

Artigo

Microplásticos na Amazônia: uma revisão de literatura

Microplastics in the Amazon: a literature review

Tiago Martinelli de Jesus Santana^{1*}, Elisabete Lourdes do Nascimento², Wanderley Rodrigues Bastos³, Tiago de Oliveira Lima⁴, Josilena de Jesus Laureano⁵

Citação: Santana, T. M. de J.; Nascimento, E. L. do; Bastos, W. R.; Lima, T. de O.; Laureano, J. de J. O. Microplásticos na Amazônia: uma revisão de literatura. *RBCA* 2024, 13, 3. p.88-99.

Editor de Seção: Dra. Karen Janones da Rocha
Recebido: 11/07/2024
Aceito: 15/08/2024
Publicado: 02/09/2024

Nota do editor: A RBCA permanece neutra em relação às reivindicações jurisdicionais em sites publicados e afiliadas institucionais.



Copyright: © 2024 pelos autores. Enviado para possível publicação em acesso aberto sob os termos e condições da licença Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

- ¹ Universidade Federal de Rondônia/Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Ji-Paraná, ORCID, <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0000-6278-1218>, tiagosant2018@gmail.com
 - ² Universidade Federal de Rondônia/Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Ji-Paraná, ORCID, <https://orcid.org/0000-0003-2157-6415>
 - ³ Universidade Federal de Rondônia/Departamento de Biologia, Porto Velho, ORCID, <https://orcid.org/0000-0002-2105-9947>
 - ⁴ Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia/Universidade Federal de Rondônia/Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Ji-Paraná, ORCID, <https://orcid.org/0000-0003-4454-1127>
 - ⁵ Universidade Federal de Rondônia/Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Ji-Paraná, ORCID, <https://orcid.org/0000-0001-8009-8738>
- * Correspondência: nataliadoloresferreirasouares@gmail.com

Abstract: Studies on the impact of microplastics on the environment are still recent and have only received greater focus from the scientific community in recent years, due to their ability to accumulate and threaten ecosystems, exposing various organisms to these contaminants. Studies on microplastics in Brazil are even more recent, and there is a need for more research into their occurrence in nature, especially in the Amazon Basin, considered one of the most important river basins in the world and classified as the second most polluted river system on the planet in terms of plastics. This literature review looked for articles that analyzed water, sediments and aquatic organisms in freshwater, marine and estuarine environments located in the Amazon region, which quantified and/or classified microplastics. We found 14 articles presenting the results of analyses carried out on aquatic organisms (8), sediment samples (3) and water (3), which indicated contamination by microplastics in different species and environments, with some presenting the relationship between proximity to urban settlements and the abundance found. There is a need for further research into microplastics in the region to measure the reach of these particles in the environment.

Keywords: Environment; contamination; sediments; aquatic organisms.

Resumo: Estudos referentes aos impactos dos microplásticos no meio ambiente ainda são recentes, tendo recebido maior foco da comunidade científica somente nos últimos anos, devido à sua capacidade de se acumular e ameaçar ecossistemas, expondo diversos organismos a esses contaminantes. A realização de estudos sobre microplásticos no Brasil é ainda mais recente, e carece de mais investigações sobre sua ocorrência na natureza, principalmente na Bacia Amazônica, considerada uma das bacias hidrográficas mais importantes do mundo e classificado como o segundo sistema fluvial mais poluído do planeta em termos de plásticos. Esta revisão de literatura buscou por artigos que realizaram análises de água, sedimentos e organismos aquáticos em ambientes de água doce,

marinhas e estuários localizados na região amazônica, que quantificaram e/ou classificaram os microplásticos. Foram encontrados 14 artigos que apresentam resultados de análises realizadas em organismos aquáticos (8), amostras de sedimentos (3) e água (3), que indicaram a contaminação por microplásticos em diferentes espécies e ambientes, apresentando em alguns a relação entre proximidade de assentamentos urbanos com a abundância encontrada. Destaca-se a necessidade de maiores investigações sobre microplásticos na região, que busquem mensurar o alcance dessas partículas no ambiente.

Palavras-chave: Meio ambiente; contaminação; sedimentos; organismos aquáticos.

1. Introdução

O desenvolvimento humano apresentou a criação de diversos materiais considerados “essenciais” para seu consumo, facilitando diversas atividades e necessidades humanas básicas, entre eles, o plástico, que é um polímero orgânico sintético resultante da polimerização de monômeros extraídos do petróleo (Cole et al., 2011; Olivatto et al., 2019). Esses polímeros apresentam uma variedade de aplicações e podem ser usados para diversos fins, de forma simples, como objetos descartáveis, ou formas complexas, como aplicações na medicina e engenharia (Boucher e Friot, 2017). Os plásticos podem apresentar diversas características como leveza, força, potencial transparência e uma grande versatilidade (Andrady, 2011), o que gerou um grande crescimento na sua produção a partir da década de 1950.

