

RESSALVA

Atendendo a solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 21/09/2025.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

ALAN APARECIDO DA SILVA NUNES

**MICROPLÁSTICOS PRIMÁRIOS EM COSMÉTICOS: PROPOSTA DE MITIGAÇÃO
PARA A PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.**



Ilha Solteira
2025

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO
PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL EM GESTÃO E REGULAÇÃO
DE RECURSOS HÍDRICOS

ALAN APARECIDO DA SILVA NUNES

**MICROPLÁSTICOS PRIMÁRIOS EM COSMÉTICOS: PROPOSTA DE MITIGAÇÃO
PARA A PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como
parte dos requisitos para obtenção do título
de Mestre. Especialidade: em Gestão e
Regulação de Recursos Hídricos

Profa. Dra. Juliane Cristina Forti
Orientadora

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Nunes, Alan Aparecido da Silva.
N972m Microplásticos primários em cosméticos: proposta de mitigação para a
proteção dos recursos hídricos / Alan Aparecido da Silva Nunes. -- Ilha Solteira:
[s.n.], 2025
79 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Regulação e Governança de
Recursos Hídricos, 2025

Orientador: Juliane Cristina Forti

Inclui bibliografia

1. Microesferas. 2. Saúde única. 3. Legislação. 4. ACV. 5. Metilmercúrio. 6.
Matriz de impacto ambiental.


Amanda Sertori dos Santos

Bibliotecária - CRB/8-9061
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao
Usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: "MICROPLÁSTICOS PRIMÁRIOS EM COSMÉTICOS: PROPOSTA DE MITIGAÇÃO PARA A PROTEÇÃO DOS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA"

AUTOR: ALAN APARECIDO DA SILVA NUNES

ORIENTADORA: JULIANE CRISTINA FORTI

COORIENTADOR: RENATO GRILLO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, área: Regulação e Governança de Recursos Hídricos pela Comissão Examinadora:

 Documento assinado digitalmente
JULIANE CRISTINA FORTI
Data: 24/03/2025 14:41:55-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. JULIANE CRISTINA FORTI (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia de Biosistemas / Faculdade de Ciências e Engenharia - UNESP

 Documento assinado digitalmente
ALDO APARECIDO PROIETTI JUNIOR
Data: 21/03/2025 20:00:47-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. ALDO APARECIDO PROIETTI JUNIOR (Participação Virtual)
Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde / Universidade Federal do Amapá - UNIFAP

 Documento assinado digitalmente
CAMILA CLEMENTINA ARANTES
Data: 24/03/2025 14:29:58-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.ª Dr.ª CAMILA CLEMENTINA ARANTES (Participação Virtual)
Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas / Universidade Federal do ABC - UFABC

Ilha Solteira, 21 de março de 2025

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua apoio técnico científico aportado até o momento.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha orientadora, Profa. Dra. Juliane Cristina Forti, por sua orientação generosa, rigor acadêmico e apoio constante ao longo de toda esta jornada. Seu incentivo à produção científica foi decisivo para que eu me engajasse na escrita de artigos, no desenvolvimento do e-book e na consolidação deste trabalho. Sua escuta atenta, sensibilidade e confiança foram fundamentais para o amadurecimento da pesquisa e para meu crescimento como pesquisador comprometido com a sustentabilidade e a saúde ambiental.

Agradeço sinceramente ao Prof. Dr. Aldo Aparecido Proietti Junior (UNIFAP) e ao Prof. Dr. Tiago De Vargas (UFRGS) pelas contribuições valiosas durante as etapas do Seminário em Brasília e o Exame de qualificação e na Defesa. Suas observações técnicas e conceituais, especialmente no que se refere ao aprofundamento da abordagem da Saúde Única, às interações ecotoxicológicas dos microplásticos e à melhoria da estrutura acadêmica do trabalho, foram fundamentais para o amadurecimento desta dissertação. A atenção criteriosa aos detalhes científicos, à consistência terminológica e à aplicabilidade prática da matriz proposta contribuiu significativamente para fortalecer a relevância e o rigor desta pesquisa. Expresso minha profunda gratidão por suas leituras generosas, críticas construtivas e incentivo à excelência acadêmica.

Agradeço, à Profa. Dra. Camila Clementina Arantes pelas contribuições criteriosas e pelas observações fundamentais que muito enriqueceram esta pesquisa. Sua sensibilidade técnica e acadêmica foi essencial para o amadurecimento das reflexões e o aprimoramento desta dissertação.

“Bioética, trata-se de um pensamento preocupado com o futuro, com a responsabilidade para com os descendentes, que tem em seu âmago a convicção de que a Terra está sempre emprestada à geração viva, que tem a responsabilidade de administrar e proteger de forma cuidadosa a herança que cada geração deve à seguinte”, Van Rensselaer Potter.

RESUMO

A poluição por microplásticos primários, como as microesferas plásticas presentes em cosméticos enxaguáveis, configura uma ameaça crescente à saúde ambiental e pública, especialmente em contextos em que há lacunas regulatórias. No Brasil, a ausência de legislação específica para o uso desses microingredientes em produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes dificulta a transição para alternativas mais sustentáveis. Considerando a persistência ambiental dos MPs, sua capacidade de adsorver contaminantes tóxicos como o metilmercúrio e os riscos associados à Saúde Única, esta dissertação teve como objetivo propor uma matriz simplificada de impacto ambiental voltada para a etapa de concepção de produtos cosméticos. A metodologia adotou uma abordagem qualitativa e exploratória, fundamentada em revisão bibliográfica crítica e análise da Fase 3 da Avaliação do Ciclo de Vida. Foram sistematizados dados sobre fontes domésticas de MPs, seus impactos toxicológicos, limitações dos sistemas convencionais de tratamento de água e desafios regulatórios. Os resultados evidenciam uma lacuna regulatória relevante e a necessidade de ferramentas acessíveis para tomada de decisão ambiental. A matriz simplificada de impacto ambiental desenvolvida é de autoria própria, foi estruturada para classificar microingredientes sintéticos e naturais com base em critérios de toxicidade, bioacumulação e persistência ambiental, oferecendo suporte técnico acessível à tomada de decisão por pequenas e médias indústrias. Alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 3, 6, 12, 13, 14 e 15), a proposta contribui para a mitigação dos impactos da poluição plástica desde a origem, fortalecendo práticas preventivas e sustentáveis no setor produtivo.

Palavras-chave: microesferas; saúde única; legislação; ACV; metilmercúrio; matriz de impacto ambiental.

ABSTRACT

Pollution from primary microplastics, such as plastic microbeads found in rinse-off cosmetics, constitutes a growing threat to environmental and public health, particularly in contexts where regulatory frameworks are lacking. In Brazil, the absence of specific legislation regarding the use of these microingredients in Personal Care, Cosmetics, and Perfume products hinders the transition toward more sustainable alternatives. Considering the environmental persistence of microplastics, their capacity to adsorb toxic contaminants such as methylmercury, and the associated risks within the One Health perspective, this dissertation aimed to propose a simplified environmental impact matrix focused on the product formulation phase of cosmetics. The methodology adopted a qualitative and exploratory approach, grounded in a critical literature review and analysis of Phase 3 of the Life Cycle Assessment. Data were systematized on domestic sources of MPs, their toxicological impacts, the limitations of conventional water treatment systems, and regulatory challenges. The findings highlight a significant regulatory gap and the urgent need for accessible tools to support environmental decision-making. The simplified environmental impact matrix developed in this study is original and was designed to classify synthetic and natural microingredients based on criteria such as toxicity, bioaccumulation, and environmental persistence. It offers technical support tailored to the decision-making needs of small and medium-sized enterprises. Aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs 3, 6, 12, 13, 14, and 15), the proposed tool contributes to the mitigation of plastic pollution at its source, promoting preventive and sustainable practices within the production sector.

