

**INDICADORES DA
PRESENÇA DE
MICROPLÁSTICOS NOS
PEIXES DO ALTO RIO
PARANÁ: UMA REVISÃO
NARRATIVA SOBRE OS
IMPACTOS NA
SUSTENTABILIDADE**

**INDICATORS OF MICROPLASTIC PRESENCE IN FISH FROM THE UPPER
PARANÁ RIVER: A NARRATIVE REVIEW OF IMPACTS ON SUSTAINABILITY**

Ciências Biológicas, Ciências Sociais Aplicadas • 23/07/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/784559253](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/784559253)

Mariza Martins de Jesus Jung¹

Fernando da Silva Delgado²

Tiago Fernando Hansel³

Alvori Ahlert⁴

RESUMO

O crescimento acelerado da produção e do consumo de plásticos tem intensificado os desafios associados à gestão de resíduos sólidos, contribuindo para a geração de microplásticos — partículas com elevada persistência e ampla dispersão ambiental. Embora avanços recentes tenham ampliado o conhecimento sobre a ocorrência e os impactos desses contaminantes, ainda há lacunas relevantes no desenvolvimento de estratégias voltadas à prevenção de sua geração. Nesse contexto, a gestão de resíduos sólidos e a logística reversa emergem como instrumentos estratégicos capazes de reduzir a exposição ambiental de resíduos plásticos e, conseqüentemente, interromper processos de fragmentação que originam microplásticos secundários. Assim, avaliamos a relação entre a eficiência da gestão de resíduos sólidos e da logística reversa e o risco potencial de geração de microplásticos. Especificamente, pesquisamos referências publicadas sobre esse tema. Partimos da hipótese de que sistemas mais eficientes de gestão de resíduos e logística reversa apresentam menor risco potencial de geração de microplásticos, evidenciando uma relação inversa entre desempenho operacional e risco ambiental. Além disso, pressupomos que fragilidades institucionais, operacionais e de governança estejam diretamente associadas ao aumento desse risco, refletindo limitações na implementação de políticas públicas e na integração entre os atores envolvidos. Esperamos que os resultados contribuam para o avanço da abordagem preventiva no enfrentamento da poluição por microplásticos. Nesse contexto, alertamos a população sobre os riscos e evitar a poluição por microplásticos, unir estratégias de comunicação de massa, educação e engajamento prático. Implementar projetos de educação ambiental em escolas e universidades focados na redução do uso de plásticos descartáveis e na escolha de tecidos naturais

como o algodão. Incentivar a comunidade a participar de mutirões de limpeza de rios, utilizando metodologias simples para coletar e identificar resíduos plásticos. Instalar placas educativas próximas a bueiros e rios com mensagens diretas, lembrando que o lixo descartado incorretamente fragmenta-se e contamina a água.

Palavras-chave: Microplásticos; Governança; Prevenção ambiental; Logística reversa; Gestão de resíduos sólidos.

ABSTRACT

The rapid growth in plastic production and consumption has intensified challenges associated with solid waste management, contributing to the generation of microplastics—particles characterized by high persistence and widespread environmental dispersion. Although recent advances have expanded knowledge regarding the occurrence and impacts of these contaminants, significant gaps remain in the development of strategies aimed at preventing their generation. In this context, solid waste management and reverse logistics emerge as strategic tools capable of reducing environmental exposure to plastic waste and, consequently, halting the fragmentation processes that give rise to secondary microplastics. Thus, we evaluated the relationship between the efficiency of solid waste management and reverse logistics systems and the potential risk of microplastic generation. Specifically, we reviewed published literature on the subject. We hypothesized that more efficient waste management and reverse logistics systems pose a lower potential risk of microplastic generation, demonstrating an inverse relationship between operational performance and environmental risk. Furthermore, we posited that institutional, operational, and governance weaknesses are directly linked to increased risk, reflecting limitations in public policy implementation and stakeholder integration. We hope these

results contribute to advancing a preventive approach to addressing microplastic pollution. In this context, we aim to raise public awareness regarding the risks of microplastic pollution and the need to avoid it by combining mass communication, education, and practical engagement strategies. Measures include implementing environmental education projects in schools and universities focused on reducing single-use plastics and promoting the choice of natural fabrics like cotton; encouraging community participation in river cleanup drives using simple methodologies to collect and identify plastic waste; and installing educational signage near storm drains and rivers with direct messages reminding the public that improperly discarded waste fragments and contaminates the water.

Keywords: Microplastics; Governance; Environmental prevention; Reverse logistics; Solid waste management.

1. INTRODUÇÃO E PROBLEMÁTICA

Os microplásticos chegam ao Alto Rio Paraná através do lixo descartado incorretamente, que se fragmenta pela ação do sol e da água, e pelo escoamento de esgoto e efluentes industriais e agrícolas. Nos peixes, causam obstrução intestinal, desnutrição, toxicidade por absorção de metais pesados e alterações hormonais.

A contaminação dos peixes e do ecossistema de água doce ocorre por meio de uma série de dinâmicas interligadas: Fragmentação do lixo macroscópico: sacolas, garrafas e embalagens plásticas descartadas nas margens ou levadas pelos afluentes degradam-se progressivamente devido à radiação solar e ao atrito da água; O lançamento de efluentes urbanos e industriais despeja diretamente micropartículas no sistema hidrográfico; As represas, lagos

marginais e áreas de remanso funcionam como "armadilhas", acumulando esses fragmentos ao longo da calha do rio.

