no último relatório disponível sobre a situa o da disposi o final dos RSU-PR, os dados apontam que 42,9% dos RSU gerados têm como destina o final áreas irregulares (aterros controlado e lixão) e 57,1% destinam os resíduos em aterros sanitários licenciados (IAP, 2017).

Em um estudo referente a gestão de resíduos sólidos nos municípios do litoral do Paraná e a sua rela o com o lixo nas praias, os autores Cunha; Krelling; Costa (2024), observaram que os gestores municipais ainda encontram muitas dificuldades em resolver as questões referentes ao lixo, já que identificam esse problema como transfronteiriço, pois indicam que parte do lixo que chega ao mar vem de outros municípios e de embarca es comerciais.

Quando descartados em lixões, terrenos baldios, áreas verdes ou cursos d'água, os RSU podem contaminar solos e águas e devido à conectividade dos sistemas por bacias hidrográficas e linhas costeiras, esses resíduos podem alcançar o oceano,

configurando o chamado lixo no mar, no qual o plástico é o principal material encontrado (Alencar *et al.*, 2022; PEMALM, 2021; UNEP, 2016).

O plástico está presente em quase tudo que é produzido e consumido, é um material de baixo custo e com alta versatilidade, advindo em sua grande maioria do petróleo, além do gás natural e fontes renováveis como o etanol, é um polímero formado por grandes cadeias moleculares, com estruturas químicas de alto peso molecular e por aditivos químicos como estabilizantes, corantes e plastificantes, que fazem esse material um dos maiores poluidores ambientais do planeta (Abiplast, 2024; Olivatto *et al.*, 2018; Waldman; Rillig, 2020).

Cada polímero possui uma característica e uma aplicação específica, a seguir encontram-se os mais produzidos no mundo e algumas de suas aplicações: i) polipropileno (PP): usado em embalagens de alimento, autopeças, ii) polietileno de baixa densidade (PEBD): utilizado em embalagens de alimentos, produtos de higiene, iii) polietileno de alta densidade (PEAD): utilizado em recipientes para produtos de limpeza, utensílios domésticos e autopeças, iv) policloreto de vinila (PVC): utilizados em tubulações, embalagens de produtos de higiene, cabos elétricos, v) o tereftalato de polietileno (PET): usado para confecção de roupas em fibras de poliéster, fios para tecelagem, embalagens de água e refrigerante, vi) poliestireno (PS): usado em embalagens de cosméticos, embalagens de alimentos, copos, pratos, talheres descartáveis e eletrodomésticos e a poliamida (PA): utilizada na indústria têxtil, eletrônica e alimentícia (Olivatto *et al.*, 2018, Queiroz, 2022).

No ambiente, a transformação do plástico ocorre por fatores como degradação, intemperismo e envelhecimento, essas ações são capazes de afetar as propriedades químicas e físicas dos polímeros tornando-os quebradiços, hidrofílicos e opacos, como resultado dessa ação surgem fragmentos de plásticos maiores e os microplásticos, neste caso classificados como MPs secundários, já os microplásticos primários são as micropartículas plásticas fabricadas para diferentes fins, como as microesferas, as fibras e os pellets (Gesamp, 2015; Horton *et al.*, 2017; Waldman; Rillig, 2020).

Definidos como partículas plásticas com tamanho menor de 5 mm de diâmetro, os MPs dispersam-se facilmente pelos ambientes aquático, terrestre e atmosférico, aumentando sua biodisponibilidade e alcançando uma ampla variedade de organismos (GESAMP, 2019; Law; Thompson, 2014; Ma *et al.*, 2020). Ao serem ingeridos ou adsorvidos por animais, os MPs podem provocar causar diferentes danos variando conforme a concentração presente no organismo (Ruijter *et al.*, 2020).

Por serem contaminantes multidimensionais, avaliar os reais danos e riscos que os MPs podem causar na biota não é uma tarefa fácil, pois a toxicidade de cada partícula é influenciada pela sua composição química, seu tipo de polímero, sua forma e estrutura. E mesmo com essas dificuldades, muitos estudos já apontam os efeitos que os MPs vêm causando em diferentes animais, efeitos físicos e fisiológicos (Browne; Galloway; Thompson, 2007; Bucci; Rochman, 2022; Casillas *et al.*, 2023; Kwak; Rhee; An, 2024).

#### 4 OS MPs E OS PEIXES

Nos ambientes aquáticos os MPs estão sendo cada vez mais relatados, sua concentração está relacionada com a densidade populacional, com a má gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU); como a falta de coleta ou a deposição dos rejeitos em ambientes inadequados e com as águas residuais, pois são delas que advém principalmente as fibras derivadas de lavagens de roupas (Browne *et al.*, 2011; Chen *et al.*, 2020). No Brasil, cerca de 50% das águas residuais que são lançadas nos sistemas de água doce não são tratadas, o que faz com que a descarga desse material seja a principal poluidora dos ambientes aquáticos, que têm como destino final o oceano (Ana, 2017; Sodré *et al.*, 2023; Vargas *et al.*, 2022).

Os MPs não chegam no ambiente marinho somente pelo transporte das águas doces, as atividades humanas nas regiões costeiras, a pesca, o turismo, o transporte marítimo e os eventos naturais como ventos, chuvas e marés são também causadores dessa poluição ambiental (Fernandes *et al.*, 2022, Iwanicki, 2024). Juntamente com outros materiais, os MPs fazem parte do lixo no mar, mas pelo seu diminuto tamanho a sua presença é praticamente imperceptível, o que o faz ser ingerido facilmente por qualquer criatura marinha (GESAMP, 2019; Turra *et al.*, 2020).

