

Osmose Reversa no Tratamento de Água para o Consumo Humano: Revisão Sistemática

Beatriz Feitosa Sandes dos Santos¹, Breno Lucas Oliveira Menezes², Fernando Rodrigues da Rocha Júnior², Michelle Silva Menezes³, Vitor Udson Souza Pedral², Denise Conceição de Gois Santos Michelin²

¹Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) – Universidade Federal de Sergipe (UFS) – São Cristóvão, SE – Brasil

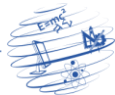
²Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PROEC) – Universidade Federal de Sergipe (UFS) – São Cristóvão, SE – Brasil

³Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais (PPGECIA) – Universidade Federal de Sergipe (UFS) – São Cristóvão, SE – Brasil

b.fsandes@gmail.com, brenolucasom@gmail.com,
fernandojuni.25@hotmail.com, michellemenezes.eng@gmail.com,
vitorpedralmusic@gmail.com, denise_gois@yahoo.com.br

Resumo: *Com a escassez da disponibilidade e o aumento da demanda por água doce no mundo, diversas técnicas de tratamento foram desenvolvidas, como a do uso de membranas. Assim, o tratamento de água por osmose reversa surge como alternativa para a obtenção de água potável. O presente estudo utilizou a base de dados Scopus para mapear publicações de artigos sobre o tema, a partir das palavras “reverse osmosis”, “drinking water” e “water treatment”. Os resultados proporcionaram o mapeamento das palavras mais utilizadas (água e potável), anos com maiores números de publicações (2019 e 2021), países com mais pesquisas sobre o tema (Estados Unidos e Espanha) e maior finalidade do tratamento (dessalinização e arsênio).*

Abstract. *The scarcity of availability and the increase in demand for fresh water in the world, several treatment techniques have been developed, such as the use of membranes. Thus, the treatment of water by reverse osmosis appears as an alternative to obtain drinking water. The present study used the Scopus database to map publications of articles on the topic, using the words “reverse osmosis”, “drinking water” and “water treatment”. The results provided the mapping of the most used words (water and drinking), years with the highest number of publications (2019 and 2021), countries with more research on the topic (United States and Spain) and greater treatment purpose (desalinization and arsenic).*



1. Introdução

De acordo com Cantelle, Lima e Borges (2018), a água é um bem essencial à vida, passando a ser considerada recurso hídrico quando agregado valor. Por muito tempo, a análise da qualidade desse recurso para o abastecimento humano foi feita de forma sensorial, onde eram avaliados apenas o sabor, odor e o aspecto visual. As insignificativas disposições de dejetos, atreladas ao não conhecimento da conexão entre água e saúde, sustentaram esse sistema por muitos séculos. Estudos mais avançados e leis concernentes ao sanitarismo, surgiram apenas no século XIX, com a engenharia sanitária moderna (Pádua, 2009), o que ocasionou mudanças, seja na disposição de dejetos, seja na interação entre água e saúde.

Na atualidade, a Organização das Nações Unidas (ONU), em seus objetivos para o desenvolvimento sustentável, enumera várias metas a serem alcançadas, com a finalidade de fornecer água em qualidade e quantidade que proporcionem o bem estar da população, devido à conexão com a saúde (PNDU, 2019). Ademais, o World Water Development Report (WWDR) ou Relatório Mundial de Desenvolvimento da Água de 2021, tornou público dados quantitativos sobre o aumento do consumo de água doce, proporcionado, principalmente, pelo crescimento populacional, desenvolvimento econômico e padrões de consumo, além de dados qualitativos, que indicam diminuição da qualidade do recurso (UN, 2021).

Por consequência do aumento da ação antrópica e seus respectivos impactos na qualidade das águas, Lima et al. (2017) afirmam que pesquisadores e, ainda que em menor proporção, prestadores de serviços de abastecimento, têm dado atenção aos denominados microcontaminantes. No Brasil, pesquisas sobre a qualidade da água, comprovam a existência desses tipos de poluentes potenciais causadores de doenças, como os fármacos e interferentes endócrinos, capazes de causar distúrbios nos descendentes dos contaminados diretamente (Alves et al., 2007; Dias, 2014; Lima et al. 2014; Mierzwa e Veras, 2007).

Além dos microcontaminantes, segundo Wiecheteck et al. (2019), outra realidade do abastecimento é a dessalinização das águas. Uma tecnologia eficiente no tratamento de ambos é a osmose reversa (OR), que surgiu na segunda metade do século XX, com o objetivo de dessalinizar a água do mar. Essa técnica de tratamento utiliza membrana para remoção dos contaminantes, a partir da força motriz gerada pela própria pressão hidráulica. Outros tipos de tratamento de água também fazem o uso de membrana com variados tamanhos de poros, sendo as empregadas na osmose reversa poros $< 0,001$ mm (Pádua, 2009).