Diante disso, os peixes sofrem os impactos. Ingestão acidental: Os peixes confundem as partículas, muitas vezes menores que 5 mm, com seu alimento natural (como algas e pequenos crustáceos). Danos físicos e mecânicos: Os fragmentos rígidos podem causar ferimentos, inflamações e oclusão (bloqueio) no trato digestivo, o que reduz a capacidade do peixe de absorver nutrientes, levando à inanição, estado extremo de debilidade física e desnutrição causado pela falta prolongada de alimentos ou pela incapacidade do organismo de absorver nutrientes. Essa condição força o corpo a consumir suas próprias reservas (gordura e massa muscular) para sobreviver, levando à falência progressiva dos órgãos. Contaminação química: Os microplásticos agem como "esponjas" para poluentes orgânicos persistentes e metais pesados presentes na água. Quando ingeridos, essas substâncias tóxicas são liberadas no organismo do animal, podendo causar distúrbios endócrinos, problemas na reprodução e redução da fecundidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa sobre microplásticos como contaminantes das águas visa compreender a origem, a dispersão e os impactos dessas partículas no meio ambiente e na saúde humana. Os estudos buscam desenvolver tecnologias de filtragem e subsidiar políticas públicas para o monitoramento da água potável.

A produção de plásticos tem apresentado crescimento exponencial desde meados do século XX, impulsionada por sua elevada versatilidade, baixo custo de produção e ampla aplicabilidade em

praticamente todos os setores da economia global, consolidando-se como um dos materiais mais produzidos e consumidos em escala mundial (SCHWARZ et al., 2023; PLASTICS EUROPE, 2024). Nas últimas décadas, esse crescimento tem se intensificado de forma expressiva, com a produção global já ultrapassando 400 milhões de toneladas anuais (UNEP, 2023), evidenciando não apenas a expansão contínua da demanda, mas também a crescente dependência estrutural desses materiais nas cadeias produtivas contemporâneas. Esse cenário reflete um modelo de produção e consumo linear, fortemente baseado na descartabilidade e na substituição de materiais tradicionais, o que amplia significativamente os desafios associados à gestão de resíduos e à mitigação dos impactos ambientais decorrentes.

A degradação incompleta desses resíduos resulta na formação de microplásticos (MPs), definidos como partículas com menos de 5 mm de diâmetro, originadas principalmente da fragmentação de plásticos maiores (FRIAS; NASH, 2019). Devido às suas características físico-químicas — como tamanho reduzido, alta área superficial e elevada persistência — os microplásticos apresentam ampla distribuição em diferentes compartimentos ambientais. Em ecossistemas terrestres, sua presença já é amplamente documentada (MAI et al., 2024), enquanto em sistemas aquáticos continentais são detectados desde águas superficiais (HOEHN et al., 2024) até sedimentos profundos (QI et al., 2022), além de serem encontrados em regiões remotas, evidenciando seu elevado potencial de dispersão (NIU et al., 2024; KHAN et al., 2024).

Os microplásticos têm sido amplamente detectados em ambientes aquáticos continentais, solos, atmosfera e organismos vivos, evidenciando sua ubiquidade e elevada capacidade de dispersão

global (THACHARODI et al., 2024). Estudos recentes indicam que essas partículas podem atravessar diferentes níveis tróficos, acumulando-se ao longo das cadeias alimentares e levantando preocupações quanto aos seus efeitos ecotoxicológicos e potenciais impactos à saúde humana (RANGEL-BUITRAGO et al., 2023; MAI et al., 2024). Apesar do avanço das pesquisas voltadas à detecção e aos efeitos desses contaminantes, ainda persiste uma lacuna significativa no desenvolvimento de estratégias voltadas à prevenção de sua geração.

A maior parte dos microplásticos presentes no ambiente resulta de processos de fragmentação secundária, nos quais resíduos plásticos maiores são degradados por fatores físicos, químicos e biológicos, como radiação ultravioleta, variações térmicas e abrasão mecânica (FRIAS; NASH, 2019; THACHARODI et al., 2024). Dessa forma, a presença desses contaminantes deve ser compreendida como consequência direta da gestão inadequada de resíduos, evidenciando a estreita relação entre a poluição por microplásticos e a eficiência dos sistemas de gestão de resíduos sólidos (RANGEL-BUITRAGO et al., 2022).

Nesse sentido, a gestão de resíduos sólidos assume papel central na mitigação desse problema, especialmente quando orientada por princípios de prevenção, redução na fonte e reinserção de materiais nos ciclos produtivos. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei nº 12.305/2010) estabelece diretrizes como a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a implementação de sistemas de logística reversa, visando promover a economia circular e reduzir a disposição inadequada de resíduos (BRASIL, 2010).

A **Lei nº 12.305/2010** instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil. Ela estabelece diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos e rejeitos, determinando responsabilidades compartilhadas entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, cidadãos e o poder público.

O Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022, regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos instituída pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Ele estabelece diretrizes para a gestão integrada de resíduos, promovendo a redução da geração, o aumento da reciclagem e a responsabilização dos produtores. O decreto reforça a participação da sociedade, define atribuições dos entes federativos e cria mecanismos para monitoramento e fiscalização. Não há menção à sua revogação, mantendo-se em vigor.

O Decreto Federal nº 12.688/2025 instituiu o novo Sistema de Logística Reversa de embalagens plásticas no Brasil. Ele obriga fabricantes, importadores e comerciantes a garantirem a reciclagem e a inclusão de conteúdo reciclado pós-consumo (PCR) em embalagens.

Apesar dos avanços normativos, a implementação efetiva desses instrumentos ainda enfrenta desafios significativos, sobretudo em escala regional e municipal. Limitações institucionais, insuficiência de infraestrutura, baixa integração entre os atores envolvidos e fragilidades nos mecanismos de fiscalização comprometem a eficiência dos sistemas de gestão (RANGEL-BUITRAGO et al., 2023).