Keywords: microbeads; one health; legislation; LCA; methylmercury; environmental impact matrix.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABIPHEC	Ass Brasileira Indústria Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos
ACV	Análise do Ciclo de Vida
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
ECHA	Agência Europeia dos Produtos Químicos
EPRPE	Estoque Potencial de Resíduo Plástico Propenso ao Escape
ETAs	Estações de Tratamento de Água
ETEs	Estações de Tratamento de Esgoto
ETARs	Estações de Tratamento de Águas Residuais
HPCP	Higiene Pessoal e Cuidados Pessoais
Hg	Mercúrio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018
MeHg	Metilmercúrio
MEPs	Microesferas Plásticas
MIIs	Microingredientes
MPs	Microplásticos
MPPs	Microplásticos Primários
MPs-PS	Microplástico Poliestireno
MPSs	Microplásticos Secundários
ODSs	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ODS 3	Saúde e Bem-Estar

ODS 6	Água Potável e Saneamento
ODS 12	Consumo e Produção Sustentáveis
PET	Polietileno tereftalato
PE	Polietileno
PP	Polipropileno
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
POPs	Poluentes Orgânicos Persistentes
PVC	Polivinilcloro

SUMÁRIO

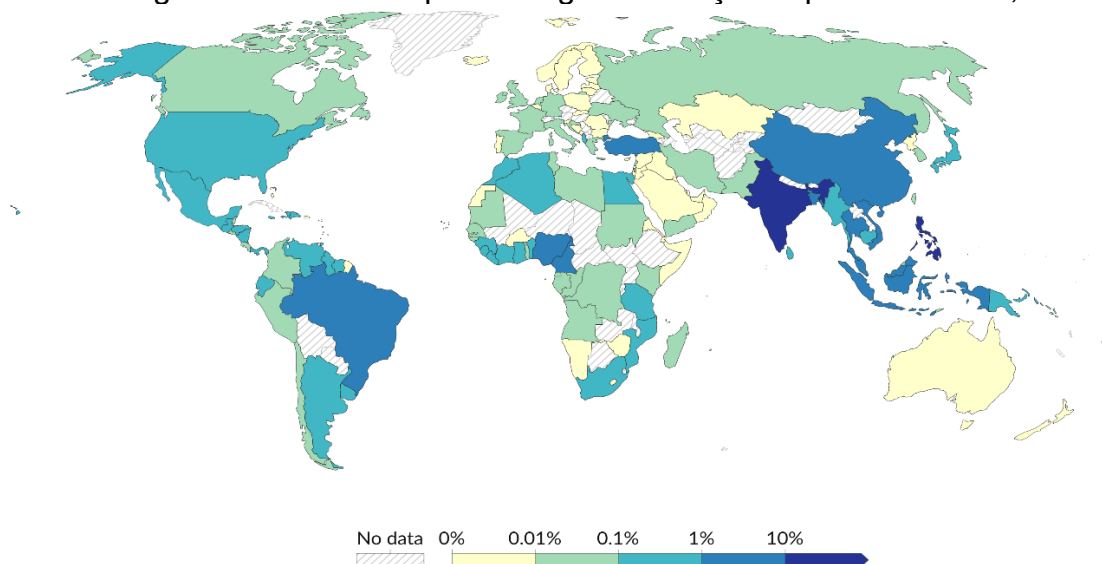
1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	18
3	REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1	Conceito, tipologia e fontes dos microplásticos	19
3.1.1	Microplásticos e sua interação com metilmercúrio	21
3.2	Impactos Ambientais: Na Chuva, no Solo e em Recursos Hídricos	21
3.3	Impactos toxicológicos dos Microplásticos no Contexto da Saúde Única	22
3.4	Microplásticos Primários em Cosméticos Sabonete Líquido Esfoliante	23
3.5	Do Banheiro aos Recursos Hídricos: O Ciclo Invisível das Microesferas	24
3.6	Fundamentação Teórica e Estrutura da Matriz Simplificada Impacto Ambiental	24
4	MATERIAL E MÉTODO	26
4.1	Levantamento sobre a presença de MPPs em Cosméticos	26
4.2	Análise dos impactos dos MPs à saúde no contexto da Saúde Única	27
4.3	Avaliação da eficiência de tratamento de água na remoção de MPs	28
4.4	Criação da Matriz Simplificada de Impacto Ambiental	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1	Presença de MPPs e MEPs em Cosméticos	31
5.2	Evidências Científicas da Dispersão Atmosférica e Hídrica de Microplásticos	34
5.4	Interações entre Microplásticos e Metilmercúrio: Biofilmes e Adsorção	43
5.5	Impactos dos MPs na Saúde Humana no Contexto de Saúde Única	45
5.6	Desempenho do Tratamento de Água Convencional na remoção de MPs	47
5.7	Matriz de impacto ambiental para a fase de projeto do cosmético	53
6	CONCLUSÕES	55
7	PRODUTO	56
8	RECOMENDAÇÕES	63
	REFERÊNCIAS	64
	APENDÊNCIA A – ARTIGO CIENTÍFICO PREMIADO CONGRESSO INTERNACIONAL	80
	APENDÊNCIA B – PRODUTO	81

1 INTRODUÇÃO

A poluição plástica configura-se como uma das mais críticas e persistentes ameaças ambientais da atualidade. Devido à sua forte conexão com os padrões de consumo da população e à durabilidade dos materiais sintéticos, não há uma única solução para esse problema. Resíduos plásticos vêm sendo identificados em ambientes marinhos remotos, no topo de cadeias alimentares, em tecidos biológicos humanos e até mesmo em amostras de chuva e neve, evidenciando sua ubiquitária nos mais diversos compartimentos ambientais e levantando preocupações sobre seus efeitos cumulativos na biodiversidade e na saúde pública (Amobonye; Bhatia; Kumar; Kumar, 2023; Geneva Environment Network, 2024).

A Ásia é responsável por 81% das entradas globais de plástico nos oceanos, enquanto a África contribui com 8%, a América do Sul com 5,5%, a América do Norte com 4,5%, e a Europa e a Oceania juntas representam menos de 1% (figura 1). Diante desse cenário, uma abordagem integrada e coordenada é essencial para reduzir o desperdício de plástico e impedir sua dispersão no ambiente natural (Ritchie, 2021).

Figura 1 – Resíduos plásticos globais lançados para o oceano, 2019



Data source: Meijer et al. (2021)

OurWorldinData.org/plastic-pollution | CC BY

Fonte: Ritchie (2021).

O Brasil possui 600 grandes "portas de entrada" para poluição plástica no Oceano Atlântico, especialmente em municípios do interior de São Paulo, que acumulam resíduos plásticos propensos ao escape para o ambiente aquático por meio de drenagens e rios (figura 2) (Pacto Global, 2021). Embora o estado de São Paulo

registre 90,61% de coleta de esgoto, apenas 69,62% desse volume é tratado, o que significa que aproximadamente 30,38% de esgoto bruto é lançado diretamente em corpos hídricos (SNIS, 2019).

Figura 2 – Poluição plástica nos oceanos, fontes de escape



Fonte: Pacto Global (2021).

No contexto da Saúde Única, essa realidade evidencia o risco ampliado de contaminação ambiental e humana, uma vez que poluentes emergentes como os microplásticos podem escapar do controle dos sistemas convencionais de saneamento, atingindo rios, mananciais de abastecimento e, conseqüentemente, a cadeia alimentar. Essa situação reforça a necessidade de medidas preventivas e integradas que considerem a relação entre saúde ambiental, animal e humana. A Aliança Quadripartite (OMS, OMSA, FAO e PNUMA) desempenha um papel fundamental na criação de políticas para controle da poluição, proteção da biodiversidade e promoção de alternativas sustentáveis, reforçando que ações isoladas, como a gestão de plásticos em poucos rios, não serão suficientes para conter essa crise ambiental (Brasil, 2024; Portal Saúde Única, 2022).

