



**PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO E EXTENSÃO COMUNITÁRIA  
ESCOLA DE CIÊNCIAS NATURAIS E DA SAÚDE  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC**

**BIOMAGNIFICAÇÃO DE MICROPLÁSTICOS NA TEIA TRÓFICA E IMPACTOS  
NA SAÚDE HUMANA DEVIDO AO CONSUMO DE PEIXES: UMA REVISÃO  
INTEGRATIVA**

Julia Villa Nova

Layla Victória Sacramento de  
Araújo Bittencourt

Orientador:

Prof. Dr. Eder Carvalho da Silva

Salvador  
2025

Julia Villa Nova, Layla Victória Sacramento de Araújo Bittencourt

**BIOMAGNIFICAÇÃO DE MICROPLÁSTICOS NA TEIA TRÓFICA E IMPACTOS  
NA SAÚDE HUMANA DEVIDO AO CONSUMO DE PEIXES: UMA REVISÃO  
INTEGRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Bacharelado em  
Ciências Biológicas da Universidade Católica  
do Salvador como parte das exigências para  
obtenção dos créditos totais da disciplina  
Trabalho de Conclusão de Curso - TCC II.

Orientador:

Prof. Dr. Eder Carvalho da Silva

Salvador  
2025

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>3</b>
<b>RESUMO</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>8</b>
Objetivo Geral	8
Objetivos Específicos	8
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>9</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>11</b>
<b>DISCUSSÕES</b>	<b>16</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>22</b>

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos, em primeiro lugar, a Deus, por nos dar força e perseverança ao longo desta jornada.

Ao nosso orientador, Prof. Dr. Eder Carvalho da Silva, pelo suporte fundamental para a realização deste trabalho.

Aos nossos familiares, que sempre estiveram ao nosso lado com incentivo, compreensão e carinho.

E a todos os professores, colegas e amigos que, de alguma forma, contribuíram para nosso crescimento acadêmico e para a construção deste trabalho, o nosso sincero agradecimento.

## RESUMO

A bioacumulação de microplásticos na teia trófica marinha tem se tornado uma preocupação crescente devido ao impacto indireto que exerce na saúde humana. O processo de bioacumulação ocorre quando substâncias, como os microplásticos, se acumulam nos organismos ao longo do tempo na cadeia alimentar. Os microplásticos estão amplamente presentes em nossos oceanos e corpos d'água, sendo ingeridos por diversos organismos marinhos até chegar aos seres humanos por meio do consumo. Peixes contaminados com microplásticos podem representar um risco à saúde humana, já que esses fragmentos podem carregar substâncias tóxicas que afetam o corpo. Entre os possíveis efeitos negativos estão problemas no sistema imunológico, digestivo e endócrino, além de um aumento no risco de doenças crônicas. Esse fenômeno não é apenas uma questão ambiental, mas uma questão de saúde pública, que exige maior atenção e ação global para mitigar a poluição por plásticos. A compreensão do impacto da ingestão de microplásticos pela dieta é essencial para proteger tanto os ecossistemas quanto a saúde das populações que dependem dos peixes como fonte de alimento. Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto da bioacumulação de microplásticos na cadeia trófica e sua transferência para o ser humano através do consumo de peixes, analisando os potenciais riscos à saúde humana que são associados à essa ingestão. Para isto foi realizada revisão integrativa da literatura por meio da pesquisa explicativa de artigos originais e de revisão da literatura, com textos completos nas bases de dados, publicados nos últimos dez anos (2015 - 2024), nos idiomas em inglês e português e que respondam às seguintes perguntas norteadoras: “O que é a bioacumulação e quais são os impactos causados na saúde da população através da ingestão dos peixes contaminados a longo prazo?”. Os resultados da pesquisa mostram que apesar do efeito da toxicidade dos microplásticos serem pouco estudados nos seres humanos, há uma enorme presença de microplásticos em diversas espécies de água doce e salgada, e que estudos feitos com outras espécies mostram que esses microplásticos possuem diversos efeitos tóxicos por todas as partes do corpo, e que é possível ver alguns resultados também em humanos, sendo necessário investigar e estudar mais acerca do assunto voltado para a saúde humana e seus efeitos tóxicos, para que outros estudos acerca do tratamento e prevenção dessa toxicidade possam ser realizados com maior foco para a população consumidora desses peixes contaminados.

**Palavras chaves:** contaminação, microplásticos, bioacumulação.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, um problema ambiental crescente tem chamado a atenção de cientistas, governos e da sociedade: a presença dos microplásticos nos ecossistemas aquáticos. Microplásticos são pequenos fragmentos de plástico com menos de cinco milímetros de tamanho, que surgem principalmente pela degradação de plásticos maiores no ambiente e pelo descarte inadequado de resíduos plásticos (ANDRADY, 2011; JAMBECK *et al.*, 2015). Esses pedaços diminutos acabam se acumulando nos ecossistemas aquáticos e, devido à sua dificuldade de decomposição, tornam-se um dos maiores desafios ambientais dos dias atuais (BARNES *et al.* 2009).