Nesse contexto, o presente estudo propõe um índice sintético com enfoque preventivo, integrando dimensões ambientais, operacionais e institucionais em escala territorial. À luz dessas considerações, a

escolha do Alto Rio Paraná como área de estudo mostra-se estratégica, uma vez que essa região apresenta diversidade de arranjos institucionais na gestão de resíduos, incluindo consórcios intermunicipais e iniciativas empresariais.

A gestão dos resíduos sólidos sob a ótica do geógrafo Milton Santos não é tratada como um mero problema técnico ou de limpeza urbana. Para o autor, o lixo é o reflexo material da contradição entre os sistemas de objetos (a produção e o consumo em massa) e os sistemas de ações (o descarte e a apropriação do espaço).

O espaço como "espelho" da desigualdade: A geração e a destinação dos resíduos revelam a divisão social do espaço urbano. Áreas centrais e bairros de alta renda possuem coleta e destinação eficiente, enquanto a periferia, muitas vezes, convive com a degradação ambiental e lixões a céu aberto.

Milton Santos argumentava que os problemas ambientais são, na verdade, agravos ao "meio de vida do homem". A degradação ambiental causada pela má gestão dos resíduos atinge desproporcionalmente as populações mais vulneráveis.

As cidades lidam com essas dinâmicas territoriais, é possível analisar o impacto da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que busca formalizar a inclusão de catadores na cadeia de reciclagem, em forte consonância com a necessidade de reduzir a exclusão socioespacial.

3. METODOLOGIA: REVISÃO NARRATIVA

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, com o objetivo de compreender como a relação entre microplásticos, logística reversa

e gestão de resíduos tem sido abordada sob a perspectiva da prevenção ambiental. As buscas serão conduzidas nas bases Web of Science, Scopus e Google Acadêmico, considerando o período de 2000 a 2025. A definição dos descritores será realizada com base na terminologia consolidada na literatura internacional, tendo como eixo central o termo “microplastics”, associado a descritores relacionados à gestão e prevenção, como “reverse logistics”, “waste management”, “circular economy” e “extended producer responsibility”. A estratégia de busca será estruturada com operadores booleanos, permitindo a integração entre os campos da ciência ambiental e da gestão de resíduos.

A convergência entre o método da revisão Narrativa e a Teoria da Gestão de Resíduos Sólidos oferece uma abordagem inovadora para combater a poluição por microplásticos. Enquanto a gestão tradicional foca na infraestrutura técnica, a abordagem narrativa foca na mudança comportamental e cultural.

A revisão narrativa aborda os problemas públicos e ambientais não apenas como falhas técnicas, mas como histórias moldadas por valores, identidades e discursos: Redefinição do problema: Transforma dados frios sobre poluição em barreiras humanas engajadoras: Atores e papéis: Identifica os heróis (recicladores, cidadãos conscientes), os vilões (o plástico descartável, a negligência corporativa) e as vítimas (os ecossistemas e a saúde humana). Engajamento cultural: Utiliza o poder do *storytelling* para criar novas normas sociais e mudar a percepção pública sobre o descarte.

A gestão moderna de resíduos sólidos baseia-se na hierarquia da sustentabilidade. No contexto dos microplásticos, a dinâmica muda do macro para o micro. Não-geração e redução: Eliminar a produção

de plásticos de uso único e proibir microesferas em cosméticos. Ciclo de Vida do Produto (Design Ecológico): Desenvolver tecidos sintéticos que não soltem microfibras na lavagem. Rastreabilidade: Monitorar a fragmentação dos macroplásticos (garrafas, sacolas) antes que se convertam em micropartículas difíceis de remediar. Integração: Narrativa para a diminuição de microplásticos.

A fusão das duas teorias (tradicional e moderna) cria estratégias práticas baseadas em quatro pilares narrativos para reestruturar a gestão de resíduos:

1. Desconstrução do "Mito do Sumiço". A narrativa antiga: "Colocar o lixo na lixeira faz ele desaparecer." e a nova narrativa: O plástico não desaparece; ele se fragmenta, entra na água, nos alimentos e retorna ao corpo humano. O foco narrativo muda para a invisibilidade do perigo.
2. Empoderamento do consumidor (do consumo à ação): A narrativa antiga: O cidadão é apenas um gerador de resíduos passivo. A nova narrativa: O consumidor é o guardião da cadeia. Narrativas focadas em soluções domésticas (como o uso de sacos de lavagem que retêm microfibras) transformam a rotina em um ato de preservação.
3. Responsabilização estendida do produtor (REP): A narrativa antiga: A culpa da poluição é do cidadão que joga lixo no chão. A nova narrativa: A indústria é a criadora do material persistente. A gestão de resíduos sólidos ganha força política quando a narrativa exige que as empresas arquitetem o retorno do material ao ciclo produtivo.

4. Ciência cidadã e monitoramento visual. Ação prática: Utilizar narrativas visuais (mapas de calor de poluição, fotos microscópicas de rios locais) para que comunidades colem dados. Tornar o microplástico visível através de histórias locais mobiliza a pressão pública por políticas de saneamento rígidas.

4. MICROPLÁSTICOS NO MEIO AMBIENTE

Os microplásticos são onipresentes e podem ser encontrados em praticamente todas as esferas do meio ambiente. Eles estão no ar (poeira e fibras sintéticas), na água (oceanos, rios e água potável), e no solo (contaminando plantações). Sua presença se estende aos alimentos, como sal, mel, açúcar e frutos do mar. A ausência de logística reversa eficiente transforma grandes resíduos plásticos em microplásticos (partículas menores que 5 mm) através da degradação ambiental. Sem a coleta e reciclagem adequadas, plásticos descartados poluem solos e oceanos, retornando à cadeia alimentar humana e causando riscos à saúde.