Segundo Statista (2023), estima-se que a produção global de plástico foi de aproximadamente 391 milhões de toneladas métricas no ano de 2021, com um aumento anual de 4%. Todavia, junto do aumento dessa produção, surge também uma grande preocupação com a geração de resíduos plásticos e sua destinação, sendo a poluição por plásticos considerada um dos maiores problemas ambientais causados pelas atividades humanas (Queiroz et al., 2022). Esses resíduos muitas vezes acabam indo parar no meio ambiente, se fragmentando e sofrendo o processo de lixiviação e propagação por toda a biosfera (Lucio et al., 2019).

Esses processos acabam por gerar detritos menores desses plásticos, denominados microplástico (MP), que são partículas de plásticos de pequenas dimensões, com tamanho inferior a 5mm (Thompson, 2004). Esses MPs resultantes do processo de fragmentação de plásticos maiores são denominados microplásticos secundários, sendo os primários aqueles que já foram fabricados pela indústria com suas dimensões propostas para fins específicos, como indústrias de cremes dentais, cosméticos e produtos pessoais, e os pellets (Olivatto et al., 2018; Lucio et al., 2019; Silva et al., 2021; Wang et al., 2022).

A poluição do meio ambiente causada por esses polímeros se tornou alvo de diversos estudos, sendo um tema relativamente novo, ganhando impulso somente neste século, com mais força nos últimos anos (Jones, 2019), por ter se tornado um poluente capaz de se acumular e ameaçar ecossistemas em oceanos, ambientes aquáticos continentais e no solo, expondo organismos a partículas de plásticos e aditivos químicos liberados dos detritos resultantes dos produtos consumidos pela sociedade (Lucio et al., 2019).

O presente artigo busca realizar uma revisão bibliográfica referente a estudos realizados sobre MPs na região amazônica, sendo importante destacar que o Brasil ainda carece de mais pesquisas sobre a avaliação da ocorrência de MPs em seus corpos hídricos superficiais de água doce (Rani-Borges et al., 2021).

A importância deste estudo na região amazônica se dá devido ao grande volume de água e biodiversidade, apresentando uma das bacias hidrográficas mais importantes do mundo, e o maior rio do planeta. De acordo com Giarrizzo et al. (2019), é o segundo sistema fluvial mais poluído do mundo em termos de plásticos, sendo superado somente pelo rio Yangtze, localizado na China. Nesse sentido, é importante compreender o relacionamento entre a sociedade e o meio ambiente local, associando os possíveis impactos ambientais sobre os ecossistemas aquáticos e terrestres causados por atividades antrópicas diversas, como a presença de MPs nesses ambientes.

2. Materiais e Métodos

Este artigo foi desenvolvido a partir de um levantamento bibliográfico sobre estudos que abordam MP na região amazônica brasileira, com base na seleção de artigos disponíveis em bases de dados eletrônicas, tais como, Periódicos CAPES, PubMed, Google Acadêmico, Scielo e Science Direct, em que foram utilizados os seguintes termos de busca: microplásticos, Amazônia, microplastic, Amazon. Foram selecionados somente os artigos de interesse com base na região de estudo mencionada.

Os artigos selecionados foram então analisados, afim de identificar os resultados obtidos, organizando e destacando de forma clara e objetiva a temática e os cenários encontrados pelos autores. É importante ressaltar a existência de algumas limitações relacionadas à linguagem e à utilização das bases de dados específicas, além de, na possível exclusão de algum artigo de interesse. Como critérios de inclusão, usou-se (i) pesquisas realizadas em território amazônico, (ii) pesquisas em ambientes de água doce, marinhas e estuários e (iii) pesquisas voltadas a análises de água, sedimentos e seres vivos locais.

3. Resultados e Discussão

Ainda são poucos os estudos referentes à presença de microplásticos nos diferentes compartimentos da região amazônica desenvolvidos. Foram identificados até o momento somente 14 artigos que evidenciam a presença de microplásticos em organismos aquáticos como, peixes (4), anêmona-do-mar (1), arraia (1), camarão (1) e uma espécie de triturador (1), ou que realizaram análises de amostras de sedimentos (3) e análises de amostras de água de rios (1), pisciculturas (1) e de água superficial da Plataforma Continental Amazônica (1).

Quadro 1. Artigos identificados que se apresentaram dentro dos critérios de inclusão estabelecidos.

Artigos	Autores
Primeira evidência de ingestão de microplástico por peixes do estuário do rio Amazonas	Pegado <i>et al.</i> , 2018
Primeiro relato do impacto da poluição plástica peixes de água doce na Amazônia: ingestão de detritos plásticos por piranhas e outros <i>serrasalmídeos</i> com hábitos alimentares diversos	Andrade <i>et al.</i> , 2019
Distribuição generalizada de microplásticos em uma praia arenosa de macromarés da Amazônia	Martinelli Filho & Pereira, 2019
Microplásticos em sedimentos de rios amazônicos, Brasil	Gerolin <i>et al.</i> , 2020
A anêmona-do-mar <i>Bunodos macangicum</i> como potencial biomonitor de contaminação por microplásticos na costa amazônica brasileira	Morais <i>et al.</i> , 2020
Contaminação de peixes de riachos por resíduos plásticos na Amazônia brasileira	Ribeiro-Brasil <i>et al.</i> , 2020
Microplásticos nas Praias Flúvio-estuarinas da Ilha de Cotijuba, Estuário do Rio Pará (Brasil)	Novaes <i>et al.</i> , 2020
Ingestão de microplásticos por arraia <i>Hypanus guttatus</i> no Oceano Atlântico Ocidental (costa amazônica brasileira)	Pegado <i>et al.</i> , 2021
Primeira avaliação da contaminação por microplásticos e microfibras artificiais em águas superficiais da Plataforma Continental Amazônica	Queiroz <i>et al.</i> , 2022
Os microplásticos e as mudanças climáticas afetam negativamente os invertebrados trituradores de um riacho amazônico? Uma perspectiva de funcionamento do ecossistema	Firmino <i>et al.</i> , 2023