Dentro desse universo, os microplásticos (MPs) vêm recebendo destaque na literatura científica. Os MPs são classificados como microplásticos primários (MPPs) ou microplásticos secundários (MPSs), com base em sua origem. Essa distinção é essencial para compreender as diferentes formas de entrada e impacto dos microplásticos no ambiente.

Estudos apontam que os MPPs possuem características preocupantes: durabilidade, resistência à degradação, invisibilidade ao olho humano em muitos casos e, principalmente, elevada capacidade de sorção (adsorção/absorção) de

poluentes orgânicos persistentes. Essa propriedade permite que contaminantes como o metilmercúrio se associem a MPs e se disseminem nos ambientes aquáticos (Montone, 2023). O metilmercúrio (CH_3Hg^+), que é o mercúrio orgânico, em particular, representa uma das formas mais tóxicas de exposição ao mercúrio, sendo bioacumulando por peixes e outros organismos aquáticos, e biomagnificando ao longo da cadeia alimentar. Sua principal via de exposição humana ocorre por meio do consumo de pescados contaminados, o que representa um risco expressivo à saúde pública. A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) classifica os compostos de metilmercúrio como possíveis carcinógenos humanos (Grupo 2B), reforçando a urgência de estratégias que impeçam sua disseminação nos ecossistemas aquáticos (CETESB, 2022; UNIVASF, 2019).

No Brasil, um estudo realizado no Lago Guaíba (Porto Alegre) revelou evidências científicas da presença de MPs, incluindo microesferas plásticas (MEPs), em águas doces. O estudo destacou que a abundância dessas partículas está diretamente relacionada à densidade populacional e ao esgoto não tratado, refletindo padrões de consumo e aspectos socioeconômicos (Bertoldi; Lara; Mizushima; Martins; Battisti; Hinrichs; Fernandes, 2021). Essas MEPs, por serem enxaguáveis, chegam aos corpos d'água sem sofrer barreiras significativas nos sistemas de tratamento de esgoto, sendo continuamente liberadas no ambiente aquático. Isso ocorre porque os sistemas convencionais de tratamento não foram projetados para remover partículas microscópicas como as MEPs, permitindo sua entrada em rios, lagos e, eventualmente, em mananciais utilizados para abastecimento público. Esse processo contribui para a crescente presença de MPPs nas águas doces brasileiras e representa um desafio urgente para políticas de saneamento e controle da poluição. (BEAT [...], 2020).

Desde a década de 1960, MPPs são utilizados como ingredientes cosméticos, mas desde 2019, países como a Holanda têm liderado iniciativas de banimento devido aos impactos ambientais das MEPs. Em resposta, microingredientes (MIs) naturais e como sementes moídas, argilas e minerais começaram a ser incorporados nas formulações de cosméticos esfoliantes como alternativas às microesferas plásticas. Essas substituições visam reduzir o impacto ambiental associado ao descarte de produtos enxaguáveis e atender a uma demanda crescente por formulações sustentáveis. No entanto, a adoção de MIs ainda ocorre de forma desigual, principalmente em empresas de pequeno e médio porte, que enfrentam desafios

técnicos e econômicos para avaliar a viabilidade e os impactos ambientais dessas alternativas.

Nesse contexto, a Análise do Ciclo de Vida (ACV) surge como uma metodologia relevante para avaliação dos impactos ambientais e toxicológicos associados à presença de MEPs em cosméticos. A ACV permite identificar e quantificar os danos gerados desde a extração das matérias-primas até o descarte do produto, sendo útil para promover a substituição por alternativas mais sustentáveis (Oliveira; Corrêa; Smith, 2020; RL Consultoria, 2024). No entanto, sua aplicação ainda é limitada entre pequenas e médias empresas, devido à complexidade metodológica, à necessidade de conhecimentos técnicos específicos e aos custos associados à coleta e análise de dados. Isso dificulta a internalização de critérios ambientais nas etapas iniciais de desenvolvimento de produtos, perpetuando decisões baseadas apenas em aspectos sensoriais e econômicos.

Essa lacuna é especialmente crítica, uma vez que a maior parte dos impactos ambientais de um cosmético pode ser determinada ainda na fase de concepção. Dessa forma, a criação de uma matriz simplificada de impacto ambiental, baseada nos princípios da ACV, representa uma proposta inovadora e acessível para subsidiar decisões de formulação em empresas de menor porte. A matriz cruza qualitativamente nível de impacto ambiental/ecotoxicológico com indicadores ambientais chave (persistência, concentração, bioacumulação) para classificar ingredientes de cosméticos quanto ao seu risco potencial. A proposta busca oferecer uma ferramenta acessível, de aplicação prática, que permita orientar escolhas mais sustentáveis ainda na fase de concepção dos produtos, especialmente por parte de indústrias que não dispõem de estrutura para realizar análises complexas como a ACV completa.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo compreender a problemática dos MPPs no meio ambiente, especialmente em matrizes hídricas, e propor uma matriz de impacto ambiental simplificada, voltada para o uso por indústrias de médio e pequeno porte, na etapa de formulação de cosméticos. Tal proposta visa contribuir com práticas produtivas mais sustentáveis, com foco na preservação dos mananciais de abastecimento de água e na promoção da saúde humana, animal e ambiental.

6 CONCLUSÕES

Conclusão Consolidando os 4 objetivos específicos

De forma integrada, esta pesquisa evidenciou que as MEPs em sabonetes líquidos esfoliantes, representam uma preocupação ambiental e sanitária urgente, especialmente diante da lacuna regulatória no Brasil. A abordagem adotada, ancorada em referenciais normativos e científicos, permitiu compreender a complexidade dos impactos e a necessidade de ações preventivas desde a concepção dos produtos. A análise também destacou as limitações dos sistemas convencionais de tratamento de água, que ainda não estão preparados para remover eficientemente esse tipo de contaminante emergente, o que reforça a importância de estratégias preventivas na origem e da inovação tecnológica nos processos de saneamento. A principal contribuição deste trabalho está na elaboração de uma matriz simplificada de impacto ambiental, acessível a pequenas e médias empresas, capaz de orientar decisões mais sustentáveis e apoiar políticas públicas. Ao propor uma ferramenta baseada em evidências e adaptada à realidade nacional, esta pesquisa avança na direção de integrar ciência, regulação e inovação no enfrentamento da poluição por microplásticos, contribuindo para a proteção da saúde humana, animal e ambiental sob a perspectiva da Saúde Única.

REFERÊNCIAS

ABBASI, S. Distribution and potential health impacts of microplastics and microrubbers in air and street dusts from Asaluyeh County, Iran. **Environmental Pollution**, Oxford, v. 244, p. 153–164, 2019.

ALAM, F.C. *et al.* Microplastic distribution in surface water and sediment river around slum and industrial area (case study: Ciwalengke River, Majalaya district, Indonesia). **Chemosphere**, Oxford, v. 224, p. 637-645, 2019.

ALQUIMIA ORIENTAL. **O que são microbead**. [S. l.]: Alquimia oriental, [2024]. Disponível em: <https://alquimiaoriental.com.br/o-que-sao-microbeads>. Acesso em: 02 jun. 2024.

AMATO-LOURENÇO, L. F.; GALVÃO, L. S.; WIEBECK, H.; CARVALHO-OLIVEIRA, R.; MAUAD, T. Atmospheric microplastic fallout in outdoor and indoor environments in São Paulo megacity. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 821, 2022. ISSN 0048-9697. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153450>.

AMBIENTE BRASIL. **Tempo de Decomposição dos Materiais**. Curitiba: Ambiente Brasil, 2023. Disponível em: https://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/tempo_de_decomposicao_dos_materiais.html. Acesso em: 03 mar. 2025.

AMOBONYE, A.; BHATIA, S.; KUMAR, N.; KUMAR, V. Microplastics: a real global threat for environment and food safety. **Nutrients**, Basel, v. 15, n. 3, p. 1-18, 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10649135>. Acesso em: 19 abr. 2025.