Esses pequenos fragmentos de plásticos são originados principalmente do descarte inadequado de materiais plásticos e da degradação de objetos maiores que se quebram com o tempo (BRAZIL DE PAIVA, POMPÊO, RANI-BORGES, 2022). A quantidade de microplásticos nos oceanos, rios e lagos aumentou de forma alarmante, e esses materiais, por serem quase impossíveis de se decompor naturalmente, permanecem no ambiente por longos períodos, representando uma ameaça significativa à biodiversidade (BARNES *et al.*, 2009).

Além de prejudicarem diretamente a biodiversidade e o equilíbrio dos oceanos e rios, os microplásticos acabam sendo incorporados na cadeia alimentar dos organismos aquáticos (COLE *et al.*, 2013), uma vez que estes organismos, muitas vezes de forma acidental, ingerem essas partículas ao confundirem os plásticos com alimentos (GRAHAM e THOMPSON, 2009; MURRAY e COWIE, 2011; THOMPSON *et al.*, 2004). Quando peixes, moluscos e outros organismos marinhos invertebrados são consumidos por seres humanos, introduz a poluição por plásticos como um fator de risco para a saúde humana através da alimentação (ROCHMAN *et al.* 2015; COLE *et al.*, 2011). Esse processo é conhecido como bioacumulação (quando as partículas de microplástico são ingeridas por organismos marinhos de níveis tróficos mais baixos (LUSHER *et al.* 2017)). Quando esse processo de acúmulo de materiais dentro das células ocorre ao longo da cadeia alimentar, e não apenas em um nível trófico, é conhecido como biomagnificação (VOUTSAS, 2002).

A ingestão de plástico gera uma preocupação crescente, pois, ao longo do tempo, esses materiais podem se acumular no corpo humano afetando a saúde e provocando efeitos como necrose celular, inflamação e laceração de tecidos no trato gastrointestinal (ROCHMAN *et al.* 2015, WRIGHT, 2013). Além disso, as partículas de microplástico podem atuar como veículos para a transferência de substâncias químicas tóxicas que estão aderidas à sua superfície, como pesticidas, metais pesados e compostos industriais (TEUTEN *et al.*, 2009). Essas substâncias, muitas vezes carcinogênicas ou disruptoras endócrinas, podem ser liberadas no organismo do consumidor, representando riscos à saúde, como o desenvolvimento de câncer, distúrbios hormonais, infertilidade e problemas neurológicos (DERRAIK, 2002).

Embora pesquisas sobre os impactos dos microplásticos na saúde humana ainda esteja em fases iniciais, já existem evidências suficientes para indicar que os riscos são reais. Um estudo realizado por COX *et al.* (2019) mostrou que os seres humanos podem ingerir microplásticos ao consumir peixes e mariscos, que frequentemente contêm essas partículas. Diversas pesquisas alertam que, de forma indireta, os humanos estão incorporando microplásticos em suas dietas, o que pode trazer consequências negativas à saúde a longo prazo (SMITH *et al.* 2018; COYLE, HARDIMAN, DRICOLL, 2020). Além disso, o crescente problema da poluição por plásticos, especialmente nos ambientes marinhos, torna ainda mais urgente a necessidade de monitorar e controlar a presença dessas substâncias nos alimentos (POUREBRAHIMI e PIROOZ, 2023).

Apesar disso, a ação dos microplásticos sobre a saúde humana ainda é uma área de pesquisa em desenvolvimento, por isso, é fundamental entender como os microplásticos se acumulam ao longo da cadeia alimentar, com destaque para o consumo de peixes, para que possamos avaliar melhor os riscos que enfrentamos e buscar soluções para mitigar essa poluição (ROCHMAN *et al.*, 2015; LUSHER *et al.*, 2017). Os efeitos causados pela ingestão dos microplásticos podem comprometer o metabolismo dos organismos e afetar seu crescimento e reprodução, o que impacta toda a cadeia trófica. Para os humanos, os efeitos ainda não são completamente compreendidos, mas a possibilidade de que microplásticos possam acumular-se em tecidos como o do fígado e rins, traz sérias preocupações quanto aos efeitos a longo prazo da exposição contínua a essas partículas (BROWNE *et al.*, 2011).

Sendo assim, este estudo se propõe a revisar o fenômeno da bioacumulação de microplásticos nos ecossistemas aquáticos, com foco no impacto da ingestão desses materiais por peixes e suas consequências para os seres humanos. Com isso, espera-se contribuir para o entendimento dos riscos ambientais e de saúde relacionados a esse problema crescente.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Revisar sobre o impacto da bioacumulação de microplásticos na cadeia trófica e sua transferência para o ser humano através do consumo de peixes.

### **Objetivos Específicos**

Analisar as evidências sobre os potenciais impactos na saúde humana decorrentes do consumo de peixes contaminados por microplásticos.