Microplásticos em peixes em praias ribeirinhas amazônicas: Influência do modo de alimentação e distância a assentamentos urbanos	da Costa <i>et al.</i> , 2023
Primeira evidência de microplásticos em água doce de pisciculturas no estado de Rondônia, Brasil	Filho <i>et al.</i> , 2023
Contaminação microplástica no camarão de água doce <i>Macrobrachium amazonicum</i> em Itacoatiara, Amazonas, Brasil	Guimarães <i>et al.</i> , 2023
Monitoramento em larga escala e avaliação de risco de microplásticos no rio Amazonas	Rico <i>et al.</i> , 2023

Fonte: Autores, (2023).

Estudos em organismos aquáticos são a maioria entre os realizados na região e apontam que diversas espécies de peixes estão sendo contaminadas por MPs na bacia amazônica (Pegado *et al.*, 2018; Andrade *et al.*, 2019; Ribeiro-Brasil *et al.*, 2020; Da Costa *et al.*, 2023). Alguns dos artigos avaliados evidenciam o primeiro registro de MP em peixes de água doce da Amazônia (Andrade *et al.*, 2019) e em diferentes níveis tróficos no estuário do rio Amazonas (Pegado *et al.*, 2018), e demonstra que possivelmente algumas espécies são mais suscetíveis aos MPs que outras (Ribeiro-Brasil *et al.*, 2020; Da Costa *et al.*, 2023), além de observarem uma relação significativa entre a distância de assentamentos urbanos e a abundância de MP no trato digestivo dos peixes, dependendo de sua guilda trófica (Da Costa *et al.*, 2023).

Entre os estudos realizados, Pegado *et al.* (2018) apresentaram o resultado de uma investigação de ocorrência de partículas microplásticas no trato digestivo de peixes do estuário do rio Amazonas, analisando 189 espécimes de 46 espécies e 22 famílias diferentes, removendo partículas microplásticas de seus tratos gastrointestinais e identificando-as por meio de Refletância Total Atenuada – Infravermelho com Transformada de Fourier (ATR-FTIR), em que foi encontrado um total de 228 partículas de MP, com uma abundância de 13,7% entre os espécimes, e 30,4% entre total de espécies nas amostras. A presença de pellets representou mais de 97% dos microplásticos recuperados do trato gastrointestinal dos peixes, com predominância de tons de amarelo, o que indica a presença de poluentes orgânicos persistentes (POPs) aderidos em sua superfície. Os resultados desse estudo apresentam uma ingestão significativa de MPs por metade das espécies importantes para a pesca local.

Andrade *et al.* (2019) relataram a ingestão de plásticos no rio Xingu, considerado um importante afluente do baixo rio Amazonas, realizando a análise do conteúdo estomacal de peixes pertencentes à família Serrasalminidae, um grupo de espécies herbívoras, onívoras, e que incluem piranhas carnívoras. O estudo foi realizado com 172 espécimes de 16 espécies de peixes coletados entre julho de 2012 e novembro de 2014, sendo aplicado ATR-FTIR para identificação da composição dos detritos plásticos. Entre os detritos plásticos consumidos pelos Serrasalminidae, 29,2% consistiam em partículas de microplásticos (<5mm).

Ribeiro-Brasil *et al.* (2020) analisaram 68 espécimes de 14 espécies de peixes em 12 riachos amazônicos da Amazônia Oriental brasileira, e avaliaram o tamanho, forma e abundância de partículas plásticas no trato gastrointestinal desses peixes. Foram encontrados plásticos com forma de fibras e fragmentos, tendo sido identificados 46,7% como MPs das partículas encontradas e 22% como nanoplásticos, não sendo encontrado MP em apenas um dos espécimes analisados. Ribeiro-Brasil *et al.* (2020) reforçam a importância de mais pesquisas que abordem de forma mais sistemática fatores comportamentais e biológicos, podendo contribuir para que as espécies apresentem maiores vulnerabilidades à contaminação por plásticos.