Desde a década de 1970 há relatos da ingestão de partículas plásticas diminutas por peixes (Carpenter *et al.*, 1972), desde então, em diferentes partes do mundo a presença destas partículas em peixes tanto de ambientes de águas doce como de ambientes marinho, vem sido relatada, confirmando que esse é um problema ambiental emergente (Law; Thompson, 2014; Nunes *et al.*, 2021; Possatto *et al.*, 2011; Ríos *et al.*, 2022).

Diante do crescente número de evidências da presença de MPs nos ambientes aquáticos e na sua biota, a comunidade científica passou a investigar mais intensamente os potenciais impactos dessa contaminação. O termo microplásticos foi utilizado pela

primeira vez no ano de 2004 em um artigo científico e no ano de 2009, a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) oficializou sua definição como fragmentos plásticos com tamanho inferior a 5 mm (Arthur; Baker; Bamford, 2009; GESAMP, 2009; Thompson *et al.*, 2004).

Nos ambientes aquáticos os MPs ficam disponíveis e também podem se misturar com os alimentos habituais da fauna presente, o que faz com que os peixes consumam esse poluente durante sua alimentação habitual, seja de maneira acidental ou até mesmo proposital (pois esse material pode ser confundido com alimento), além disso os peixes também podem consumir os MPs indiretamente ao se alimentarem de outros animais menores contaminados por essas partículas (Dantas *et al.*, 2020, Smith *et al.*, 2022).

Entre os impactos mais comuns observados em organismos aquáticos estão os danos físicos, como obstrução do trato digestivo, sufocamento e estresse, que podem levar à sensação de saciedade e conseqüentemente a redução na ingestão de alimentos. Há também os efeitos fisiológicos, que resultam em grande parte da liberação de aditivos químicos presentes nos plásticos, como estabilizantes, corantes e plastificantes, podendo causar alterações hormonais, distúrbios reprodutivos, interferências no crescimento e na produção de enzimas (Montagner *et al.*, 2021; Straub; Hirsh; Burkhardt-Holm, 2017).

Pode ocorrer uma bioacumulação de MPs tanto no intestino como nas brânquias dos peixes e através do sistema circulatório, os MPs podem migrar para outros órgãos e ocasionar efeitos tóxicos como alterações hormonais, de crescimento de reprodutividade e alterações imunológicas (Belo *et al.*, 2021; Ghosh, 2025; Jo *et al.*, 2025). Além de liberarem compostos químicos nocivos, os MPs podem capturar e transportar poluentes orgânicos persistentes (POPs), adsorvendo e absorvendo metais pesados e produtos químicos (Bakir; Rowland; Thompson, 2014; Brennecke *et al.*, 2016).

Ao serem expostos a alterações ambientais que causam impacto e apresentarem mudanças tanto fisiológicas, morfológicas e ecológicas, os peixes são considerados como bons organismos para avaliar impactos ambientais (Lizama *et al.*, 2022; Pinto; Marques; Santos, 2020). Para Martins *et al.* (2022) ao analisar os indicadores ambientais em níveis tróficos diferentes há uma melhor compreensão dos potenciais efeitos de bioacumulação de produtos danosos nos organismos o que permite avaliar os efeitos nocivos causados em toda uma cadeia trófica de um ecossistema.

Ao analisar a presença de MPs nos peixes, além dessas espécies serem utilizadas como um organismo sentinela para verificar a qualidade ambiental do

ambiente que fazem parte, o biomonitoramento permite analisar ao longo do tempo os poluentes biodisponíveis e seus efeitos tóxicos que a ingestão de MPs pode acarretar (Fossi *et al.*, 2018; Kiliç; Yücel, 2022).

## 5 A PESCA ARTESANAL E OS PEIXES DE IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA

As espécies de peixes selecionadas para esse estudo, são provenientes da pesca artesanal realizadas pelos membros da Colônia de Pescadores Artesanais Z4, do município de Matinhos. Criada no ano de 1966 a Colônia é composta por aproximadamente 300 pessoas, em que a grande maioria são famílias locais que possuem a tradição da pesca artesanal. As atividades de pesca são realizadas pelos homens, enquanto as mulheres, são encarregadas pela limpeza e venda dos pescados (Afonso; Chaves, 2021; Costa; Murata, 2015).

No litoral do Paraná a pesca é considerada artesanal, de pequena escala e os petrechos mais utilizados são as redes de emalhe (Afonso; Chaves, 2021). Para Mendonça *et al.* (2017, p. 140) “a pesca no litoral paranaense constitui atividade tradicional de grande importância econômica e sociocultural, envolvendo um elevado número de pescadores de origem caiçara e açoriana, que tem a pesca como base de sua economia familiar”.

A pesca artesanal possui um papel fundamental na economia do Brasil, pois é dela que resulta a maioria do pescado comercializado no mercado nacional, gera milhares de trabalho direto e indireto e ainda é responsável em ser fonte direta de alimento - que se destaca nutricionalmente em relação à quantidade e qualidade de proteínas, vitaminas e minerais - para as famílias envolvidas na atividade pesqueira (Oliveira; Silva, 2012; Sartori; Amancio, 2012; Silva, 2014).