Sintetizar e discutir estratégias para reduzir a contaminação por microplásticos em humanos e no ecossistema aquático.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão integrativa da literatura com base em uma abordagem explicativa. Esse tipo de pesquisa busca compreender os fatores que determinam ou influenciam a ocorrência de determinados fenômenos, visando explicar suas causas a partir da análise dos resultados obtidos. Pode ser considerada uma continuidade da pesquisa descritiva, uma vez que a explicação de um fenômeno requer, inicialmente, sua descrição detalhada (GIL, 2007). As perguntas norteadoras para base deste estudo foram “O que é a bioacumulação? e quais são os impactos causados na saúde da população através da ingestão dos peixes contaminados a longo prazo?”. Dessa forma, utilizamos os bancos de dados Public Medicine Database (PubMed), Cochrane Library e Scientific Electronic Library Online (Scielo). Os operadores booleanos “AND” foram utilizados para combinar os relatores em português e/ou inglês: (“saúde humana”), (“alimentação”), (“peixe”), (“impacto”), (“microplásticos”) e “ (“bioacumulação”), (“fish”), (“human health”), (“food”), (“impact”), (“microplastics”) e (“bioaccumulation”) enquanto o operador booleano “NOT” foi utilizado para excluir os relatores (“metais”) e (“mercúrio”), (“metal”) e (“mercury”).

Foram incluídos na revisão artigos originais e de revisão da literatura, cuja disponibilidade de texto esteja completa nas bases de dados, publicados nos últimos dez anos (2015 - 2025), nos idiomas em inglês e português. Foram incluídos todos os artigos cujo tema de pesquisa tenha similaridade com este projeto. Foram excluídos artigos pagos, duplicados, artigos indisponíveis na íntegra, com metodologia inadequada ou que não demonstram relação direta com o objeto de estudo. A seleção dos artigos foi feita, inicialmente, a partir da análise dos títulos, seguida do resumo. Após essa etapa, os artigos selecionados serão lidos na íntegra e utilizou-se os principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises (PRISMA) para gerar os resultados a partir dessa coleta de dados.

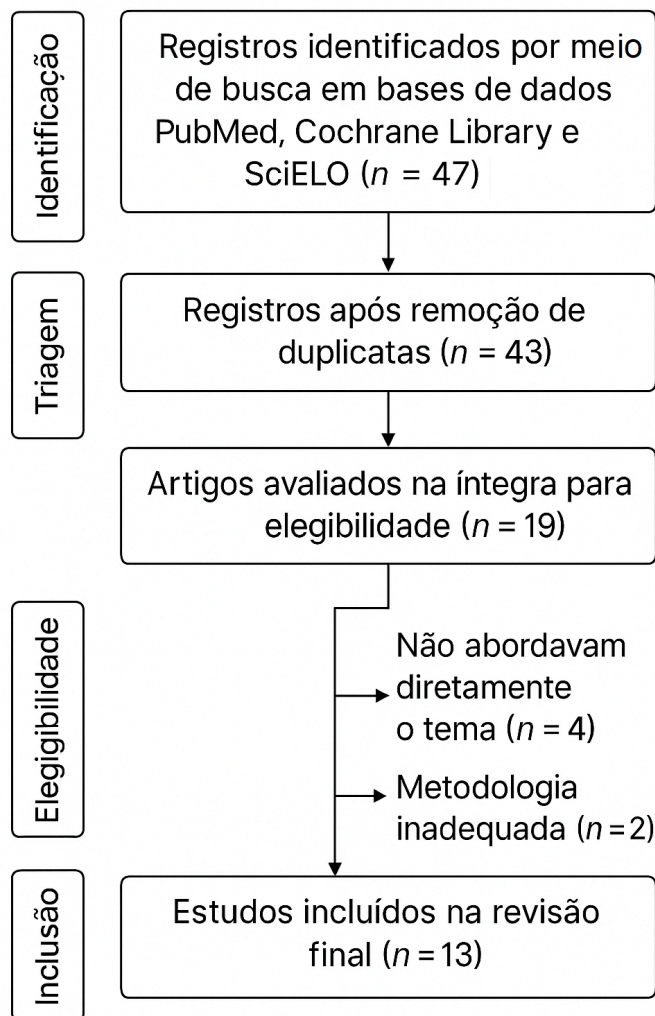
Os métodos estatísticos utilizados nesta pesquisa foram selecionados de acordo com as características dos dados e as hipóteses formuladas. Para investigar a bioacumulação de microplásticos nos ecossistemas marinhos, começamos com uma análise descritiva. Essa etapa inicial teve o objetivo de fornecer uma visão clara sobre as variáveis estudadas, como a distribuição dos microplásticos nas diferentes

espécies marinhas. Para isso, por meio da análise descritiva, utilizamos tabelas para separar as informações dos artigos que foram relevantes para análise e discussão. A organização dos dados foi feita inicialmente no Microsoft Excel.

## RESULTADOS

Para a elaboração deste trabalho, realizou-se uma busca sistemática nas bases de dados PubMed, Cochrane Library e Scientific Electronic Library Online (SciELO), por meio da combinação de palavras-chave utilizando operadores booleanos. Inicialmente, foram identificados 47 artigos. Desses, 4 foram excluídos por duplicidade e 5 por não estarem disponíveis na íntegra e gratuitamente na internet. Após a leitura dos títulos e resumos, 19 artigos foram selecionados para leitura completa. Dentre esses, 6 não atenderam aos critérios de inclusão previamente estabelecidos, resultando na seleção final de 13 artigos que abordam diretamente o tema proposto e apresentam relevância para a presente pesquisa. A Figura 1 detalha a busca realizada nas bases de dados.

