



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



MICROPLÁSTICOS: TECNOLOGIAS DE REMOÇÃO EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO E AVANÇOS NO MARCO LEGAL BRASILEIRO

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.9.26.I-024>

Evelyn Karoline da Silva Medeiros (*), Débora Machado de Oliveira Medina

* Universidade Federal do Rio Grande do Norte, evelyn.medeiros.108@ufrn.edu.br

RESUMO

A crescente poluição por microplásticos tem se consolidado como um dos principais desafios ambientais contemporâneos, especialmente no contexto do esgotamento sanitário. Este estudo tem como objetivo de comparar a eficácia das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) na remoção de microplásticos, analisando o desempenho de tecnologias convencionais e avançadas, além de analisar os avanços recentes do marco legal brasileiro relacionados ao tema. A metodologia adotada baseou-se em revisão sistemática da literatura e análise documental de instrumentos normativos nacionais e internacionais. Os resultados indicam que, embora as ETEs apresentem elevada eficiência na remoção de microplásticos da fase líquida, essas partículas tendem a se concentrar no lodo gerado durante o tratamento, configurando um novo desafio para sua gestão. Observou-se ainda que tecnologias secundárias apresentam maior eficiência de remoção em comparação às etapas primárias e terciárias. No âmbito regulatório, os avanços recentes demonstram alinhamento com diretrizes internacionais, porém persistem lacunas quanto ao estabelecimento de padrões específicos para microplásticos em efluentes. Portanto, a mitigação desse problema exige a integração entre inovação tecnológica, aprimoramento regulatório e gestão adequada do lodo, a fim de reduzir os impactos ambientais e os riscos à saúde pública.

PALAVRAS-CHAVE: Microplásticos, Tratamento de Esgoto, Remoção de Poluentes, Marco Regulatório, Saneamento Ambiental.

ABSTRACT

The increasing pollution from microplastics has become one of the main contemporary environmental challenges, especially in the context of wastewater treatment. This study aims to compare the effectiveness of Wastewater Treatment Plants (WWTPs) in removing microplastics, analyzing the performance of technological and advanced technologies, as well as analyzing the advances in the Brazilian legal framework related to the topic. The methodology adopted is based on a systematic literature review and documentary analysis of national and international regulatory instruments. The results indicate that, although WWTPs show high efficiency in removing microplastics from the liquid phase, these particles tend to concentrate in the sludge generated during treatment, posing a new challenge for their management. It should also be noted that secondary technologies show greater removal efficiency compared to primary and tertiary stages. In the regulatory sphere, recent advances demonstrate alignment with international guidelines, but gaps persist regarding the establishment of specific standards for microplastics in effluents. Therefore, mitigating this problem requires the integration of technological innovation, regulatory improvement, and proper site management to reduce environmental impacts and risks to public health.

KEY WORDS: Microplastics, Wastewater Treatment, Pollutant Removal, Regulatory Framework, Environmental Sanitation.

INTRODUÇÃO

O atual modelo de desenvolvimento econômico tem sido marcado pelo consumo intensivo de recursos naturais e pela crescente geração de resíduos, evidenciando a predominância de sistemas produtivos lineares e pouco sustentáveis. Nesse contexto, a natureza, anteriormente concebida como fonte inesgotável de materiais e energia, passa a ser ressignificada sob a perspectiva da sustentabilidade, fundamentada na análise dos ciclos de vida dos produtos e na adoção de práticas de gestão integrada de resíduos, essenciais para a redução dos impactos ambientais (Santos et al., 2023).

Nesse cenário, a Organização das Nações Unidas (2024) estima que a população mundial tenha atingido aproximadamente 8,2 bilhões de pessoas, responsáveis pela geração de mais de 2,3 bilhões de toneladas de resíduos



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



sólidos anualmente. Esse panorama evidencia uma trajetória insustentável, marcada pela intensificação das pressões sobre os ecossistemas globais e pela necessidade de transição para modelos mais eficientes de produção e consumo.