Da Costa *et al.* (2023) investigaram a contaminação por MP em peixes associados a praias arenosas em uma área de proteção ambiental permanente no sudoeste da Amazônia, mais precisamente na bacia do rio Machado, no estado de Rondônia. Os peixes foram

coletados em 2017, de 24 praias arenosas em um trecho de 81 km, localizadas dentro da Reserva Biológica do Jarú, onde foi obtido um total de 72 amostras, com 9.544 espécimes capturados e 1.082 analisados. MPs foram encontrados em 30% das amostras, com 24 das 29 espécies capturadas apresentando a presença de ao menos um MP em seu trato digestivo. Da Costa et al. (2023) sugerem que as principais fontes de MPs encontrados sejam tecidos sintéticos, degradação de sacolas e garrafas plásticas, além de atividades pesqueiras, e recomenda mais estudos que busquem a identificação e quantificação de MPs em rios e sua fauna.

Estudos em organismos aquáticos não se limitaram a somente espécies de peixes, sendo realizados também análises de MP em outros seres vivos da fauna aquática local, como arraia (Pegado et al., 2021), anêmonas-do-mar (Moraes et al., 2020), camarões (Guimarães et al., 2023) e invertebrados trituradores (Firmino et al., 2023).

Pegado et al. (2021) analisaram o conteúdo estomacal de 23 espécimes de arraia da espécie *Hypanus guttatus* coletadas entre agosto de 2018 e março de 2019 no oeste do oceano Atlântico, na costa amazônica brasileira, onde foram encontradas 17 partículas de MP em 7 espécimes. Moraes et al. (2020) apresentaram o primeiro relato de microplásticos em animais invertebrados, na anêmona-do-mar (*Bunodos macanicum*), a mais abundante espécie actiniária da costa amazônica, em estudo realizado em três locais da costa do Pará, onde foram analisados 90 indivíduos e encontrados MP em 75,6% deles, destacando o potencial de monitoramento de plásticos por meio de espécies como esta, por terem detectados MPs mesmo em áreas preservadas.

A proximidade a centros urbanos está associada à quantidade de MPs presentes em diferentes ambientes em diversos estudos. A presença de MP no camarão *Macrobrachium amazonicum* em Itacoatiara, no estado do Amazonas, identificada em estudo realizado por Guimarães et al. (2023), também indica a existência dessa associação. A análise de 600 espécimes coletadas em igual quantidade em áreas urbana e rural entre 2020 e 2021 evidenciou o primeiro relato de contaminação por MP em camarão amazônico, encontrando-os em 89% das amostras, com um total de MPs encontrados maior em camarões coletados em área urbana, o que equivale a aproximadamente 63% do total.

Os dados obtidos por Guimarães et al. (2023) apresentaram resultados que corroboram com Pegado et al. (2018), Andrade et al. (2019) e Ribeiro-Brasil et al. (2020), que registraram a presença de MP em outros organismos aquáticos na região amazônica, e destaca que a presença desses MPs nessa espécie torna mais suscetível a contaminação da população local, pois são pescados e comercializados, o que torna essenciais investigações sobre MP na espécie local.

Firmino et al. (2023) testaram os efeitos causados por MPs e mudanças climáticas no *Phylloicus elektoros*, um invertebrado triturador, coletado em um córrego na Reserva Florestal Ducke, na cidade de Manaus, analisando um total de 90 indivíduos. O estudo não encontrou interação entre os cenários climáticos e os níveis de concentração de microplásticos, e não apresentou efeito da baixa concentração de MPs no risco de mortalidade, diferentemente da concentração média de MPs que ocasionou a morte de 96% dos espécimes. Os resultados obtidos indicam uma situação preocupante quando se trata dos efeitos futuros causados pelos MPs nessa espécie, assim como o efeito das mudanças climáticas que podem levar a alterações no funcionamento do ecossistema dos córregos amazônicos.

Os MPs podem se depositar ao longo das margens de praias, rios, manguezais e das cidades costeiras urbanas ao fluírem através das bacias amazônicas, tornando essas áreas mais vulneráveis a esse tipo de poluição e deposição de plásticos (Leite et al., 2014). Alguns artigos selecionados apresentaram a presença de MPs em análises de amostras de sedimentos realizadas em praias costeiras (Martinelli Filho & Monteiro, 2019), fluviais (Novaes et al., 2020) e de leitos de grandes rios amazônicos (Gerolin et al., 2020).

Martinelli Filho & Monteiro (2019) estimaram a abundância e distribuição de MP em sedimentos de uma praia arenosa no norte brasileiro em abril de 2014, extraindo amostras de diferentes profundidades, recuperando as partículas por meio de peneiramento e flotação, encontrando $492,5 \pm 556,4$ partículas/m³, em sua maioria sendo fibras, e foi

observada uma diminuição na abundância com o aumento da profundidade de coleta. Martinelli Filho & Monteiro (2019) destacaram que, além da urbanização como fonte de MP, atividades marítimas e o transporte de partículas por ventos e correntes marinhas e costeiras podem atuar como fonte e transportar esses MP até a costa amazônica.