**Figura 1 - Fluxograma da seleção de estudos**



**Quadro 1 - Principais resultados e discussões dos artigos selecionados conforme perguntas norteadoras:**

<b>Título, Autores, Ano</b>	<b>Identificação, Periódico, País, PMID</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultados e Discussões</b>
Considerations for bioaccumulation studies in fish with nanomaterials CONNOLLY, M.; et al., 2023.	<i>Chemosphere</i> , Reino Unido/Espanha. PMID: 36410504	Avaliar metodologias para estudos de bioacumulação de nanomateriais em peixes.	Evidencia lacunas metodológicas na avaliação da bioacumulação de microplásticos, implicando em dificuldades na identificação dos riscos potenciais, como inflamação e bioacumulação de toxinas em humanos.
Plastic ingestion by marine fish is widespread and increasing SAVOCA, M. S.; et al., 2021.	<i>Global Change Biology</i> , EUA. PMID: 33561314	Avaliar a prevalência da ingestão de plástico por peixes marinhos globalmente.	Demonstra aumento da ingestão de plásticos por peixes, indicando espécies mais prejudicadas.
Far from urban areas: Plastic uptake in fish populations of subtropical headwater streams DE BAUER, C. G.; et al., 2023.	<i>Environmental Pollution</i> , Brasil. PMID: 36629546	Investigar a presença de plásticos em peixes de riachos subtropicais.	Observa presença de fibras plásticas em animais marinhos mesmo em áreas remotas
Microplastic ingestion in pelagic squid and fish SAMBOLINO, A.; et al., 2023.	<i>Science of The Total Environment</i> , EUA. PMID: 37331398	Avaliar ingestão de microplásticos e aditivos em lulas e peixes pelágicos.	Confirma bioacumulação de aditivos plásticos como ftalatos e retardantes de chama em organismos marinhos.
Microplastic migration and transformation pathways and exposure health risks LIU, Y.; ZHENG, X., 2025.	<i>Environmental Pollution</i> , China. PMID: 39824338	Analisar as rotas de migração, transformação e degradação de microplásticos em escala global.	Aponta mecanismos de transformação plástica, os impactos ecológicos e à saúde humana através da presença de microplásticos na corrente sanguínea e nas vias aéreas

<b>Título, Autores, Ano</b>	<b>Identificação, Periódico, País, PMID</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultados e Discussões</b>
Toxicological review of micro- and nano-plastics in aquatic environments: risk to ecosystems, food web dynamics and human health HABUMUGISHA, L.; et al., 2024.	<i>Ecotoxicology and Environmental Safety</i> , China. PMID: 38718727	Revisar riscos toxicológicos de micro e nanoplásticos em ecossistemas aquáticos.	Reforça que micro e nanoplásticos podem causar inflamações intestinais, estresse oxidativo e interferência imunológica em humanos após ingestão via alimentos contaminados.
Microplastics: an often-overlooked issue in the transition from chronic inflammation to cancer CHENG, Y.; et al., 2024.	<i>Journal of Translational Medicine</i> , China. PMID: 39438955	Explorar o papel dos microplásticos na transição da inflamação crônica para a carcinogênese.	Os microplásticos influenciam a progressão do câncer ao alterar o microambiente tumoral e prejudicar a vigilância imunológica.
Micro(nano)plastics: an Emerging Burden for Human Health DONISI, I.; et al., 2024.	<i>International Journal of Biological Sciences</i> , Itália. PMID: 39494332	Atualizar os estudos recentes sobre os efeitos dos micro e nanoplásticos em diferentes sistemas humanos.	Evidencia toxicidade, estresse oxidativo e possíveis estratégias para combate à poluição plástica.
The potential impact of nano- and microplastics on human health: Understanding human health risks WINIARSKA, E.; JUTEL, M.; ZEMELKA-WIACEK, M., 2024.	<i>Environmental Research</i> , Polônia. PMID: 38460665	Compreender os riscos à saúde humana associados à bioacumulação de micro e nanoplásticos.	Associa a presença de microplásticos a doenças respiratórias, inflamatórias intestinais, neurológicas e desequilíbrio da microbiota intestinal.
A review of microplastic pollution in commercial fish MAKHDOUMI, K.; et al., 2021.	<i>Environmental Research</i> , Portugal. PMID: 34973052	Revisar a presença de microplásticos em peixes comerciais.	Alerta para ingestão contínua de microplásticos via peixes comerciais, relacionados a estresse oxidativo, alterações na microbiota intestinal e risco de doenças metabólicas.

