

MICROPLÁSTICOS



PRISCILA BARRETO
JULIANE CRISTINA FORTI

Barreto, Priscila

Microplásticos [livro eletrônico] : conceitos e processos de remoção no tratamento da água potável / Priscila Barreto ; orientadora Juliane Cristina Forti. -- Ilha Solteira : Ed. da Autora, 2024.

PDF

Bibliografia.

ISBN 978-65-01-04266-4

1. Água potável 2. Plásticos 3. Plásticos - Aspectos ambientais 4. Poluição marinha I. Forti, orientador Juliane Cristina. II. Título.

24-209532

CDD-363.7282

ELABORAÇÃO:TÁBATA ALVES DA SILVA. CRB-8/9253

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

Autor

Priscila Roberta Barreto

Orientador

Profa. Dra. Juliane Cristina Forti

Março/2024

MICROPLÁSTICOS

CONCEITOS E PROCESSOS DE
REMOÇÃO NO TRATAMENTO DA
ÁGUA POTÁVEL

PRISCILA BARRETO

ÍNDICE

Os Plásticos	06
Microplásticos	08
Microplásticos na água	10
Tratamento de água no Brasil	11
Remoção de MPs nas ETA's	12
Referências bibliográficas	15

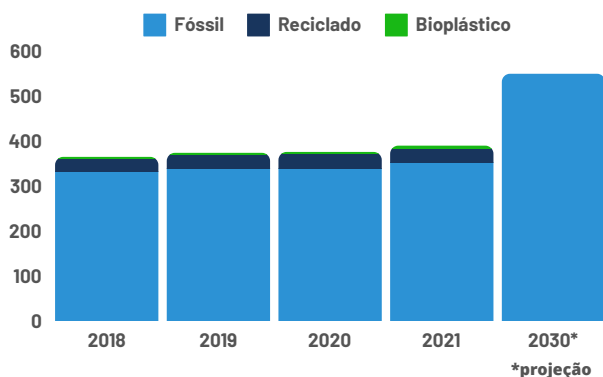


Os Plásticos

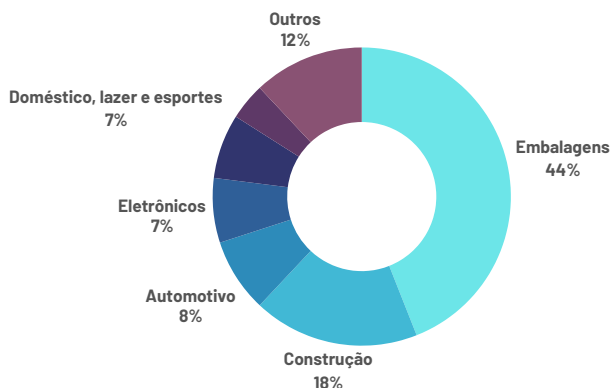
Os plásticos tiveram sua origem em 1900 com o desenvolvimento do primeiro polímero totalmente sintético, conhecido como baquelite. A baquelite foi lançada comercialmente em 1910 e é considerada uma das mais importantes invenções do século XX. Sua versatilidade e características únicas permitiram substituir materiais como vidro e papel ao longo do tempo.⁽²⁾

No ano de 2021 a produção global de plásticos atingiu a marca de 390,7 milhões de toneladas. Deste total, 32% foram produzidos pela China, 18% pela NAFTA (Estados Unidos, Canadá e México) e os países da América do Sul somaram 4% da produção mundial.⁽²⁴⁾

Produção anual de Plásticos - Milhões de Ton.



Distribuição por aplicação - 2021



Fonte: Plastic Europe

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305 de 2010, estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, tendo como um de seus principais instrumentos a logística reversa. O qual é definido como: "Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (Brasil, 2010, art.3)." ⁽⁴⁾

Com uma população de mais de 200 milhões de habitantes, o Brasil é um dos países que mais gera resíduos sólidos e com isso, ocupa o 4º lugar no ranking mundial de produção de resíduos plásticos, com aproximadamente 11 milhões de toneladas geradas anualmente. ⁽²⁹⁾

No Atlas brasileiro de reciclagem publicado em 2022, consta que somente 23% dos municípios do país possuem sistemas estruturados de coleta seletiva, o que representa um número muito baixo considerando a obrigatoriedade desta política estabelecida pela PNRS há mais de 10 anos.

