

O TRATAMENTO DE ESGOTO COMO ESTRATÉGIA PARA SEGURANÇA HÍDRICA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O REÚSO DE ÁGUA NO PAÍS

Bruno Vilas Boas de Castro¹, Synara Aparecida Olendzki Broch²

RESUMO

Este trabalho desenvolve uma revisão bibliográfica com o objetivo de discutir os desafios atuais relacionados à segurança hídrica, mesmo em países que apresentam abundante disponibilidade de água doce, como é o caso do Brasil. A degradação da qualidade da água, impulsionada principalmente pelo descarte inadequado de efluentes urbanos, industriais e também agrícolas, reforça a necessidade de políticas públicas consistentes voltadas à proteção dos recursos hídricos, à expansão e modernização do saneamento básico e ao incentivo de práticas que assegurem o uso racional e sustentável da água. Nesse contexto, o reúso de águas residuárias devidamente tratadas se destaca como uma estratégia promissora para a diversificação das fontes hídricas, para a promoção da economia circular e para a redução da pressão sobre mananciais naturais. Embora amplamente empregado em usos não potáveis, seu aproveitamento em aplicações potáveis tem ganhado espaço em virtude da intensificação da escassez hídrica em diversas regiões. Contudo, a consolidação dessa prática ainda enfrenta obstáculos como a resistência social, os riscos associados à saúde pública e a carência de regulamentação específica que assegure sua implementação de forma segura, confiável e eficaz.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso de água. Segurança hídrica. Tratamento de esgoto.

ABSTRACT

This paper conducts a literature review to discuss current challenges related to water security, even in countries with abundant freshwater availability, such as Brazil. The degradation of water quality, driven primarily by the improper disposal of urban, industrial, and agricultural effluents, reinforces the need for consistent public policies aimed at protecting water resources, expanding and modernizing basic sanitation, and encouraging practices that ensure the rational and sustainable use of water. In this context, the reuse of properly treated wastewater stands out as a promising strategy for diversifying water sources, promoting the circular economy, and reducing pressure on natural sources. Although widely used for non-potable purposes, its use for potable purposes has gained ground due to the intensification of water scarcity in several regions. However, the consolidation of this practice still faces obstacles such as social resistance, associated public health risks, and the lack of specific regulations to ensure its safe, reliable, and effective implementation.

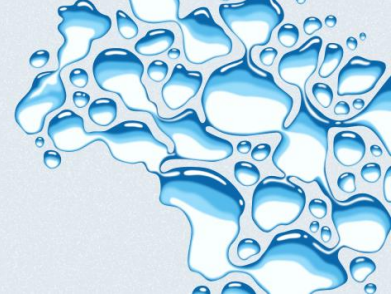
KEYWORDS: Water reuse. Water security. Wastewater treatment.

INTRODUÇÃO

A garantia de disponibilidade hídrica, tanto em quantidade quanto em qualidade adequadas para suprir as demandas da população, manter o equilíbrio dos ecossistemas e sustentar as atividades econômicas, configura-se, na atualidade, como um dos mais relevantes desafios a serem enfrentados (AMBRÓSIO et al., 2024).

¹ Aluno da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Linha de pesquisa: Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água. Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. E-mail: bruno.vb.castro@unesp.br

² Docente no Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Faculdade de Engenharia - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. E-mail: synara.broch@gmail.com



Apesar de possuir significativa disponibilidade de água doce, o Brasil, assim como outros países, vem registrando, nos últimos anos, redução nos níveis de segurança hídrica, envolvendo aspectos relacionados tanto à quantidade quanto à qualidade desse recurso (LEMONS *et al.*, 2020).

Octavianti e Staddon (2021) analisaram diferentes ferramentas de avaliação da segurança hídrica e verificaram que algumas delas incorporam a cobertura dos serviços de saneamento como critério para avaliar a garantia dos recursos hídricos. A proteção das bacias hidrográficas depende da universalização do acesso aos serviços de coleta e tratamento de esgoto sanitário (BASTOS E MONTE MOR, 2024).

No Brasil, diante do elevado volume de esgoto gerado por áreas urbanas e industriais, o reúso direto dos efluentes tratados nas estações de tratamento de esgoto (ETE) tem sido apontado como uma importante estratégia para garantir a segurança hídrica (SANTOS *et al.*, 2022).