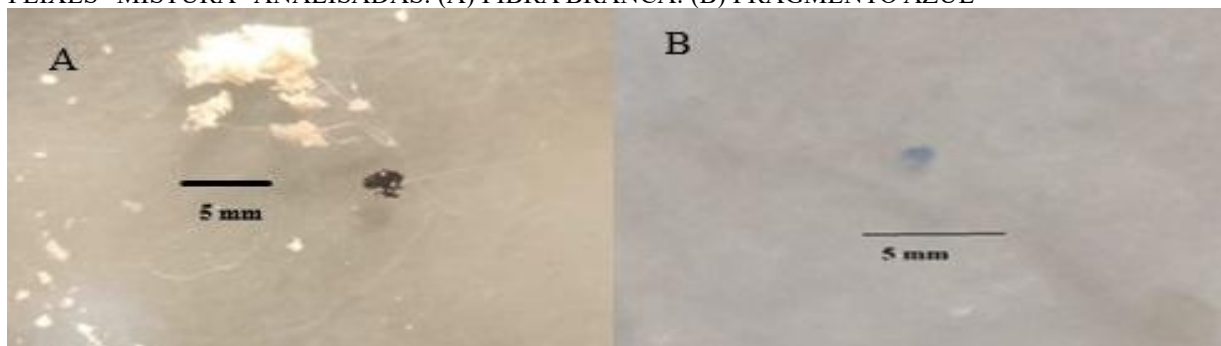
## 6 MICROPLÁSTICOS EM TGI DE PEIXES

Os peixes conhecidos como “Mistura” adquiridos no Mercado de Peixe de Marinhos, apresentaram em seu TGI, a presença de MPs. A maior frequência de ocorrência (FO) observada foi na espécie *Menticirrhus littoralis* (FO = 90,6%), seguida de *Larimus breviceps* (FO = 73,5%) e *Menticirrhus americanus* (FO = 62,9%). Os peixes avaliados no estudo, apresentaram diferentes valores biométricos. A *M. littoralis* foi a espécie com o maior comprimento, peso e peso do TGI (médios), também foi a espécie

que apresentou a maior FO de MPs. Esse resultado pode estar relacionado devido ao seu maior porte, pois geralmente espécies maiores podem apresentar taxas energéticas mais altas e necessidade de se alimentarem mais. Além disso, espécies maiores podem estar em posições tróficas mais altas e ficarem mais sujeitas a bioacumulação (Costa *et al.*, 2023; Andrade *et al.*, 2019).

Em relação aos tipos de MPs observados as fibras foram as mais presentes, representando 92,7 % e os fragmentos um total de 7,3%. Em relação as cores, as fibras transparentes foram as mais encontradas nas três espécies, e os fragmentos azuis, os mais encontrados. Na Figura 1 pode ser observado os detritos plásticos encontrados na análise de TGI das espécies analisadas. Tanto a fibras transparentes como os fragmentos azuis encontrados em maior quantidade, podem estar relacionados a uma maior disponibilidade desse material no ambiente, esse resultado se assemelha ao resultado encontrado por Oliveira; Krelling; Turra (2024), onde identificaram a predominância de fibras transparentes e fragmentos azuis nas ostras analisadas no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP). Muitas vezes as fibras transparentes estão relacionadas com material de origem têxtil (advindos na grande maioria por efluentes de água) e com as redes de pesca (Browne *et al.*, 2011).

FIGURA 1: DETRITOS PLÁSTICOS ENCONTRADOS EM ANÁLISE DE TGI DAS ESPÉCIES DE PEIXES “MISTURA” ANALISADAS: (A) FIBRA BRANCA: (B) FRAGMENTO AZUL



Fonte: Os autores (2025).

Confirmar a presença de MPs nos ambientes marinhos e nos organismos presentes é essencial para monitorar e controlar as fontes de poluição plástica que alcançam o oceano. A identificação e quantificação desse poluente em peixes, não apenas pode auxiliar na avaliação dos possíveis impactos ecológicos e fisiológicos nos organismos aquáticos, mas também fornecer subsídios importantes para futuras análises de risco

ambiental. Além disso, MPs continuam sendo produzidos e inseridos acidentalmente no meio ambiente, e a interação com a biota pode impactar na segurança alimentar.

## 5 CONCLUSÃO

A produção, o consumo e o descarte inadequado de materiais plásticos continuam em patamares crescentes no mundo todo, e o Brasil, além de ser um grande produtor de plástico se destaca também como um grande poluidor deste polímero. Sem ações que possam interromper ou mitigar a poluição causada pelo plástico, os resíduos continuarão chegando nos ambientes aquáticos e zonas costeiras e o lixo no mar persistirá no oceano, como consequência os microplásticos estarão mais disponíveis para um número cada vez maior de organismos marinhos, causando impactos ainda imensuráveis ao longo do tempo. Por ser um problema complexo, cabe aos diferentes setores da sociedade assumir o compromisso do combate ao lixo no mar e implementar as ações e políticas já estabelecidas pelas diferentes organizações e órgãos governamentais. A seguir, algumas ações fundamentais para o fortalecimento da Agenda Oceânica: i) Instituir plenamente a Política Nacional de Resíduos Sólidos; ii) divulgar e implementar as metas estabelecidas do ODS 14 para também alcançar os resultados pretendidos com a Década do Oceano; iii) divulgar e implementar a economia circular; iv) pressionar os governos para efetivação do Tratado Global de Plástico e v) incentivar e promover a pesquisa científica - que é fundamental no fornecimento de informações e soluções dos problemas relacionados ao lixo no mar.