A análise de microplásticos na Bacia do Rio Alto Paraná revela uma contaminação crônica. Pesquisas indicam que partículas com menos de 5 mm se acumulam nos ecossistemas fluviais e são ingeridas pela fauna, afetando processos fisiológicos e facilitando a bioacumulação de substâncias tóxicas.

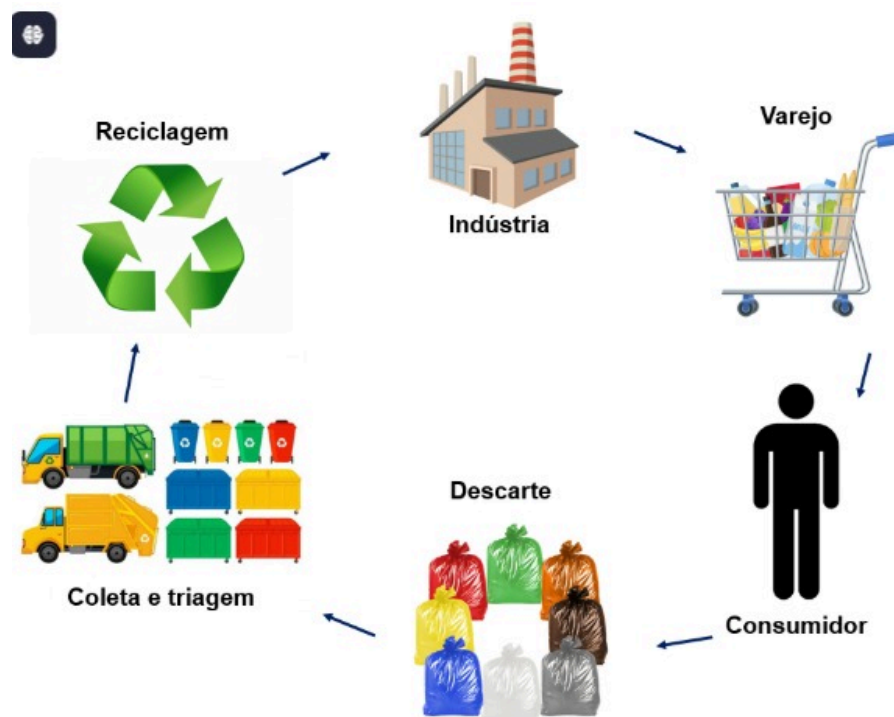


Fonte de pesquisa: <https://noticiasambientales.com/residuos-pt/poluicao-do-rio-parana-afirmam-que-70-e-causado-por-plasticos/>

4.1. Etapas do Ciclo da Reciclagem

- **Consumidor:** Inicia o ciclo ao adquirir produtos, utilizá-los e separar corretamente as embalagens e materiais descartados.
- **Descarte:** Ocorre por meio da separação do lixo em frações (recicláveis e não recicláveis) e entrega em postos de coleta ou lixeiras adequadas.
- **Coleta e triagem:** Cooperativas ou empresas de limpeza urbana recolhem os materiais e os separam por tipo (plástico, papel, vidro, metal).
- **Reciclagem:** Os materiais triados são limpos, triturados, fundidos ou processados quimicamente para voltarem ao estado de matéria-prima.
- **Indústria:** Compra essa matéria-prima reciclada e a utiliza na fabricação de novas embalagens, peças ou produtos de consumo.

- **Varejo:** Supermercados e lojas compram os produtos finalizados da indústria e os colocam nas prateleiras à disposição da sociedade.



Ciclo da reciclagem.

Tabela com autores brasileiros sobre os temas microplásticos e ética na gestão das águas. Recorte temporal (2012-2025)

Autores e ano de publicação	Temas
Artigo: OLIVEIRA; CORRÊA; SMITH (2020)	A poluição por microplásticos em rios urbanos expõe a fauna aquática a riscos severos. Em rios da bacia do alto rio Paraná, peixes neotropicais confundem essas partículas (menores que 5 mm) com seus alimentos naturais. Isso altera a ecologia alimentar e pode causar desde desnutrição até a absorção de substâncias tóxicas.
Dissertação: SILVA (2021)	O tema microplástico é abordado nessa dissertação acadêmica da UNIOESTE focada na ecologia trófica inicial e na ecotoxicologia de uma espécie de peixe no ecossistema do Alto rio Paraná. O estudo investiga o que as larvas da espécie invasora <i>Auchenipterus osteomystax</i> (conhecido

