ÁGUAS DO CERRADO:

Biodiversidade, Recursos e Uso Sustentável



Claudia Padovesi Fonseca
(Organizadora)

EDITORA ARTEMIS
2026

ÁGUAS DO CERRADO:
Biodiversidade, Recursos e Uso Sustentável



Claudia Padovesi Fonseca
(Organizadora)

EDITORA ARTEMIS
2026

2026 *by Editora Artemis*
Copyright © Editora Artemis
Copyright do Texto © 2026 Os autores
Copyright da Edição © 2026 Editora Artemis

O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M.ª Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M.ª Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizadora	Profª Drª Claudia Padovesi Fonseca
Imagem da Capa	Lago Paranoá, Brasília, DF (autoria: Claudia Padovesi Fonseca)
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.ª Dr.ª Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría"*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.ª Dr.ª Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.ª Dr.ª Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.ª Dr.ª Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.ª Dr.ª Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.ª Dr.ª Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.ª Dr.ª Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuat*o, México
Prof.ª Dr.ª Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha

EDITORA ARTEMIS 2026

Editora Artemis
Curitiba-PR Brasil
www.editoraartemis.com.br
e-mail:publicar@editoraartemis.com.br

Prof.ª Dr.ª Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.ª Dr.ª Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.ª Dr.ª Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.ª Dr.ª Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.ª Dr.ª Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México
Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal*, Canadá
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona,* Espanha
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof.ª Dr.ª Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis,* Argentina
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires,* Argentina
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnido da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg*, Suécia
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires,* Argentina
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College*, Estados Unidos
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,* México
Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil



Editora Artemis
Curitiba-PR Brasil
www.editoraartemis.com.br
e-mail:publicar@editoraartemis.com.br

Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Lívia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha
Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I*, Espanha
Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha
Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University,* Russia
Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal



Editora Artemis
Curitiba-PR Brasil
www.editoraartemis.com.br
e-mail:publicar@editoraartemis.com.br

Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

A268 Águas do Cerrado [livro eletrônico] : biodiversidade, recursos e uso sustentável / organização de Claudia Padovesi Fonseca. – 1. ed. – Curitiba, PR: Editora Artemis, 2026.
il. color.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-82858-04-8
DOI 10.37572/EdArt_250626048

1. Cerrado. 2. Biodiversidade – Conservação. 3. Recursos hídricos – Uso sustentável. I. Fonseca, Claudia Padovesi.

CDD 577.6

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

EDITORA ARTEMIS
2026

Editora Artemis
Curitiba-PR Brasil
www.editoraartemis.com.br
e-mail:publicar@editoraartemis.com.br

À ciência por dar luz a um mundo mais digno

Ao Cerrado com o florescer de suas águas

APRESENTAÇÃO

Eu vi as águas... e elas sustentam o Cerrado.

O Cerrado é o *berço das águas* do Brasil. As águas que brotam de suas entranhas conseguem alimentar oito das 12 grandes bacias hidrográficas do país. As raízes profundas da vegetação funcionam como uma esponja, absorvendo a chuva e alimentando extensos aquíferos, que mantém os cursos d'água e áreas alagadas, mesmo em período seco.

As águas do Cerrado desempenham papel fundamental na diversidade biológica e no equilíbrio dinâmico dos ecossistemas, tanto naturais como antrópicos, com reflexos para o Brasil e América do Sul. Como importante fonte de água, o Cerrado representa um elo entre ambiente, atividades económicas e populações humanas, sendo crucial equilibrar as atividades humanas com a conservação ambiental.

Este livro reúne diferentes abordagens sobre os ambientes aquáticos do Cerrado, explorando aspectos relacionados à diversidade biológica, aos recursos hídricos e às formas de uso sustentável. Apresenta estratégias para uma gestão eficaz e legislação pertinente a problemas atuais na questão hídrica do Brasil.

Os dois primeiros capítulos dissecam um panorama atual da qualidade das águas com estratégias para uma gestão hídrica eficaz no Distrito Federal (DF). Destacam ser indispensável equacionar os diversos usos humanos da água na região, especialmente por possuir baixa disponibilidade hídrica.

Na sequência, temos o uso de ferramenta tecnológica na avaliação ambiental de rios a ser aplicada em aulas de ensino médio no Brasil, com o objetivo de aproximar a realidade dos discentes do conhecimento acadêmico. O estudo foi desenvolvido em escolas públicas da cidade de Imperatriz (MA), e a sua aplicação potencializou o conhecimento e sensibilização dos usuários, bem como ampliou o debate sobre questões relacionadas à educação ambiental e à qualidade ambiental de rios urbanos.

Os dois próximos capítulos abordam regulamentação frente a problemas ambientais decorrentes a lançamentos de diversos resíduos em sistemas hídricos. O capítulo 4 viabiliza um diagnóstico sobre efluentes lançados em corpos d'água por atividades industriais no Brasil. Apresenta sugestões de melhoria como um sistema unificado nacional para facilitar a coleta de informações, bem como a

análise e o planejamento de ações corretivas e preventivas. O capítulo 5 propõe avanços regulatórios de microplásticos em água potável no Brasil. Destaca que no país os estudos são raros até o momento, com uma lacuna relevante no conhecimento sobre a contaminação por microplásticos nas águas distribuídas à população. Ainda se tem a necessidade de padronização metodológica, ampliação de pesquisas nacionais e desenvolvimento de uma normativa brasileira.

A biota aquática do Cerrado é explorada em outros cinco capítulos do livro. As águas do Cerrado abrigam uma elevada diversidade biológica, com alto registros de espécies endêmicas. A biota é formada por vários grupos, que incluem as algas, os microcrustáceos, a fauna bentônica (moluscos e fases imaturas de insetos) e peixes. São milhares de espécies que vivem em áreas de cabeceira e são adaptadas às variações de seca e cheia.

Os capítulos destacam a importância de conhecer os diversos grupos aquáticos das águas do Cerrado, com a finalidade primordial de reconhecimento como indicadores de qualidade ambiental e aquática.

As algas de águas abertas e mansas, denominadas de fitoplâncton, foram consideradas úteis como indicadores de qualidade das águas de reservatórios. A sazonalidade climática do Cerrado, com a seca prolongada, associada às pressões antrópicas e às mudanças climáticas, intensificaram a variabilidade ambiental e por conseguinte, influenciaram diretamente a dinâmica do fitoplâncton.