As espécies analisadas neste estudo possuem importância socioeconômica no município de Matinhos, são peixes explorados, consumidos e comercializados pelos pescadores artesanais durante praticamente todo o ano e através da análise de seus TGI constatamos que as três espécies estudadas, estão contaminadas por MPs. Os resultados apresentados questionam a qualidade ambiental do litoral paranaense, a qualidade e produtividade dos recursos pesqueiros e interrogam sobre a segurança alimentar da população local. Sugerimos que novas pesquisas de verificação de presença de MPs e da composição química das partículas encontradas, sejam realizadas, tanto nestas espécies estudadas como em outras, com a finalidade de contribuir no mapeamento das fontes de entrada desse poluente e propor ações eficazes para sua mitigação.

## Referências

ABIPLAST. Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Conceitos básicos sobre material plástico**. Disponível em: <https://docplayer.com.br/3622580-Conceitos-basicos-sobre-materiais-plasticos.html> Acesso em: 15 jan. 2024.

ABRAHÃO, C. M. de S.; TOMAZZONI, E. L. Turismo de segundas residências: análise dos conflitos territoriais no destino de Matinhos (Litoral do Paraná, Brasil). *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v. 6, n. 1, jan. /abr. 2017.

AFONSO, M. G.; CHAVES, P. de T. da C. Pesca de emalhe e conservação de recursos pesqueiros: um estudo de caso no litoral sul do Brasil. *Revista CEPSUL - Biodiversidade e Conservação Marinha*, v. 10, 2021.

ALENCAR, M. V.; GIMENEZ, B. G.; SASAHARA, C.; ELLIFF, C. I.; RODRIGUES, L. S. R.; CONTI, L. A.; DIAS, S. L. F. D.; CETRULO, T. B. C.; SCRICH, V. M.; TURRA, A. How far are we from robust estimates of plastic litter leakage to the environment? *Journal of Environmental Management*, v. 323, dez, 2022.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas** / Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2017.

ANDRADE, I. DE O.; HILLEBRAND, G. R. L.; SANTOS, T.; MONT'ALVERNE, T. C. F.; CARVALHO, A. B. **PIB do mar brasileiro, motivações sociais, econômicas e ambientais para sua mensuração e seu monitoramento**. Texto para discussão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Rio de Janeiro: IPEA, 2022.

ANDRADE, M. C.; WINEMILLER, K. O.; BARBOSA, P. S.; FORTUNATI, AL.; CHELAZZI, D.; CINCINELLI, A.; GIARRIZZO, T. First account of plastic pollution impacting freshwater fishes in the Amazon: Ingestion of plastic debris by piranhas and other serrasalmids with diverse feeding habits. *Environmental Pollution*, v.244, p. 766-773, 2019.

ANDREOLI, V. M. **Natureza e pesca: um estudo sobre os pescadores artesanais de Matinhos** Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Programa de Pós-graduação em Sociologia, Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes, UFPR, 2007.

ANDRIGUETTO-FILHO, J. M.; CHAVES, T. Diagnóstico da pesca no litoral do Paraná. *In: ISAAC, V. J.; MARTINS, A. S.; HAIMOVICI, M.; ANDRIGUETTO-FILHO, J. M. (Orgs.). A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais*. Belém: Editora Universitária UFPA, 2006.

ARTHUR C.; J. BAKER; H. BAMFORD **Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris**. NOAA, 2009.

BAKIR, A.; ROWLAND, S. J.; THOMPSON, R. C. Transport of persistent organic pollutants by microplastics in estuarine conditions. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 140, p. 14–21, 2014.

BARBIERI, Y. C. C. **Caracterização cristalográfica e morfométrica do otólito de *Larimus breviceps***. 2021. 35 f. TCC (Bacharelado em Oceanografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2021.

BARLETTA, M.; AMARAL, C. S.; CORRÊA, M. F. M.; GUEBERT, F.; DANTAS, D. V.; LORENZI, L.; SAINT-PAUL, U. Factors affecting seasonal variations in demersal fish assemblages at an ecocline in a tropical-subtropical estuary. **Journal of Fish Biology**, v. 73, p. 1314-1336, 2008.

BARNES, D. K. A.; GALGANI, F.; THOMPSON, R. C.; BARLAZ, M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, p. 1985-1998, 2009.

BELO, I. C. B.; ANDRADE, B. N. P. de; MIRANDA, J. P. A.; DRUMOND, P. C. Microplásticos, seus impactos no ambiente e maneiras biodegradáveis de substituição. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 02, p. 214 - 228, 2021.

BERNARDO, C.; SPACH, H. L.; JUNIOR, R. S.; STOIEV, S. B.; CATTANI, A. P. A captura incidental de ctenídeos em arrasto experimental com rede-de-portas utilizada na pesca do camarão-sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri*, no estado do Paraná, Brasil. **Arq. Ciên. Mar, Fortaleza**, v. 44, n. 2, p. 98-105, 2011.

BESSA, E.; SANTOS, F. B.; POMBO, M.; DENADAI, M.; FONSECA, M.; TURRA, A. Population ecology, life history and diet of the shorthead drum *Larimus breviceps* in a tropical bight in southeastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 94, n. 3, p. 615-622, 2013.

BIGARELLA, J. J. **Matinho: homem e terra: reminiscências...** 3. ed. ampl. Curitiba: Fundação Cultural de Curitiba, 2009.