Além de todas as questões ambientais relacionadas à disposição dos resíduos plásticos mencionadas anteriormente, estudos recentes destacam para outro problema ambiental : os **microplásticos** . ^(14,19,22)



MICROPLÁSTICOS

Os microplásticos (MPs) são partículas de polímeros orgânicos sintéticos com tamanho inferior a 5 mm.⁽¹⁷⁾ Os MPs podem ser encontrados principalmente na forma de fibra, esfera, filmes, pellets, espuma e fragmentos e são classificados de acordo com a sua origem, sendo primários aqueles produzidos como tais, como por exemplo as microesferas utilizadas em produtos de higiene, glitter e pellets, ou secundários, que são aqueles originados como produtos da degradação de itens plásticos maiores **(09, 22)**

A formação de microplásticos secundários ocorre devido a um conjunto de processos físicos e químicos, incluindo fotodegradação, abrasão, hidrólise e oxidação. Esses processos podem ser desencadeados por fatores naturais, como radiação solar, ondas, correntes e variações de temperatura, bem como por influências antropogênicas, como a presença de produtos químicos, alterações de pH e concentração de oxigênio no ambiente aquático **(1,11, 14)**

PRIMÁRIOS

DEFINIÇÃO

Partículas de polímeros orgânicos sintéticos com tamanho inferior a 5 mm (National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA)



SECUNDÁRIOS



Processos físicos e químicos

- Fotodegradação
- Abrasão
- Hidrólise
- Oxidação

Os MP compõem um amplo grupo de contaminantes de preocupação emergente (CPEs), o qual está relacionado a contaminantes não legislados, mas que podem ser regulamentados futuramente dependendo das pesquisas sobre os potenciais riscos à saúde bem como dos resultados do monitoramento de sua ocorrência.⁽⁷⁾

A onipresença dos MPs em todos os ambientes é indiscutível e diversos estudos em diferentes matrizes comprovam a sua existência, que variam desde a descoberta no pico Everest ⁽²⁰⁾ até as profundezas do oceano.⁽³⁵⁾ A propagação dessas micropartículas entre os diversos meios pode ocorrer pelos eventos de precipitação e pelas vias atmosféricas e fluviais. Sendo as ações antrópicas consideradas como a principal fonte poluidora de resíduos plásticos no ambiente, as quais podem ser pontuais ou difusas.⁽¹⁹⁾

A presença de microplásticos é amplamente disseminada nos ecossistemas de água doce como rios, lagos e reservatórios.^(26, 34) Sendo que a sua distribuição e quantidade nos corpos d'água estão intrinsicamente relacionadas às ações antrópicas. Fatores como a proximidade desses corpos hídricos a áreas urbanizadas, indústrias, aterros sanitários, tamanho da população nessas regiões e as condições hidrológicas têm contribuído significativamente para o aumento das concentrações de microplásticos nos mananciais.^(3, 33, 35)



AR



CORAÇÃO



ALIMENTOS



ECOSSISTEMAS
AQUÁTICOS



ÁGUA
POTÁVEL

MICROPLÁSTICOS NA ÁGUA

Uma vez presente nos rios, os microplásticos são transportados ao longo da bacia hidrográfica até os mananciais utilizados para abastecimento público. Como consequência, a dinâmica dos reservatórios favorece o acúmulo de detritos plásticos devido à redução na taxa de fluxo e à interceptação de barragens.⁽³⁴⁾

Apesar da importância desse cenário, os dados sobre a quantificação de microplásticos em reservatórios são escassos, o que limita uma compreensão mais abrangente dessa questão.⁽²⁶⁾

Estudos na Europa evidenciaram a presença de microplásticos na água de torneira. Uma pesquisa realizada em 15 países europeus encontrou concentrações médias de microplásticos variando de 1,8 a 11,6 partículas por litro nas amostras de água de torneira.⁽¹³⁾