Essa técnica de tratamento remove variedade significativa dos componentes orgânicos e até 99% dos sais dissolvidos. A Osmose Reversa se apresenta como uma possibilidade de saída para a problemática ainda existente no abastecimento de água potável, para a volumosa parcela da sociedade, já que o método é sustentável e financeiramente acessível (Chen, et al., 2020; Patterson et al., 2019).

Desse modo, o presente trabalho objetivou revisar sistematicamente como a técnica de osmose reversa vem sendo utilizada na remoção de contaminantes, durante o tratamento de água para abastecimento humano ao redor do mundo.



2. Materiais e Métodos

A Revisão Sistemática (RS) trata-se de um método, originado nas ciências da saúde que hoje se estende para outras áreas do conhecimento, que visa identificar os estudos existentes acerca de um tema e avaliar os resultados deles. Além disso, visa dirimir erros definindo de maneira clara os processos a serem seguidos na execução da pesquisa (Dermeval, Coelho e Bittencourt, 2020). A ideia é analisar o universo que circunda as relações existentes entre as publicações. Assim, a pesquisa por RS tem objetivo exploratório, descritivo e natureza básica, pois busca percorrer e retratar, mundialmente, a atual situação das pesquisas sobre a temática em foco.

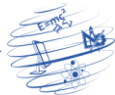
Inicialmente foi verificado no *Google Scholar* a não existência de outras revisões sobre a mesma temática justificando assim a realização da revisão sistemática na literatura sobre utilização da tecnologia de osmose reversa para tratamento de água com destinação de consumo humano. Em seguida foram definidas duas questões de pesquisa: “Em quais contextos a osmose reversa é utilizada para tratamento de água para consumo humano?” e “Em quais países a tecnologia é mais difundida para finalidade de obter água potável?”

Para dar início à revisão, foram definidas as palavras utilizadas na pesquisa de acordo com o tema proposto. Foi selecionada a string “reverse osmosis” AND “drinking water” AND “water treatment”, em inglês para que fossem obtidos o maior número de artigos na busca. Não foi definido intervalo temporal para os artigos buscados por se ter como objetivo pesquisa mais geral e abrangente.

Para desenvolvimento do estudo foi utilizada a base de dados SCOPUS (ELSEVIER). A escolha por essa base plataforma foi porque a mesma é considerada a maior base internacional de informações sobre literatura técnica e científica publicadas desde 1823. Seu conjunto total contempla mais de 54 milhões de registros, todos possuindo resumos acerca de cada trabalho indexado (Ramos, 2016). Para tal, como retorno da inserção das strings na plataforma, para artigos com o acesso aberto, decorrendo em amostra bruta obteve-se 164 trabalhos.

Com o auxílio do Rayyan, aplicativo da web gratuito, utilizado primariamente em pesquisas do tipo revisão sistemática e desenvolvido especificamente para agilizar a triagem inicial de resumos e títulos usando o processo de semiautomação, fez-se a filtragem realizando a leitura dos resumos dos artigos e selecionando aqueles que utilizavam a osmose reversa como tratamento de água para consumo. Desse modo, dos 164 artigos iniciais (primários), 92 artigos não se enquadravam no tema, os quais em sua maioria não versam sobre tratamento de água para potabilidade. Assim, 72 artigos foram selecionados para a revisão sistemática do estudo em questão.

Na etapa seguinte foram elaboradas duas nuvens de palavras utilizando o domínio gratuito da internet denominado Wordclouds (2022). Para tal, de posse do título e das palavras chaves de cada artigo, separadamente, foram retirados os conectivos e então alimentou-se os termos no domínio. Dessa maneira, as palavras que mais se repetiram ganharam maior destaque, ficando ilustrados em fonte de tamanho maior que as demais palavras e assim se formou a nuvem de palavras. Em seguida para responder às questões de pesquisa listou-se, utilizando o Excel, os objetivos e os países de cada artigo, com isso os objetivos foram analisados e posteriormente, montou-se um mapa ilustrativo com a



disposição das produções científicas encontradas na varredura, bem como a associação com o quantitativo de artigos por país.

3. Resultados e Discussão

3.1 Principais palavras-chave e palavras contidas nos títulos das publicações

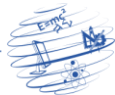
Como resposta à identificação das palavras-chaves nos 72 artigos (Tabela 1) listados por ordem de ano publicação. Assim a Tabela 1a ilustra os artigos do número 1 ao 12, Tabela 1b do número 13 ao 29, Tabela 1c do 30 ao 47, Tabela 1d artigos do número 48 ao 63 e Tabela 1e referente aos números dos artigos 64 ao 72.