BRASIL. **Plano de ação em ciência, tecnologia e inovação para oceanos**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2018.

BRASIL- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda nacional de qualidade ambiental urbana: plano de combate ao lixo no mar**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial, Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro. Brasília, DF., 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES. **Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**, 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. **Plano Nacional de Implementação da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável**. Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030), 2022.

BRENNECKE, D.; DUARTE, B.; PAIVA, F.; CAÇADOR, I.; CANNING-CLODE, J. Microplastics as vector for heavy metal contamination from the marine environment. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 178, p. 189–195, 2016.

BROWNE, M. A.; CRUMP, P.; NIVEN, S. J.; TEUTEN, E.; TONKIN, A.; GALLOWAY, T.; THOMPSON, R. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. **Environmental Science and Technology**, v. 45, p. 9175-9179, 2011.

BROWNE, M. A.; GALLOWAY, T.; THOMPSON, R. Microplastic – An emerging contaminant of potential concern? **Integrated environmental assessment and management**, v. 3, p. 559-561, 2007.

BUCCI, K.; ROCHMAN, C. Microplastics: a multidimensional contaminant requires a multidimensional framework for assessing risk. **Microplastics and Nanoplastics**, v. 2, p. 2-9, 2022.

CARPENTER, E. J.; ANDERSON, S. J.; HARVEY, G. R.; MIKLAS, H. P.; PECK, B. B. Polystyrene spherules in coastal waters. **Science**, v. 178, p. 749-750, 1972.

CASILLAS, G.; HUBBARD, B. C.; TELFER, J.; ZARATE-BERMUDEZ, M.; MUIANGA, C.; ZARUS, G. M.; CARROLL, Y.; ELLIS, A.; HUNTER, C. M. Microplastics scoping review of environmental and human exposure data. **Microplastics**, v. 2, p. 78–92, 2023.

CASTRO, P.; HUBER M.E. **Biologia Marinha**. AMGH Editora Ltda. 8ª ed., 2012.

CASTRO, R.O., SILVA, M.L. da; ARAÚJO, F.V. Review on microplastic studies in Brazilian aquatic ecosystems. **Ocean and Coastal Management**, v.165, p. 385–400, 2018.

COMELLI, F. A. de M. **Composição da dieta de *Larimus breviceps* (Cuvier, 1830) (Perciformes – Sciaenidae) na região costeira do estado de São Paulo**. 2000. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

CORRÊA, M. F. M.; VIANNA, M. S. Catálogo de otólitos de Sciaenidae (Osteichthyes-perciformes) do litoral do estado do Paraná, Brasil. **Nerítica, Curitiba**, v. 7, p. 13-41, 1993.

COSTA, A. C. G.; MURATA, A. T. Discurso de atores sociais frente o uso e acesso aos bens naturais: o caso dos pescadores artesanais de Matinhos, Paraná. **Revista Geosp: Espaço e Tempo**, v. 19, n. 3, 2015.

COSTA, I. D. da; COSTA, L. L.; CORDEIRO, C. A. M. M.; ZALMON, I. R. Ecological traits do not predict the uptake of microplastics by fishes in a neotropical river. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, p. 94850-94864, 2023.

CHRISTOFOLETTI, R. A. *et al.* A década da ciência oceânica para o desenvolvimento sustentável. E eu com isso? **Revista Ciência e Cultura**, vol. 73, n.2. São Paulo abr./jun. 2021.

CUNHA, E. J. N. S.; KRELLING, A. P.; COSTA, M. F. Desafios e perspectivas na gestão dos resíduos sólidos costeiros: um estudo nos municípios do litoral do Paraná e o lixo no mar. **Revista GEAMA, Scientific Journal of Environmental Sciences and Biotechnology**, v.10, p. 46-54, 2024.

DANTAS, N. C. F. M.; DUARTE, O. S.; FERREIRA, W. C.; AYALA, A. P.; REZENDE, C. F.; FEITOSA, C. V. 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**, v. 153, 2020.

ERIKSEN, M; LEBRETOM. LCM; CARSON, HS; THIEL, M; MORRE, CJ; BORERRO, JC; et al. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. **PLoS ONE** 9(12): e111913, 2014.

FELIX, F. C.; SPACH, H. L.; HACKRADT, C. W.; MORO, P. S.; ROCHA, D. C. Abundância sazonal e a composição da assembléia de peixes em duas praias estuarinas da Baía de Paranaguá, Paraná. **Revista Brasileira de Zociências**, v. 8, n. 1, p. 35-48, jul., 2006.

FERNANDES, A. N.; Bertoldi, C.; Lara, L. Z.; Stival, J.; Alves, N. M.; Cabrera, P. M.; Grassi, M. T. Microplastics in Latin America Ecosystems: A Critical Review of the Current Stage and Research Needs. **Review J. Braz. Chem. Soc.**, v. 33, n. 4, p. 303–326, 2022.

FOSSI, M.C. *et al.* Bioindicators for monitoring marine litter ingestion and its impacts on Mediterranean biodiversity. **Environmental Pollution**, v. 237, p.1023-1040, 2018.

GALL, S. C.; THOMPSON, R. C. The impact of debris on marine life. **Marine Pollution Bulletin**, v. 92, p.170-179, 2015.

GESAMP. **Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment.** GESAMP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. Rep. Stud. GESAMP n. 90, 96p, 2015.

GESAMP. **Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter in the ocean.** GESAMP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. Rep. Stud. GESAMP n. 99, 130p, 2019.