Novaes et al. (2020) também investigaram a distribuição de MP em praias amazônicas, analisando sedimentos de praias fluviais estuarianas no rio Pará, da Ilha de Cotijuba, que se situa no estuário Amazônico no estado do Pará, dividindo cada uma das praias em três trincheiras, onde foram coletadas amostras de quatro camadas, com 0,2 metros de profundidade cada, e foram encontrados MPs em todas as cinco praias selecionadas. Os resultados desses estudos demonstram a exposição a MPs nas praias amazônicas (Martinelli Filho & Monteiro, 2019; Novaes et al., 2020).

Gerolin et al. (2020) avaliaram a concentração de MP em sete amostras de sedimentos dos rios Solimões, Negro e Amazonas, com amostras coletadas em sete locais que se encontravam entre a montante e a jusante da região metropolitana de Manaus. As amostras consistiam em sedimento de fundo (areias e areias lamacentas) coletados nas zonas dos canais subaquáticos dos rios, com profundidade variando entre 5 e 34m, e profundidade de sedimento entre 5 e 10 cm. Foram encontrados MPs em todas as amostras analisadas, apresentando concentrações maiores em sedimentos em dois pontos do rio Negro, localizado no entorno de Manaus, e diminuindo conforme se aproximava da jusante dos três pontos do rio Amazonas. Foi constatada variação de MPs encontrados nas amostras de 417 a 8178 partículas/kg de sedimento. A presença de áreas urbanas localizadas na montante de Manaus indica a presença dessas partículas nos sedimentos do rio Solimões, sendo observada uma grande capacidade de dispersão dessas partículas, pois é possível encontrá-las a grandes distâncias da jusante na qual se acumularam, a cerca de 110 km da metrópole (Gerolin et al., 2020).

O número de trabalhos identificados que buscaram realizar análises diretamente em amostras de água para quantificação e identificação de MP é pequeno, considerando a grande dimensão hídrica da região amazônica. Foram encontrados somente três artigos que evidenciam MPs em água, com estudos de águas superficiais da Plataforma Continental Amazônica (Queiroz et al., 2022) e pisciculturas (Filho et al., 2023), e um monitoramento em larga escala de MPs em rios amazônicos (Rico et al., 2023), estudo este que encontrou MPs em rios importantes para a região.

Queiroz et al. (2022) investigaram pela primeira vez a presença, abundância, distribuição e composição de MPs nas águas superficiais da Plataforma Continental Amazônica e realizaram testes para averiguar se existe variabilidade nos níveis de MP causada pela sazonalidade. A análise de 57 amostras (25 no período da seca e 32 no período chuvoso) apresentou maior abundância de MPs na estação chuvosa, quando comparado com o período de seca, com formatos predominantes de fibras e fragmentos, respectivamente.

Um estudo sobre microplásticos em viveiros de piscicultura de água doce foi realizado por Filho et al. (2023), em que foram analisadas 35 pisciculturas localizadas no estado de Rondônia. Esse estudo apresentou a presença de MP em nove pisciculturas, após a coleta e análise de amostras de água das estações seca e chuvosa, e mostra uma relação entre os MPs encontrados, sazonalidade e distribuição espacial, observando os principais fatores de sua distribuição e abundância, como os processos hidrológicos e densidade populacional, sendo que as pisciculturas que se localizam mais próximas a centros urbanos apresentaram uma quantificação maior de MP, e forte correlação (Pearson) positiva com a sazonalidade, apresentando maior abundância na estação chuvosa. Diversas fontes de poluição podem ter levado a presença desses MPs aos viveiros, como esgotos domésticos e industriais, que possivelmente contribuíram para o despejo dessas partículas em nascentes, lagos ou reservatórios que abastecem essas pisciculturas (Filho et al., 2023).

Rico et al. (2023) caracterizaram a exposição a MP em diversas áreas do rio Amazonas que apresentavam diferentes níveis de impacto antrópico e avaliaram os riscos que esses MP apresentam para os ecossistemas de água doce da Amazônia. As amostras de água foram coletadas no final da estação seca de 2019, nos rios Amazonas, Negro, Tapajós,

Tocantins, e nos córregos urbanos de Manaus, Macapá, Santarém e Belém, totalizando 40 amostras. Em todas as amostras foram encontrados MP, destacando a concentração no rio Amazonas, com uma variação de 8 a 39 MPs/m³. Foram identificados 32 tipos de polímeros diferentes por meio da análise FTIR, com destaque para maiores concentrações de poliéster e polipropileno.

A avaliação de risco realizada por Rico et al. (2023) utilizou dados de toxicidade crônica para espécies não nativas, e assumiu as características biológicas que afetam a absorção e sensibilidade ao MP podem se comparar entre as espécies de água doce da Amazônia e suas contrapartes marinhas e temperadas, apresentando resultados que apontam possíveis efeitos ecotoxicológicos nos organismos aquáticos de rios e córregos próximos às principais áreas urbanas da Amazônia, devido à diluição e/ou translocação de alimentos por meio de membranas biológicas (Rico et al., 2023).