Tabela 1a. Portfólio bibliográfico (parte I: número 1 ao 12)

	Título	Autores	Ano	Fonte
1	Membrane Water Treatment for Drinking Water Production from an Industrial Effluent Used in the Manufacturing of Food Additives	Hernández et al.	2022	Membranes
2	Optimisation of hybrid MED-TVC and double reverse osmosis processes for producing different grades of water in a smart city	Al-hotmani et al.	2022	Desalination
3	Combining reverse osmosis and microbial degradation for remediation of drinking water contaminated with recalcitrant pesticide residue	Schostag et al.	2022	Water Research
4	Water–Energy–Carbon Nexus Analysis for Water Supply Systems with Brackish Groundwater Sources in Arid Regions	Alresheedi et al.	2022	Sustainability (Switzerland)
5	The application of non-oxidizing biocides to prevent biofouling in reverse osmosis polyamide membrane systems: a review	Da-Silva-Correa, Smith et al.	2022	Aqua Water Infrastructure, Ecosystems and Society
6	An efficient low-cost-low-technology whole-household water collection and treatment system	Okogwu, Elebe e Nwonumara.	2022	Water Supply
7	One-Step Reverse Osmosis Based on Riverbank Filtration for Future Drinking Water Purification	Zhai, Liu e van der Meer.	2022	Engineering
8	Chemistry of alkaline and non-alkaline scaling in community RO for brackish water treatment operated with and without antiscalant doses	Soti e Gupta.	2021	Water Supply
9	Bacteriological analysis of household water at the source and point of consumption at karwar, Índia	Kukanur et al.	2021	Journal of Pure and Applied Microbiology
10	Enhanced modelling and experimental validation of ultra-low pressure reverse osmosis membrane system for treatment of synthetic brackish water	Norizam, Hussain e Mohd Junaidi.	2021	Water Science and Technology
11	Microplastics from headwaters to tap water: occurrence and removal in a drinking water treatment plant in Barcelona Metropolitan area (Catalonia, NE Spain)	Dalmau-Soler et al.	2021	Environmental Science and Pollution Research
12	Reduction in arsenic exposure by domestic water purification devices in shanghai area and related health risk assessment	Qin et al.	2021	Water (Switzerland)

Tabela 1b. Portfólio bibliográfico (parte II: número 13 ao 29)

	Título	Autores	Ano	Fonte
13	Drinking water provision and quality at the Sahrawi refugee camps in Tindouf (Algeria) from 2006 to 2016	García et al.	2021	Science of the Total Environment
14	Removal of pharmaceuticals from water by adsorption and advanced oxidation processes: State of the art and trends	Mansouri et al.	2021	Applied Sciences (Switzerland)
15	Novel housing designs for nanofiltration and ultrafiltration gravity-driven recycled membrane-based systems	García-Pacheco et al.	2021	Science of the Total Environment
16	Arsenic removal from water by nanofiltration membrane: Potentials and limitations	Worou e Chen Bacharou.	2021	Water Practice and Technology
17	Comparative life cycle assessment of three alternative techniques for increasing potable water supply in cities in the Global South	Tarpani et al.	2021	Journal of Cleaner Production
18	Centralized softening as a solution to chloride pollution: An empirical analysis based on Minnesota cities	Bakshi, Doucette e Kyser.	2021	PLoS ONE
19	Aminophosphonates in nanofiltration and reverse osmosis permeates	Kuhn et al.	2021	Membranes
20	Removal of trace organic contaminants by parallel operation of reverse osmosis and granular activated carbon for drinking water treatment	Konradt et al.	2021	Membranes
21	Decentralised, small-scale coagulation-membrane treatment of wastewater from metal recycling villages – A case study from Vietnam	Tran et al.	2020	Water Science and Technology
22	Multi-parametric assessment of biological stability of drinking water produced from groundwater: Reverse osmosis vs. conventional treatment	Sousi et al.	2020	Water Research
23	Chlorothalonil transformation products in drinking water resources: Widespread and challenging to abate,	Kiefer et al.	2020	Water Research
24	Removing arsenic and co-occurring contaminants from drinking water by full-scale ion exchange and point-of-use/point-of-entry reverse osmosis systems	Chen et al.	2020	Water Research
25	Nanofiltration performance prediction for brackish water desalination: Case study of Tunisian groundwater	Kammoun et al.	2020	Desalination and Water Treatment
26	Characteristics of packaged water production facilities in greater Accra, Ghana: Implications for water safety and associated environmental impacts	Semey et al.	2020	Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development
27	Evaluating the efficacy of point-of-use water treatment systems using the water quality index in rural South West China	Zhang et al.	2020	Water (Switzerland)
28	A modeling framework to evaluate blending of seawater and treated wastewater streams for synergistic desalination and potable reuse	Wei et al.	2020	Water Research
29	Integration of target analyses, non-target screening and effect-based monitoring to assess OMP related water quality changes in drinking water treatment	Brunner et al.	2020	Science of the Total Environment