GESAMP. **Report of the thirty-sixth session of GESAMP.** GESAMP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection Geneva, 28 April to 1 May, 2009. Rep. Stud. GESAMP No. 80, 83 p., 2009.

GHOSH, T. Microplastics bioaccumulation in fish: Its potential toxic effects on hematology, immune response, neurotoxicity, oxidative stress, growth, and reproductive dysfunction. **Toxicology Reports**, v. 14, p. 101854, 2025.

GOROKHOVA, E. Screening for microplastic particles in plankton samples: how to integrate marine litter assessment into existing monitoring programs? **Marine Pollution Bulletin**, v. 99, p. 271-275, 2015.

HALUCH, C. F. **Aspectos bionômicos da betara *Menticirrhus americanus* (Linnaeus, 1758) na Baía de Ubatuba – Enseada, São Francisco do Sul – SC, Brasil.** 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Pós-graduação em Ciências Biológicas – Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

HORTON, A. A.; WALTON, A.; SPURGEON, D. J.; LAHIVE, E.; SVENDSEN, C. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. **Science of the Total Environment**, v. 586, p. 127–141, 2017.

IAP – **Relatório da situação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no estado do Paraná.** Instituto Ambiental do Paraná, jul., 2017.

IBGE. **Cidades e estados do Brasil.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/matinhos/panorama>. Acesso em: 22 jan. 2024.

IBGE. **Municípios costeiros 2021.** Disponível em: <https://ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/34330-municipios-costeiros.html/>. Acesso em 20 jul. 2023.

IPARDES- INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caderno Estatístico Município de Matinhos.** p.1-51, nov. 2024. Disponível em: <https://www.ipardes.pr.gov.br/Pagina/Cadernos-municipais/> Acesso em: 31 nov. 2024.

IPEA- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **ODS14: Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável. O que mostra o retrato do Brasil? Cadernos ODS.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, 2019.

JO, A.-H.; YU, Y.-B.; CHOI, J.-H.; LEE, J.-H.; CHOI, C. Y.; KANG, J.-C.; KIM, J.-H. Microplastics induce toxic effects in fish: Bioaccumulation, hematological parameters and antioxidant responses. **Chemosphere**, v. 375, p. 144253, 2025.

IWANICKI, L. Poluição marinha no Brasil. In: MAGNO, I. (Org.). **Fragmentos da destruição: impactos do plástico na biodiversidade marinha brasileira.** Brasília: Oceana Brasil, 2024.

KARAMI, A.; GOLIESKARDI, A.; CHOO, C. K.; ROMANO, N.; HO, Y. B.; SALAMATINIA, B. A high-performance protocol for extraction of microplastics in fish. **Science of the Total Environment**, v. 578, p. 485-494, 2017.

KILIÇ, E.; YÜCEL, N. Microplastic occurrence in the gastrointestinal tract and gill of bioindicator fish species in the northeastern Mediterranean. **Marine Pollution Bulletin**, v. 177, mar., 2022.

KWAK, J. I.; RHEE, H.; KIM, L.; AN, Y.-J. In vivo visualization of environmentally relevant microplastics and evaluation of gut barrier damages in *Artemia franciscana*. **Journal of Hazardous Materials**, v. 478, p. 135596, 2024.

LAW, K. L.; THOMPSON, R. C. Microplastics in the seas: concern is rising about widespread contamination of the marine environment by microplastics. **Science**, v. 345, 2014.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. 8 ed. - Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

LIZAMA, M. DE L. A. P.; ZAVASKI, F.; SANTOS JUNIOR, H. M.; FLORÊNCIO, G. A. DOS S.; PETROLI, M. L. C.; ANGELO, G. L. D. **Uso de peixes como indicadores biológicos?** o estudo destes animais para o monitoramento dos recursos hídricos dentro da área das ciências ambientais. **Open Science Research**, Editora Científica Digital, v. 1, p. 413-426, 2022.

LUSHER, A. L.; MCHUGH, M.; THOMPSON, R. C. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. **Microplastics and Nanoplastics**, v. 2, p. 2-9, 2013.

MA, H.; PU, S.; LIU, S.; BAI, Y.; MANDAL, S.; XING, B. Microplastics in aquatic environments: Toxicity to trigger ecological consequences. **Environmental Pollution**, v. 261, p. 114089, 2020.

MACHADO, G. L.; OLIVEIRA, A. L. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. **Revista Interface Tecnológica**. v. 16, n. 1, p. 533–544, 2019.

MACHADO, J. A.; OLIVEIRA, S. de; NAZÁRIO, M. G.; FERNANDES, H.; KRELLING, A. P. Análise da presença de microplástico em bivalves (perna-perna): um estudo de caso em Matinhos, litoral do Paraná. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Territorial Sustentável, Guaju**. Matinhos, v. 7, n. 1, p. 156-179, jan./jun. 2021.

MAGNO, I. (Org.). **Fragmentos da destruição: impactos do plástico na biodiversidade marinha brasileira**. Brasília: 1. ed. Brasília: Oceana Brasil, 2024. Disponível em: <[https://brasil.oceana.org/wp-content/uploads/sites/23/2024/10/Fragmentos-da-destruicao\\_FINAL-FINAL-FINAL\\_compressed.pdf](https://brasil.oceana.org/wp-content/uploads/sites/23/2024/10/Fragmentos-da-destruicao_FINAL-FINAL-FINAL_compressed.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MARTINS, T. F.G; POMPÊO, M. O cenário atual e o avanço das pesquisas sobre microplásticos em interações com plantas vasculares aquáticas. In POMPÊO, M; RANI-BORGES, B; PAIVA, T. C. B. de. (Org.) **Microplásticos nos ecossistemas: impactos e soluções**. Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, 216 p., São Paulo, 2022.