A maior parte dos microplásticos identificados nos artigos apresentados tinham formas predominantes de fibras e fragmentos, com suas presenças detectadas em 78,6% e 64,3% dos estudos selecionados, respectivamente. A presença maioritária observada de fibras tem como causa provável o baixo índice de saneamento da região, não apresentando destinação correta de efluentes domésticos, entre eles, águas residuais de máquinas de lavar, que são descartadas diretamente no meio ambiente, a principal origem de fibras sintéticas (Sillanpää e Sainio, 2017). As cores dos MPs que se destacaram foram o azul, transparente e vermelho, com presença considerável em 85,7%, 57,1% e 35,7% dos artigos, respectivamente.



Edição especial:
II Simpósio Integrado UNIR | Ji-Paraná

Quadro 2. Caracterização amostral dos artigos analisados e dos microplásticos encontrados.

Autores	Local de estudo	Material de estudo	Nº de amostras	Formas predominantes de MPs	Cores predominantes de MPs	Composições predominantes de MPs
Pegado <i>et al</i>, 2018	Estuário do rio Amazonas	Peixes	189 espécimes	<i>Pellets</i> , Folhas e Fragmentos	Amarelo, Transparente e Azul	Poliamida (Nylon) e Polietileno
Andrade <i>et al</i>, 2019	Rio Xingu	Peixes	172 espécimes	Filamentos e Fragmentos	Preto, Azul e Vermelho	Polietileno, Cloreto de polivinila e Poliamida
Martinelli Filho & Pereira, 2019	Praia da Corvina Salinópolis, PA	Sedimentos	58 amostras	Fibras e Fragmentos	Azul, Verde-Escuro e Avermelhado	-
Gerolin <i>et al</i>, 2020	Rios Solimões, Negro e Amazonas	Sedimentos	7 amostras	Fibras	Branco/Cristal, Azul e Preto	-
Morais <i>et al</i>, 2020	Costa do Pará	Anêmona-do-mar	90 indivíduos	Fibras e Fragmentos e Filmes	Azul, Transparente e Vermelho	Polietileno, Tereftalato e Polipropileno
Ribeiro-Brasil <i>et al</i>, 2020	Riachos amazônicos da Amazônia oriental brasileira	Peixes	68 espécimes	Fibras e Fragmentos	-	-
Novaes <i>et al</i>, 2020	Rio Pará da Ilha de Cotijuba Estuário Amazônico, PA	Sedimentos	60 amostras	Fibras	Transparente, Azul e Preto	-
Pegado <i>et al</i>, 2021	Oeste do oceano Atlântico, costa amazônica brasileira	Arraiais	23 espécimes	Fibras e Fragmentos	Azul e Transparente	Polietileno tereftalato, Poliamida e Acrilonitrila butadieno estireno
Queiroz <i>et al</i>, 2022	Plataforma Continental Amazônica	Água	57 amostras	Fibras (estação chuvosa) e Fragmentos (estação seca)	Azul, Transparente e Amarelo	Poliamidas, Poliuretano e Acrilonitrila butadieno estireno

Firmino <i>et al</i>, 2023	Córrego Barro Branco Reserva Florestal Ducke, AM	Invertebrado Triturador	90 indivíduos	-	-	-
da Costa <i>et al</i>, 2023	Bacia do Rio Machado, RO	Peixes	72 amostras	Fibras	Preto, Azul e Transparente	Polipropileno, Polietileno tereftalato e Poliamida
Filho <i>et al</i>, 2023	Viveiros de piscicultura, RO	Água	210 amostras	Fibras	Transparente, Vermelho e Azul	-
Guimarães <i>et al</i>, 2023	Itacoatiara, AM	Camarão	600 espécimes	Fibras e Fragmentos	Azul, Transparente e Amarelo	Poliamidas, Poliuretano e Acrilonitrila butadieno estireno
Rico <i>et al</i>, 2023	Rios Amazonas, Negro, Tapajós, Tocantins, e córregos urbanos de Manaus, Macapá, Santarém e Belém	Amostras de água	40 amostras	Fibras, Fragmentos e Filmes	Azul, Vermelho e Verde	Poliéster e Polipropileno

A identificação da composição dos MPs não foi realizada em 42,9% dos artigos, e nos que foi feita, predominaram polímeros de poliamida (PA) e polietileno (PE), ambos se apresentado como maioria, em 37,5% dos artigos. Alguns autores atribuem a presença de PA, principalmente, devido à decomposição das partes de pesca, uma vez que a pesca artesanal é a principal atividade econômica da área (Pegado et al., 2018; Moraes et al., 2020; Pegado et al., 2021).

As concentrações de MP encontradas no rio Amazonas estão na mesma faixa de concentração das regiões mais impactadas de rios europeus, tornando-as uma preocupação quando se considera que o fator de diluição que caracteriza a bacia e a população relativamente baixa que habita a região (Rico et al., 2023). Essa relação entre o nível de contaminação por MPs e a densidade populacional também foram mencionados por Ribeiro-Brasil et al. (2020), que observaram semelhança entre a bacia amazônica e outras regiões em diversos países com densidade populacional muito maior.