**Tabela 1c. Portfólio bibliográfico (parte III: número 30 ao 47)**

	Título	Autores	Ano	Fonte
30	Application of stabilized hypobromite for controlling membrane fouling and N-nitrosodimethylamine formation	Fujioka et al.	2020	Chemosphere
31	Evaluation of reverse osmosis drinking water treatment of riverbank filtrate using bioanalytical tools and non-target screening	Albergamo et al.	2020	Environmental Science: Water Research and Technology
32	Repeated pressurization as a potential cause of deterioration in virus removal by aged reverse osmosis membrane used in households	Torii et al.	2019	Science of the Total Environment
33	Drinking-Water supply for CKDu affected areas of Sri Lanka, using nanofiltration membrane technology: From laboratory to practice	Cooray et al.	2019	Water (Switzerland)
34	Addressing drinking water salinity due to sea water intrusion in praia de leste, parana, by a brackish water desalination pilot plant	Wiecheteck et al.	2019	Desalination and Water Treatment
35	Water softeners add comfort and consume water - Comparison of selected centralised and decentralised softening technologies	Tang, Merks e Albrechtsen	2019	Water Science and Technology: Water Supply
36	Environmental life cycle assessment for potable water production – A case study of seawater desalination and mine-water reclamation in South Africa	Goga, Friedrich e Buckley	2019	Water SA
37	Assessment of fluoride intake from groundwater and intake reduction from delivering bottled water in Chiang Mai Province, Thailand	Sawangiang et al.	2019	Heliyon
38	Demonstrating process robustness of potable reuse trains during challenge testing with elevated levels of acetone, formaldehyde, NDMA, and 1,4-dioxan	Tackaert et al.	2019	Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA
39	Dioxanes and dioxolanes in source waters: Occurrence, odor thresholds and behavior through upgraded conventional and advanced processes in a drinking water treatment plant	Carrera et al.	2019	Water Research
40	Rejection of pharmaceutical compounds from surface water by nanofiltration and reverse osmosis	Foureaux et al.	2019	Separation and Purification Technology
41	Effectiveness of point-of-use/point-of-entry systems to remove per- and polyfluoroalkyl substances from drinking water	Patterson et al.	2019	AWWA Water Science
42	The water microbiome through a pilot scale advanced treatment facility for direct potable reuse	Kantor, Miller e Nelson	2019	Frontiers in Microbiology
43	Textile wastewater treatment for water reuse: A case study	Yin et al.	2019	Processes
44	Removal of polar organic micropollutants by pilot-scale reverse osmosis drinking water treatment	Albergamo et al.	2019	Water Research
45	Pesticide removal through wastewater and advanced treatment: Full-scale sampling and bench-scale testing	Kenny et al.	2018	Water Science and Technology
46	Sorption of arsenic from desalination concentrate onto drinking water treatment solids: Operating conditions and kinetics	Xu et al.	2018	Water (Switzerland)
47	Sulphate removal from mine water with chemical, biological and membrane technologies	Kinnunen et al.	2018	Water Science and Technology

Tabela 1d. Portifólio bibliográfico (parte IV: número 48 ao 63)