MATTOS, A. M. Os novos limites dos espaços marítimos nos trinta anos da Convenção das Nações Unidas sobre o direito do mar. In.: BEIRÃO, A. P.; PEREIRA, A. C.A. (ORG.). **Reflexões sobre a Convenção do Direito do Mar**. Coleção Relação Internacionais. Fundação Alexandre de Gusmão. FUNAG. Brasília, 2014.

MENDONÇA, J. T.; LUCENA, A. C. M.; MUEHLMANN, L. D., MEDEIROS, R. P. Socioeconomia da pesca no litoral do estado do Paraná (Brasil) no período de 2005 a 2015. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 41, p. 140-157, ag. 2017.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. de. **Manual de peixes marinhos do sudoeste do Brasil**. IV Teleostei. São Paulo: Museu de Zoologia da USP, 1980.

MIRANDA, D. de A., CARVALHO-SOUZA, G. F. de. Are we eating plastic-ingesting fish? **Marine Pollution Bulletin**, v. 103, p. 109-114, 2016.

MONTAGNER, C. C.; DIAS, M. A.; PAIVA, E. M.; VIDAL, C. Microplásticos: ocorrência ambiental e desafios analíticos. **Quim. Nova**, v. 44, n. 10, p. 1328-1352, 2021.

MOTA, J.A.; GAZONI, J. L; REGANHAN, J.M.; SILVEIRA, M.T.; GOÉS; G.S. **Trajatória da governança ambiental**. IPEA. Regional e Urbano, dez, 2008.

MUSTAFA, S.A.; AL-RUDAINY; SALMA, N. M. Effect of environmental pollutants on fish health: An overview. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**, v. 50, p. 225-233, 2024.

NUNES, L. S.; SILVA, A. G.; ESPÍNOLA, L. A.; BLETTLER, M. C. M.; SIMÕES, N. R. Intake of microplastics by commercial fish: A Bayesian approach. **Environ Monit Assess**, v. 193, n. 402, p. 1-15, 2021.

OLIVATTO, G. P.; CARREIRA, R.; TORNISIELO, V. L.; MONTAGNER, C. C. Microplásticos: contaminantes de preocupação global no Antropoceno. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1968-1989, 2018.

OLIVEIRA, O. M. B. A. de.; SILVA, V. L. da. **O processo de industrialização do setor pesqueiro e a desestruturação da pesca artesanal no Brasil a partir do código de pesca de 1967**. Seqüência, n. 65, p. 329-357, dez. 2012.

OLIVEIRA, S.; KRELLING, A. P; TURRA, A. Contamination by microplastics in oysters shows a widespread but patchy occurrence in a subtropical estuarine system. **Marine Pollution Bulletin**, v. 203, 2024.

PALMEIRA, L. P.; MONTEIRO-NETO, C. Ecomorphology and food habits of teleost fishes *Trachinotus carolinus* (Teleostei: Carangidae) and *Menticirrhus littoralis* (Teleostei: Sciaenidae), inhabiting the surf zone off Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, p. 1-9, 2010.

PARANÁ. **Lei nº 20.607, de 10 de junho de 2021**. Dispõe sobre a gestão de resíduos sólidos no Estado do Paraná. 2021.

PAULA, E. V. de; PIGOSSO, A. M. B.; WROBLEWSKI, C. A. Unidades de Conservação no Litoral do Paraná: evolução territorial e grau de implementação. *In*: SULZBACH, M. T.; ARCHANJO, D. R.; QUADROS, J. (Org.). **Litoral do Paraná: território e perspectivas**. Rio de Janeiro: Autografia, v.3, Dimensões de desenvolvimento, 2018.

PEMALM. **Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar do Estado de São Paulo**. Org: Turra, A.; Neves, A. M.; Panarelli, A. M.; Elliff, C. I.; Romanelli, M. F.; Mansor, M. T., Andrade, M. M.; Grilli, N. M.; Cardoso, O. A.; Zanetti, R.; Scrich, V. M. Primeira edição. São Paulo: PEMALM, 72 p., 2021.

PINTO, A. DA C.; MARQUES, L. H. B. DA S.; SANTOS, F. L. DE B. DOS. Utilização de bioensaio na avaliação ecotoxicológica de lagos urbanos (Paulo Afonso/BA) com

*Poecilia reticulata* (Peters, 1859) (Chordata: Teleostei). **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n.3, p.1297-1313, 2020.

POLLI, D. A. Caracterização dos municípios brasileiros com disposição irregular de resíduos sólidos. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 7, p. 1-9, 2024.

POSSATTO, F.E.; BARLETTA, M.; COSTA, M.F.; SUL, J. A. I. do; DANTAS, D.V. Plastic debris ingestion by marine catfish: An unexpected fisheries impact. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 1098 -1102, 2011.

QUADROS, D. A. de; CASTRO, J. A. R. de; COSTA, N. C. da. **Entre a terra e o mar:** dicas e receitas do preparo de pescados. Curitiba: Brazil Publishing, p.120, 2016.