Com base na baixa quantidade de estudos encontrados e analisados, faz-se necessário considerar a Amazônia como uma área para iniciativas locais e globais que busquem reduzir os impactos do plástico, devido sua grande importância para a pesca, comunidades tradicionais e grande biodiversidade e ao potencial da costa amazônica brasileira como receptor (sumidouro) e fonte de MPs, sendo necessário determinar os níveis reais de contaminação por meio de mais estudos (Martinelli Filho & Pereira, 2019).

5. Conclusão

A baixa quantidade de estudos encontrados referentes a microplásticos na região amazônica é um obstáculo que limita a total compreensão do atual cenário sobre a presença desses poluentes em água, sedimentos ou seres vivos. Isso ocorre principalmente por se tratar de uma área de estudo relativamente nova, que vem ganhando maior espaço no meio científico somente nos últimos anos.

Foi possível observar que a presença dos MPs foi registrada em todos os compartimentos investigados na Amazônia. É importante destacar a ausência de estudos sobre MPs aerotransportados pela região e que não foi encontrado nenhum trabalho nesse sentido pelos autores desta revisão.

A identificação e a caracterização dos MPs encontrados é muito importante na busca de entender possíveis fontes de origem e distribuição, entretanto, não foi identificada a composição de MPs em boa parte dos artigos.

É recomendado que mais estudos sejam realizados na região Amazônica, pois, além de apresentar grande biodiversidade de fauna e recursos hídricos importantes e propícios a entrarem em contato com os MPs, também apresenta grande área territorial, que abrange não somente o Brasil, mas também outros países da América do Sul, tornando investigações em áreas mais isoladas importantes para mensurar o alcance dos MPs.

Conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesses.

- Andrade, M. C., Winemiller, K. O., Barbosa, P. S., Fortunati, A., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Giarrizzo, T. (2019). Primeiro relato do impacto da poluição plástica peixes de água doce na Amazônia: ingestão de detritos plásticos por piranhas e outros serrasalmídeos com hábitos alimentares diversos. *Environmental Pollution*, (244), 766-773. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.088>
- Andrady, A. L. Microplastics in the marine environment (2011). *Marine Pollution Bulletin*, (62), 1596-1605. Doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030
- Boucher, J., Friot, D. (2017). Microplásticos primários nos oceanos: uma avaliação global de fontes. IUCN, Gland, p. 43. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01.en>
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine pollution bulletin*, 62(12), 2588-2597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>
- Da Costa, I. D., Costa, L. L., Oliveira, A. S., Carvallho, E. V., Zalmon, I. R. Microplásticos em peixes em praias ribeirinhas amazônicas: Influência do modo de alimentação e distância a assentamentos urbanos (2023). *Science of the Total Environment*, (863), e. 160934. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160934>
- Filho, J. V. D., Pedroti, V. P., Santos, B. L. T., Pinheiro, M. L., Mira, A. B., Silva, F. C., Silva, E. C. S., Cavali, J., Guedes, E. A. C., Schons, S. V. Primeira evidência de microplásticos em água doce de pisciculturas no estado de Rondônia, Brasil. *Heliyon*, (9), e. 15066. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15066>
- Firmino, V. C., Martins, R. T., Brasil, L. S., Cunha, E. J., Pinedo-Garcia, R. B., Hamada, N. Juen, L. Os microplásticos e as mudanças climáticas afetam negativamente os invertebrados trituradores de um riacho amazônico? Uma perspectiva de funcionamento do ecossistema (2023). *Environmental Pollution*, (321), e. 121184. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121184>
- Gerolin, C. R., Pupim, F. N., Sawakuchi, A. O., Grohmann, C. H., Labuto, G., Semensatto, D. (2020). Microplásticos em sedimentos de rios amazônicos, Brasil. *Science of the Total Environment*, (749), e. 141604. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141604>
- Giarrizzo, T., Andrade, M. C., Schmid, K., Winemiller, K. O., Ferreira, M., Pegado, T., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Fearnside, P. M. (2019). Amazonia: the new frontier for plastic pollution. *Frontiers in Ecology and Environment*. (17), 309-310. <https://doi.org/10.1002/fee.2071>
- Guimarães, G. A., Moraes, B. R., Ando, R. A., Sant'anna, B. S., Perotti, G. F., Hattori, G. Y. (2023). Contaminação microplástica no camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* em Itacoatiara, Amazonas, Brasil. *Environ. Monit. Assess*, 195(434). Doi: 10.1007/s10661-023-11019-w
- Jones, F. (2019). A ameaça dos microplásticos. *Pesquisa FAPESP*, (281), 25-28.
- Lebreton, L. C., Van Der Zwet, J., Damsteeg, J. W., Slat, B., Andrady, A., Reisser, J. (2017). River plastic emission to the world's oceans. *Nature Communications*, 8(1561). <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>
- Leite, A. S., Santos, L. L., Costa, Y., Hatje, V. (2014). Influência da proximidade a um centro urbano no padrão de contaminação por detritos marinhos. *Marine Pollution Bulletin*, (81), 242-247. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.01.032>
- Lucio, F. T., Magnoni, D. M., Vicentini, V. E. P., Conte, H. (2019). Availability and influence of microplastics on living organisms and environment: a review. *Conexão Ciência, Formiga/MG*, 14(1), 47-55. <https://doi.org/10.24862/ccov.14i1.908>
- Martinelli Filho, J. E., Monteiro, R. C. P. (2019). Distribuição generalizada de microplásticos em uma praia arenosa de macromarés da Amazônia. *Marine Pollution Bulletin*, (145), 219-223. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.049>
- Morais, L. M. S., Sarti, F., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Giarrizzo, T., Martinelli Filho, J. E. (2020). A anêmona-do-mar *Bunodosoma cangicum* como potencial biomonitor de contaminação por microplásticos na costa amazônica brasileira. *Environmental Pollution*, (265), e. 114817. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114817>
- Novaes, G. O., Monteiro, S. M., Marcelo, R. Microplásticos nas Praias Flúvio-estuarinas da Ilha de Cotijuba, Estuário do Rio Pará (Brasil) (2020). *Journal of Coastal Research*, (95), 780-784. <https://doi.org/10.2112/SI95-152.1>