As águas residuárias tratadas (ART) são frequentemente utilizadas para usos não potáveis, como irrigação agrícola e paisagística, recarga de aquíferos, limpeza de vias públicas e veículos, entre outras aplicações (CARVALHO *et al.*, 2022). No entanto, o uso potável, tanto direto quanto indireto, tem ganhado crescente relevância mundial diante dos cenários cada vez mais críticos de escassez hídrica (SANTOS *et al.*, 2022).

A falta de água para suprir as demandas da população e viabilizar as atividades econômicas tem se tornado uma realidade cada vez mais frequente em determinadas regiões do Brasil (CARVALHO *et al.*, 2021).

Até o ano de 2040, as principais bacias hidrográficas do país poderão sofrer uma redução de até 40% na disponibilidade hídrica, impactando não apenas o abastecimento para consumo humano, mas também a geração de energia e as atividades agrícolas (ANA, 2024).

O risco de escassez hídrica é eminente em países em desenvolvimento, afetando tanto a quantidade quanto a qualidade da água disponível (SANTOS *et al.*, 2021; VAN VLIET *et al.*, 2021). No Brasil, aproximadamente 50% do esgoto gerado recebe tratamento, enquanto menos de 2% da oferta hídrica nacional provém do reúso de efluentes tratados (SANTOS e VIEIRA, 2020).

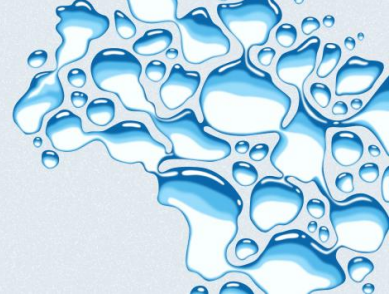
A Tabela 1 apresenta os resultados da pesquisa bibliométrica realizada na base *Web of Science*, entre 2015 e 2025, a partir de diferentes combinações de palavras-chave relacionadas ao tema estudado. Nota-se que, ao se combinar os termos, o número de publicações se reduz significativamente.

Tabela 1 – Resumo da Pesquisa Bibliográfica

Palavras	Nº de Publicações	Nº de Citações
“Water reuse”	4.657	102.051
“Water security”	6.148	113.774
“Wastewater treatment”	82.068	+10.000
“Water reuse” e “Wastewater treatment”	1.113	33.794
“Water security” e “Wastewater treatment”	231	6.781
“Water reuse” e “Water security”	115	3.012

Fonte: Web of Science (2025).

Apesar da sólida produção científica sobre cada um dos temas separadamente, a integração entre reúso de água, tratamento de esgoto e segurança hídrica ainda é pouco explorada, evidenciando uma lacuna no campo de pesquisa e a necessidade de novos estudos.

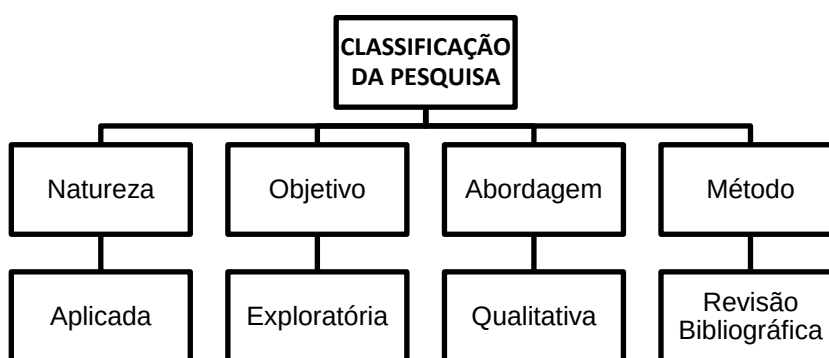


MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desta pesquisa baseou-se em um levantamento bibliográfico aliado à análise bibliométrica, com a finalidade de identificar e selecionar os estudos mais relevantes no meio acadêmico, especialmente aqueles voltados à segurança hídrica e ao reúso de água.

A classificação deste trabalho está ilustrada na Figura 1, como sendo de natureza aplicada e objetivo exploratória, utilizando-se como procedimento a revisão bibliográfica e abordagem qualitativa.

Figura 1 – Classificação da pesquisa



Fonte: Adaptado Creswel et al. (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta pesquisa visa avançar o conhecimento sobre a relação entre tratamento de esgoto e segurança hídrica no Brasil, destacando o reúso de águas residuárias tratadas como alternativa estratégica para a gestão dos recursos hídricos.