Dentre os diversos tipos de resíduos, os plásticos destacam-se como uma das principais preocupações ambientais contemporâneas, devido ao seu baixo custo, leveza e durabilidade, que favoreceram sua ampla utilização em substituição a materiais como vidro, metal e madeira (Montagner et al., 2021). No entanto, apesar dessas vantagens, seu ciclo de vida acarreta severos impactos ambientais, especialmente em função das baixas taxas de reciclagem. Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2022), apenas 9% do plástico produzido mundialmente é reciclado, sendo esse percentual ainda menor no Brasil, com cerca de 1,2% (FUNDAJ, 2019).

A poluição por plásticos tem sido investigada há décadas, com estudos iniciais voltados aos macrolásticos (> 5 mm), cuja presença em ambientes marinhos é registrada desde a década de 1970. Mais recentemente, a atenção científica passou a se concentrar nos microlásticos (MPs), partículas com menos de 5 mm, amplamente detectadas em diversos compartimentos ambientais, incluindo oceanos, rios, sedimentos, esgoto e até regiões remotas (Moore, 2008; Sul, 2014).

Os plásticos, compostos majoritariamente por polímeros sintéticos derivados de fontes fósseis, como petróleo e gás natural, tiveram seu uso amplamente disseminado devido à associação com praticidade e durabilidade (HEINRICH BÖLL FOUNDATION, 2019). No entanto, evidências recentes indicam a presença de microlásticos ao longo de toda a cadeia de produção e consumo, inclusive no corpo humano, com estudos apontando sua concentração em tecidos biológicos e potenciais riscos à saúde (Agrawal, 2025).

A contaminação por microlásticos configura-se como um problema crescente, especialmente na gestão de águas residuais. Estudos indicam sua presença em Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), evidenciando limitações na remoção dessas partículas após processos convencionais. Os microlásticos podem ser classificados como primários, quando produzidos intencionalmente em pequenas dimensões, e secundários, resultantes da fragmentação de plásticos maiores, com destaque para microfibras oriundas da lavagem de tecidos sintéticos. Tanto as ETEs quanto equipamentos domésticos, como máquinas de lavar, apresentam baixa eficiência na retenção dessas partículas, contribuindo para sua liberação contínua no ambiente aquático (Miino et al., 2024; Sun et al., 2019).

Nesse contexto, a adoção de políticas públicas, instrumentos regulatórios e modelos como a economia circular mostra-se essencial, embora a redução da produção seja apontada como medida indispensável. A crise da poluição plástica, uma das principais ameaças ambientais globais (Capomaccio, 2025), é agravada pela presença de microlásticos na cadeia alimentar e em organismos humanos.

No Brasil, a situação é particularmente crítica, marcada pela elevada geração de resíduos plásticos e pela insuficiência dos sistemas de gestão, o que contribui para o lançamento significativo desses materiais nos oceanos. Diante desse cenário, tornam-se imprescindíveis respostas integradas que articulem o aprimoramento das tecnologias de tratamento de efluentes e o fortalecimento de marcos regulatórios, com vistas à mitigação dos impactos ambientais e à promoção da sustentabilidade.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo de comparar a eficiência das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) na remoção de microlásticos (MPs), analisando tecnologias convencionais e avançadas diante dos crescentes impactos socioambientais e dos riscos à saúde pública. Além disso, propõe-se uma análise crítica dos novos marcos regulatórios brasileiros, em especial os Decretos Federais nº 12.688/2025 e nº 12.644/2025, em diálogo com diretrizes internacionais.

METODOLOGIA

A pesquisa fundamentou-se em uma abordagem qualitativa e comparativa, utilizando revisão sistemática e análise documental. Na pesquisa bibliográfica, utilizou-se os recursos das bases de dados Scopus, ScienceDirect e do portal de periódicos CAPES. O foco foi artigos científicos publicados entre 2019 e 2025. A busca utilizou o termo “Microlásticos”, em combinação com outras palavras-chave, incluindo ETEs (Estações de Tratamento de Esgoto), processos de remoção, regulamentação e gestão.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



No âmbito normativo, procedeu-se a uma análise comparativa entre os marcos legais brasileiros vigentes em 2025, a Diretiva (UE) 2019/904 e as diretrizes do Tratado Global de Plásticos da ONU. Complementarmente, investigou-se artigos científicos acerca dos impactos ambientais dos microplásticos no solo e na biota, estabelecendo uma correlação direta com a concentração dessas partículas na fase sólida (lodo) residual do tratamento de efluentes.