- Olivatto, G. P., Carreira, R., Tornisielo, V. L., Montagner, C. C. (2018). Microplásticos: Contaminantes de Preocupação Global no Antropoceno. *Revista Virtual de Química*, 10(6), 1968-1989.
- Olivatto, G. P., Martins, M. C. T., Montagner C. C., Henry T. B., Carreira, R. S. (2019). Microplastic contamination in surface waters in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, (139),157-162, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.042>.
- Pegado, T. S. S., Schmid, K., Winemiller, K. O., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Dei, L., Giarrizzo, T. (2018). Primeira evidência de ingestão de microplástico por peixes do estuário do rio Amazonas. *Marine Pollution Bulletin*, (133), 814–821. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.035>.
- Pegado, T., Brabo, L., Schmid, K., Sarti, F., Gava, T. T., Nunes, J., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Giarrizzo, T. (2021). Ingestão de microplásticos por arraia *Hypanus guttatus* no Oceano Atlântico Ocidental (costa amazônica brasileira). *Marine Pollution Bulletin*, (162), e. 111799. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111799>.
- Queiroz, A. F. S., Conceição, A. S., Chelazzi, D., Rollnic, M., Cincinelli, A., Giarrizzo, T., Martinelli Filho, J. E. (2022). Primeira avaliação da contaminação por microplásticos e microfibras artificiais em águas superficiais da Plataforma Continental Amazônica. *Science of the Total Environment*, (839), e. 156259. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156259>.
- Queiroz, L. G., Cardoso-Silva, S., Silva, D. C. V. R., Ferreira, K. S., Rani-Boorges, B., Pompêo, M. (2022). Microplásticos como vetor de metais em ecossistemas aquáticos de água doce. In M. Pompeo [et al.]. (org.). *Microplásticos nos ecossistemas - impactos e soluções*, Instituto de Biociências, cap. 10, pp. 134-146.
- Rani-Borges, B., Martins, T.F.G., Pompêo, M. (2021). Status of Brazilian research on microplastics present in aquatic ecosystems: freshwater. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 16(1), 106-117.
- Ribeiro-Brasil, D. R. G., Torres, N. R., Picanço, A. B., Sousa, D. S., Ribeiro, V. S., Brasil, L. S., De Assis Montag, L. F. (2020). Contaminação de peixes de riachos por resíduos plásticos na Amazônia brasileira. *Environmental Pollution*, (266), e. 115241. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115241>.
- Rico, A., Redondo-Hasselerharm, P. E., Vighi, M., Waichman, A. V., Nunes, G. S. S., Oliveira, R., Singdahl-Larsen, C., Hurley, R., Nizzetto, L., Schell, T. (2023). Monitoramento em larga escala e avaliação de risco de microplásticos no rio Amazonas. *Water Research*, (232), e. 119707. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.119707>.
- Silva, D. Do C., Vieira, H. A. G., Rolim, V. S., Silva, W. F., Sousa, M. G., Paulino, M. G., Mariano, W. S. (2021). Contaminantes ambientais: efeitos dos microplásticos em organismos aquáticos e terrestres. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 10(7), e. 54310716761. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16761>
- Sillanpää, M., Sainio, P. (2017). Liberação de fibras de poliéster e algodão de têxteis em lavagens de máquina. *Environ Sci. Pollut.* (24), 19313–19321. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9621-1>.
- Statista. (2023). Plastic production worldwide from 1950 to 2020 (in million metric tons). Recuperado de <https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/> (acessado em: 30/04/2023).
- Thompson, R. C., Olsen Y., Mitchell R. P., Davis A., Rowland S. J., John A. W., Mcgonigle D., Russell A. E. (2004). Lost at sea: Where is all the plastic? *Science*, 304(5672), 838.
- Wang, Y., Zhou, B., Chen, H., Yuan, R., Wang, F. (2022). Distribution, biological effects and biofilms of microplastics in freshwater systems - A review. *Chemosphere*, (299), 134370.