Na China, pesquisas demonstram a variação na quantidade de microplásticos encontrados em amostras de água de torneira. Em 110 amostras coletadas em Hong Kong, constatando que em 76% delas havia uma média de $2,181 \pm 0,165$ n/L-1 de microplásticos.⁽¹⁶⁾

No Brasil, realizaram uma investigação sobre a presença de microplásticos em 32 amostras de água coletadas em torneiras de estabelecimentos como bares, restaurantes e cafés em dois bairros de Brasília – DF. Os pesquisadores detectaram microplásticos em todas as amostras analisadas, com médias de concentração de 97 ± 55 partículas por 500mL no bairro Asa Sul e 219 ± 158 partículas por 500mL no bairro Asa Norte.⁽²⁵⁾

A presença de microplásticos na água potável é apenas uma das inúmeras áreas afetadas pela contaminação de detritos plásticos em todo ambiente.



TRATAMENTO DE ÁGUA NO BRASIL



No Brasil, de acordo com os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB (2017), realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os tipos de tratamento de água no Brasil em sua grande maioria se dividem entre convencional, não convencional e simples desinfecção. ⁽⁸⁾

Os dados deste levantamento apresentam que dentre os 5.517 municípios com entidades responsáveis pelo serviço de abastecimento de água em pleno funcionamento, 4.873 (88,3%) possuíam estações de tratamento de água e/ou unidades de tratamento simplificado operacionais (UTS).

Entende-se por tratamento convencional de água, o processo que é composto pelas etapas de coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção. onde na coagulação ocorre a adição de produtos químicos conhecidos como coagulantes, para que haja a aglomeração das partículas finas, na floculação são formados flocos maiores, já na decantação é a etapa onde ocorre a sedimentação desses flocos, na filtração são removidas as partículas remanescentes, e por fim na desinfecção ocorre a adição de cloro para eliminar os microrganismos patogênicos. Além dessas, algumas etapas adicionais como pré-cloração, pré-alcalinização, pós-alcalinização e fluoretação podem ser somadas ao tratamento dependendo da fonte da água bruta.

Atualmente, não existem regulamentações estabelecidas para monitorar a presença de microplásticos na água potável. E a presença dessas micropartículas sólidas na água de torneira destaca as limitações dos sistemas convencionais de tratamento. ^(5,12, 28)



REMOÇÃO DE MPS NAS ETA'S

Em oito estudos realizados sobre a remoção de MPs em Estações de Tratamento de Água Potável, foi verificado que na avaliação individual de cada processo, a eficiência de remoção para as etapas de coagulação e sedimentação foi de 40,5 – 54,5%, a floculação 4,3%, a ozonização apresentou resultados negativos, a clarificação 60 – 67%, a variação da filtração de areia foi de 29 a 85%, a filtração com carbono foi 98,3%, a filtração com GAC variou de 56,8 a 98% e por fim, a combinação da pré-ozonização com a sedimentação atingiu 76,3% de remoção dos microplásticos.

Resumo dos artigos avaliados

Pivokonsky et al. (2018)

- República Tcheca
- 3 ETA's
- ETA 1 - Convencional - 70%
- ETA 2 e 3 - Filtração GAC 81% e 83%
- 2.300 part/L - Bruta
- 469 part/L - Tratada
- MEV/FTIR/Raman
- Tamanho MP > 0,2 μm

Mintengin et al. (2019)

- Alemanha
- Filtração e aeração
- Água bruta de fontes subterrâneas
- Remoção 90%
- 0 - 7 part/ m^3 - Bruta
- 0,7 part/ m^3 - Tratada
- Microscópio Óptico/FTIR
- Tamanho MP > 50 μm

Wang, Lin, Chen (2020)

- China
- ETA avançada: Ozonização combinada com GAC
- Remoção 82,1 - 88,6%
- 6614 part/L - Bruta
- 930 part/L - Tratada
- MEV/Raman
- Tamanho MP > 1 μm

Sakar (2021)

- Índia
- Clarificação
- Remoção 84,6%
- 17,88 part/L - Bruta
- 2,75 part/L - Tratada
- Microscópio Óptico/FTIR
- Tamanho > 25 μm