RESULTADOS

Remoção de microplásticos em estações de tratamento de esgotos

Os resultados indicam que as ETEs desempenham um papel dual: embora removam uma parcela significativa de microplásticos (MP) da fase líquida, atuam como concentradores dessas partículas na fase sólida, visto que são consideradas as principais receptoras de microplásticos terrestres antes de entrarem nos sistemas aquáticos naturais (Sun et. al, 2019).

No estudo de Liu et al. (2021), observou-se que o tratamento primário (composto por tecnologias como decantação primária, tratamento de areia e graxa), apresentou uma eficiência média de 56,75%; no tratamento secundário/biológico, (comparando tecnologias de A₂O (Anaeróbico-Anóxico-Óxido), biofiltros e outros biorreatores), uma eficiência de 66,63%, e após o tratamento terciário (utilizando tecnologias de UV, O₃, cloração, filtros biologicamente ativos (FBA), filtros de disco (FD) e filtros rápidos de areia (FRA)), obteve-se uma remoção de microplásticos em 85,71% (Liu et al., 2021). Ressalta-se, contudo, que esses valores correspondem a médias obtidas a partir de estudos realizados em diferentes países e, portanto, podem variar em função das características operacionais das ETEs, das tecnologias empregadas, das etapas de tratamento adotadas e das condições locais de cada estudo. A Tabela 1 apresenta essas variações.

Tabela 1. Comparativo de Eficiência de Remoção de MPs em diferentes Tecnologias de ETEs

Fonte: adaptado de Liu et al., 2021.

Tecnologia	Tipo	Eficiência MP
Peneiramento/Grades	Primário	69–79%
Lodo Ativado Convencional	Secundário	Até 98,41%
Biorreator de Membranas (MBR)	Secundário	>99%
A ² O (Anaeróbico-Anóxico-Óxido)	Secundário	16,9%
Biofiltro	Secundário	68%
Reator Sequencial em Batelada (RSB)	Secundário	Aprox. 98%
Tecnologias Baseadas em Filtração	Terciário	67%
Oxidação Avançada	Terciário	44,0%

Observa-se que a eficiência de remoção dos microplásticos varia significativamente entre as diferentes tecnologias de tratamento. De modo geral, os processos secundários, apresentam elevadas eficiências de remoção, podendo atingir valores próximos ou superiores a 98%.

Embora as ETEs consigam reduzir parte da carga de microplásticos presente nos efluentes, essas partículas não são completamente eliminadas do sistema. Uma parcela permanece no efluente tratado e outra tende a se concentrar no lodo gerado durante o processo.

Assim, mesmo após o tratamento, MPs podem atingir corpos d'água e solos, funcionando como poluentes emergentes capazes de transportar metais pesados e compostos orgânicos potencialmente tóxicos. Estudos indicam que a concentração dessas partículas na fase sólida pode ser superior à encontrada na água residual, evidenciando o papel do lodo como importante reservatório de microplásticos (Sun et al., 2019).

Esse cenário representa um desafio adicional para a gestão de resíduos oriundos do saneamento, especialmente no que se refere ao aproveitamento agrônomico do lodo. A presença de partículas poliméricas pode comprometer a qualidade ambiental do solo e favorecer a transferência de contaminantes ao longo da cadeia alimentar. Além disso,



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



microplásticos apresentam elevada capacidade de adsorver substâncias tóxicas, intensificando processos de degradação ambiental (Li et al., 2019).