<b>Título, Autores, Ano</b>	<b>Identificação, Periódico, País, PMID</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultados e Discussões</b>
Effects of microplastics in freshwater fish and implications for human health KHAN, W.; et al., 2023.	<i>Journal of Cleaner Production</i> , China. PMID: 37283392	Avaliar os impactos dos microplásticos em peixes de água doce e implicações para humanos.	Relaciona presença de microplásticos em peixes de água doce com potenciais efeitos adversos em humanos como alterações imunológicas e danos intestinais.
Microplastics in seafood and implications for human health SMITH, M.; et al., 2018.	<i>Environmental Science &amp; Technology</i> , EUA. PMID: 30116998	Avaliar a presença de microplásticos em frutos do mar e as implicações para a saúde humana.	Identifica frutos do mar como fonte de exposição a microplásticos, associados a processos inflamatórios, citotoxicidade e bioacumulação de aditivos tóxicos.
Microplastics in fishery products and human health risks ALBERGHINI, A.; et al., 2023.	<i>Food and Chemical Toxicology</i> , China. PMID: 36613111	Avaliar riscos associados a microplásticos em produtos pesqueiros.	Aponta que produtos pesqueiros contaminados podem carrear metais pesados e disruptores endócrinos, aumentando o risco de infertilidade, distúrbios hormonais e neurotoxicidade.

## DISCUSSÃO

A bioacumulação é definida como um processo em que a concentração química em determinado organismo atinge um nível que ultrapassa o do meio respiratório, como por exemplo, a água para os peixes ou ar para os mamíferos, o nível da dieta, ou de ambos. Essa bioacumulação, caso ocorra em organismos aquáticos, pode vir a dar origem a efeitos tóxicos, além dos peixes também serem vistos como receptores finais para nanomateriais por meio da alimentação de organismos que estão em um nível trófico inferior que foram expostos a esses materiais (CONNOLLY, 2023).

Os plásticos têm sido abundantemente utilizados nos últimos anos dentro de diversas indústrias com inúmeras aplicações por conta de suas propriedades físicas e químicas. Porém, durante sua produção e aplicação, os plásticos acabam no meio ambiente, contribuindo para a contaminação e poluição ambiental, principalmente como lixo marinho, local esse onde tais resíduos são frequentemente despejados (DE BAUER *et al.*, 2023). A atividade humana é uma das principais a causar contaminação por microplásticos em todo o ambiente marinho, e como resultado disso, estes microplásticos são ingeridos por muitas espécies de animais, o que pode vir a causar intoxicação não só para as espécies marinhas, mas para os humanos que ingerem essas espécies (SMITH *et al.*, 2018).

Produtos de pesca são uma importante fonte de microplásticos na alimentação humana, além da ingestão de água contaminada. Uma vez ingeridos, esses produtos chegam no trato gastrointestinal e são absorvidos, podendo causar estresse oxidativo, citotoxicidade (capacidade de uma substância causar dano ou morte às células) e translocação para outros tecidos do corpo. Ademais, estes microplásticos podem liberar substâncias químicas e, aditivos presentes em sua composição, podem ser prejudiciais para o ser humano (ZHANG *et al.*, 2023).

A poluição das águas por conta dos microplásticos também acontece em águas doces. Como a maioria dos fragmentos de plástico chegam aos oceanos por meio do deságue dos rios, foram relatadas evidências de ingestão desses materiais em mais de 150 espécies de peixes marinhos e de água doce. Porém, ao contrário das análises no ecossistema marinho, a toxicidade e quantificação de microplásticos

no ecossistema de água doce foram subestimadas, ignoradas e não relatadas, mas ainda sim, é possível observar que a abundância, influência e toxicidade de microplásticos nas águas doces não são menores do que as do ecossistema marinho (KHAN *et al.*, 2023).

Para melhor entender o impacto da bioacumulação na saúde humana, primeiro é necessário compreender o que a perturbação causada pelos microplásticos no ecossistema marinho pode trazer como consequência. HABUMUGISHA *et al.* (2024) relata em seu artigo sobre o funcionamento das estações de tratamento de águas residuais, as quais apesar de serem projetadas para remover quaisquer esgotos industriais e outros poluentes antes de liberá-las novamente para o meio ambiente, é um desafio remover essas micropartículas, precisamente por conta de seu tamanho. Ou seja, mesmo com esse processo de remoção de impurezas, é possível que essas partículas voltem para o ecossistema marinho, contaminando-o.

CONNOLLY *et al.*, 2023 cita a Diretriz de Teste 305 da OCDE (TG 305), a qual é considerada o padrão ouro atual para testes de bioacumulação em peixes, e para isso ela considera duas rotas de exposição desses peixes a substâncias: aquosa e dietética. Dentre essas, a mais escolhida é a aquosa, pois é utilizada para gerar um fator de bioconcentração que é critério de bioacumulação para classificar essas substâncias. Caso o BCF em peixes dê como valor  $\geq 500$ , é um indicativo do potencial de bioconcentração para fins de classificação (EC 2008). As substâncias podem ser classificadas como bioacumulativas (BCF  $\geq 2000$  L/kg) ou muito bioacumulativas (BCF  $\geq 5000$  L/kg) sob o REACH (EC 2006). Porém, ao considerar a viabilidade técnica de testar nanomateriais com baixa dispersibilidade e/ou estabilidade em meio aquoso, a rota de exposição dietética pode vir a ser mais apropriada, pois fornece uma solução prática para atingir essa dose de exposição consistente e supera esses problemas de dispersibilidade, pois fornece informações sobre potencial transferência trófica e magnificação de nanomateriais na cadeia alimentar. Apesar disso, ainda não se tem clareza de qual rota é a mais apropriada para essa análise, e diversos autores enfatizaram a importância de harmonizar essas abordagens para avaliação de bioacumulação principalmente desses nanomateriais.