ANDERSON, A. G.; GROSE, J.; PAHL, S.; THOMPSON, R. C.; WYLES, K. J. Microplastics in personal care products: Exploring perceptions of environmentalists, beauticians and students. **Marine Pollution Bulletin**, London, v. 113, n. 1-2, p. 454-460, dez. 2016. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.10.048.

ANVISA. **Conceitos e definições**. Brasília, DF: Anvisa, 26 out. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/acessoainformacao/perguntasfrequentes/cosmeticos/conceitos-e-definicoes>. Acesso em: 16 mar. 2024.

AQUINO, A. de. As diferenças entre nanofiltração, ultrafiltração, microfiltração e osmose reversa. **Revista e Portal Meio Filtrante**, Santo André, v. 53, n. 10, 2011. Disponível em: <https://www.meiofiltrante.com.br/Artigo/649/as-diferencas-entre-nanofiltracao-ultrafiltracaomicrofiltracao-e-osmose-reversa>. Acesso em: março de 2022.

ARAÚJO, K. S.; ANTONELLI, R.; GAYDECZKA, B.; GRANATO, A. C.; MALPASS, G. R. P. Processos oxidativos avançados: uma revisão de fundamentos e aplicações no tratamento de águas residuais urbanas e efluentes industriais. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, n. 2, p. 388-403, jun. 2016. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/XjBbHvfYf4bXbDxYnX3xR3r/?lang=pt>. Acesso em: 18 fev. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS – ABIHPEC. **Brasil é o quarto maior mercado de beleza e cuidados pessoais do mundo**. São Paulo: ABIHPEC, jul. 2020. Disponível em: <https://abihpec.org.br/brasil-e-o-quarto-maior-mercado-de-beleza-e-cuidados-pessoais-do-mundo/>. Acesso em: 05 out. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS – ABIHPEC. **Indústria de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos eliminará o uso de micropartículas plásticas sólidas insolúveis em produtos enxaguáveis**. São Paulo: ABIHPEC, jan. 2019. Disponível em: <https://abihpec.org.br/release/industria-de-higiene-pessoal-perfumaria-e-cosmeticos-eliminara-o-uso-de-microparticulas-plasticas-solidas-insoluveis-em-produtos-enxaguaveis/>. Acesso em: 18 fev. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS – ABIHPEC. **Setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos fecha 2020 com crescimento de 5,8%**. São Paulo: ABIHPEC, 2020. Disponível em: <https://abihpec.org.br/release/setor-de-higiene-pessoal-perfumaria-e-cosmeticos-fecha-2020-com-crescimento-de-58/>. Acesso em: 30 mai. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14040**: Gestão Ambiental: Avaliação do ciclo de vida: Princípios e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

BALTIC MARINE ENVIRONMENT PROTECTION COMMISSION – HELCOM. **Projeto BASE**: Implementação do Plano de Ação do Mar Báltico na Rússia. Estocolmo: IVL Swedish Environmental Research Institute, 2014. Relatório Técnico. Disponível em: <https://www.ivl.se/download/18.1015909a164ec4571f410ba/1527921819149/BASE-Project-Technical-Report>. Acesso em: 28 set. 2024.

BARBOSA JÚNIOR, A. F. *et al.* Conceitos e aplicação de Análise do Ciclo de Vida (ACV) no Brasil. **Revista Ibero Americana de Estratégia**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 39-44, 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3312/331227111005.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.

BARROS, R. M. Formulação de esfoliante facial à base de argila e avaliação da eficácia por métodos histológicos e bioquímicos. **Educação, Ciência e Saúde**, Cuité, v. 2, n. 2, 2014.

BEAT THE MICROBEAD. **Download the app**. [S. l.]: Beat the microbead, [2024]. Disponível em: <https://www.beatthemicrobead.org/download-btmb-app/>. Acesso em: 15 nov. 2023.

BEAT THE MICROBEAD. Guide to Microplastics: Check Your Products. [S. l.]: Beat the microbead, [2020]. Disponível em: <https://www.beatthemicrobead.org/guide-to-microplastics/>. Acesso em: 26 set. 2020.

BEAT THE MICROBEAD. International campaign Against microbeads in cosmetics. [S. l.]: Beat the microbead, 15 mar. 2015. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20150315165942/https://www.beatthemicrobead.org/> Acesso em: 26 set. 2020.

BEAT THE MICROBEAD. Our Impact on the Cosmetics Industry. [S. l.]: Beat the microbead, [2024]. Disponível em: <https://www.beatthemicrobead.org/impact/global-impact/>. Acesso em: 02 jul. 2024.

BEIERSDORF NIVEA BRASIL LTDA. Nivea Sabonete Facial em Gel Purificante Efeito Matte. São Paulo: Nivea, [2025]. Disponível em: <https://www.nivea.com.br/produtos/nivea-sabonete-facial-em-gel-purificante-efeito-matte-40058081896250033.html>. Acesso em: 18 fev. 2025

BELOTI, Jaqueline Aparecida de Oliveira Rocha *et al.* **Economia circular:** transformando desafios em oportunidades através da compostagem. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial) – Faculdade de Tecnologia de Franca, Franca, 2024.

BERNARDO, R. H.; STEFANI, M. S.; SMITH, W. S. Microplásticos em sedimentos de rios: estudo de caso do rio Sorocaba, São Paulo, Brasil. *In*: POMPEO, M.; PAIVA, T. C. B. de; RANI-BORGES, B. **Microplásticos nos ecossistemas:** impactos e soluções. 1. ed. São Paulo: Instituto de Biociências da USP, 2022. p. 43-50.

BERTOLDI, C.; LARA, L. Z.; MIZUSHIMA, F. A. de L.; MARTINS, F. C. G.; BATTISTI, M. A.; HINRICHS, R.; FERNANDES, A. N. First evidence of microplastic contamination in the freshwater of Lake Guaíba, Porto Alegre, Brazil. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 759, 2021.

BOUCHER, Julien; FRIOT, Damien. **Primary microplastics in the oceans:** a global evaluation of sources. Gland: IUCN, 2017. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/node/46622>. Acesso em: 21 abr. 2025

BRÄNDLIN, Anne-Sophie. **Europa fecha cerco aos microplásticos.** Bonn: DW, 17 out. 2023. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/europa-fecha-cerco-aos-micropl%C3%A1sticos/a-67125170>. Acesso em: 10 out. 2024.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO; SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Atlas Esgotos:** despoluição das bacias hidrográficas. Brasília, DF: Agência Nacional de águas e Saneamento Básico: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2017. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>. Acesso em: 07 out. 2022.

BRASIL. CÂMARA DOS DEPUTADOS. **PL 6528/2016.** Proíbe a manipulação, a fabricação, a importação e a comercialização, em todo o território nacional, de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumaria que contenham a adição intencional de microesferas de plástico. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2016a. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_noticias;jsessionid=node0lbzvnku7

8cdm56yyx1uin3a32530281.node0?idProposicao=2117806. Acesso em: 16 mar. 2024.

BRASIL. CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei nº 6.528-B, de 2016**. Proíbe a manipulação, fabricação, importação e comercialização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumaria que contenham microesferas de plástico. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2016b. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1798874#:~:text=Considerando%20os%20argumentos%20apresentados%20e,16%20de%20o%20utubro%20de%202018.&text=6.528%2C%20DE%202016-,Pro%2C%20ADbe%20a%20manipula%2C%20A7%2C%20A3o%2C%20a%20fabrica%2C%20A7%2C%20A3o%2C%20a%20importa%2C%20A7%2C%20A3o%20e%20a%20comercializa%2C%20A7%2C%20A3o,pl%2C%20A1stico%2C%20e%20d%2C%20A1%20outras%20provid%2C%20AAncias. Acesso em: 16 mar. 2024.