Pesquisas também apontam que essas partículas podem interferir no desenvolvimento das plantas e alterar a estrutura e o funcionamento das comunidades microbianas presentes no solo (Guo et al., 2020). Esse aspecto torna-se particularmente relevante quando se considera o potencial de reaproveitamento do lodo de esgoto em atividades agrícolas. Em diversos países europeus, mais da metade do lodo proveniente de estações de tratamento de águas residuais urbanas é destinada ao uso agrícola, o que amplia o debate sobre possíveis impactos ambientais decorrentes da presença de microplásticos (Miino et al., 2024).

Marcos legais no controle da poluição por microplásticos

A poluição por plásticos, especialmente microplásticos, constitui um dos principais desafios da governança ambiental contemporânea. Em âmbito internacional, destaca-se a proposta de um Tratado Global de Combate à Poluição por Plásticos, conduzido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), lançada na UNEA-5, em 2022.

Embora reconhecida como um avanço histórico, a iniciativa apresenta limitações estruturais e desafios operacionais, evidenciados pelos impasses nas negociações quanto à restrição da produção de plásticos e à definição de mecanismos de financiamento. Esse contexto revela a influência de interesses econômicos e a dificuldade de construção de consensos internacionais, indicando que a efetividade do tratado dependerá da adoção de compromissos mais robustos e vinculantes (FIOCRUZ, 2024).

Relatórios internacionais, como *From Pollution to Solution* (PNUMA, 2021) e recomendações da OCDE, reforçam a necessidade de restringir plásticos descartáveis, fortalecer a gestão de resíduos e implementar instrumentos econômicos. Em consonância com essas diretrizes, a União Europeia, o Canadá e o Japão já adotaram medidas regulatórias voltadas à eliminação de plásticos de uso único, ampliação da responsabilidade do produtor e incentivo à economia circular (European Union, 2019; Government of Canada, 2022; JWRF, 2022).

No Brasil, apesar da ausência de legislação específica sobre microplásticos, observam-se avanços relevantes. Destacam-se o Decreto nº 12.644/2025, que institui a Estratégia Nacional Oceano sem Plástico (ENOP), e o Decreto nº 12.688/2025, que regulamenta a logística reversa de embalagens plásticas. Ambos complementam a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), reforçando a responsabilidade compartilhada e a adoção de práticas circulares.

Adicionalmente, estados e municípios têm implementado normas restritivas ao uso de plásticos descartáveis, evidenciando a descentralização das políticas públicas. Entretanto, o arcabouço regulatório brasileiro ainda se caracteriza pela fragmentação e pela ausência de integração com instrumentos de economia circular e educação ambiental.

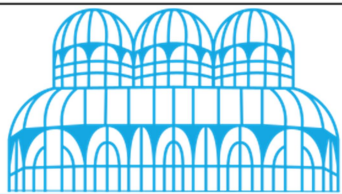
No setor de saneamento, destaca-se uma lacuna normativa relevante: a inexistência de padrões específicos para microplásticos na Resolução CONAMA nº 430/2011, que trata de padrões para lançamento de efluentes em corpos hídricos, o que limita o monitoramento dessas partículas em efluentes. Nesse contexto, a ENOP sinaliza uma mudança de paradigma ao integrar a gestão de resíduos à proteção dos ecossistemas marinhos.

A Tabela 2 apresenta uma síntese das principais legislações e iniciativas relacionadas ao controle da poluição plástica e dos microplásticos em diferentes níveis. Nele, são reunidos marcos legais e políticas públicas, destacando as medidas de restrição, prevenção e gestão adotadas para reduzir os impactos ambientais causados pelos plásticos.

Tabela 2. Principais Legislações e Iniciativas Sobre Plásticos e Microplásticos no Brasil e no Mundo

Fonte: autoria própria, 2025.