A microfauna de águas abertas, denominada zooplâncton, também foi essencial para avaliar a qualidade das águas de reservatórios no Cerrado. Esse grupo apresenta elevada sensibilidade às variações ambientais e seus estados tróficos. A sazonalidade do Cerrado, com secas marcantes, atuou como regulador principal sobre o zooplâncton. Por sua vez, a produtividade dos reservatórios evidenciou espécies oportunistas de acordo com o seu grau de fertilidade.

A fauna ocupante dos sedimentos de corpos d'água, os macroinvertebrados bentônicos, foi determinante para avaliar a qualidade das águas dos riachos do Cerrado. Grupos mais sensíveis foram frequentes em águas limpas, e raros ou ausentes em ambientes poluídos. Por sua vez, os tolerantes estiveram predominantes em águas com condições ambientais mais degradadas, em especial nas áreas urbanas.

Os peixes foram definitivos como indicadores de qualidade de água em ambientes do Cerrado. As espécies responderam de forma integrada às

alterações ambientais e biológicas dos sistemas aquáticos. A integração foi resultado de respostas fisiológicas, histopatológicas e ecológicas associadas à degradação ambiental.

Os peixes de cavernas foram representados por espécies especializadas e endêmicas, resultado de características ambientais peculiares, como ausência de luz, estabilidade ambiental e escassez de recursos. Em cavernas do Cerrado revelaram espécies indicadoras de ambientes subterrâneos antigos, estáveis e isolados.

Assim, com caráter interdisciplinar, esse livro busca contribuir para o avanço do conhecimento científico e para a conscientização sobre a importância da conservação dos ecossistemas aquáticos brasileiros. Alia o uso sustentável dos recursos hídricos, com gestão hídrica eficaz e regulamentação de lançamentos de efluentes, e a preservação ambiental.

Destina-se a pesquisadores, estudantes, gestores ambientais e a todos os interessados na sustentabilidade das águas e da biodiversidade do Cerrado e do Brasil.

A presente obra é produto do Núcleo de Estudos Limnológicos (NEL) da Universidade de Brasília (UnB), cadastrado no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) desde 1997.

Brasília, 03 de junho de 2026.

Claudia Padovesi Fonseca

Organizadora

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....1

CENÁRIO ATUAL E DESAFIOS DOS RECURSOS HÍDRICOS NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL CENTRAL

Claudia Padovesi Fonseca

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260481

CAPÍTULO 2.....16

ESTRATÉGIAS PARA UMA GESTÃO HÍDRICA EFICAZ NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL CENTRAL

Lucas Brandão de Moraes
Claudia Padovesi Fonseca

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260482

CAPÍTULO 3.....28

AVALIAÇÃO ECOLÓGICA DE RIACHOS URBANOS COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Anwar Faiz Ahmad Amorim
Claudia Padovesi Fonseca

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260483

CAPÍTULO 4.....44

EFLUENTES LÍQUIDOS DE ATIVIDADES POTENCIALMENTE POLUIDORAS NO BRASIL: BASE DOCUMENTAL E PROPOSTAS DE MELHORIA NAS ANÁLISES DE QUALIDADE

Thaianne Resende Henriques Fábio
Claudia Padovesi Fonseca

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260484

CAPÍTULO 5.....58

AVANÇOS REGULATÓRIOS PARA O CONTROLE DE MICROPLÁSTICOS EM ÁGUA POTÁVEL

Luiz Gustavo Haisi Mandalho
Claudia Padovesi Fonseca

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260485

CAPÍTULO 6 ..... **75**

FITOPLÂNCTON COMO BIOINDICADOR EM RESERVATÓRIOS DO CERRADO E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Maria Júlia Sousa Paes
Ana Clara Alves da Silva

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260486

CAPÍTULO 7 ..... **89**

DIVERSIDADE DE ZOOPLÂNCTON EM RESERVATÓRIOS NO BIOMA CERRADO

Ana Clara Guedes de Souza
Vitória Araujo Martins

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260487

CAPÍTULO 8 ..... **103**

EFEITOS DA OCUPAÇÃO HUMANA SOBRE OS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DE RIACHOS DO CERRADO

Izabela Abadia Curcino Borges
Letícia Alcântara Silva

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260488

CAPÍTULO 9 ..... **113**

PEIXES COMO INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL EM ÁGUAS CERRATENSES

Théo Victor Mafra de Andrade
Alexandre Diadorim Zerbini Brandão

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260489

CAPÍTULO 10 ..... **126**

BIODIVERSIDADE DA ICTIOFAUNA CAVERNÍCOLA NO CERRADO

André Luiz Marques de Andrade
Otávio Silverio

https://doi.org/10.37572/EdArt_25062604810

SOBRE A ORGANIZADORA **136**

ÍNDICE REMISSIVO **137**

CAPÍTULO 5

AVANÇOS REGULATÓRIOS PARA O CONTROLE DE MICROPLÁSTICOS EM ÁGUA POTÁVEL

Data de submissão: 05/06/2026
Data de aceite: 18/06/2026

Luiz Gustavo Haisi Mandalho
Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília (UnB – ProfÁgua)
Brasília, DF
http://lattes.cnpq.br/1693815171509792

Claudia Padovesi Fonseca[1]
Professora titular da Universidade de Brasília (UnB)
Departamento de Ecologia
Instituto de Biologia
Universidade de Brasília – UnB
Campus Universitário Darcy Ribeiro
Brasília, DF, Brazil
https://orcid.org/0000-0001-7915-3496

RESUMO: É amplamente reconhecida a crescente demanda hídrica global e o agravamento da saúde dos recursos hídricos e, por conseguinte, dos humanos, em especial por poluentes emergentes como os microplásticos. Essa pesquisa analisou a presença de microplásticos em águas potáveis por meio de revisão bibliográfica e pesquisa documental, com análise das perspectivas regulatórias voltadas à redução dessa contaminação. A revisão foi realizada em Google Acadêmico, Pubmed, SciELO, *Science Direct* e *Web of Science*, de 2015 a 2025. A pesquisa documental foi realizada por meio da do banco de dados de políticas do portal *Plastics Policy*, da Duke *University*. As partículas plásticas, fabricadas para propósitos específicos, como microesferas adicionadas em produtos de higiene, ou provenientes da degradação de plásticos no ambiente, representam um risco à saúde humana, podendo causar efeitos adversos como inflamação e danos celulares, sendo o consumo de água é uma rota relevante de exposição humana a esses contaminantes. A revisão de literatura englobou 39 estudos, que revelam a presença global de microplásticos em águas potáveis, com concentrações médias variando entre 0,174 e 1.776 partículas por litro. O levantamento normativo registrou que apenas a Califórnia e a União Europeia possuem regulamentações específicas sobre microplásticos em águas destinadas ao consumo humano, com diferenças relevantes em sua aplicação. A Califórnia adotou uma abordagem direta,