BRASIL. **Lei nº 6.360, de 23 de setembro de 1976**. Dispõe sobre a vigilância sanitária a que ficam sujeitos os medicamentos, as drogas, os insumos farmacêuticos e correlatos, cosméticos, saneantes e outros produtos. Brasília, DF: Casa Civil, 1976. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6360.htm. Acesso em: 23 nov. 2024

BRASIL. Ministério da Saúde. Anvisa. Resolução - RDC nº 752, de 19 de setembro de 2022. Dispõe sobre a definição, a classificação, os requisitos técnicos para rotulagem e embalagem. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 180, p. 177, 21 set. 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-752-de-19-de-setembro-de-2022-430784222>. Acesso em: 16 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Uma só saúde**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/u/uma-so-saude>. Acesso em: 28 jan. 2025.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2020**. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental: Ministério das Cidades, 2021. 218 p.

BRENNECKE, D. *et al.* Microplastics as vector for heavy metal contamination from the marine environment. **Estuarine, coastal and shelf science**, London, v. 178, p. 189-195, 2016.

BROWNE, M. A. *et al.* Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. **Environmental Science & Technology**, Washington, DC, v. 45, n. 21, p. 9175-9179, 2011.

BÜNING, B. *et al.* Removal of emerging micropollutants from wastewater by nanofiltration and biofilm reactor (MicroStop). **Environmental Progress and Sustainable Energy**, Hoboken, v. 40, n. 3, jun. 2021.

CAMARGO, S. **Rio Tietê fica tomado por lixo plástico depois de forte chuva, no interior de SP**. São Paulo: Conexão Planeta, 2019. Disponível em:

<https://conexaoplaneta.com.br/blog/rio-tiete-fica-tomado-por-lixo-plastico-depois-de-forte-chuva-no-interior-de-sp/>. Acesso em: 11 nov. 2023.

CANHA, N.; JAFAROVA, M.; GRIFONI, L. Microplastic contamination of lettuces grown in urban vegetable gardens in Lisbon (Portugal). **Scientific Reports**, London, v. 13, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-40840-z>

CAUWENBERGHE, V. L.; JANSSEN, C. R. Microplastics in bivalves cultured for human consumption. **Environmental Pollution**, Oxford, v. 193, p. 65–70, 2014.

CETESB. **CETESB desenvolve método para detectar metilmercúrio em peixes**. São Paulo: CETESB, 14 jun. 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/blog/2019/06/14/cetesb-desenvolve-metodo-para-detectar-metilmercurio-em-peixes/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Ficha Toxicológica do Mercúrio**. São Paulo: CETESB, 2022. Disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 28 jan. 2025.

CHANEY, R. L. **The heavy elements**: Chemistry, environmental impact, and health effects. Pergamon Press, Oxford, 1990. 614 p. ISBN 008-0402755.

CHEN, H.; QIN, Y.; HUANG, H.; XU, W. A Regional Difference Analysis of Microplastic Pollution in Global Freshwater Bodies Based on a Regression Model. **Water**, Basel, v. 12, n. 7, p. 1889, jul. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/w12071889>

CHU, S.; LIU, X.; WANG, J. A standard analytical approach and establishing criteria for the measurement of microplastic fragmentation. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 799, 2022.

COSTA, B. F. **Desenvolvimento de formulação cosmética**: creme e esfoliante facial, utilizando o caldo e pó da casca de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill). 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022.

COX, K. D. *et al.* Correction to human consumption of microplastics. **Environmental Science & Technology**, Washington, DC, v. 54, n. 17, p. 10974-10974, 2020.

DA SILVA, J. G.; MANGAS, M. B. P.; DAS CHAGAS, F. W. M. Determinação de Contaminantes Emergentes em Amostras de Água no Brasil por Técnicas Voltamétricas: Revisão da Literatura. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 15, n. 1, 2023.

DAHMS, H.T.J.; VAN RENSBURG, G.J.; GREENFIELD, R. The microplastic profile of an urban African stream. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 731, p. 138893, 2020.

OPENAI. **DALL-E**: uma ferramenta generativa de IA para criação de imagens. San Francisco: OpenAi, [2021]. Disponível em: <https://openai.com/dall-e> . Acesso em: 02 mai. 2023.

DALMAU-SOLER, J.; GAMARRA, V.; SÁNCHEZ-VIDAL, A. UV radiation effects on microplastic fragmentation in aquatic environments. **Marine Pollution Bulletin**, London, v. 167, 2021

DIRECTORATE-GENERAL FOR RESEARCH AND INNOVATION (EUROPEAN COMMISSION); GROUPE DES CONSEILLERS SCIENTIFIQUES PRINCIPAUX. **Environmental and health risks of microplastic pollution**. Brussels: Publications Office of the European Union, 2019.
<https://data.europa.eu/doi/10.2777/65378> Acessado em: 21 abr. 2025.

SANTOS, J. C. P.; YONEMURA, C. H.; MUNHOZ, I.; TESCAROLLO, I. L. **Ensaios USF**, Bragança Paulista, v. 7, n. 2, 2023.

SUL, J. A. I.; COSTA, M. F. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. **Environmental pollution**, Oxford, v. 185, p. 352-364, 2014.

DONG, JIAO; ZHAO, TINGJIE; WANG, YUEMEI; ZHAO, SHAOYAN; ZHU, LONG; LI, HUIQIN; WANG, MANXIANG; AN, LIHUI. Microplastic characteristics in rain/snow sampled from two northern Chinese cities. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 956, 2024. ISSN 0048-9697. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.177352>.

DROGARAIA. **Neutrogena Deep Clean Energizing espuma esfoliante uso diário limpeza profunda energizante 100g**. São Paulo: Droga Raia, [2022?]. Disponível em: <https://www.drogaraia.com.br/neutrogena-deep-clean-energizing-espuma-esfoliante-uso-diario-limpeza-profunda-energizante-100g.html>. Acesso em: 28 abr. 2025.

ECHA. Annex to the Annex XV Restriction Report: Proposal For a Restriction. Helsinki: European Chemicals Agency, aug. 2019. Disponível em:
<https://echa.europa.eu/-ea3e-ab53-3135-8aaffe66d0cb> . Acesso em: 14 mar. 2024.

ECHA. **Definição de Microplásticos**. Helsínquia: Echa, 2025. Disponível em:
<https://echa.europa.eu/pt/hot-topics/microplastics> . Acesso em: 21 fev. 2025.

ENFRIN, M. *et al.* Kinetic and mechanistic aspects of ultrafiltration membrane fouling by nano- and microplastics. **Journal of Membrane Science**, Amsterdam, v. 601, p. 117890, 2020.

ENFRIN, M.; DUMÉE, L.F.; LEE, J. Nano/microplastics in water and wastewater treatment processes: origin, impact and potential solutions. **Water Research**, Oxford, v. 161, p. 621-628, 2019.

ESFANDIARI, A.; MOWLA, D. Investigation of microplastic removal from greywater by coagulation and dissolved air flotation. **Process Safety and Environmental Protection**, London, v. 151, p. 341-354, 2021.

EUROPEAN COMMISSION. **Restriction of microplastics adopted**. Brussels: European Commission, sep. 2023. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_4581. Acesso em: 16 mar. 2024.

EUROPEAN COMMISSION. **Urban wastewater**. Brussels: European Commission, 2025. Available at: https://environment.ec.europa.eu/topics/water/urban-wastewater_en. Acesso em: 11 mar. 2024

EUROPEAN COMMISSION. **New rules to make sustainable products the norm on the EU market**. Brussels: European Commission, 2022. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_2013. Acesso em: 04 mar. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. **Sustainable products to be the norm for consumers with new regulation**. Brussels: European Commission, 2024. Disponível em: https://environment.ec.europa.eu/news/sustainable-products-be-norm-consumers-new-regulation-2024-07-19_en. Acesso em: 04 mar. 2025.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **Industry**: introduction. Copenhagen: EEA, 2022. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/pt/themes/industry/intro>. Acesso em: 11 mar. 2024.