	Título	Autores	Ano	Fonte
48	Heterotrophic monitoring at a drinking water treatment plant by matrix-assisted laser desorption/ionization-time of flight (MALDI-TOF) mass spectrometry after different drinking water treatments	Sala-Comorera et al.	2017	Journal of Water and Health
49	An investigation of desalination by nanofiltration, reverse osmosis and integrated (hybrid NF/RO) membranes employed in brackish water treatment	Talaeipour et al.	2017	Journal of Environmental Health Science and Engineering
50	Rejection of trace level perfluorohexanoic acid (PFHxA) in pure water by loose nanofiltration membrane	Zeng et al.	2017	Journal of Water and Environment Technology
51	Effectiveness of table top water pitcher filters to remove arsenic from drinking water	Barnaby et al.	2017	Environmental Research
52	Small scale Direct Potable Reuse (DPR) project for a remote area	Zhang et al.	2017	Water (Switzerland)
53	Mitigation of saltwater intrusion by 'integrated fresh-keeper' wells combined with high recovery reverse osmosis	Khadra, Stuyfzand e Khadra	2017	Science of the Total Environment
54	Life cycle assessment of drinking water: Comparing conventional water treatment, reverse osmosis and mineral water in glass and plastic bottles	Garfi et al.	2016	Journal of Cleaner Production
55	A rapid and reliable technique for N-nitrosodimethylamine analysis in reclaimed water by HPLC-photochemical reaction-chemiluminescence,	Fujioka et al.	2016	Chemosphere
56	Evaluation of nanofiltration and reverse osmosis membranes on removal of carbofuran in drinking waters	Bueno et al.	2016	Engenharia Sanitaria e Ambiental
57	Effect of pH and Pressure on Uranium Removal from Drinking Water Using NF/RO Membranes	Schulte-Herbrüggen et al.	2016	Environmental Science and Technology
58	Life-cycle assessment of two potable water reuse technologies: MF/RO/UV-AOP treatment and hybrid osmotic membrane bioreactors	Holloway et al.	2016	Journal of Membrane Science
59	Association of Vitamin B12 deficiency and use of reverse osmosis processed water for drinking: A cross-sectional study from Western India	Gupta, Sheth e Ganjiwale	2016	Journal of Clinical and Diagnostic Research
60	Bacterial community structure and variation in a full-scale seawater desalination plant for drinking water production	Belila et al.	2016	Water Research
61	Integration of nanofiltration and bipolar electrodialysis for valorization of seawater desalination brines: Production of drinking and waste water treatment chemicals	Reig et al.	2016	Desalination
62	Feasibility study of an electrodialysis system for in-home water desalination in urban India	Nayar et al.	2017	Development Engineering
63	Life cycle cost of a hybrid forward osmosis - low pressure reverse osmosis system for seawater desalination and wastewater recovery	Valladares Linares et al.	2016	Water Research

Tabela 1e. Portifólio bibliográfico (parte V: número 64 ao 72)

	Título	Autores	Ano	Fonte
64	A study on boron removal for seawater desalination using the combination process of mineral cluster and RO membrane system	Cho, Kim e Shin.	2015	Environmental Engineering Research
65	Hybrid chitosan/FeCl ₃ coagulation-membrane processes: Performance evaluation and membrane fouling study in removing natural organic matter	Ang et al.	2015	Separation and Purification Technology
66	Validating the rejection of trace organic chemicals by reverse osmosis membranes using a pilot-scale system,	Fujioka et al.	2015	Desalination
67	Stability and removal of naproxen and its metabolite by advanced membrane wastewater treatment plant and micelle-clay complex	Curie et al.	2014	Clean - Soil, Air, Water
68	Occurrence of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA) in N.E. Spanish surface waters and their removal in a drinking water treatment plant that combines conventional and advanced treatments in parallel lines	Flores et al.	2013	Science of the Total Environment
69	A study of brackish water membrane with ultrafiltration pretreatment in Indonesia's coastal area	Hastuti e Wardiha	2012	Journal of Urban and Environmental Engineering
70	Benefits and hurdles of using brackish groundwater as a drinking water source in the Netherlands [Avantages et difficultés de l'utilisation d'eau souterraine saumâtre en tant que source d'eau potable aux Pays-Bas]	Stuyfzand e Raat	2010	Hydrogeology Journal
71	Impact of speciation on fluoride, arsenic and magnesium retention by nanofiltration/reverse osmosis in remote Australian communities	Richards et al.	2009	Desalination
72	Nanofiltration of ammonium nitrate solutions. Study of influent parameters [Nanofiltration de solutions de nitrate d'ammonium. Étude des paramètres influents]	Paugam et al.	2001	Revue des Sciences de l'Eau

Como resultado da compilação desses artigos encontrou-se 602 palavras-chaves das quais, as que foram repetidas em maior número, estão representadas na nuvem de palavras (Figura 1). O tamanho da fonte representa a frequência com que a palavra-chave é utilizada nos artigos, como pode-se observar a palavra água é a mais empregada, pois aparece em destaque com a maior fonte, evidenciando-se 52 vezes. As palavras que obtiveram maior frequência além da água foram: potável (28), osmose (28), tratamento (21), membrana (21), inversa (11), nanofiltração (11), águas (11), reversa (8) e dessalinização (8).

Das 10 palavras-chaves que foram mais utilizadas, 6 estavam presentes nas palavras usadas na pesquisa dos artigos, ou seja, amostragem superior a 50%, o que comprova que as palavras empregadas na pesquisa dos artigos representam significativamente a temática.

Dentre os estudos que tiveram predominância dessas 6 palavras-chaves, é possível identificar na maioria dos artigos a combinação entre as palavras “água” e potável” com frequência nos mesmos artigos, pode-se citar o trabalho de García et al. (2021) que analisa o abastecimento de água potável nos campos de refugiados Sarauís na Argélia. Devido a relação entre a potabilidade da água e o processo até a sua obtenção, a palavra tratamento

aparece como complementar às palavras mais citadas no artigo de Sala-Comorera et al. (2017) que monitora a qualidade da água por espectrometria de massa de desorção a laser assistida por matriz/tempo de voo de ionização após diferentes tipos de tratamento de água potável.