SAVOCA et al., 2021 relatam que geograficamente, a pesquisa feita em direção a regiões neríticas está sendo distorcida, e que muitas regiões costeiras não são estudadas, ou são pouco estudadas. Ademais, foram estudadas hipóteses sobre a diferença de ingestão de plástico em regiões estuarinas, costeiras ou oceânicas, e foi descoberto que peixes estuarinos tinham níveis mais altos de ingestão de plástico do que os peixes em regiões costeiras e oceânicas, e comparando os peixes em regiões costeiras e oceânicas, a maior incidência de ingestão de plástico foi observada nos peixes de regiões costeiras. Para mais, esses padrões observados devem ser reavaliados à medida que mais estudos são realizados com métodos mais aprimorados. Também foi estudado que há um efeito interativo entre habitat e profundidade média, e a probabilidade de ingestão de plástico diminui de acordo com a profundidade. Espécies demersais (como bacalhau, pescada, linguado) consomem mais plástico quanto mais rasas são encontradas, e espécies pelágicas (como a sardinha, anchova, cavala) mostraram ter maior ingestão de plástico em profundidades entre 100 a 200m. Além disso, foram encontradas 26 espécies que ingerem plástico regularmente e que também eram vulneráveis à pesca predatória. O atum-azul, o tubarão-azul e o salmão-rei são espécies que estão em estado de alta preocupação por conta de seu status de ameaçado, vulnerabilidade à pesca predatória e ingestão frequente de plástico, e manter a quantificação desses dados é importante para mitigar adequadamente seus efeitos prejudiciais no futuro, visto que estão intrinsecamente ligados à saúde humana e aos ecossistemas.

Diante disso, entendendo o contexto de bioacumulação nas espécies de peixes, é de suma importância compreender o impacto da bioacumulação de plásticos na cadeia alimentar, e porque estão surgindo mais estudos acerca do tema quando se refere ao impacto causado na saúde humana, visto que a maioria dos estudos foram realizados em diversas outras espécies, e agora que estão focando no impacto direto da saúde humana por meio do consumo desses materiais.

Os microplásticos são consumidos pelos peixes e possuem o potencial de entrar na cadeia alimentar e causar problemas de saúde na população humana. Foram relatadas evidências de ingestão desses materiais em mais de 150 espécies de peixes, tanto em sistemas de água doce quanto no ecossistema marinho. Foi investigado em peixes de água doce o impacto do consumo de microplásticos, e observou-se que eles têm impacto na função neuromuscular, na disbiose intestinal e

na atividade metabólica (KHAN *et al.*, 2023).

WINIARSKA *et al.* (2024) cita os problemas de saúde que a exposição de nano e microplásticos pode causar em humanos. Estudos *in vitro* também mostram que esses materiais induzem morte celular programada e efeitos citotóxicos. Isso acontece devido ao fato dos nano e microplásticos conseguirem entrar no corpo humano através do sistema respiratório por inalação, no trato digestivo através do consumo de alimentos e água que foram contaminados, ou pela penetração da pele através do contato direto com cosméticos e roupas. Os diversos problemas de saúde que a bioacumulação de microplásticos pode causar na saúde humana são: distúrbios respiratórios como câncer de pulmão, asma e pneumonite por hipersensibilidade, sintomas neurológicos como fadiga e tontura, doença inflamatória intestinal e até mesmo distúrbios na microbiota intestinal.

A maioria dos humanos ingerem uma quantidade significativa de partículas de microplásticos através dos alimentos, principalmente por meio do consumo de peixes. Uma vez ingeridos, os microplásticos chegam ao trato gastrointestinal e podem ser absorvidos, causando estresse oxidativo, citotoxicidade e translocação para outros tecidos. Embora a maioria dos peixes sejam eviscerados antes do consumo humano, a evisceração não elimina necessariamente o risco de ingestão desses microplásticos; o consumo acaba sendo maior do que em peixes com órgãos removidos (ALBERGHINI *et al.*, 2023).

Numerosos estudos também apoiam a hipótese de que o acúmulo de microplásticos pode desencadear respostas inflamatórias, perturbar o microbioma e provocar reações imunológicas devido às suas propriedades físico-químicas. Essa inflamação crônica caracterizada pelo dano tecidual, angiogênese e fibrose, desempenha um papel crucial no desenvolvimento do câncer, influenciando a progressão do mesmo e alterando o microambiente tumoral e prejudicando a vigilância imunológica, promovendo assim a tumorigênese e a metástase. Quando os microplásticos são ingeridos e distribuídos no corpo através da circulação sanguínea, o sistema imunológico inicia o processo para reconhecer e eliminar patógenos estranhos e moléculas de estímulo. A presença desses materiais no corpo humano leva à liberação de citocinas e quimiocinas pró-inflamatórias pelas células imunes, seja de forma direta ou indireta, também podendo desencadear respostas inflamatórias. Os microplásticos podem entrar em quase todos os órgãos

através da membrana celular, mas os mecanismos de absorção, distribuição, metabolismo e excreção e seus efeitos dependentes da dose continuam sem mais estudos tão aprofundados. (CHENG *et al.*, 2024.)