Resumo dos artigos avaliados

Dronjak et al. (2022)

- Espanha
- Clarificação, filtro de carbono e eletrodialise reversível
- Remoção 98,3%
- 4,23 part/L - Bruta
- 0,075 part/L - Tratada
- Microscópio Óptico/FTIR
- Tamanho MP > 20 μm

Jung et al. (2022)

- Coréia do Sul
- Pré-ozonização
- Remoção 99,16 - 99,7%
- 0,5 - 7 part/L - Bruta
- 0,02 - 0,11 part/L - Tratada
- Microscópio Óptico/FTIR
- Tamanho MP > 20 μm

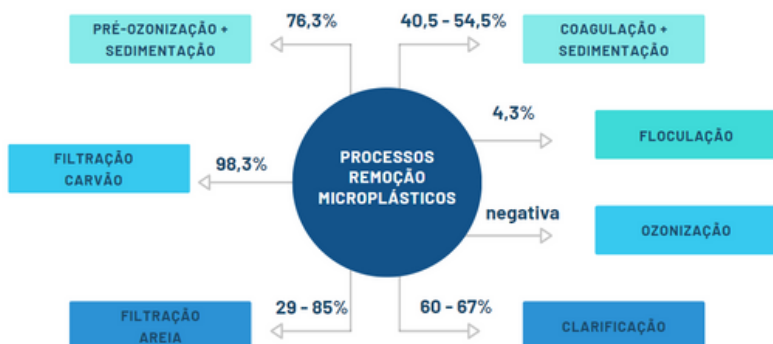
Wu, Zhang, Tang (2022)

- China
- Pré-ozonização, pré-tratamento biológico, ozonização, carvão ativado, microfloculação
- Remoção 81,18%
- 3.738,36 part/L - Bruta
- 695 part/L - Tratada
- Microscópio Óptico/Raman
- Tamanho MP > 5 μm

Velasco et al. (2022)

- Suíça
- Ozonização, GAC
- Remoção 95%
- 38,2 part/L - Bruta
- 2 part/L - Tratada
- Microscópio Óptico/FTIR
- Tamanho MP > 60 μm

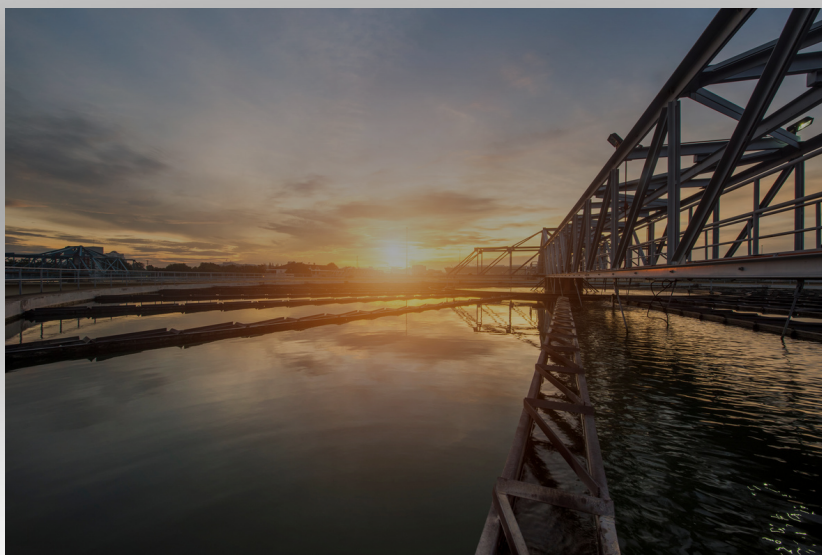
Eficiência de remoção dos microplásticos de acordo com o processo de tratamento de água potável.



Para a implementação de um processo de tratamento de água eficaz na remoção dos MPs faz-se necessária a avaliação da morfologia e composição química dos MPs presentes na água bruta, assim como a caracterização da qualidade da água do manancial utilizado para o abastecimento público.