EUROPEAN UNION. **Commission Circular Economy Action Plan I**. Brussels: European Commission, 2020. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-con/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0098>. Acesso em: 11 mar. 2024.

FABI, A.; ENSINAS, A.; MACHADO, I.; BIZZO, W. Uso da avaliação de ciclo de vida (ACV) em embalagens de plástico e de vidro na indústria de bebidas no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, v. 01 n. 01, p. 47-54, ago. 2005. Disponível em: http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/496. Acesso em: 22 maio 2023.

FANG, S. *et al.* Adsorption behavior of three triazole fungicides on polystyrene microplastics. **The Science of the total environment**, Amsterdam, v. 691, p. 1119–1126, 2019.

FANTKE, P.; CHIU, W.A.; AYLWARD, L. *et al.* Exposure and toxicity characterization of chemical emissions and chemicals in products: global recommendations and implementation in USEtox. **International Journal of Life Cycle Assessment**, Heidelberg, v. 26, p. 899–915, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01889-y>

FARMÁCIA DOCE FLORA. Esfoliante corporal. Piracicaba: Farmácia Doce Flora, [2023]. Disponível em: <https://www.farmaciadoceflora.com.br/esfoliante-corporal/0001162/p?id=0001162>. Acesso em: 5 out. 2024.

FENDALL, L. S.; SEWELL, M. A. Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers. **Marine Pollution Bulletin**, London, v. 8, p. 1225-1228, ago. 2009. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2009.04.025.

FENG, S. *et al.* Polystyrene microplastics alter the intestinal microbiota function and the hepatic metabolism status in marine medaka (*Oryzias melastigma*). **The Science of the total environment**, Amsterdam, v. 759, n. 143558, p. 143558, 2021.

FORMOLO, M. C.; DUARTE, M. A. T.; SCHNEIDER, A. L.; FURLAN, S. A.; PEZZIN, A. P. T. Polihidroxialcanoatos: biopoliésteres produzidos a partir de fontes renováveis. **Revista Saúde e Ambiente**, Joinville, v. 4, n. 2, 2003.

FRANÇA. Lei nº 2016-1087, de 8 de agosto de 2016. Lei para a reconquista da biodiversidade, da natureza e das paisagens. **Journal Officiel de la République Française**: Paris, 2016. Disponível em: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000033016237>. Acesso em: 18 fev. 2025.

FRANCISCO, A. R. C. **Química e Toxicidade do Mercúrio**. 2021. Dissertação (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Farmácia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2021.

FYTILI, D.; ZABANIOTOU, A. Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Oxford, v. 12, p. 116-140, 2008.

GENEVA ENVIRONMENT NETWORK. **Plastic pollution around the world**. Geneva: Geneva Environment Network, 2024. Disponível em: <https://www.genevaenvironmentnetwork.org/resources/updates/plastic-pollution-around-the-world>. Acesso em: 19 abr. 2025.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, Washington, DC, v. 3, n. 7, e1700782, 2017. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1700782>. Acesso em: 19 abr. 2025.

GOMIERO, A.; LEEMANS, E.; ALLISON, M. Impact of mechanical abrasion on microplastic fragmentation. **Environmental Science & Technology**, Washington, DC, v. 55, n. 8, p. 4849-4858, 2021.

GUAN, J.; QI, K.; WANG, J.; WANG, W.; WANG, Z.; LU, N.; QU, J. Microplastics as an emerging anthropogenic vector of trace metals in freshwater: Significance of biofilms and comparison with natural substrates. **Water Research**, Oxford, v. 184, 2020.

HE, B. *et al.* Abundance, distribution patterns, and identification of microplastics in Brisbane River sediments, Australia. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 700, p. 134467, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.201>

HONG, Y.-S.; KIM, Y.-M.; LEE, K.-E. Methylmercury exposure and health effects. **Journal of preventive medicine and public health**, Busan, v. 45, n. 6, p. 353–363, 2012.

HUERTA, L. E. *et al.* Field evidence for transfer of plastic debris along a terrestrial food chain. **Scientific Reports**, London, v. 7, n. 1, p. 1–7, 2017.

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html>. Acesso em: 16 nov. 2023.

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares**: Tabela 6715 - Distribuição de famílias, segundo o rendimento mensal familiar per capita e as classes de despesa mensal familiar per capita - Brasil - 2017-2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6715>. Acesso em: 20 nov. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Agenda 2030**: objetivos de desenvolvimento sustentável: avaliação do progresso das principais metas globais para o Brasil. Brasília: Ipea, 2024. 19 p. Cadernos ODS, 6. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/ri2024ODS6>.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **Primary microplastics in the oceans**: a global evaluation of sources. Gland: IUCN, 2019. Disponível em: <https://www.iucn.org>. Acesso em: 21 abr. 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14001**: family: environmental management. Geneva: ISO, 2015. Disponível em: <https://www.iso.org/standards/popular/iso-14000-family>. Acesso em: 12 fev. 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14040**: environmental management: Life cycle assessment: Principles and framework. Geneva: ISO, 2006. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/37456.html>. Acesso em: 12 fev. 2025.

NOVIENTAL. **ISO 14044**: Life cycle assessment requirements and guidelines. [S. l.], Noviental, 2011. Disponível em: <https://noviental.wordpress.com/tag/iso-14044/>. Acesso em: 12 fev. 2025.

JENNER, L. C.; ROTCHELL, J. M.; BENNETT, R. T.; COWEN, M.; TENTZERIS, V.; SADOFSKY, L. R. Detection of microplastics in human lung tissue using μ FTIR spectroscopy. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 831, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154907>.

JIANG, J. Q. The role of coagulation in water treatment. **Current Opinion in Chemical Engineering**, Amsterdam, v. 8, p. 36-44, 2015.

JIANG, W. *et al.* Dysregulation of the microbiota-brain axis during long-term exposure to polystyrene nanoplastics in rats and the protective role of dihydrocaffeic acid. **The Science of the total environment**, Amsterdam, v. 874, p. 162101, 2023.

JIN, Y. *et al.* Impacts of polystyrene microplastic on the gut barrier, microbiota and metabolism of mice. **The Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 649, 2018a.

JIN, Y. *et al.* Polystyrene microplastics induce microbiota dysbiosis and inflammation in the gut of adult zebrafish. **Environmental pollution**, Oxford, v. 235, p. 322–329, 2018b.

KALČÍKOVÁ, G.; ALIČ, B.; SKALAR, T.; BUNDSCHUH, M.; GOTVAJN, A. Ž. Efluentes de estação de tratamento de águas residuais como fonte de MPEs cosméticas de polietileno para água doce. **Chemosphere**, Oxford, v. 188, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.08.131>.

KATAOKA, T. *et al.* Assessment of the sources and inflow processes of microplastics in the river environments of Japan. **Environmental Pollution**, Oxford, v. 244, p. 958-965, 2019.

KHAN ACADEMY. **The water cycle**. Mountain View: Khan academy, [entre 2016 e 2025]. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/ecology/biogeochemical-cycles/a/the-water-cycle>. Acesso em: 1 dez. 2024.

KOSUTH, M.; MASON, S. A.; WATTENBERG, E. V. Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. **Plos One**, San Francisco, v. 13, n. 4, 2018.

KATAOKA, T. *et al.* Assessment of the sources and inflow processes of microplastics in the river environments of Japan. **Environmental Pollution**, Barking, v. 244, p. 958-965, 2019.

LAZZARI, N. H. **Avaliação da ozonização na etapa de oxidação da matéria orgânica em estação de tratamento de água**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/216622>. Acesso em: 18 fev. 2025.

LESLIE, H. A.; VAN VELZEN, M. J. M.; BRANDSMA, S.H.; DICK, V.; GARCIA-VALLEJO, J. J.; LAMOREE, M. H.; Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. **Environment International**, Amsterdã, v. 163, n. 107199, , 2022. ISSN 0160-4120. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199>. Acesso em: 24 nov. 2024.