As palavras osmose reversa e membrana filtrante representam o mesmo processo físico, destacando as palavras “Osmose” e “Membrana” que são apresentadas nos artigos mais de uma vez como sinônimos. O artigo que analisa a rejeição de compostos farmacêuticos de águas superficiais por nanofiltração e osmose reversa (Foureaux et al. 2019) utiliza os dois termos para representar o tratamento de água analisado.



Figura 1. Nuvem de palavras-chaves utilizadas nos artigos.

Após separar as palavras dos títulos dos artigos incluídos na pesquisa, foram identificadas 262 palavras (Figura 2). A frequência das palavras que aparecem nos títulos foi similar ao encontrado nas palavras-chaves, com ênfase para 7 palavras iguais entre as 10 mais citadas. Os 10 termos que mais se repetiram são: água (19), potável (9), osmose (7), reversa (7), estudo (6), membrana (6), remoção (6), dessalinização (5), tratamento (5) e avaliação (4).

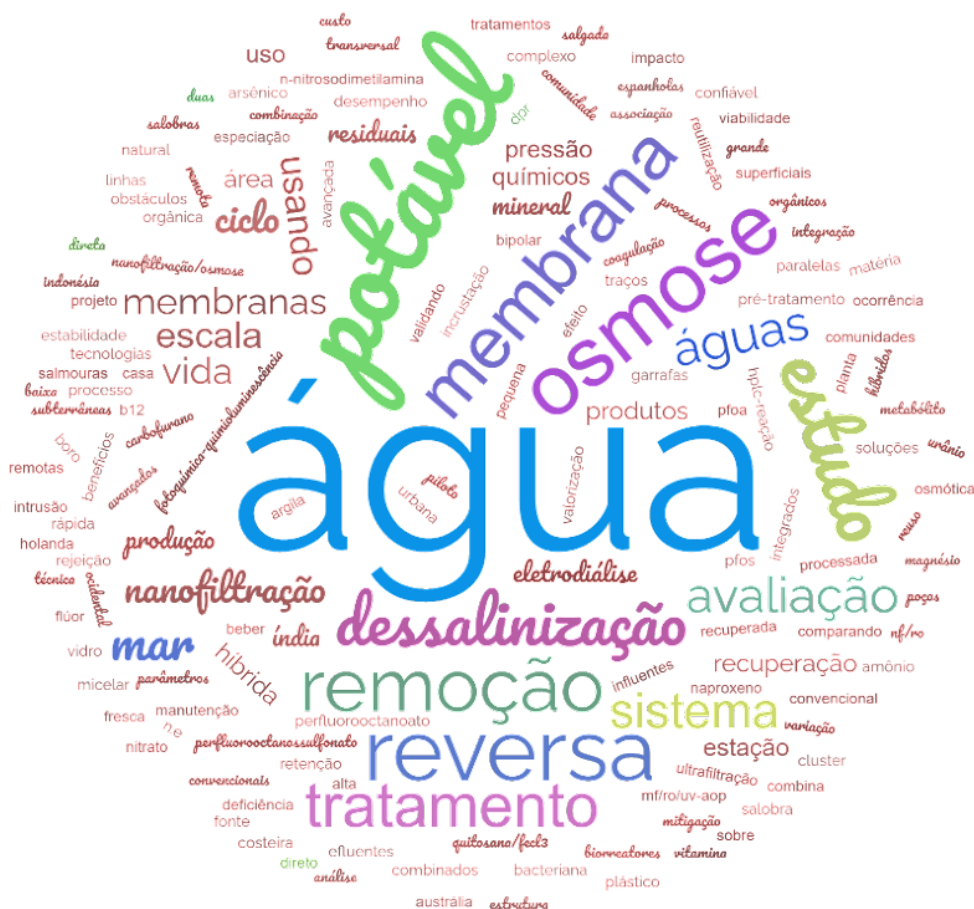


Figura 2. Nuvem de palavras utilizadas nos títulos dos artigos.

3.2 Número de publicações sobre a temática no decorrer dos anos

Da varredura realizada na base de dados supracitada que fizeram parte do portfólio bibliográfico, as publicações sobre osmose reversa no tratamento de água para consumo, apresentaram a distribuição atemporal: 2001 (1 artigo), 2009 (1 artigo), 2010 (1 artigo), 2012 (1 artigo), 2013 (1 artigo), 2014 (1 artigo), 2015 (3 artigos), 2016 (10 artigos), 2017 (6 artigos), 2018 (3 artigos), 2019 (13 artigos), 2020 (11 artigos), 2021 (13 artigos), 2022 (7 artigos). Está ilustrada, na Figura 3, a evolução da quantidade de publicações sobre a temática no decorrer dos anos na base de dados escolhida.