As estações de tratamento de água desempenham um papel fundamental como barreira para evitar a transferência de microplásticos da água bruta para a água potável destinada ao consumo humano direto, torna-se essencial o aprimoramento dos processos e a implementação de novas tecnologias com vistas na eficiência de remoção dos microplásticos **(21, 26)**

Sendo assim, a ausência de ações robustas no que diz respeito a mitigação da poluição plástica provavelmente resultará em um cenário futuro caracterizado pelo aumento da degradação dos mananciais e consequentemente aumento nos custos da produção de água potável.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ANDRADY, Anthony L. Microplastics in the marine environment. **Marine pollution bulletin**, v. 62, n. 8, p. 1596-1605, 2011.
- (2) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO – ABIPLAST. Perfil 2021. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil-2021/> Acessado em 13/04/23.
- (3) BROWNE, M.A., CRUMP, P., NIVEN, S.J., TEUTEN, E., TONKIN, A., GALLOWAY, T., THOMPSON, R., 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. **Environ. Sci. Technol.** 45, 9175 e 9179. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/es201811s> acessado em: 27/02/2023.
- (4) BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm . Acesso em: 03/05/2023.
- (5) CHERNIAK, Samuel L. et al. Conventional and biological treatment for the removal of microplastics from drinking water. **Chemosphere**, v. 288, p. 132587, 2022.
- (6) DRONJAK, Lara et al. Screening of microplastics in water and sludge lines of a drinking water treatment plant in Catalonia, Spain. **Water Research**, v. 225, p. 119185, 2022.
- (7) FREIRE, R. C.; BRANCO, M. M. G. de O.; SILVA, R. F. da.; CARVALHO, R. M. C. M. de O.; SILVA, H. P. da. Microplástico: Contaminantes Emergentes presente em efluentes domésticos e sua influência na qualidade da água para consumo humano. **Revista Brasileira de Meio Ambiente & Sustentabilidade**, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 75–88, 2022. Disponível em: <https://rbmaes.emnuvens.com.br/revista/article/view/221> . Acesso em: 06/05/2023.
- (8) INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2017. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisanacional-de-saneamento-basico.html?edicao=18098&t=o-que-e>. Acessado em: 13/01/2024.
- (9) ISSAC, Merlin N.; KANDASUBRAMANIAN, Balasubramanian. Effect of microplastics in water and aquatic systems. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, p. 19544-19562, 2021.
- (10) JUNG, Jae-Won et al. Tracing microplastics from raw water to drinking water treatment plants in Busan, South Korea. **Science of the Total Environment**, v. 825, p. 154015, 2022.
- (11) KUNDU, Aayushi et al. Identification and removal of micro-and nano-plastics: Efficient and cost-effective methods. **Chemical Engineering Journal**, v. 421, p. 129816, 2021.
- (12) LAPOINTE, Mathieu et al. Understanding and improving microplastic removal during water treatment: impact of coagulation and flocculation. **Environmental science & technology**, v. 54, n. 14, p. 8719-8727, 2020.
- (13) LIEBEZEIT, G., & LIEBEZEIT, E. Synthetic particles as contaminants in German beers. **Food Additives & Contaminants: Part A**, 30(10), 1786-1790, 2013.
- (14) LI, Chaoran; BUSQUETS, Rosa; CAMPOS, Luiza C. Assessment of microplastics in freshwater systems: A review. **Science of the Total Environment**, v. 707, p. 135578, 2020.
- (15) LOPES, K. S. R. et al. "Estudo sobre a poluição plástica e análise de micropartículas na água tratada de Porto Alegre/RS". Simpósio Mundial de Sustentabilidade-BRIDGE, 2019, Brasil.
- (16) LAM, T. W. L. et al. "Microplastic Contamination of Surface Water-Sourced Tap Water in Hong Kong—A Preliminary Study". *Applied Sciences*, v. 10, n. 10, p. 3463, 2020.
- (17) MASURA, Julie et al. Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. 2015.
- (18) MONTAGNER, Cassiana C. et al. Microplásticos: Ocorrência Ambiental e Desafios Analíticos. **Química Nova**, v. 44, p. 1328-1352, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/VJ58TBJHVqDZsvWLkcFbTQ/> Acessado em 28/07/2023
- (19) MONTAGNER, Cassiana C. et al. Microplásticos: Ocorrência Ambiental e Desafios Analíticos. **Química Nova**, v. 45, p. 705-711, 2022.
- (20) NAPPER, Imogen E. et al. Reaching new heights in plastic pollution—preliminary findings of microplastics on Mount Everest. **One Earth**, v. 3, n. 5, p. 621-630, 2020. Disponível em: [https://www.cell.com/one-earth/fulltext/S2590-3322\(20\)305509?_returnURL=https%3A%2Ff1inkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2590332220305509%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/one-earth/fulltext/S2590-3322(20)305509?_returnURL=https%3A%2Ff1inkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2590332220305509%3Fshowall%3Dtrue) e. Acessado em: 22/07/23.