Pesquisas também mostraram que partículas de microplásticos podem se acumular no fígado, rins e intestinos de camundongos alimentados com microplásticos de poliestireno. Microplásticos também foram detectados em tecidos do cólon, sugerindo uma possível prevalência em todo o trato digestivo. No geral, apesar de faltarem evidências diretas ao risco da saúde humana associado à ingestão de microplásticos, estudos em outros organismos revelam que esses materiais sugerem ameaças significativas. Por isso, estudos abrangentes a longo prazo desse tema são importantes. É notório que há uma facilidade dos microplásticos de entrarem na corrente sanguínea, podendo migrar potencialmente para outros órgãos de forma rápida, e por outras vias do corpo humano, e seus riscos à saúde e potenciais perigos devem ser mais aprofundados para que medidas mais eficientes para evitar essa intoxicação possam ser discutidos. (LIU e ZHENG, 2025.)

Por fim, é visto que estes microplásticos atuam como um sistema de entrega, o que pode amplificar sua toxicidade no corpo humano. DONISI *et al.* (2024) mostram em seus estudos que os efeitos tóxicos dos microplásticos atuam em várias regiões do corpo: I. no sistema nervoso central, tendo a capacidade de produzir excessivamente espécies reativas de oxigênio, além de conseguir causar estresse oxidativo, prejudicando o metabolismo energético; II. no sistema reprodutivo, seus efeitos tóxicos afetam tanto o homem quanto a mulher, afetando principalmente a gestação, o que leva a criança nascer com baixo peso, comprimento reduzido e menor perímetro cefálico, além disso, evidências mostraram o acúmulo de microplásticos na barreira hematoplacentária e através do leite materno durante a gestação, o que compromete e desregula todo o metabolismo; III. no sistema cardiovascular, pacientes que foram submetidos a acidentes vasculares cerebrais, infarto do miocárdio e cirurgias voltadas à trombose venosa profunda, tiveram evidências da presença dos microplásticos, e quanto maiores os níveis encontrados, maiores eram a gravidade da doença relatada.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta revisão mostra a importância dos microplásticos como agente de contaminação e intoxicação de peixes marinhos e de água doce, a transferência dos mesmos através dos níveis tróficos e as possíveis implicações para a saúde humana.

Diante da complexidade e da abrangência do problema da contaminação de ambientes aquáticos por microplásticos, torna-se evidente a necessidade de políticas públicas integradas e eficazes. Estratégias como a proibição de plásticos de uso único, a regulamentação da indústria têxtil e cosmética, o fortalecimento da gestão de resíduos e do tratamento de efluentes, além da promoção de campanhas de conscientização e educação ambiental, são fundamentais para mitigar os impactos dessa poluição.

Ademais, o incentivo à pesquisa científica, ao desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e à cooperação internacional pode ampliar significativamente a capacidade de prevenção e controle dos microplásticos nos ecossistemas aquáticos. Assim, a construção de soluções duradouras exige a articulação entre governo, setor produtivo, comunidade científica e sociedade civil, reforçando o papel da sustentabilidade como eixo central das políticas ambientais contemporâneas e visando minimizar a exposição humana aos microplásticos.

## REFERÊNCIAS

1. ALBERGHINI, A.; DONG, Y.; HUANG, L.; TANG, L.; ZHOU, Y.; ZHANG, Y. Microplastics in fishery products and human health risks. *Food and Chemical Toxicology*, [S.l.], v. 173, 2023. Art. 113600. DOI: 10.1016/j.fct.2023.113600.
2. ANDRADY, Anthony L. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, n. 8, p. 1596–1605, 2011.
3. BARNES, D. K. A. et al. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 364, n. 1526, p. 1985–1998, 2009.
4. BRAZIL DE PAIVA, Teresa; POMPEO, Marcelo; RANI-BORGES, Bárbara. Microplásticos nos ecossistemas: impactos e soluções. São Paulo: Instituto de Biociências – IB/USP, 2022.
5. BROWNE, M. A. et al. Microplastic moves pollutants and additives to worms, soil and fish. *Science*, v. 314, n. 5802, p. 213–217, 2011.
6. CHENG, Y.; YANG, Y.; BAI, L.; CUI, J. Microplastics: an often-overlooked issue in the transition from chronic inflammation to cancer. *Journal of Translational Medicine*, [S.l.], v. 22, n. 1, p. 70, 2024. DOI: 10.1186/s12967-024-04484-7.
7. COLE, M. et al. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, n. 12, p. 2588–2597, 2011.
8. COLE, M. et al. Microplastic contamination of the food chain: the role of zooplankton. *Environmental Science and Technology*, v. 47, n. 12, p. 7046–7055, 2013.
9. CONNOLLY, M. et al. Considerations for bioaccumulation studies in fish with nanomaterials. *Chemosphere*, [S.l.], v. 315, p. 137812, 2023. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2022.137812.
10. COX, K. D. et al. Human Consumption of Microplastics. *Environmental Science & Technology*, v. 53, n. 12, p. 7068–7074, 2019.
11. COYLE, R.; HARDIMAN, G.; O'DRISCOLL, K. Microplastics in the marine environment: A review of their sources, distribution processes, and uptake into ecosystems. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, [S.l.], v. 2, art. 100010, 2020. DOI: 10.1016/j.cscee.2020.100010
12. DE BAUER, L. C. et al. Plastic uptake in fish populations of subtropical headwater streams. *Environmental Pollution*, [S.l.], v. 316, p. 120471, 2023. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.120471.
13. DERRAIK, J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, v. 44, n. 9, p. 842–852, 2002.