	popularmente como cascudo-boca-de-torta ou peixe-gato) consomem ao longo de diferentes rios (tributários) e avalia a ameaça emergente da poluição por plásticos nessa fase crítica da vida.
Artigo: DE SOUZA COELHO (2025)	Esse estudo que avalia a presença de partículas de plástico com menos de 5 milímetros no Rio Meia Ponte. A pesquisa busca entender onde essa poluição fica (na água ou no fundo), quanto existe e se a quantidade muda entre as épocas de seca e chuva.
Artigo: SELINGER (2024)	A composição da dieta e ingestão de plástico em Poecilia reticulata (popularmente conhecido como barrigudinho ou guppy) avalia como esses peixes, frequentemente encontrados em córregos urbanos, utilizam os recursos alimentares disponíveis e são impactados pela poluição.
Dissertação: COELHO (2025)	O crescimento urbano desordenado e as atividades humanas (ação antrópica) degradam os rios do Cerrado. O plástico descartado inadequadamente chega aos cursos d'água, ameaçando os ecossistemas aquáticos do alto da bacia do rio Paraná, que abriga o principal berço de águas do Brasil.
Artigo: AHLERT, Alvorí (2013)	Diálogo transparente e o engajamento comunitário geraram um modelo ético e sustentável de gestão da água, resultando na universalização do abastecimento de água potável na zona rural do município rondonense. O sucesso no saneamento do campo depende tanto de investimentos técnicos quanto de processos educativos e participativos
Artigo: MACHADO, Diego de Queiroz; IPIRANGA, Ana Silvia Rocha; OLIVEIRA, Francisco Correia de (2012)	A análise do filme Avatar sob a ótica da bioética e do desenvolvimento sustentável critica o modelo de exploração desenfreada liderado pela corporação humana RDA na lua de Pandora. A obra expõe o conflito entre a exploração econômica predatória e o modo de vida sustentável e integrado do povo Na'vi.

AHLERT, Alvorí et al. (2020)	Aplicar a bioética ambiental e da educação interdisciplinar para promover a sustentabilidade no meio rural, focando no manejo correto de resíduos sólidos. A obra analisa experiências práticas onde a segregação de resíduos na origem previne a contaminação ambiental, reforçando a responsabilidade ética do produtor na destinação final das embalagens plásticas de defensivos agrícolas na ARDEFA de Palotina e região.
------------------------------	--

5. RESULTADOS ESPERADOS

Esperamos que a pesquisa contribua para o avanço teórico e aplicado na compreensão da poluição por microplásticos sob uma perspectiva preventiva, ao evidenciar lacunas na literatura científica quanto à integração entre microplásticos, gestão de resíduos e logística reversa, especialmente no que se refere a abordagens voltadas à prevenção na fonte. Pretendemos, ainda, demonstrar a relação entre a eficiência da logística reversa e a redução do risco potencial de geração de microplásticos, reforçando seu papel como instrumento estratégico de gestão ambiental.

Divulgar os efeitos dos microplásticos para disseminação das doenças. A Organização Mundial da Saúde (OMS) classifica os microplásticos como contaminantes emergentes e alerta para a necessidade de mais pesquisas. Os microplásticos (partículas inferiores a 5 mm) representam um risco emergente à saúde humana, sendo encontrados em órgãos como fígados, rins, intestinos, placenta, pulmões e até no sangue e cérebro.

Os principais indicadores de risco e efeitos na saúde incluem: Danos celulares e inflamação crônica; estresse oxidativo: As partículas podem causar inflamação crônica e estresse oxidativo, danificando

tecidos e células; Danos em microestruturas: toxicidade em organelas celulares, incluindo lisossomos, mitocôndrias e núcleo; Fibrose Tecidual: O acúmulo em órgãos pode levar ao desenvolvimento de fibrose; Riscos Cardiovasculares e Metabólicos; Doenças Cardiovasculares: Associados a riscos de AVC, infarto e trombose; Acúmulo Vascular: Presença detectada nas paredes das artérias. Disfunção Endócrina e Imunológica; Desregulação Hormonal: Microplásticos carregam aditivos químicos (como BPA) que interferem no sistema endócrino; Impacto Imunológico: Alterações no sistema imunológico e potencial disfunção erétil. Impactos no Sistema Digestivo e Respiratório; Alterações na Microbiota: A ingestão de partículas afeta a microbiota intestinal, impactando a saúde digestiva; Problemas Respiratórios: A inalação de fibras de plástico pode causar inflamação, tosse, asma, pneumonia e possíveis doenças pulmonares crônicas; Riscos no Desenvolvimento e Reprodutivos; Efeitos Cognitivos: Estudos apontam para riscos ao desenvolvimento do cérebro, afetando a memória e aprendizado; Saúde Reprodutiva: Presença detectada na placenta e leite materno.

Vias de contaminação e fontes: Ingestão: Água (torneira/engarrafada), alimentos (sal, frutos do mar) e, principalmente, alimentos ultraprocessados embalados em plástico. Inalação: Fibras de roupas sintéticas (poliéster/nylon) e poeira doméstica. A EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) é uma empresa pública federal, vinculada ao Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), criada em 26 de abril de 1973. Sua missão é viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, visando a segurança alimentar e competitividade do agronegócio. Reduzir a exposição: A EMBRAPA recomenda atenção à saúde única,

enquanto. Cuidados pela vida sugere reduzir o uso de plásticos descartáveis e evitar aquecer alimentos em recipientes plásticos.

A integração entre ética, governança e logística reversa é o pilar central para o desenvolvimento sustentável na gestão de resíduos sólidos. Enquanto a logística reversa fornece a estrutura operacional para o retorno de materiais ao ciclo produtivo, a governança estabelece as regras e o monitoramento, e a ética define o compromisso moral com as gerações futuras e a saúde do planeta.

A ética na sustentabilidade condena o uso irresponsável de recursos finitos. Na gestão de resíduos, isso se traduz no princípio da responsabilidade compartilhada: Compromisso Social: Reconhece o valor do trabalho de catadores e cooperativas, promovendo inclusão e remuneração justa pelos serviços ambientais prestados; Preservação de recursos: Foca em reduzir a extração de matéria-prima virgem ao reinserir resíduos pós-consumo na cadeia produtiva (Economia Circular).