[1] Líder do Núcleo de Estudos Limnológicos (NEL) – CNPq, mestre e doutora em área de Limnologia pela Universidade de São Paulo (USP). Realizou pós-doutorado na Universidade de Paris Pierre e Marie Curie, na França, e na Universidade de Granada, na Espanha.

iniciando um programa de monitoramento de microplásticos, enquanto a União Europeia incluiu os microplásticos em uma política mais abrangente de segurança hídrica, englobando outros contaminantes emergentes. No Brasil, os estudos são raros até o momento, com uma lacuna relevante no conhecimento sobre a contaminação por microplásticos nas águas distribuídas à população. Ainda se tem a necessidade de padronização metodológica, ampliação de pesquisas nacionais e desenvolvimento de uma normativa brasileira. Diretrizes iniciais para elaboração de norma brasileira sobre microplásticos em águas potáveis foram apresentadas em outra publicação derivada dessa.
PALAVRAS-CHAVE: poluição plástica; contaminação hídrica; diretrizes; Brasil.

REGULATORY ADVANCES FOR THE CONTROL OF MICROPLASTICS IN DRINKING WATER

ABSTRACT: The growing global demand for water and the deterioration of water resources, and consequently human health, are recognized challenges, particularly due to emerging pollutants such as microplastics. This study analyzed the presence of microplastics in drinking water through a literature review and documentary research, including an assessment of regulatory approaches aimed at reducing such contamination. The literature review was conducted using Google Scholar, PubMed, SciELO, ScienceDirect, and Web of Science databases, covering the period from 2015 to 2025. Documentary research was carried out using the policy database available on the Plastics Policy portal of Duke University. Plastic particles, whether intentionally manufactured for specific purposes, such as microbeads added to personal care products, or generated through the degradation of plastics in the environment, pose potential risks to human health and may cause adverse effects, including inflammation and cellular damage. Water consumption is considered a relevant route of human exposure to these contaminants. The literature review included 39 studies, which revealed the global occurrence of microplastics in drinking water, with average concentrations ranging from 0.174 to 1,776 particles per liter. The regulatory survey found that only California and the European Union have specific regulations addressing microplastics in water intended for human consumption, with significant differences in their implementation. California adopted a direct approach by establishing a microplastics monitoring program, whereas the European Union incorporated microplastics into a broader water safety policy that also addresses other emerging contaminants. In Brazil, studies on this topic remain scarce, highlighting a significant knowledge gap regarding microplastic contamination in water supplied to the population. There is still a need for methodological standardization, expansion of national research efforts, and the development of specific Brazilian regulations. Initial guidelines for the development of a Brazilian standard on microplastics in drinking water were presented in another publication derived from this research.
KEYWORDS: plastic pollution; water contamination; guidelines; Brazil.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso finito e indispensável para a vida, e seu consumo vem aumentando ao longo dos últimos anos. Com a crescente contaminação dos recursos hídricos por diversos poluentes, incluindo microplásticos, reflete na necessidade urgente de gestão e regulação eficazes para garantir o acesso à água potável.

Os microplásticos (MP) são fragmentos de plásticos de dimensões reduzidas, tendo uma diversidade de definições em diferentes documentos. HARTMANN *et al.* (2019) apresenta a Administração Nacional Oceânica e Atmosférica dos Estados Unidos da América (NOAA, na sigla em inglês) como pioneira em definir os MP como partículas plásticas com tamanho menor que cinco milímetros, mas esclarece que essa definição não teve como base uma justificativa científica clara, sendo baseada nos indícios dos efeitos dos MP nos ecossistemas.

As fontes de microplásticos no ambiente são variadas e inclui o descarte inadequado de plásticos maiores, como embalagens, sacolas e garrafas, que se fragmentam ao longo do tempo devido à ação de fatores ambientais como vento, chuva e radiação solar (ANDRADY, 2011). Outros itens, como as fibras sintéticas liberadas durante a lavagem de roupas feitas de poliéster, nylon e outros tecidos sintéticos, representam uma fonte significativa de microplásticos, que acabam sendo lançados nos sistemas de esgoto e, posteriormente, nos corpos d'água (BROWNE *et al*., 2011). Produtos cosméticos e de higiene pessoal, como esfoliantes e cremes dentais, com microesferas plásticas, também contribuem diretamente para a poluição por microplásticos, pois essas partículas são pequenas demais para serem filtradas pelas estações de tratamento de esgoto (FENDALL & SEWELL, 2009).

Evidências apontam que os seres humanos estão frequentemente inalando e ingerindo microplásticos, por meio do ar, alimentos e da água, porém, o risco devido a essa exposição ainda é incerto devido à falta de dados sobre exposição e perigos potenciais (VETHAAK, 2021). SANCHÉZ *et al*. (2022) destacaram a inalação e a ingestão oral como vias principais de entrada de MP no corpo humano, sendo a água uma das principais fontes de MP nos organismos humanos.

Estudos in vitro e in vivo indicam que microplásticos são capazes de causar impactos severos em seres humanos, incluindo estresse oxidativo, inflamações, danos físicos e necrose (YEE *et al*., 2021). Além disso, a toxicidade de químicos

aderidos à superfície dos MP, adsorvidos do meio ambiente ou de aditivos usados no processo de produção dos plásticos, levanta preocupações adicionais dos efeitos dos MP à saúde (KARBALAEI *et al*., 2021).

Para levar água de boa qualidade aos consumidores, faz-se necessária a utilização de sistemas de abastecimento de água. Estes sistemas são formados por conjuntos de equipamentos, infraestruturas e serviços para atender aos usos diversos. Em resumo, o ciclo de abastecimento de água é formado por cinco etapas principais: captação de água bruta, adução, tratamento, reservação e distribuição de água tratada (BRASIL, 2020).

A presença de microplásticos (MP) em águas destinadas ao consumo humano tem sido confirmada por diversos estudos (PASTOR & AGULLÓ, 2020; MUKOTAKA *et al*., 2021; JRC, 2024). Em águas engarrafadas, as partículas de plástico podem ser causadas pelo material de embalagem ou processos de limpeza de garrafas reutilizáveis. Em águas de torneira, por sua vez, os MP podem ter origem na água bruta, nos processos de tratamento ou nos sistemas de distribuição (OßMANN, 2021).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo foi elaborado com base em pesquisa bibliográfica sobre a presença de microplásticos em água potável e pesquisa documental de normas relacionadas ao controle e redução de microplásticos em águas potáveis, baseando-se nos pressupostos da pesquisa qualitativa.