Apesar da pesquisa ter sido realizada de forma atemporal, observou-se registros de publicações a partir do ano 2001. Por mais de uma década as publicações na temática permaneceram tímidas com relação ao quantitativo. A partir do ano 2015 houve maior representatividade nesse quantitativo voltado para a filtração por membranas, com máxima proeminência em publicação para o ano de 2019.

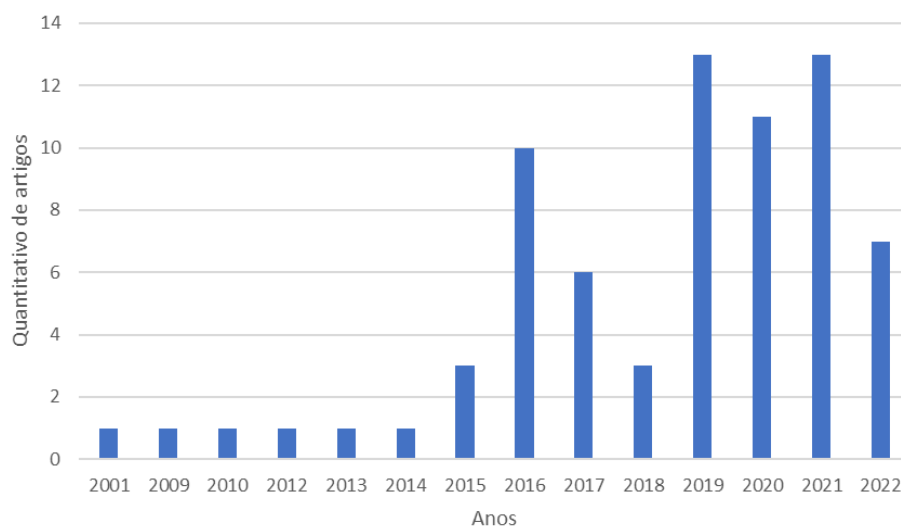


Figura 3. Evolução da quantidade de artigos no decorrer dos anos.

De acordo com Deletic (2019), com a crescente preocupação relativa à quantidade de poluentes e contaminantes despejados em fontes de água, diversas empresas vêm sendo constantemente confrontadas nos últimos anos. Dessa maneira, os setores de água enfrentam desafios de um mundo, frequentemente em transformação, que evidencia a vasta necessidade de desenvolver tecnologias de purificação de água para que os recursos hídricos possam ser consumidos de forma segura e sustentável.

Assim, na medida em que os métodos convencionais de tratamento de água potável não removem integralmente os resíduos poluentes de compostos individuais ou misturas químicas, juntamente com a escassez de água, faz-se necessário que os padrões da atualidade requeiram produção e distribuição de água potável apropriada para consumo humano (Sharma et al., 2019).

3.3 Países de origem das publicações

O mapeamento registrou a publicação de artigos em 27 países diferentes, dispostos em todos os cinco continentes habitados, como pode ser observado na Figura 4. O país com o maior número de publicações foi o Estados Unidos, com 10 artigos publicados (13,89 %), seguido pela Espanha e países Baixos, cada um com 8 artigos (11,11 %). Os três países supracitados somam aproximadamente um terço do total de publicações, com 36,11 %. Adendo para que essa porcentagem abarcar 3 países desenvolvidos, que possivelmente estejam despertando a preocupação às questões ambientais quanto a presença de contaminantes emergentes de difícil remoção no tratamento da água por tecnologias convencionais.

Vale ressaltar que, a utilização de OR de forma isolada não é capaz de tratar o contaminante, devendo ser feita de forma conjunta a outra tecnologia, o que resultará em melhores eficiências. Além disso, os pesquisadores também apontam maior efetividade de remoção quando utilizadas as membranas de nanofiltração (Worou; Chen; Bacharou, 2021).