QUEIROZ, L. G. Microplásticos: uma abordagem introdutória. *In*: POMPÊO, M.; RANI-BORGES, B.; PAIVA, T. C. B. de (Org.). **Microplásticos nos ecossistemas:** impactos e soluções. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2022.

RÍOS, J. M.; TEIXEIRA, de M. F.; F., B. de; KROJMAL, E.; VIDAL, C.; LOZA-ARGOTE, V. A.; SCHEIBLER, E. E. Occurrence of microplastics in Fish from Mendoza River: First Insights into Plastic Pollution in the Central Andes, Argentina. **Water**, v. 14, p. 3905, 2022.

ROMA, J.C. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e sua transição para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Cienc. Cult.** v.71, n.1, São Paulo. Jan.-mar. 2019.

RONDINELI, G. R.; BRAGA, F. M. de S.; TUTUI, S. L. dos S.; BASTOS, G. C. C. Dieta de *Menticirrhus americanus* (Linnaeus, 1758) e *Cynoscion jamaicensis* (Vaillant E Bocourt, 1883) (Pisces, Sciaenidae) no sudeste do Brasil, estado de São Paulo. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 221-228, 2007.

RUIJTER, V. N. de; REDONDO-HASSELERHARM, P. E.; GOUIN, T.; KOELMANS, A. A. Quality Criteria for Microplastic Effect Studies in the Context of Risk Assessment: A Critical Review. **Environ. Sci. Technol.**, v. 54, p. 11692–11705, 2020.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável.** Organização Paula Yone Stroh. Rio de Janeiro, Garamond, 2002.

SANTOS, L. de O.; CATTANI, A. P.; SPACH, H., L. Ictiofauna acompanhante da pesca de arrasto para embarcações acima de 45 hp no litoral do Paraná, Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, p. 816-830, 2016.

SARTORI, A. G. O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 19, p. 83-93, 2012.

SHIM, W. J.; HONG, S. H.; SOEUN E. E. Identification methods in microplastic analysis: a review. **Analytical Methods**, v. 9, p. 1384-1391, 2017.

SILVA, C. A. da. **Política pública e território**: Passado e presente da efetivação de direitos dos pescadores artesanais no Brasil. Consequência / Ministério de Educação / FAPERJ / CNPq, 2014.

SILVESTRE, M. E. D. Falsas respostas à “crise ambiental”. **Tensões Mundiais**. Fortaleza, v. 9, n. 16, p. 15-38, 2013.

SMITH, W. S. et al. Peixe e plástico em ecossistemas de água doce: contribuição da ciência brasileira e pesquisas futuras. In POMPÊO, M; RANI-BORGES, B; PAIVA, T. C. B. de. (Org.) **Microplásticos nos ecossistemas**: impactos e soluções. Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, 216 p., São Paulo, 2022.

SODRÉ, F. F.; *et al.* How natural and anthropogenic factors should drive microplastic behavior and fate: The scenario of Brazilian urban freshwater. **Chemosphere**, v. 340, 2023.

STRAUB, S.; HIRSCH, P. E.; BURKHARDT-HOLM, P. Biodegradable and petroleum-based microplastics do not differ in their ingestion and excretion but in their biological effects in a freshwater invertebrate gammarus fossarum. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, p. 774, 2017.

THOMPSON, R. C.; OLSEN, Y.; MITCHELL, R. P.; DAVIS, A.; ROWLAND, S. J.; JOHN, A. W. G.; MCGONIGLE, D.; RUSSELL, A. E. Lost at Sea: Where is all the plastic? **Science**, v. 304, n. 5672, p. 838, 2004.

TIEPOLO, L. M.; DENARDIN, V. F. Desenvolvimento territorial sustentável: uma nova experiência na Mata Atlântica In: DENARDIN, V. F.; ALVES, R. A. (Eds.). **Desenvolvimento territorial**: olhares contemporâneos. Londrina: Mecenias, p. 21-32, 2019.

TURRA, A.; SANTANA, M. F. M.; OLIVEIRA, A. de L.; BARBOSA, L.; CAMARGO, R. M.; MOREIRA, FABIANA D., MÁRCIA, R. **Lixo Nos Mares**: do entendimento à solução. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo: p.124, 2020.

TURRA; A. The ocean decade in the perspective of the Global South. **Ocean and Coast Research**, v.69, 2021.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Marine plastic debris and microplastics** – Global lessons and research to inspire action and guide policy change. Nairobi, 2016.

UNEP- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **From pollution to solution**: a global assessment of marine litter and plastic pollution. Nairobi, 2021.

UNESCO. **A ciência que precisamos para o oceano que queremos**: a Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030). Paris-2019.

VARGAS, J. G. M.; SILVA, V. B. da; OLIVEIRA, L. K. de; MOLINA, E. F. Microplásticos: Uso na indústria cosmética e impactos no ambiente aquático. **Quim. Nova**, v. 45, n. 6, p. 705–711, 2022.

VASCONCELOS FILHO, J. I. F. de; LIMA, D. J. A. de; SOUSA, A. P. de; NASCIMENTO, A. dos S. Pesca acidental de espécies não-alvo no Brasil: uma revisão sistemática. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, p.1-13, 2024.

WALDMAN, W. R.; RILLIG, M. C. Microplastic research should embrace the complexity of secondary particles. **Environmental Science and Technology**, v. 54, p. 7751-7753, 2020.

XAVIER, L.Y; LEONEL, A. L; TURRA, A. O Oceano e a Sociedade. **Diálogos Socioambientais**, v. 5, n. 14, p. 06 – 10, 2022.