Foram consideradas como “águas potáveis” aquelas aptas para o consumo humano e fornecidas por meio de sistemas públicos de abastecimento de água. Para a presente pesquisa foram utilizados Google Acadêmico, Pubmed, SciELO, *Science Direct* e *Web of Science*. Para filtragem inicial, realizou-se a pesquisa de estudos que continham em seus títulos as seguintes palavras-chave: “microplásticos” E “água potável” OU “água de consumo” OU “água de torneira” e seus equivalentes em inglês (*potable water*, *drinking water*, *consumption water* e *tap water*).

Foram utilizados como critérios para inclusão no estudo:

i) estudos publicados entre 2015 e novembro de 2025;
ii) pesquisas que investigaram microplásticos em água potável; e
iii) artigos publicados em português ou inglês.

Não foram incluídos na análise:

i) pesquisas focadas em outros tipos de água (águas residuais, água salgada, entre outros);
ii) artigos de revisão ou meta-análises.

A síntese dos resultados foi realizada por meio de análise qualitativa, comparando as concentrações encontradas, as limitações dos estudos e suas recomendações.

Com relação ao levantamento de normas relacionadas ao controle de microplásticos (MP) em águas potáveis, foi realizada a importação do banco de dados de políticas do portal *Plastics Policy Inventory* (Inventário de Políticas de Plásticos), mantido pelo *Nicholas Institute for Energy, Environment & Sustainability at Duke University* (https://nicholasinstitute.duke.edu/plastics-policy-inventory/downloads). O Inventário de Políticas de Plásticos é um banco de dados pesquisável de documentos de políticas públicas voltados para a poluição plástica, contendo documentos datados a partir de 1º de janeiro de 2000 e atualizado até dezembro de 2023.

Foi realizada a busca nesse banco de dados referente às legislações voltadas aos MP em águas potáveis, por meio da busca pelas palavras-chave "microplásticos" E "água potável" OU "água de consumo" OU "água de torneira". Após a seleção das normas relevantes para a pesquisa, foi realizada a síntese e a comparação de seus escopos, buscando evidenciar seus pontos principais.

Para leitura da metodologia completa vide MANDALHO (2026).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. REVISÃO SISTEMATIZADA DE LITERATURA SOBRE MICROPLÁSTICOS EM ÁGUAS POTÁVEIS

A pesquisa bibliográfica foi realizada inicialmente em agosto de 2024 e complementada em novembro de 2025, resultando na seleção inicial de 249 estudos. Após, fez-se a leitura de seus resumos para avaliar se o conteúdo era aderente ao tema da presente pesquisa e foram selecionados aqueles que atenderam aos critérios de inclusão.

Dos quatro repositórios de revisão sistematizada, o *Science Direct* representou o maior número de estudos selecionados para avaliação inicial na pesquisa (105 estudos). Os outros dois repositórios, Pubmed e *Web of Science*, apesar de identificar um número intermediário de estudos, com 58 e 72 estudos

respectivamente, destes, apenas 26 foram considerados aderentes ao tema da pesquisa. A pesquisa no Google Acadêmico, por sua vez, resultou na seleção de 14 estudos, dos quais somente quatro foram analisados. A pesquisa das palavras-chave no repositório SciELO, com base na metodologia apresentada, não retornou estudos para avaliação.

Houve a seleção de 63 estudos para avaliação aprofundada, o que correspondeu a somente 25% do universo de estudos obtidos na pesquisa inicial. Após a leitura aprofundada, verificou-se que 24 (10%) não avaliaram a presença das partículas nas águas distribuídas à população, pois tinham como objetivo apenas a verificação de MP em águas brutas (antes do tratamento) ou eram voltados ao estudo dos métodos de detecção com a utilização de amostras preparadas em laboratório. Assim, esses estudos não foram objeto de análise na presente pesquisa, por não atenderem aos critérios de seleção definidos na metodologia. Também foram excluídos quatro estudos que avaliavam somente a presença de MP em águas engarrafadas, resultando em um total de 39 estudos incluídos na presente revisão de literatura (16% do universo de estudos obtidos na pesquisa inicial).

Revisões sistemáticas de literatura realizadas anteriormente demonstram o escopo limitado da pesquisa qualificada neste campo. DANOPOULOS *et al.* (2020) conduziram uma revisão sistemática abrangente de microplásticos na água potável, selecionando inicialmente 2.467 estudos, dos quais apenas 12 atenderam aos critérios de inclusão definidos - uma taxa de inclusão de apenas 0,49%.

Além de obter um universo pequeno de estudos relativos à presença de microplásticos em águas potáveis (41 amostras), esses estudos foram concentrados no continente europeu (41%), seguido da Ásia, com 37 % das amostras. O continente americano correspondeu a 17% e a África somente com 2% dos estudos.

Com exceção de MUKOTAKA *et al.* (2021), que analisaram amostras coletadas na América, Ásia e Europa, os demais estudos analisaram amostras coletadas apenas em um continente. O Joint Research Centre - JRC (2024) apresenta diagnóstico similar com relação à análise de águas potáveis, reportando maior número de estudos realizados na Europa (38%), seguido de Ásia (34%) e América (23%). De acordo com DANOPOULOS *et al.* (2020), “há uma clara necessidade de pesquisa sobre contaminação da água potável por MP em países fora da Europa, onde há menos dados”.

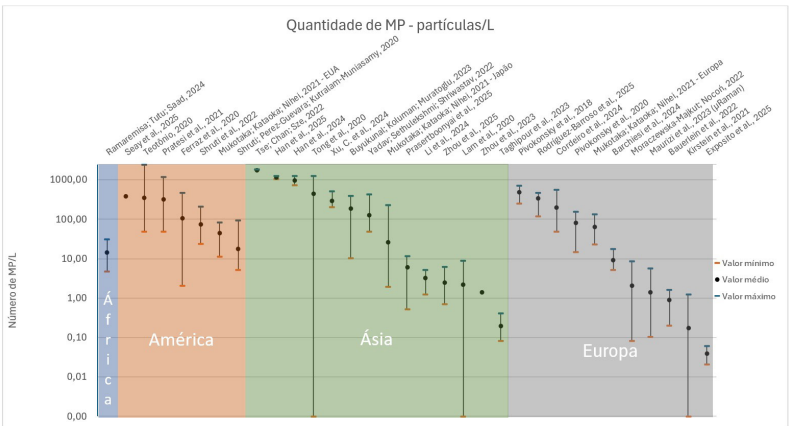
Com relação à quantidade de MP em águas potáveis, observou-se grande variação entre os estudos em relação à sua detecção. Estudo de TSE *et al.* (2022) apresentou o maior valor médio de MP detectados (1.776 partículas/L), seguido de HAN *et al.* (2025), de 1.145 partículas/L e por estudo de HAN *et al.* (2024), de 966 partículas/L. O maior valor detectado dentre os estudos foi de 2.400 partículas/L (TEOTÔNIO, 2020).