14. DONISI, I.; COLLOCA, A.; ANASTASIO, C.; BALESTRIERI, M. L.; D'ONOFRIO, N. Micro(nano)plastics: an Emerging Burden for Human Health. *International Journal of Biological Sciences*, [S.I.], v. 20, n. 4, p. 674–690, 2024. DOI: 10.7150/ijbs.89053.
15. GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
16. GRAHAM, Erin R.; THOMPSON, Joseph T. Deposit- and suspension-feeding sea cucumbers (Echinodermata) ingest plastic fragments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 368, n. 1, p. 22–29, 2009.
17. HABUMUGISHA, C. et al. Toxicological review of micro- and nano-plastics: Impact on aquatic organisms and human health. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, [S.I.], v. 263, p. 115270, 2024. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2024.115270.
18. JAMBECK, J. R. et al. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, v. 347, n. 6223, p. 768–771, 2015.
19. KHAN, W. A.; MUBARIK, M. S.; YOUSAF, S.; LI, R.; MA, J. Effects of microplastics in freshwater fish and implications for human health. *Journal of Cleaner Production*, [S.I.], v. 406, 2023. Art. 137025. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.137025.
20. LIU, Y.; ZHENG, H. Microplastic migration and transformation pathways and exposure health risks. *Environmental Pollution*, [S.I.], v. 329, p. 122525, 2025. DOI: 10.1016/j.envpol.2024.122525
21. LUSHER, A. L. et al. Microplastic pollution in the marine environment. *Science of the Total Environment*, v. 598, p. 540–550, 2017.
22. MAKHDOUMI, M.; DERAKHSHAN, Z.; ESMAEILI, M.; SARDARI, R. R. A review of microplastic pollution in commercial fish. *Environmental Research*, [S.I.], v. 203, 2022. Art. 111847. DOI: 10.1016/j.envres.2021.111847.
23. MURRAY, F.; COWIE, P. R. Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, n. 6, p. 1207–1217, 2011.
24. OCDE (2012), *Teste n.º 305: Bioacumulação em peixes: exposição aquosa e alimentar*, Diretrizes da OCDE para testes de produtos químicos, Seção 3, Publicação da OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264185296-en>.
25. POUREBRAHIMI, Sina; PIROOZ, Majid. Microplastic pollution in the marine environment: A review. *Journal of Hazardous Materials Advances*, v. 10, p. 100327, 2023.
26. ROCHMAN, C. M. et al. Anthropogenic debris in seafood: Implications for food security and human health. *PLOS ONE*, v. 10, n. 6, p. e0129221, 2015.
27. SAMBOLINO, A. et al. Microplastic ingestion in pelagic squid and fish. *Science of the Total Environment*, [S.I.], v. 883, p. 163681, 2023. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.163681

- 28.** SAVOCA, M. S. et al. Plastic ingestion by marine fish is widespread and increasing. *Global Change Biology*, [S.I.], v. 27, n. 10, p. 2188–2199, 2021. DOI: 10.1111/gcb.15507.
- 29.** SMITH, M. et al. Microplastics in seafood and implications for human health: A review. *Environmental Science & Technology*, v. 52, n. 12, p. 6773–6786, 2018. DOI: 10.1021/acs.est.7b04512.
- 30.** SMITH, M.; LOVE, D. C.; ROCHMAN, C. M.; NEFF, R. A. Microplastics in seafood and the implications for human health. *Current Environmental Health Reports*, v. 5, n. 3, p. 375–386, 2018.
- 31.** TEUTEN, E. L. et al. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 364, n. 1526, p. 2027–2045, 2009.
- 32.** THOMPSON, R. C. et al. Lost at sea: where is all the plastic? *Science*, v. 304, n. 5672, p. 838, 2004.
- 33.** VOUTSAS, E.; MAGOULAS, K.; TASSIOS, D. Prediction of the bioaccumulation of persistent organic pollutants in aquatic food webs. *Chemosphere*, v. 48, n. 7, p. 645–651, 2002. DOI: 10.1016/s0045-6535(02)00144-3.
- 34.** WINIARSKA, E.; JUTEL, M.; ZEMELKA-WIACEK, M. The potential impact of nano- and microplastics on human health: Understanding human health risks. *Environmental Research*, [S.I.], v. 241, 2024. Art. 117978. DOI: 10.1016/j.envres.2023.117978.
- 35.** WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution*, v. 178, p. 483–492, 2013.
- 36.** ZHANG, W. et al. Microplastics in fishery products and human health risks: a comprehensive review. *Food and Chemical Toxicology*, [S.I.], v. 169, p. 113442, 2023. DOI: 10.1016/j.fct.2022.113442.