Âmbito	Ano	Instrumento/Evento	Descrição e Objetivos Principais
Internacional	2022–2025	Tratado Internacional de Combate à Poluição por Plásticos	Acordo global em negociação para eliminar a poluição plástica e promover a economia circular; enfrenta impasses políticos e industriais.
Internacional	2021	Relatório “From Pollution to	Defende restrições à produção de



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



		Solution ⁷	
Internacional	2021	Recomendações da OCDE sobre Poluição por Plásticos	plásticos descartáveis, fortalecimento da gestão de resíduos e incentivo à inovação tecnológica.
União Europeia	2019	Diretiva (UE) 2019/904 – Produtos Plásticos de Uso Único	Propõe marcos regulatórios integrados, taxação sobre plásticos virgens e incentivos à reciclagem.
Canadá	2022	Regulamento de Proibição de Plásticos de Uso Único	Proíbe itens plásticos descartáveis, estabelece metas de reciclagem e amplia a responsabilidade do produtor.
Japão	2022	Lei de Promoção da Circulação de Recursos Plásticos	Determina a eliminação gradual da fabricação, importação e venda de produtos plásticos descartáveis.
Internacional	2015–2030	Agenda 2030 da ONU – ODS 12 e 14	Incentiva a reutilização, reciclagem e design sustentável, com certificação de produtos circulares.
Brasil	2010	Lei nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)	Estabelece metas sobre consumo e produção sustentáveis e conservação da vida marinha.
Brasil	2025	Decreto nº 12.688/2025	Define responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, base legal para gestão de resíduos.
Brasil	2025	Projeto Plastic Reboot Brasil	Cria o Sistema de Logística Reversa de Embalagens Plásticas e define metas obrigatórias de reciclagem.
Brasil (Fernando de Noronha – PE)	2018	Decreto Distrital nº 002/2018	Iniciativa nacional com apoio internacional para reduzir o consumo e descarte de plásticos descartáveis em grandes cidades.
Brasil (São Paulo – SP)	2020	Lei Municipal nº 17.261/2020	Proíbe entrada, comercialização e uso de diversos produtos plásticos, incluindo garrafas, copos, talheres e isopor.
Brasil (Diversos estados e municípios)	2019–2023	Legislações locais sobre plásticos de uso único	Proíbe o fornecimento de utensílios plásticos descartáveis em estabelecimentos comerciais e eventos.
			Total de 214 regulamentações que restringem ou proíbem plásticos descartáveis; São Paulo lidera em número de normas.

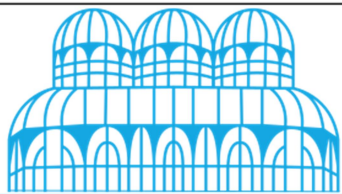
Os avanços recentes indicam um movimento de alinhamento do Brasil às agendas internacionais de enfrentamento da poluição plástica. No entanto, a ausência de parâmetros normativos específicos para microplásticos, especialmente no âmbito da Resolução CONAMA nº 430/2011, evidencia uma lacuna crítica no sistema regulatório.

Assim, o fortalecimento das diretrizes técnicas para monitoramento e gestão, com ênfase na destinação adequada do lodo de esgoto, mostra-se essencial para a efetividade das políticas públicas no controle desses poluentes.

CONCLUSÕES

A análise dos artigos científicos e dos instrumentos normativos recentes demonstra que as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) exercem papel fundamental na mitigação da liberação de microplásticos no meio aquático, apresentando eficiência significativa na remoção dessas partículas da fase líquida ao longo das etapas de tratamento. Tecnologias secundárias e, sobretudo, terciárias podem alcançar elevadas taxas de remoção, evidenciando o potencial das ETEs como barreiras importantes à dispersão desses poluentes emergentes.

Entretanto, observa-se que essa remoção ocorre majoritariamente por transferência dos microplásticos para a fase sólida do sistema, resultando em elevada concentração dessas partículas no lodo de esgoto. Esse processo caracteriza as ETEs



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



como pontos críticos de retenção e redistribuição de microplásticos no ambiente, uma vez que o destino final do lodo pode representar uma via indireta de contaminação do solo, dos ecossistemas terrestres e, conseqüentemente, da cadeia alimentar.