Dos 34 estudos que realizaram a quantificação do número de partículas por litro, em 20 os valores médios reportados ficaram abaixo de 100 partículas de MP/L. Sendo que em nove estudos os valores médios de MP detectados ficaram abaixo de cinco partículas/L. Apenas o estudo de WEBER *et al.* (2021) não detectou a presença de MP nas amostras analisadas.

Assim, observa-se que há grande variação na quantidade de MP detectados nos estudos, com médias variando entre 0,04 e 1.776 partículas/L e extremos variando entre zero e 2.400 partículas/L. Estudo do Joint Research Centre - JRC (2024) reportou valores menores, variando entre 0,0001 e 440 partículas por litro. Ressalta-se a dificuldade na comparação direta de concentrações de microplásticos entre estudos, sendo necessária a adoção de metodologias padronizadas para coleta e detecção. Essa padronização é crucial para melhorar critérios como o tratamento de amostras e a identificação de polímeros, assegurando maior confiança, reprodutibilidade e comparabilidade nos resultados (KOELMANS *et al*., 2019).

A Figura 1 apresenta as concentrações de microplástico detectadas nos estudos, agrupadas por continente de origem das amostras.

Figura 1. Quantidade de MP nas águas potáveis agrupadas por continente.



Fonte: MANDALHO (2026).

As concentrações de microplásticos observadas em água potável variam expressivamente entre os continentes, conforme indicado na Figura 2. Na América, os valores médios ficaram entre 18 e 378 partículas/L. Na Ásia, foi identificada maior variação, com médias entre 0,2 e 1.776, porém com maior concentração de valores abaixo de 100 partículas/L. A Europa exibiu os menores valores, com médias entre 0,04 e 470 partículas por litro, com maior número de estudos com valores médios abaixo de 10 partículas/L. Estudo de JRC (2024) reportou achados semelhantes, com valores menores de MP medidos na Europa (0 a 0,6 partículas por litro) do que na América (12 a 316 partículas por litro) e na Ásia (0,7 a 440 partículas por litro).

3.2. NOMATIVAS SOBRE MICROPLÁSTICOS EM ÁGUAS POTÁVEIS

O banco de dados do portal da internet *Plastics Policy Inventory*, do *Nicholas Institute for Energy, Environment & Sustainability*, contém um total de 1.022 documentos de políticas públicas listados. O arquivo contendo a lista completa foi baixado e submetido a um processo de filtragem para identificar as normas relacionadas ao controle de microplásticos, o que resultou na seleção de 57 normativas. Essas normas foram posteriormente analisadas mediante leitura criteriosa, visando identificar especificamente aquelas que abordavam a temática de microplásticos em águas destinadas ao consumo humano, sendo as demais normas excluídas do escopo desse estudo.

Desta forma, após o processo de identificação de normas sobre microplásticos em águas potáveis, foram encontradas apenas duas normativas específicas:

i) SB 1422: *California Safe Drinking Water Act* (Lei de Água Potável Segura da Califórnia); e

ii) Diretiva (EU) 2020/2184 *on the quality of water intended for human consumption* (relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano).

No Brasil, a Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde, traz a consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde (SUS), estabelecendo em seu artigo 129 que o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade são definidos em seu Anexo XX.

A Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, alterou o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5/2017 e estabeleceu os padrões de potabilidade da água que estão vigentes no Brasil atualmente. Essa portaria define água potável como sendo a água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido e que não ofereça riscos à saúde. Adicionalmente, estabelece que água para consumo humano é definida como: "água potável destinada à ingestão, preparação de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem" (Brasil, 2021).

A Portaria GM/MS Nº 888/2021 não estabelece procedimentos ou limites relacionados diretamente aos MP em águas potáveis. Porém, em seu anexo 13, que define o número mínimo de amostras e frequência para o controle da qualidade da água, é estabelecido que o cloreto de vinila deve ser monitorado nas redes de distribuição, em razão de sua possível liberação de materiais a base de plástico PVC. Esse parâmetro deve ser monitorado na saída do tratamento e nas redes de distribuição, com frequência de uma amostra por semestre.

3.2.1. Legislação da Califórnia

Essa legislação do Estado da Califórnia/EUA foi aprovada em 28 de setembro de 2018 e, estabelece requisitos para monitoramento de microplásticos na água potável na Califórnia.

Os pontos principais trazidos pela norma SB 1422/2018 são as obrigações de adoção de uma definição de microplásticos na água potável, de adoção de metodologia padrão para identificação de MP e de adoção de requisitos para quatro anos de testes e relatórios de microplásticos em águas potáveis. Verifica-se houve preocupação com a uniformização de critérios e metodologia de identificação de MP, bem como o comando para início da avaliação sobre a presença de MP em águas potáveis.

Em seguimento a essa norma, em 2021, o Conselho Estadual de Controle de Recursos Hídricos da Califórnia (CSWRCB, na sigla em inglês) publicou a Resolução n.º 2020-0021, que estabeleceu a definição de "microplásticos na água potável", conforme segue:

> 'Microplásticos na água potável' são definidos como materiais poliméricos sólidos aos quais podem ter sido adicionados aditivos químicos ou outras substâncias, que são partículas que têm pelo menos três dimensões maiores que 1 nm e menores que 5.000 micrômetros (µm). Excluem-se os polímeros derivados da natureza que não tenham sido quimicamente modificados (exceto por hidrólise) (*California State Water Resources Control Board*, 2021. Tradução própria).

Em 2023, o CSWRCB publicou, por meio da Resolução n.º 2022-0032, um Manual de Políticas, no qual são estabelecidos os métodos padronizados para testar e relatar microplásticos na água potável na Califórnia.

3.2.2. Legislação da União Europeia

A Diretiva do Parlamento Europeu e de seu Conselho, de 16 de dezembro de 2020, substitui a Diretiva 98/83/CE e estabelece a norma geral sobre a qualidade da água destinada ao consumo humano na União Europeia.