- (21)NOVOTNA, Katerina et al. Microplastics in drinking water treatment–current knowledge and research needs. **Science of the total environment**, v. 667, p. 730-740, 2019.
- (22)OLIVEIRA, B. L. M. C. “Quantificação e distribuição vertical de microplásticos na coluna d’água em represa urbana”. Dissertação (Mestrado) – Curso de Tecnologias Ambientais. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/3810> Acessado em: 20/02/2023.
- (23)PIVOKONSKY, Martin et al. Occurrence of microplastics in raw and treated drinking water. **Science of the total environment**, v. 643, p. 1644-1651, 2018.
- (24)PLASTICS EUROPE. EU plastics production and demand – first estimates for 2020. Brussels, Belgium: Association os Plastics Manufactures, 2020. Disponível em: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/> Acessado em: 13/04/23
- (25)PRATESI, Claudia B. et al. Presence and quantification of microplastic in urban tap water: a pre-screening in Brasília, Brazil. **Sustainability**, v. 13, n. 11, p. 6404, 2021.
- (26)RANI-BORGES, Bárbara; VICENTE, Eduardo; POMPÊO, Marcelo. Plásticos e microplásticos: poluição em reservatórios. **Aspectos da ecotoxicidade em ambientes aquáticos**, 2022.
- (27)SARKAR, Dhruba Jyoti et al. Microplastics removal efficiency of drinking water treatment plant with pulse clarifier. **Journal of hazardous materials**, v. 413, p. 125347, 2021.
- (28)SHEN, Maocai et al. Removal of microplastics via drinking water treatment: current knowledge and future directions. **Chemosphere**, v. 251, p. 126612, 2020.
- (29)VARGAS, J. G. M. et al. “Microplásticos: uso na indústria cosmética e efeitos no ambiente aquático”. **Química Nova**, v. 45, p. 705-711, 2022.
- (30)VELASCO, Angel Negrete et al. Contamination and removal efficiency of microplastics and synthetic fibres in a conventional drinking water treatment plant in Geneva, Switzerland. **Science of The Total Environment**, v. 880, p. 163270, 2022.
- (31)WANG, Zhifeng; LIN, Tao; CHEN, Wei. Occurrence and removal of microplastics in an advanced drinking water treatment plant (ADWTP). **Science of the Total Environment**, v. 700, p. 134520, 2020.
- (32)WEITHMANN, Nicolas; PITZALIS, Jean-Sébastien; DAVID, Helmut. “Realistic exposure to microplastic fibers reveals the accumulation of plastic in tissues of the European seabass (*Dicentrarchus labrax*)”. **Environmental Pollution**, v. 236, p. 445-451, 2018.
- (33)XU, Baile et al. Microplastics in the soil environment: occurrence, risks, interactions and fate—a review. Critical Reviews in **Environmental Science and Technology**, v. 50, n. 21, p. 2175-2222, 2020.
- (34)ZHANG, Kai et al. Microplastic pollution in China's inland water systems: a review of findings, methods, characteristics, effects, and management. **Science of the Total Environment**, v. 630, p. 1641-1653, 2018.
- (35)ZHANG, Min et al. Distribution characteristics and influencing factors of microplastics in urban tap water and water sources in Qingdao, China. **Analytical Letters**, v. 53, n. 8, p. 1312-1327, 2020.