No campo regulatório, os avanços promovidos pelos Decretos Federais nº 12.644/2025 e nº 12.688/2025 indicam um alinhamento progressivo do Brasil às diretrizes internacionais de governança ambiental e gestão de plásticos, ao incorporar princípios como responsabilidade estendida do produtor e prevenção da poluição marinha. Ainda assim, persistem lacunas normativas relevantes, especialmente quanto à inexistência de padrões específicos para microplásticos em efluentes na Resolução CONAMA nº 430/2011, o que limita o monitoramento sistemático dessas partículas nos sistemas de saneamento.

Diante desse cenário, recomenda-se o fortalecimento de políticas públicas voltadas ao monitoramento de microplásticos em efluentes e lodos de ETES, bem como o incentivo à adoção de tecnologias avançadas de remoção e filtração em sistemas de tratamento. Recomenda-se, ainda, o desenvolvimento de diretrizes técnicas para a gestão segura do lodo contendo elevada carga polimérica, priorizando rotas de tratamento que reduzam o risco de reintrodução desses contaminantes no ambiente.

Por fim, destaca-se a necessidade de integração entre os setores de saneamento, gestão de resíduos sólidos e arcabouço regulatório ambiental, de modo a promover uma abordagem preventiva e sistêmica frente aos desafios impostos pelos microplásticos. O avanço científico, aliado ao aperfeiçoamento do arcabouço regulatório, será essencial para garantir maior proteção aos ecossistemas e à saúde pública no contexto da crescente poluição por plásticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGRAWAL, Nina. O que os microplásticos estão fazendo com nossos corpos? Cientistas estão tentando descobrir. O Globo, [S. l.], 21 abr. 2025. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/saude/noticia/2025/04/21/o-que-os-microplasticos-estao-fazendo-com-nossos-corpos-cientistas-estao-tentando-descobrir.ghtml>. Acesso em: 22 jun. 2025.
2. BRASIL. Decreto nº 12.644, de 1º de outubro de 2025. Institui a Estratégia Nacional Oceano sem Plástico (ENOP). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 2 out. 2025.
3. BRASIL. Decreto nº 12.688, de 21 de outubro de 2025. Regulamenta o sistema de logística reversa de embalagens de plástico. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 22 out. 2025.
4. 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, n. 147, p. 3, 03 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 10 nov. 2025.
5. BRASIL. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília, DF, 2011.
6. CAPOMACCIO, Sandra. Poluição plástica é a segunda maior ameaça ambiental ao planeta. Jornal da USP, São Paulo, 26 fev. 2025. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/poluicao-plastica-e-a-segunda-maior-ameaca-ambiental-ao-planeta/>. Acesso em: 22 jun. 2025.
7. EUROPEAN UNION. Directive (EU) 2019/904 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment. Official Journal of the European Union, [S. l.], L 155, p. 1-19, 12 jun. 2019. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/904/oj>. Acesso em: 5 nov. 2025.
8. EUROPEAN UNION. Directive (EU) 2024/3019 of the European Parliament and of the Council of 27 November 2024 concerning urban wastewater treatment. Official Journal of the European Union, [S. l.], L 3019, p. 1-59, 12 dez. 2024. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/3019/oj>. Acesso em: 17 nov. 2025.
9. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). O tratado global contra poluição plástica. 2024. Disponível em: <https://tabaco.ensp.fiocruz.br/pt-br/o-tratado-global-contr-poluicao-plastica-e-industria-do-tabaco>. Acesso em: 10 abr. 2026.
10. FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO (FUNDAJ). Brasil é o 4º maior produtor de lixo plástico do mundo e recicla apenas 1%. Disponível em: <https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/revitalizacao-de-bacias/brasil-e-o-4o-maior-produtor-de-lixo-plastico-do-mundo-e-recicla-apenas-1>. Acesso em: 5 dez. 2025.
11. GOVERNMENT OF CANADA. Single-use Plastics Prohibition Regulations (SOR/2022-138): under the Canadian Environmental Protection Act, 1999. Ottawa, 20 jun. 2022. Disponível em: <https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/Regulations/SOR2022-138/index.html>. Acesso em: 5 nov. 2025.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