A Diretiva implementa uma abordagem baseada no risco para a segurança da água, cobrindo toda a cadeia de abastecimento, desde as áreas de captação, passando pelo tratamento e armazenamento, até a distribuição. Esta abordagem inclui três componentes principais: avaliação e gestão dos riscos das áreas de captação, avaliação e gestão dos riscos dos sistemas de abastecimento, e avaliação dos riscos dos sistemas de distribuição doméstica.

Com relação aos microplásticos, a diretiva aborda diretamente esta questão em seu considerando n.º 7, reconhecendo "a crescente preocupação pública sobre os efeitos de compostos emergentes, como os disruptores endócrinos, produtos farmacêuticos e microplásticos, na saúde humana através do uso de água destinada ao consumo humano".

Seu artigo 8º estabelece que "os Estados-Membros devem prestar particular atenção nos seus riscos de avaliação aos microplásticos" quando águas superficiais são captadas para consumo humano.

No Artigo 13, parágrafo 6, foi estabelecido que "até 12 de janeiro de 2024, a Comissão deveria publicar ato para complementação da diretiva, adotando uma metodologia para medir os microplásticos com vista a incluí-los na lista de vigilância". Esta disposição reconhece a necessidade da padronização dos métodos para quantificar microplásticos em águas potáveis.

O mecanismo da lista de vigilância, funciona como um instrumento dinâmico e adaptativo visando a proteção da saúde pública em relação à qualidade da água destinada ao consumo humano. Essa lista deve incluir substâncias emergentes de preocupação, como disruptores endócrinos, produtos farmacêuticos e microplásticos. A Comissão Europeia deve publicar atos de execução para elaborar e atualizar periodicamente essa lista, garantindo

que os Estados-Membros monitorem essas substâncias na água potável. Os Estados-Membros, por sua vez, devem realizar o monitoramento periódico dos contaminantes da lista de vigilância, verificando se a água atende aos requisitos da diretiva.

A diretiva 2020/2184 também estabelece no Artigo 19 que "a Comissão deve, no mais tardar até 12 de janeiro de 2029, apresentar um relatório sobre a potencial ameaça às fontes de água destinada ao consumo humano decorrente de microplásticos, produtos farmacêuticos e outros contaminantes emergentes, e sobre os riscos relevantes associados à saúde".

A abordagem da diretiva em relação aos microplásticos e outros contaminantes emergentes demonstra um caminho faseado: primeiro, estabelecer metodologias de medição padronizadas, depois incluir substâncias na lista de vigilância para coleta de dados e, finalmente, avaliar os riscos com base nesses dados para possível regulamentação futura.

A Decisão Delegada (UE) 2024/1441 foi adotada pela Comissão Europeia em 11 de março de 2024, com o objetivo de complementar a Diretiva (UE) 2020/2184, que trata da qualidade da água destinada ao consumo humano.

A Decisão 2024/1441 destaca a necessidade de uma metodologia padronizada para medir microplásticos na água, a fim de compreender melhor sua ocorrência ao longo da cadeia de abastecimento de água e determinar sua concentração, forma, tamanho e composição. A metodologia proposta visa fornecer dados confiáveis e comparáveis, que possam ser usados para futuras avaliações de risco e para a tomada de decisões sobre a qualidade da água.

A Decisão estabelece ainda que a metodologia para medir microplásticos deve ser proporcional, apropriada e eficiente em termos de custos, considerando a complexidade e o custo associado à coleta, análise e documentação dos dados. Também enfatiza a importância de uma abordagem pragmática para reduzir a complexidade dos dados, classificando os microplásticos com base em categorias pré-definidas de tamanho, forma e composição.

O Anexo da Decisão Delegada (UE) 2024/1441 detalha a metodologia para medir microplásticos na água destinada ao consumo humano. A metodologia é dividida em várias etapas, desde a coleta de amostras até a análise e classificação dos microplásticos.

3.2.3. Comparação das normas da Califórnia e da União Europeia

O estado da Califórnia e a União Europeia foram pioneiros na adoção de normas relacionadas aos microplásticos em águas potáveis, mas com estratégias e cronogramas distintos. A Califórnia foi a primeira a estabelecer requisitos específicos de monitoramento através da SB 1422 em 2018, enquanto a União Europeia incluiu os microplásticos em sua abrangente Diretiva 2184, em 2020.

a) Abordagem Regulatória e Status

Na Califórnia, foi adotada uma abordagem legislativa direta (SB 1422) que obriga ações específicas (definição, metodologia, monitoramento) sobre os MP. Essas partículas são tratadas como um contaminante a ser ativamente monitorado e reportado.

Na União Europeia, os MP foram incluídos em uma diretiva mais ampla (2020/2184), que engloba essas partículas na categoria de contaminantes emergentes. Traz uma abordagem mais cautelosa, estabelecendo a necessidade de padronização da medição dos MP visando sua inclusão na lista de vigilância e posteriormente seu monitoramento.

b) Definição para Microplásticos

A legislação da Califórnia considera microplásticos como materiais poliméricos sólidos (incluindo aqueles com aditivos químicos) com dimensões entre 1 nm e 5.000 µm (5 mm), excluindo polímeros naturais não modificados (exceto por hidrólise).

A União Europeia define microplásticos como objetos sólidos, insolúveis em água e compostos parcial ou totalmente por polímeros sintéticos ou naturais quimicamente modificados. Além disso, diferencia entre partículas (com dimensões ≤5 mm e razão comprimento/largura ≤3) e fibras (com comprimento ≤15 mm e razão comprimento/largura >3).

Assim, verifica-se a norma europeia é mais abrangente que a legislação da Califórnia, incluindo distinção entre partículas e fibras. A legislação da Califórnia, por sua vez, estabelece um limite único superior de tamanho (inferior a 5 mm) e inclui um limite inferior de tamanho (partículas maiores que 1 nm).

c) Metodologia de Análise

A legislação da Califórnia adotou métodos padronizados específicos em 2022 (Res. 2022-0032 CSWRCB), detalhados em seus Anexos C (Espectroscopia

de Infravermelho, com capacidade de detecção de partículas >50 µm) e D (Espectroscopia Raman, capaz de identificar partículas >20 µm).