A governança e marcos regulatórios refere-se aos mecanismos de transparência, fiscalização e implementação de políticas, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Instrumentos de controle: Uso de sistemas como o Sinir (Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos) para rastreabilidade; Créditos de reciclagem: Mecanismos econômicos que certificam que as empresas cumpriram suas metas de logística reversa; ESG (Ambiental, Social e Governança): Estrutura empresarial que integra a gestão ética de resíduos às metas de longo prazo da organização.

A logística reversa é a operacionalização do ciclo e o instrumento que viabiliza o retorno de resíduos ao setor empresarial para reaproveitamento ou destinação correta. Fluxo pós-consumo: O consumidor entrega o produto em pontos de coleta; fabricantes e importadores garantem o transporte e reuso ou descarte seguro. Produtos obrigatórios: Pilhas, baterias, pneus, lâmpadas, eletroeletrônicos e embalagens de agrotóxicos e óleos devem obrigatoriamente seguir este sistema.

No âmbito da Geografia e das Ciências ambientais, a ética pode ser entendida como os princípios orientadores de intervenção no espaço geográfico, considerando a produção desigual do território, as relações de poder sobre o uso dos elementos naturais e a responsabilidade dos múltiplos atores sociais diante de problemas socioambientais.

Aqui, a ética não é apenas normativa, mas sim crítica e territorializada, pois envolve questionar: Quem se beneficia do uso do território?; Quem sofre os impactos ambientais?; Quais conhecimentos geográficos são utilizados?

Na Geografia e nas Ciências ambientais, ética e bioética constituem campos analíticos e normativos que orientam a compreensão das relações entre sociedade e natureza. A ética se direciona à responsabilidade na produção dos espaços e territórios, enquanto a bioética amplia essa reflexão ao incorporar a defesa da vida, da justiça ambiental e da sustentabilidade dos sistemas territoriais.

A ética aqui concebida aproxima-se da perspectiva da Geografia Crítica, influenciada pelo pensamento de Karl Marx, ao compreender

o espaço — especialmente o espaço rural — como produto de relações desiguais de poder e de conflitos socioeconômicos.

A ética assume um caráter crítico, territorializado e transformador, orientando as ações humanas com base na responsabilidade, na equidade e no respeito às pessoas, aos territórios e à natureza.

Bioética e Justiça socioambiental incorpora princípios como a defesa da vida, a responsabilidade coletiva, a participação social e a busca pela sustentabilidade. Aplicada ao desenvolvimento rural sustentável, essa ética implica a condução de práticas e políticas que conciliam produção, dignidade social e conservação ambiental, assegurando que o progresso territorial seja justo, duradouro e comprometido com o futuro.

6. DISCUSSÃO

Queremos dizer que existe uma desconexão entre o que é previsto na legislação e o que ocorre na prática, contribuindo para a permanência de resíduos no ambiente e, conseqüentemente, para a geração de microplásticos. A logística reversa, nesse contexto, configura-se como um instrumento estratégico de caráter preventivo, ao possibilitar o retorno de produtos e embalagens ao ciclo produtivo e reduzir o tempo de exposição dos resíduos ao ambiente. Ao interromper o processo de fragmentação dos plásticos, atua diretamente na mitigação da formação de microplásticos secundários, evidenciando seu potencial como ferramenta estruturante na prevenção da poluição (BRASIL, 2010; RANGEL-BUITRAGO et al., 2022).

No entanto, a avaliação de sua efetividade ainda carece de instrumentos que integrem diferentes dimensões do problema,

considerando aspectos ambientais, operacionais e institucionais. Soma-se a isso o fato de que a mensuração direta de microplásticos apresenta limitações técnicas e financeiras, especialmente em estudos de escala regional, o que reforça a necessidade de abordagens indiretas baseadas em indicadores (MAI et al., 2024; THACHARODI et al., 2024). Embora existam estudos que utilizem índices para avaliar a presença, diversidade e risco ecológico de microplásticos, bem como abordagens voltadas à caracterização físico-química dos polímeros, observa-se uma lacuna quanto ao desenvolvimento de instrumentos capazes de estimar, de forma indireta, o risco de geração desses contaminantes a partir da eficiência dos sistemas de gestão de resíduos e da logística reversa (RANGEL-BUITRAGO et al., 2023).

Os pesquisadores conseguiram detectar micropartículas contaminantes de microplásticos nas placentas, cordões umbilicais, leite materno, no sangue, cérebro, pulmão, fígado, intestino e fezes de seres humanos. Durante a descoberta, os pesquisadores usaram uma técnica chamada espectroscopia Micro-Raman, que é capaz de identificar composição química de moléculas com grande precisão.

Alguns estudos já mostram que essas partículas podem causar inflamação crônica e estresse oxidativo, fogo interno que pode danificar tecidos ao longo do tempo. Tem até pesquisa associando microplásticos a alterações hormonais, problemas no sistema imunológico e aumento do risco cardiovascular. Um estudo publicado no New England Journal of Medicine relata que pacientes com microplásticos alojados dentro de suas artérias tinham quatro vezes mais probabilidade de sofrer um ataque cardíaco, um derrame ou morrer dentro de três anos.

Governos começam a discutir limites, regulações e alternativas. Alguns países já proibiram microplásticos intencionais em cosméticos. Outros estudam filtros em máquinas de lavar para reter as fibras sintéticas. São passos pequenos diante de um problema que é gigantesco, porque o plástico não é só um erro do passado, ele ainda é um hábito do presente.