LOPES, R., FRANCIELY, M.; OLIVEIRA, P.; TESCAROLLO, I.L.. Esfoliante formulado com pó de café como alternativa ao uso de microesferas de plástico. **InterfaceHS**, São Paulo, v. 15, n. 1, 2020.

LU, L. *et al.* Polystyrene microplastics induce gut microbiota dysbiosis and hepatic lipid

MAGAZINE LUIZA. **Sabonete facial esfoliante e máscara Garnier SkinActive carvão 130ml**. Franca: Magazine Luiza S/A, 2025. Disponível em:

<https://www.magazineluiza.com.br/sabonete-facial-esfoliante-e-mascara-garnier-skinactive-carvao-130ml/p/adk5c0gd93/pf/pfef/>. Acesso em: 28 abr. 2025.

MARCO, H. M. F. **Valorização do fruto da Jussara (*Euterpe edulis Martius*): aplicação em formulações cosméticas**. 2017. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade de Sorocaba, Sorocaba, 2017.

MCCORMICK, A. *et al.* Microplastic is an abundant and distinct microbial habitat in an urban river. *Environmental Science and Technology*, v. 48, n. 20, p. 11863–11871, 21 out. 2014. metabolism disorder in mice. **The Science of the total environment**, Amsterdã, v. 631–632, p. 449–458, 2018

MENDES, N. C.; BUENO, C.; OMETTO, A. R.. Life Cycle Impact Assessment: a review of the main methods. **Production**, Vancouver, v. 26, n. 1, p. 160–175, jan. 2016.

MERCADO LIVRE. **Base sabonete líquido com glitter dourado 1L Limne**. [S. /], [2024]. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/base-sabonete-liquido-com-glitter-dourado-1l-limne/p/MLB29698321>. Acesso em: 16 mar. 2024.

MONIKH, F.A *et al.* Quantifying the trophic transfer of sub-micron plastics in an assembled food chain, **Nano Today**, London, v. 46, n. 101611, 2022, ISSN 1748-0132, <https://doi.org/10.1016/j.nantod.2022.101611>.

MONTAGNER, C.C.; DIAS, M.A.; PAIVA, E.M.; VIDAL, C. Microplásticos: ocorrência ambiental e desafios analíticos. **Química Nova**, São Paulo, v. 10, p. 1328-1352, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170791>

MONTONE, R. C. **Poluentes orgânicos persistentes**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, [2023]. Disponível em: <https://www.io.usp.br/index.php/ocean-coast-res/31-portugues/publicacoes/series-divulgacao/poluicao/812-poluentes-organicos-persistentes.html>. Acesso em: 09 dez. 2023

MORDOR INTELLIGENCE. Hyderabad, [2024]. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/>. Acesso em: 02 jun. 2024

NARWAL, N., KAKAKHEL, M.A., KATYAL, D. Interactions Between Microplastic and Heavy Metals in the Aquatic Environment: Implications for Toxicity and Mitigation Strategies. **Water Air Soil Pollut**, Dordrecht, v. 235, n. 567, 2024.

OLIVEIRA, C. W.D. S; CORRÊA, C. D. S.; SMITH, W. S. 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**, Taubaté, v. 4, p. e2551, 2020.

PACTO GLOBAL. **Sumário Executivo Blue Keepers**. [S./], [2021]. Disponível em: <https://go.pactoglobal.org.br/SumarioExecutivoBlueKeepers>. Acesso em: 10 dez. 2023.

PATEIRO, M. A. **Microplásticos em produtos de cuidado pessoal**. 2022. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade NOVA de Lisboa, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Lisboa, 2022.

PATEL, M.; KUMAR, R.; MOHAN, D. Pharmaceuticals of emerging concern in aquatic systems: Chemistry, occurrence, effects, and removal methods. **Chemical Reviews**, Washington, D.C., v. 119, n. 6, p. 35, 2019. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.chemrev.8b00299>

PEI, X.; HENG, X.; CHU, W. Polystyrene nano/microplastics induce microbiota dysbiosis, oxidative damage, and innate immune disruption in zebrafish. **Microbial pathogenesis**, Londres, v. 163, n. 105387, p. 105387, 2022.

PENG, G. *et al.* Microplastics in freshwater river sediments in Shanghai, China: a case study of risk assessment in mega-cities. **Environmental Pollution**, Barking, v. 234, p. 448-456, 2018.

PIVOKONSKY, M. *et al.* Occurrence of microplastics in raw and treated drinking water. **Science of the Total Environment**, Amsterdã, v. 643, p. 1644-1651, 2018.

PIVOKONSKY, M., PIVOKONSKA, L., NOVATNA, K., CERMAKOVA, L., KLIMTOVA, M., & PEER, P. Chemical composition of microplastics in household water from different cities in continental Spain and the Canary Islands. **Journal of Water and Health**, Londres, v. 18, n. 5, p. 747-758, 2020.

PLASTIC SOUP FOUNDATION. **Plastic: the hidden beauty ingredient: an analysis of the use of microplastics in personal care products and the upcoming legislation covering intentionally added microplastics**. Amsterdam: Plastic Soup Foundation, 2022. Disponível em: <https://www.beatthemicrobead.org/report/plastic-the-hidden-beauty-ingredient/>. Acesso em: 28 set. 2024.

POMPÊO, M. L. M.; PAIVA, T. C. BR; BORGES, B. R. **MPs nos ecossistemas: impactos e soluções**. 1.ed. São Paulo: Instituto de Biociências da USP, 2022. p. 43-50

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. **Desinfecção por UV minimiza o potencial poluidor dos contaminantes emergentes**. São Paulo: Portal Tratamento de Água, 2020. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/desinfeccao-uv-contaminantes-emergentes>. Acesso em: maio de 2022.

PORTAL SAÚDE ÚNICA. **Programa da ONU para o Meio Ambiente se une a parceria para implementar a abordagem de Saúde Única**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://portalsaudeunica.com.br/blog/publicacao/1778113/programa-da-onu-para-o-meio-ambiente-se-une-a-parceria-para-implementar-a-abordagem-de-sa-de-nica>. Acesso em: 28 jan. 2025.

POTTER, V. R. **Bioethics: bridge to the future**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1971.

PRATA, J. C. Airborne microplastics: Consequences to human health? **Environmental Pollution**, Barking, v. 234, p. 115–126, 2018.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). O que há no seu banheiro? Os plásticos escondidos em seus produtos de higiene pessoal. 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/story/o-que-ha-no-seu-banheiro-os-plasticos-escondidos-em-seus-produtos-de>. Acesso em: 14 fev. 2025.

QUÍMICO AROMÁTICO. **Fórmula sabonete líquido glicerinado**. Jandira: 2024. Disponível em: <https://quimicoaromatico.com.br/formula-sabonete-liquido-glicerinado/>. Acesso em: 21 fev. 2025.

RADITYANINGRUM, A. D.; TRIHDANINGRUM, Y.; MAR'ATUSHOLIAH; SOEDJONO, E. S.; HERUMURTI, W.. Microplastic contamination in water supply and the removal efficiencies of the treatment plants: a case of Surabaya City, Indonesia. Outubro de 2021. Artigo 102195. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2021.10.195>

RAGUSA, A.; SVELATO, A.; SANTACROCE, C; CATALANO, P; NOTARSTEFANO, V; CARNEVALI, O; PAPA, F; RONGIOLETTI, M. C. A.; BAIOTTO, F.; DRAGHI, S.; D'AMORE, E.; RINALDO, D.; MATTA, M.; GIORGINI, E.; Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. **Environment international**, Amsterdã, v. 146, n. 106274, 2021.

RAHMAN, Arifur *et al.* Potential human health risks due to environmental exposure to nano-and microplastics and knowledge gaps: A scoping review. **Science of the Total Environment**, Amsterdã, v. 757, p. 143872, 2021.