12. GUO, J. J.; HUANG, X. P.; XIANG, L.; WANG, Y. Z.; LI, Y. W.; LI, H.; CAI, Q. Y.; MO, C. H.; WONG, M. H. Source, migration and toxicology of microplastics in soil. *Environmental International*, v. 137, p. 105263, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105263>.
13. HEINRICH BÖLL FOUNDATION. Atlas do plástico: fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2020. Disponível em: <https://br.boell.org/pt-br/2020/11/29/atlas-do-plastico>. Acesso em: 7 abr. 2026.
14. HEINRICH BÖLL FOUNDATION. Plastic Atlas 2019: facts and figures about the world of synthetic polymers. Brussels: Heinrich Böll Foundation, 2019. Disponível em: <https://eu.boell.org/en/plastic-atlas>. Acesso em: 7 abr. 2026.
15. JAPAN WASTE RESEARCH FOUNDATION – JWRF. The act on promotion of resource circulation for plastics. Resource circulation centre, Tóquio, [2022]. Disponível em: <https://www.jwrf.or.jp/en/resource-circulation/>. Acesso em: 5 nov. 2025.
16. LI, X. W.; MEI, Q. Q.; CHEN, L. B.; ZHANG, H. Y.; DONG, B.; DAI, X. H.; HE, C. Q.; ZHOU, J. Enhancement in adsorption potential of microplastics in sewage sludge for metal pollutants after the wastewater treatment process. *Water Research*, v. 157, p. 228–237, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.03.069>.
17. LIU, Wenjun et al. A review of the removal of microplastics in global wastewater treatment plants: Characteristics and mechanisms. *Environmental International*, v. 146, p. 106277, fev. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106277>.
18. MIINO, M. C. et al. Microplastics removal in wastewater treatment plants: A review of the different approaches to limit their release in the environment. *Science of the Total Environment*, v. 906, p. 172675, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172675>.
19. MONTAGNER, Cassiana C. et al. Microplásticos: ocorrência ambiental e desafios analíticos. *Química nova*, São Paulo, v. 44, n. 10, p. 1328–1352, 2021. DOI: 10.21577/0100_4042.20170791. Disponível em: <https://quimicanova.sbq.org.br/pdf/RV2021-0062>. Acesso em: 4 set. 2025.
20. MOORE, Charles James. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long term threat. *Environmental research*, [S. l.], v. 108, n. 2, p. 131–139, out. 2008. DOI: 10.1016/j.envres.2008.07.025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001393510800159X>. Acesso em: 4 set. 2025.
21. ONU MEIO AMBIENTE (UNEP). From pollution to solution: a global assessment of marine litter and plastic pollution. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/interactives/pollution-to-solution/>. Acesso em: 10 out. 2025.
22. ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Global plastics outlook: economic drivers, environmental impacts and policy options. Paris: OECD Publishing, 2022. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/global-plastics-outlook_de747aef-en.html. Acesso em: 5 nov. 2025.
23. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. World Population Prospects 2024. New York: United Nations, 2024. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>. Acesso em: 7 abr. 2026.
24. SANTOS, M. D. N.; ANDRADE, R. C.; VERNIN, N. S.; NETTO, A. T. Análise do ciclo de vida na gestão de resíduos sólidos urbanos: uma revisão bibliográfica. *Revista Internacional de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 126–140, 2023. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/ric/article/view/64930/43290>. Acesso em: 7 abr. 2026.
25. SUL, Juliana. Contaminação ambiental por microplásticos em Fernando de Noronha, Abrolhos e Trindade. 2014. 75 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.
26. SUN, J.; DAI, X. H.; WANG, Q. L.; VAN LOOSDRECHT, M. C. M.; NI, B. J. Microplastics in wastewater treatment plants: detection, occurrence and removal. *Water Research*, v. 152, p. 21–37, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.12.050>.