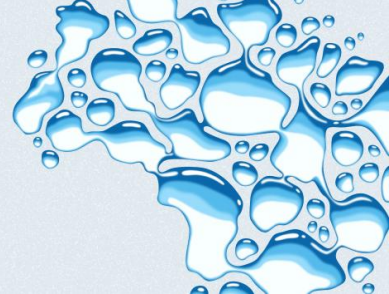
Esperam-se resultados que identifiquem as potencialidades e os principais entraves ao reúso, sistematizem experiências relevantes, e forneçam subsídios para a formulação de políticas públicas, revisão normativa e decisões de gestores e reguladores do setor.

CONCLUSÃO

Diante do agravamento da escassez hídrica no Brasil, o reúso de efluentes tratados surge como alternativa estratégica para ampliar a segurança hídrica. Considerando a baixa cobertura de tratamento de esgoto e o uso ainda limitado das águas residuárias tratadas, é fundamental integrar essa prática às políticas de saneamento e gestão dos recursos hídricos. Superar os entraves técnicos e institucionais é essencial para garantir o abastecimento, proteger os ecossistemas e sustentar as atividades econômicas.

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 pelo apoio técnico científico aportado até o momento.



REFERÊNCIAS

AMBROSIO, L. L.; FORMIGA-JOHNSON, R. M.; RIBEIRO, N. B.; PUGA, B. P.; NAUDITT, A.; Capacidade adaptativa às secas visando segurança hídrica: uma revisão sistemática, 2024.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Impacto da Mudança Climática nos Recursos Hídricos do Brasil. Brasília: ANA, 2024.

BASTOS, M. M. A.; MONTE-MOR, R. C. A. Oportunidades para ampliar a segurança hídrica nas bacias hidrográficas de Minas Gerais, 2024.

CARVALHO, T. S., Vale, V. A., Souza, K. B. 2021. Impactos Econômicos da Crise Hídrica na Região Metropolitana de Curitiba em 2020. Revista Paranaense de Desenvolvimento. Disponível em: <https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/1170>. Acesso em: 15 jun. 2025.

CARVALHO, C. B.; SANTOS, A. S. P.; MOTA, S.; SANTOS, A. B. Avaliação legal e prática da aplicação de águas residuárias tratadas no solo no contexto do reúso de água no Brasil, 2022.

CRESWEL, J. W. Projeto de pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

LEMO, M. C., Puga, B. P., Formiga-Johnsson, R. M., & Seigerman, C. K. (2020). Building on adaptive capacity to extreme events in Brazil: Water reform, participation, and climate information across four river basins. Reg. Environ. Chang. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-020-01636-3>. Acesso em: 08 jun. 2025.

OCTAVIANI T., STADDON, C. A review of 80 assessment tools measuring water security, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002%2Fwat2.1516>. Acesso em: 08 jun. 2025.

SANTOS, A. S. P.; PACHAWO, V.; MELO, M. C.; VIEIRA, J. M. P. Progress on legal and practical aspects on water reuse with emphasis on drinking water – an overview. Water Supply, v. 22, n. 3, p. 3000-3014. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.2166/ws.2021.412>. Acesso em: 21 jun. 2025.

SANTOS, A. S. P.; VIEIRA, J. M. P. Reúso de água para o desenvolvimento sustentável: aspectos de regulamentação no Brasil e em Portugal. Revista Gesta, v. 8, n. 1, p. 50-68. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/gesta.v8i1.36462>. Acesso em: 21 jun. 2025.

SANTOS, A. S. P., LIMA, M. A. M., SILVA JUNIOR, L. C. S., AVELAR, P. S., ARAÚJO, B. M., GONÇALVES, R. F., VIEIRA, J. M. P., 2021. Proposição de uma metodologia estruturada de avaliação do potencial regional de reúso de água: 01 – Terminologia e conceitos de base. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/gesta.v9i2.43709>. Acesso em: 08 jun 2025.

Van Vliet, M., Jones, E., Flörke, M., Franssen, W., Hanasaki, N., Wada, Y., Yearsley, J., 2021. Global water scarcity including surface water quality and expansions of clean water technologies. Environmental Research Letters, 16 (2), 24020.