RITCHIE, H. Where does the plastic in our oceans come from?. 2021. Published online at OurWorldinData.org. Retrieved from: <https://ourworldindata.org/ocean-plastics> Acesso em: 28 jan. 2025

RIST, S. *et al.* A critical perspective on early communications concerning human health aspects of microplastics. **The Science of the Total Environment**, Amsterdã, v. 626, p. 720–726, 2018.

RL CONSULTORIA. **Como funciona a Análise do Ciclo de Vida de um produto**. Disponível em: <https://rl.com.br/analise-do-cic> . Acesso em: 06 jan. 2024.

ROCHMAN, C. M .; KROSS, S.M .; ARMSTRONG, J.B .; BOGAN, M.T .; DARLING, E.S .; SMYTH, A.R. ; VERÍSSIMO, D. . Evidências científicas apoiam proibição de MPes. **Environmental Science & Technology** , Washington, D.C., v. 49, n. 18, p. 10759-10761, 2015. DOI: [10.1021/acs.est.5b03909](10.1021 /acs.est.5b03909) Acesso em: 29 set. 2023.

RUBIN, A.E.; ZUCKER, I. Interactions of microplastics and organic compounds in aquatic environments: A case study of augmented joint toxicity. **Chemosphere**, v Oxford, v. 289, p. 133212, 2022. ISSN 0045-6535. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133212>. Acesso em: 28 set. 2024.

SADAT, S.; HASHEMI, S. H.; GESTEL, C. A. M. Transport and accumulation of microplastics through wastewater treatment sludge processes. **Chemosphere**, Oxford, v. 278, p. 130471, 2021.

SAMANDRA, S.; JOHNSTON, J. M.; JAEGER, J. E.; SYMONS, B.; XIE, S.; CURRELL, M.; ELLIS, A. V.; CLARKE, B.O. Microplastic contamination of an unconfined groundwater aquifer in Victoria, Australia. **Science of The Total Environment**, Amsterdã, v. 802, 2022. ISSN 0048-9697. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149727>. Acesso em: 23 nov. 2024.

SCHERER, C. *et al.* Comparative assessment of microplastics in water and sediment of a large European river. **Science of the Total Environment**, Amsterdã, v. 738, p. 139866, 2020

SCHWABL, P. *et al.* Detection of various microplastics in human stool: A prospective case series. **Annals of internal medicine**, Filadélfia, v. 171, n. 7, p. 453–457, 2019.

SEKI, N.; AKIYAMA, M., YAMAKAWA, H., HASE, K., KUMAGAI, Y., KIM, Y.-G. Adverse effects of methylmercury on gut bacteria and accelerated accumulation of mercury in organs due to disruption of gut microbiota. **Journal of Toxicological Sciences**, Tóquio, v. 46, p. 91–97, 2021. DOI: 10.2131 /jts .46.91

SHEN, M. *et al.* Removal of microplastics via drinking water treatment: Current knowledge and future directions. **Chemosphere**, Oxford, v. 251, p. 126612, 2020.

SIGRH. Identificação dos Municípios do Estado de São Paulo por UGRHs. 2023. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/municipios>. Acesso em: 19 nov. 2023.

SILVA, G. V. DA; CONCEIÇÃO, M. M.; DALMAS, F. B.; SILVA, G. V. DA; SOUZA, C. Impactos sócioambientais estabelecidos pelo descarte inadequado de polímeros sintéticos (plásticos) em grandes centros urbanos como a cidade do Rio de Janeiro. **Revista Delos**, São José dos Pinhais, v. 17, n. 53, e1344, 2024. <https://doi.org/10.55905/rdelosv17.n53-019> . Acesso em: 03 mar. 2025

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. 2019. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/principais-estatisticas/dados-re>. Acesso em 4/6/24

SOARES, G. M. L. **Reaproveitamento e integração do bagaço de azeitona na produção de sabonete com potencial para esfoliação do tipo física**. 72 p. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Bagé, 2021.

SNATURAL AMBIENTE. **Membranas para filtração de água**. São Paulo: SNatural Ambiente, 2020a. Disponível em: <https://www.snatural.com.br/membranas-ultrafiltracao-filtracao-agua>. Acesso em: junho de 2022.

SNATURAL AMBIENTE. **Ozônio na água para tratamento, desinfecção de efluentes, esgoto e odor com ozônio - O3**. São Paulo: SNatural Ambiente, 2020b.

Disponível em: <https://www.snatural.com.br/ozonio-tratamento-agua-desinfeccao>. Acesso em: março de 2022.

UNEP. **Plastic in cosmetics**: are we polluting the environment through our personal care?. Amsterdam; Nairobi: Institute for Environmental Studies; UNEP GPA, 2015.

Disponível em:

[Plastic in cosmetics Are we polluting the environment through our personal care](#) Acesso em: 30 set. 2020.

UNEP. **UNEP 2011 Annual Report**. Nairobi, [2011]. Disponível em:

<https://www.unep.org/resources/annual-report/unep-2011-annual-report>. Acesso em: 26 set. 2020.

UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (UE) 2023/2055 da Comissão, de 25 de setembro de 2023, que altera o anexo XVII do Regulamento (CE) nº 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 25 set. 2023.

Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/ALL/?uri=CELEX:32023R2055>

. Acesso em: 18 fev. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO – UNIVASF.

Microplástico: um dos principais poluentes dos oceanos. [S. /], [2019]. Disponível

em: <https://portais.univasf.edu.br/sustentabilidade/noticias-sustentaveis/microplastico-um-dos-principais-poluente-dos-oceanos>. Acesso em: 11 dez. 2023.

USETOX. **USEtox Team**. [S./]: USEtox, 2025. Disponível em: <https://usetox.org/team>. Acesso em: 1 maio 2025.

USMAN, S. *et al.* Polystyrene microplastics induce gut microbiome and metabolome changes in Javanese medaka fish (*Oryzias javanicus* Bleeker, 1854). **Toxicology reports**, Amsterdã, v. 9, p. 1369–1379, 2022

VIANELLO, A. *et al.* Microplastic particles in sediments of Lagoon of Venice, Italy: first observations on occurrence, spatial patterns and identification. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Londres, v. 130, p. 54-61, 2013.

VIEIRA, R. F. **Estudo de um sabonete líquido contendo microesferas de polietileno: caracterização, quantificação, separação e utilização de macaúba como abrasivo alternativo**. 2020. Projeto Final (Graduação em Química Industrial) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2020.

WANG, Z.; LIN, T.; CHEN, W. Occurrence and removal of microplastics in an advanced drinking water treatment plant (ADWTP). **Science of the Total Environment**, Amsterdã, v. 700, 15 jan., 2020.

XU, X. *et al.* Influence of wastewater treatment process on pollution characteristics and fate of microplastics. **Marine Pollution Bulletin**, Amsterdã, v. 169, p. 112448, 2021

YANG, X.-F., YANG, S.-C., WEN, F.-L., FENG, L., MENG, B., HU, H.-Y., WANG, B.-L., LI, J., POULAIN, A.J., LI, P. Impacts of mercury exposure levels and sources on the demethylation of methylmercury through human gut microbiota. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, Nova York, v. 109, p. 534–541, 2022. DOI: 10.1007/s00128-022-03569-5

YONG, C.; VALIYAVEETTIL, S.; TANG, B. Toxicity of microplastics and nanoplastics in mammalian systems. **International journal of environmental research and public health**, Basileia, v. 17, n. 5, p. 1509, 2020

ZHU, L.; KANG, Y.; MA, M.; WU, Z.; ZHANG, L.; HU, R.; XU, Q.; ZHU, J.; GU, X.; AN, L.. Tissue accumulation of microplastics and potential health risks in human. **Science of The Total Environment**, Amsterdã, v. 915, 2024. ISSN 0048-9697. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170004>. Acesso em: 23 nov. 2024.

ZOLOTOVA, N. *et al.* Influence of microplastics on morphological manifestations of experimental acute colitis. **Toxics**, Basileia, v. 11, n. 9, p. 730, 2023.