Na União Europeia, a metodologia padronizada foi estabelecida posteriormente, em março de 2024 (Decisão Delegada 2024/1441). Essa metodologia enfatiza uma abordagem pragmática, proporcional e custo-efetiva, classificando MP por categorias pré-definidas de tamanho, forma e composição, além de definir 10 polímeros prioritários (PE, PP, PET, PS, PVC, PA, PU, PMMA, PTFE e PC). Foram definidas como técnicas de analise os métodos de espectroscopia vibracional, como microespectroscopia de infravermelho (µ-FTIR), microespectroscopia Raman (µ-Raman) ou microscopia por infravermelhos com laser de cascata quântica (QCL-IR).

d) Implementação do Monitoramento

Na Califórnia, a legislação implementou um programa de monitoramento obrigatório, iniciado após setembro de 2022, dividido em duas fases: Fase I, de 2023 a 2025, focando em partículas entre com tamanho mínimo de 50 µm na água bruta; e Fase II, de 2026 a 2028, focando em partículas maiores que 5 µm nas águas tratadas.

Na União Europeia, o monitoramento de MP ainda não é obrigatório. Depende ainda da inclusão formal dos MP na lista de vigilância, o que foi viabilizado pela publicação da metodologia padronizada (Decisão Delegada 2024/1441). Porém, para início do monitoramento, será ainda necessária a publicação de uma decisão de execução, incluindo formalmente os MP na lista de vigilância e estabelecendo valores de referência.

As legislações da Califórnia e da Uniao Europeia reconhecem a importância da inclusão das verificações sobre microplásticos nas águas potáveis, a Califórnia adotou uma abordagem mais imediata e específica, enquanto a União Europeia optou por uma estratégia mais abrangente e cautelosa. A experiência californiana pode servir como modelo para outras jurisdições, incluindo o Brasil, especialmente no que se refere à implementação prática de programas de monitoramento. Por outro lado, a abordagem europeia oferece uma visão mais abrangente, incluindo os microplásticos junto a outros contaminantes emergentes, dentro de um contexto mais amplo da segurança da água destinada ao consumo humano.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa analisou a presença de microplásticos em águas potáveis através de uma revisão sistematizada de literatura e realizou o levantamento de normas internacionais sobre o tema, por meio de pesquisa documental. Os resultados obtidos permitiram identificar aspectos relevantes sobre a ocorrência, detecção e regulamentação dos microplásticos, trazendo elementos de debate para abordagem desse problema no contexto brasileiro.

A análise dos 39 estudos selecionados revelou que os microplásticos estão amplamente presentes em águas potáveis ao redor do mundo, com concentrações variando significativamente. Essa ampla variação pode ser atribuída às diferentes metodologias de coleta e análise empregadas, às características regionais dos sistemas de abastecimento e às fontes de contaminação locais. No contexto brasileiro, foram identificados apenas três estudos, evidenciando uma lacuna importante no conhecimento sobre a contaminação por microplásticos nas águas distribuídas à população no Brasil.

O levantamento normativo revelou que apenas duas jurisdições - Califórnia (EUA) e União Europeia - estabeleceram regulamentações específicas para microplásticos em águas potáveis. A Califórnia adotou uma abordagem pioneira, com monitoramento obrigatório já em implementação, enquanto a União Europeia optou por uma estratégia mais cautelosa e integrada, focada inicialmente no desenvolvimento metodológico.

No Brasil, a Portaria GM/MS nº 888/2021 não estabelece limites ou procedimentos específicos para microplásticos, embora exija o monitoramento de cloreto de vinila em redes com tubulações de PVC. Esta lacuna regulatória representa uma oportunidade para o desenvolvimento de normativas adequadas à realidade nacional.

Os resultados desta pesquisa evidenciam que os microplásticos constituem um contaminante emergente que demanda atenção das autoridades brasileiras. A escassez de estudos nacionais sobre o tema ressalta a necessidade de investimentos em pesquisa e desenvolvimento de capacidade analítica local. Os modelos regulatórios da Califórnia e União Europeia oferecem subsídios relevantes para a elaboração de normativas e podem ser utilizados como fundamentos para uma norma brasileira.

5. AGRADECIMENTOS

Luiz G. H. Mandalho agradece ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) da Universidade de Brasília e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa. Este capítulo é produto de pesquisas de recursos hídricos desenvolvidas pelo Núcleo de Estudos Limnológicos (NEL), da Universidade de Brasília. O Grupo de Pesquisa é cadastrado no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

ANDRADY, A.L. **Microplastics in the marine environment**. Marine Pollution Bulletin, 62(8), 1596-1605, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Do SNIS ao SINISA - Informações para planejar o Abastecimento de Água**. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/cadernos-tematicos/DO_SNIS_AO_SINISA_AGUA_SNIS_2019_REPUBLICACAO_compressed.pdf. Acesso em: 17/05/2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria GM/MS n.º 888, de 04 de maio de 2021**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 28/09/2024.

BROWNE, M.A. *et al*. **Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks**. Environmental Science & Technology, 45(21), 9175-9179, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1021/es201811s.

CALIFÓRNIA. **Senate Bill No. 1422 CHAPTER 902**. An act to add Section 116376 to the Health and Safety Code, relating to drinking water. Sacramento, California. 2018. Disponível em: https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=201720180SB1422. Acesso em: 29/11/2024.

CALIFORNIA STATE WATER RESOURCES CONTROL BOARD - CSWRCB. **Resolution n.º 2020-0021. Adoption of Definition of 'Microplastics in Drinking Water'**. 2020. Disponível em: https://www.waterboards.ca.gov/board_decisions/adopted_orders/resolutions/2020/rs2020_0021.pdf. Acesso em: 30/11/2024.

CALIFORNIA STATE WATER RESOURCES CONTROL BOARD - CSWRCB. **Resolution n.º 2022-0032 - Adopting a Policy Handbook Establishing a Standard Method of Testing and Reporting of Microplastics in Drinking Water**. 2022. Disponível em: https://www.waterboards.ca.gov/drinking_water/certlic/drinkingwater/documents/microplastics/rs2022-0032.pdf. Acesso em: 30/11/2024.

DANOPOULOS, E.; TWIDDY M.; ROTCHELL, J.M. **Microplastic contamination of drinking water: A systematic review**. PLoS ONE 15(7): e0236838, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236838.

EUROPEAN UNION. **Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament And Of The Council on the quality of water intended for human consumption**. 2020. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020L2184. Acesso em: 28/02/2025.

EUROPEAN UNION. **Commission Delegated Decision (EU) 2024/1441 supplementing Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council by laying down a methodology to measure microplastics in water intended for human consumption**. 2024. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401441. Acesso em: 28/02/2025.

FENDALL, L.S.; SEWELL, M.A. **Contributing to marine pollution by washing your face: microplastics in facial cleansers**. Marine Pollution Bulletin, 58(8), 1225-1228, 2009. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.04.025.