O ser humano contamina o corpo com microplásticos por três vias principalmente: respiração (Partículas e fibras minúsculas ficam suspensas no ar e são inaladas, podendo alcançar as profundezas dos pulmões. Ambientes fechados possuem concentrações mais altas devido à presença de tecidos sintéticos em estofados, cortinas e tapetes). Beber (A água, tanto a de torneira quanto a engarrafada, contém microplásticos. A água mineral em garrafas PET, em especial, pode apresentar quantidades ainda maiores da substância devido ao desgaste do recipiente) e Comer (Os microplásticos entram na cadeia alimentar ao se degradarem no meio ambiente. Eles estão presentes em frutos do mar, sal, mel, açúcar e vegetais cultivados em solos cujas plantas absorvem as partículas. O consumo de alimentos ultraprocessados ou aquecidos em potes plásticos de micro-ondas também libera o material nos alimentos).

A exposição aos microplásticos é um processo silencioso e cumulativo, onde partículas invisíveis penetram na corrente sanguínea, órgãos e até no cérebro através da inalação e ingestão. Embora os efeitos agudos ainda sejam estudados, a ciência relaciona esse acúmulo a inflamações crônicas e riscos cardiovasculares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHLERT, Alvori; BRENZAN, Cinara Kottwitz Manzano ; BERWALDT, Jean Carlos ; RIEDI, Lacy Maria ; DALBELLO, Liliane; RODRIGUES, Silvana Filippi Chiela . **Aportes éticos e bioéticos para o desenvolvimento rural sustentável: uma experiência em destinação de resíduos sólidos.** In: Júlio César Ribeiro. (Org.). Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias 5. 1ª ed. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020, v. 5, p. 167-185.

AHLERT, Alvori. **Ação comunicativa e ética no acesso e uso sustentável da água: a experiência do saneamento rural de Marechal Cândido Rondon – Paraná.** Horizonte, Belo Horizonte, v. 11, n. 32, p. 1571-1588, out./dez. 2013.

ANDRADY, A. L. **Microplastics in the marine environment.** Marine Pollution Bulletin, 62, 1596–1605, 2011.

BARNES, D. K. A. et al. **Accumulation and fragmentation of plastic debris.** Philosophical Transactions of the Royal Society B, 364, 1985–1998, 2009.

BARROS, Luzia Selena Soares; PREVIERO, Conceição Aparecida. **Gestão de Resíduos Sólidos: A importância das legislações ambientais no contexto dos aterros sanitários.** Revista Sociedade Científica, v. 8, n. 1, p. 204-225, 2025.

BERGMANN M, Gutow L, Klages M (eds) (2015) **Lixo antropogênico marinho.** Springer, Berlim. Disponível em: <http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-16510-3>

BRASIL. Disponível em: <https://gmclog.com.br/2023/02/27/confira-as-mudancas-e-esclarecimentos-presentes-no-decreto-10-936-2022/#>. Acesso em 12 de jul. de 2026.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

CHATELUS, G. (Dir.). **Financement des infrastructures et des services collectifs**. Le recours au partenariat public-privé. Les enseignements des expériences françaises dans le monde. Paris : Presses Ponts et chaussées, 2000, p. 305-325.

COELHO, Maycon Winnicius Barreira de Souza. **Poluição por resíduos plásticos em um rio do bioma Cerrado, alto da bacia do rio Paraná: influência antrópica e impactos da urbanização**. 2025. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde) -- Escola de Ciências Médicas e da Vida, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2025.

CONCEIÇÃO, Alexandrina Luz; CARLOS, Ana Fani Alessandri; SOUSA NETO, Manoel Fernandes de; DEL GAUDIO, Rogata Soares (org.). **Marx, a Geografia e a Teoria Crítica**. Rio de Janeiro: Consequência, 2023.

DA SILVA, André Felipe et al. **Gestão de resíduos sólidos e os impactos da poluição plástica na economia, na sociedade e no meio ambiente**. *Revista Parlamento e Cidadania-RPC*, v. 1, p. 37-69, 2024.

DE SOUZA COELHO, Maycon Winnicius Barreira; MAGALHÃES, Marta Regina; TEJERINA-GARRO, Francisco Leonardo. **Quantificação e distribuição sazonal da poluição microplástica na coluna de água e sedimento do rio meia ponte, alto da bacia do rio Paraná, Brasil central**. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, v. 22, 2025.

FRIAS, J. P. G. L.; NASH, R. **Microplastics: finding a consensus on the definition.** *Marine Pollution Bulletin*, v. 138, p. 145–147, 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 2019.

HALLIDAY, S. **The great stink of London: Sir Joseph Bazalgette and the cleansing of the Victorian metropolis.** Gloucestershire: The History Press, 2009.

HOEHN, D. et al. **Distribution and characteristics of microplastics in surface freshwater systems.** *Science of the Total Environment*, v. 912, 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS -inpeV. **Sistema Campo Limpo.** Disponível em: <https://www.inpev.org.br/sistema-campo-limpo/>. Acesso em: 24 de março de 2026.

JAMBECK, J. et al. **Plastic waste inputs from land into the ocean.** *Science*, 347, 768–771, 2015.

KHAN, S. et al. **Occurrence and transport of microplastics in freshwater ecosystems: a review.** *Environmental Research*, v. 240, 2024.

KLEIN, S. et al. **Weathering of plastic under environmental conditions.** *Environmental Science & Technology*, 52, 1330–1337, 2018.

LESUEUR, E.; SAINT-BRIS, H. **La gestion des déchets.** In: PERROT, J.; LOSSA, E. et al. *Partenariats public-privé: quelques réflexions.* **Revue Économique**, Paris, v. 59, n. 3, p. 437-449, 2008.

MACHADO, Diego de Queiroz; IPIRANGA, Ana Silvia Rocha; OLIVEIRA, Francisco Correia de. **Os Princípios da Bioética em Práticas de Desenvolvimento Sustentável: um Estudo Observacional no filme “Avatar”**. Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde, 14(3): 4-9, 2012.