HAN, Z. *et al*. **Occurrence and fate of microplastics from a water source to two different drinking water treatment plants in a megacity in eastern China**. Environmental Pollution, 346 (1), 2024, 123546. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123546.

HAN, Z. et al. **Occurrence and risk of microplastics and hexabromocyclododecane in urban drinking water systems: From source water to tap water**. Science of the Total Environment 958, 177966, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.177966.

HARTMANN, N.B. *et al*. **Are We Speaking the Same Language? Recommendations for a Definition and Categorization Framework for Plastic Debris**. Environmental Science & Technology, 53 (3), 1039-1047, 2019. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acs.est.8b05297

JOINT RESEARCH CENTRE OF THE EUROPEAN COMMISSION - JRC, Belz, S., Cella, C., Geiss, O., Gilliland, D., La Spina, Sokull-Kluettgen, B. **Analytical methods to measure microplastics in drinking water.** Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2024. Disponível em: https://data.europa.eu/doi/10.2760/109944.

KARBALAEI, S. *et al*. **Occurrence, sources, human health impacts and mitigation of microplastic pollution**. Environment Science Pollution Research, 25, 36046–36063 (2018). 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11356-018-3508-7.

KOELMANS, A.A. *et al*. **Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality**. Water Research,155, 410-422, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.054.

MANDALHO (2026). **Microplásticos em Água Potável: Evidências Científicas e Avanços Regulatórios**. 2026. 91 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua) – Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília, Brasília, 2026.

MUKOTAKA, A.; KATAOKA, T.; NIHEI, Y. **Rapid analytical method for characterization and quantification of microplastics in tap water using a Fourier-transform infrared microscope**. Science of The Total Environment, 790, 148-231, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148231

OßMANN, B.E. **Microplastics in drinking water? Present state of knowledge and open questions**. Current Opinion in Food Science, 41, 44-51, 2021. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.02.011

PASTOR, C.B.; AGULLÓ, D.V. **Presencia de microplásticos en aguas y su potencial impacto en la salud pública**. Rev. Esp. Salud Publica, 93, e201908064, 2019. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10560522.

TEOTÔNIO, M.H.R. **Presença de Microplásticos em Água de Torneira no Plano Piloto uma Região Administrativa de Brasília**. 60 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde). Universiade de Brasília, Brasília, 2020.

TSE, Y.T.; CHAN, S.M.N.; SZE, E.T.P. **Quantitative Assessment of Full Size Microplastics in Bottled and Tap Water Samples in Hong Kong**. International Journal of Environment Research and Public Health,19, 13432, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ijerph192013432.

VETHAAK, A.; LEGLER, J. **Microplastics and human health Knowledge gaps should be addressed to ascertain the health risks of microplastics**. Science, 371, 672-674, 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1126/science.abe5041.

YEE, M. S-L. *et al***. Impact of Microplastics and Nanoplastics on Human Health**. Nanomaterials, 11, 496, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/nano11020496.

SOBRE A ORGANIZADORA

Dra. Claudia Padovesi Fonseca – Professora Titular da Universidade de Brasília (UnB, Brasil). Bióloga formada pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar, Brasil), Mestre em Engenharia Civil: Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP, Brasil) e Doutora em Engenharia Ambiental (USP, Brasil). Realizou dois Estágios Pós-Doutoral no exterior: em Limnologia na Universidade de Granada, Granada, Espanha; e em Ecologia Aplicada na Universidade de Paris Pierre e Marie Curie, Paris, França. Até o presente foi responsável pela orientação e formação de mestres e doutores na área de Limnologia (PPG Ecologia, UnB), mestres professores de biologia (ProfBio) e gestores de água (ProfÁgua), além de estagiários de graduação, inclusive de alunos estrangeiros. É líder do grupo de pesquisa Núcleo de Estudos Limnológicos (NEL) da UnB, cadastrado no CNPq desde 1997. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Limnologia, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade de água, biota aquática (zooplâncton, fitoplâncton, bentos e peixes), ambientes lóticos (riachos) e lênticos (lagoas e reservatórios), Brasil central e Amazônia.

Orcid: https://orcid.org/0000-0001-7915-3496

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aquíferos 1, 3, 4, 12, 16, 18, 24, 117, 126, 128, 132, 133, 134

B

Bacia hidrográfica 7, 16, 18, 36, 57, 104
Bentos 103
Biota aquática 90, 93, 94, 99, 105, 113, 115
Brasil 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 27, 28, 30, 33, 36, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 61, 65, 66, 70, 71, 72, 75, 77, 78, 90, 92, 100, 101, 102, 103, 104, 112, 114, 124, 125, 127, 129, 130, 132, 133
Brasil central 1, 9, 15, 16, 42, 103

C

Caverna 126, 129, 130, 131
Cerrado 1, 2, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 26, 27, 36, 41, 42, 75, 76, 77, 78, 81, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135
Condições ambientais 34, 38, 77, 79, 83, 103, 107, 113, 114, 122, 123, 127, 132
Contaminação hídrica 59
Curso fluvial 103

D

Desenvolvimento Sustentável 16, 17, 18, 23, 27
Diretrizes 46, 56, 59, 87, 112
Diversidade biológica 13, 89, 101, 121, 125, 126
Domínio Cerrado 1, 2, 9, 113, 114, 115

E

Ensino da biologia 29, 37

I

Integridade de riachos 29

L

Lagos 24, 75, 90, 127
Lagos artificiais 90

M

Mananciais 3, 9, 13, 16, 18, 46, 104
Microcrustáceos 90, 95
Monitoramento ambiental 44, 45, 75, 78, 86, 87, 118, 122

P

Peixes 106, 113, 114, 115, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134
Planalto Central 1, 2, 3, 13, 18, 117
Poluição das águas 45, 46
Poluição plástica 59, 62
Proteção integral 1
Protocolo de Avaliação Rápida 28, 29, 31, 32, 33, 34, 40, 42

Q

Qualidade ambiental 22, 29, 30, 33, 34, 47, 75, 76, 78, 83, 85, 86, 94, 96, 113, 114, 118, 119, 122, 123

R

Recursos hídricos 1, 2, 3, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 40, 41, 43, 44, 46, 47, 53, 55, 56, 58, 60, 66, 72, 73, 75, 83, 84, 86, 87, 90, 93, 113, 117, 120, 122, 123, 128, 134
Regulamentação hídrica 45
Rotíferos 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99

S

Savana brasileira 104, 113
Sazonalidade climática 75, 77, 78, 84, 85, 87

T

Tecnologia da informação 29, 34, 36

EDITORA
ARTEMIS
2026