MAI, L. et al. **Microplastics in terrestrial ecosystems: sources, fate and impacts**. *Environmental Pollution*, v. 335, 2024.

MERCERON, T.; YELKOUNI, M. **Pratiques culturelles et gestion des déchets**. *Revue Liaison Énergie-Francophonie*, Québec, n. 90, p. 11-13, 4. trim. 2011.

NAMBLARD, C. Pour une approche pragmatique du partenariat public-privé. In: PERROT, J.; CHATELUS, G. (Dir.). **Financement des infrastructures et des services collectifs**. Le recours au partenariat public-privé. Les enseignements des expériences françaises dans le monde. Paris: Presses Ponts et chaussées, 2000, p. 15-28.

NEVES, C. V.; GAYLARDE, C. C.; BAPTISTA NETO, J. A.; ALMEIDA, M. P.; POMPERMAYER, F. C. L.; VIEIRA, K. S.; FONSECA, E. M. **Plástico (e microplástico) no meio ambiente: impactos e desafios para sua gestão**. In: PEREIRA, C.; FRICKE, K. (coord.). IN: COOPERAÇÃO INTERSETORIAL E INOVAÇÃO: FERRAMENTAS PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2022.

NGNIKAM, E. Précollecte et collecte. Comment s'organiser? Comment l'organiser? **Revue Liaison Énergie-Francophonie**, Québec, n. 90, p. 30-35, 4.trim. 2011.

NIU, X. et al. **Atmospheric transport of microplastics to remote regions.** *Nature Geoscience*, v. 17, 2024.

OECD. **Global Plastics** Outlook. Paris: OECD Publishing, 2022.

OLIVEIRA, Cristian Wesley de Souza; CORRÊA, Cláudia dos Santos; SMITH, Welber Senteio. **Ecologia alimentar e presença de microplástico no conteúdo estomacal de peixes neotropicais em um rio urbano da bacia do alto rio Paraná.** *Revista Ambiente & Água*, v. e2551, 2020.

PLASTICS EUROPE. **Plastics – the fast facts 2024.** Brussels: Plastics Europe, 2024.

QI, R. et al. **Microplastics in sedimentary environments: distribution and ecological risks.** *Journal of Hazardous Materials*, v. 424, 2022.

RANGEL-BUITRAGO, N. et al. **Coastal pollution, plastics and microplastics: global scenario and management challenges.** *Marine Pollution Bulletin*, v. 188, 2023.

RANGEL-BUITRAGO, N.; NEAL, W. J.; WILLIAMS, A. T. **Anthropogenic litter and microplastics: global trends and impacts.** *Science of the Total Environment*, v. 838, 2022.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática X revisão narrativa. *Acta paul enferm*, v. 20, p. 2, 2007.

SADIA, H. et al. **Single-use plastics: environmental impacts and sustainable alternatives.** *Journal of Cleaner Production*, v. 430, 2024.

SANTIAGO, Cristine Diniz. **A Política Nacional de Resíduos Sólidos: um olhar sobre a governança.** 2024.

SANTIAGO, Cristine Diniz. **Governança da gestão de resíduos sólidos brasileira: caminhos para a efetivação da Política Nacional de Resíduos Sólidos.** 2021. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/20.500.14289/14746>.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção.** São Paulo: Editora Hucitec, 1996.

SANTOS, Milton. **O Espaço do Cidadão.** São Paulo: Editora Nobel, 1987.

SANTOS, Milton. **Por uma Outra Globalização: do pensamento único à consciência universal.** Rio de Janeiro: Editora Record, 2000

SCHWARZ, A. E. et al. **Plastics in the global environment assessed through material flow analysis, degradation and environmental transport.** *Science of the Total Environment*, v. 875, 2023.

SELINGER, A., Costa, JHA, Sandri, LM et al. **Composição da dieta e ingestão de plástico em *Poecilia reticulata* de córregos urbanos.** *Environ Sci Pollut Res* **31**, 51647–51657 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34641-8>

SILVA, Diego Rangel da. **Variação espacial da dieta de larvas de *Auchenipterus osteomystax* (Siluriforme; Auchenipteridae) e ingestão de microplástico em tributários no Alto rio Paraná.** 2021.

33 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2021.

TELLES, Dirceu D'Alkmin. **Resíduos sólidos: gestão responsável e sustentável.** Editora Blucher, 2022.

TEXTILES, E. et al. **Global plastic production and waste management challenges.** *Resources, Conservation and Recycling*, v. 210, 2024.

THACHARODI, D. et al. **Environmental persistence and ecological risks of microplastics: a global assessment.** *Environmental Science and Pollution Research*, v. 31, 2024.

THOMPSON, R. C. et al. **Lost at sea: Where is all the plastic?** *Science*, 304, 838, 2004.

TUAN, Y. Espaço e lugar: a perspectiva da experiência. São Paulo: DIFEL, 1983.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). ***Turning off the tap: how the world can end plastic pollution and create a circular economy.*** Nairobi: UNEP, 2023.

ZALASIEWICZ, J. et al. **The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene.** *Anthropocene*, v. 13, p. 4–17, 2016.

¹ Mestra em Geografia na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) – Campus de Marechal Cândido Rondon. Professora da

Educação Básica. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

² Acadêmico da Graduação de Direito. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Professor Doutor, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) – Campus de Marechal Cândido Rondon – Colegiado de Desenvolvimento Rural Sustentável. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ Professor Doutor, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) – Campus de Marechal Cândido Rondon – Colegiado de Desenvolvimento Rural Sustentável. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)