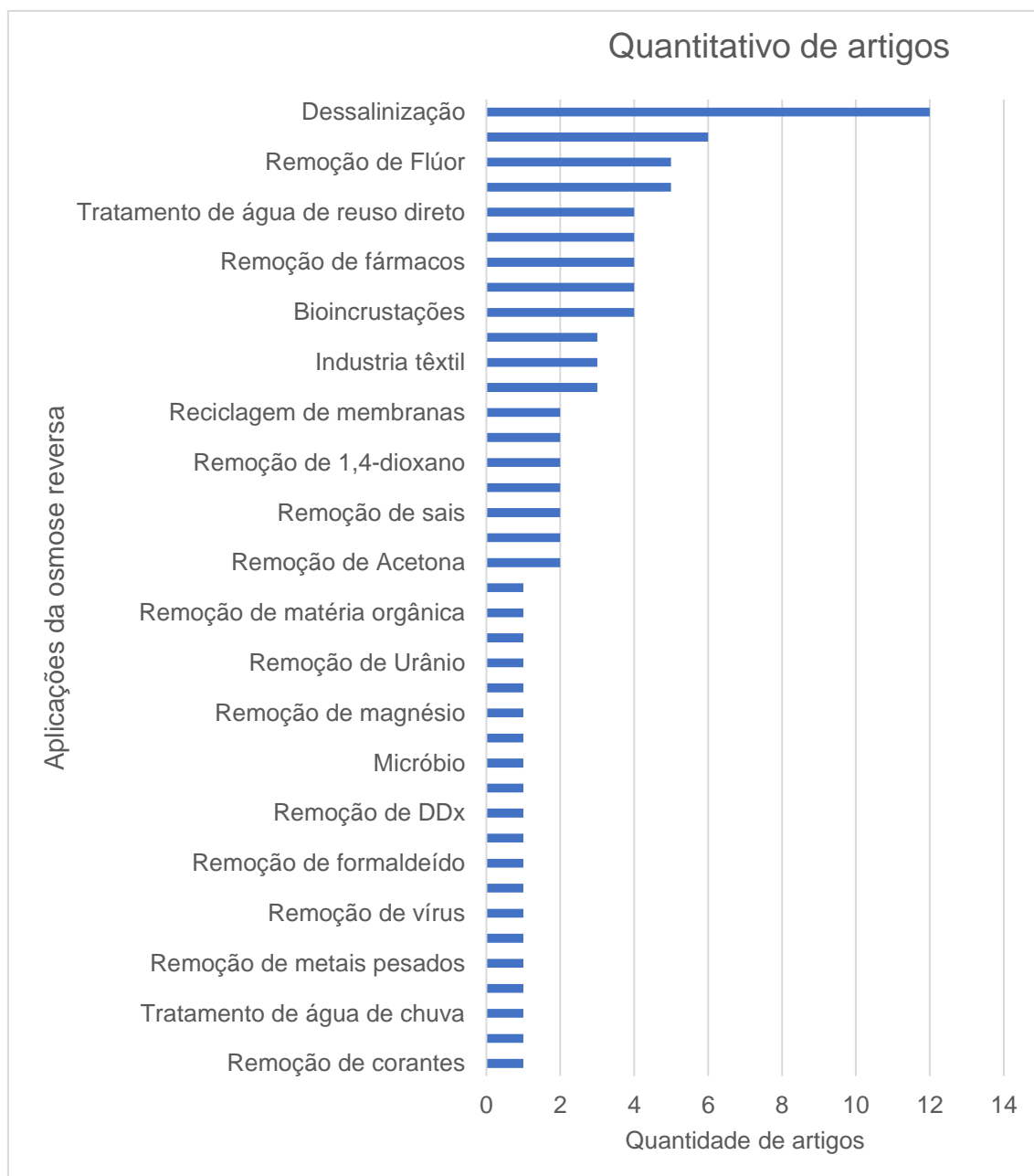
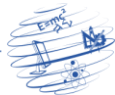


Figura 5. Aplicações da técnica de osmose reversa.

Ocupando a terceira colocação, junto a remoção de bactérias, tem-se a remoção de flúor das águas (6,41%). Apesar de no Brasil ser realizada a fluoretação para garantir concentrações benéficas à saúde bucal, Richards et al. (2009) já realizava estudos sobre o uso da OR para diminuição dos níveis de flúor na água, para evitar a fluorose. Esta é



uma patologia causada pelo excessivo consumo de flúor, que causa problemas tanto na estética dos dentes, quanto problemas ósseos (desconfortos, dores e fraturas) especialmente em idosos. Essa significativa ingestão está, muitas vezes, relacionada às expressivas concentrações de flúor em águas subterrâneas, como acontece em localidades da Tailândia (Swangjang et al., 2019).

Em relação às bactérias, Kantor, Miller e Nelson (2019) investigaram o uso da osmose reversa associado a outras etapas de tratamento (ozonização, cloaminação, microfiltração, oxidação avançada e cloração), com o intuito de investigar as mudanças ocorridas na comunidade. A pesquisa foi feita, pois as bactérias tanto podem ser usadas no tratamento de água, quanto necessitam ser removidas para eliminação das espécies patogênicas. Como resultados, eles puderam verificar a diminuição da diversidade da comunidade na etapa da osmose reversa.

Concernente aos micropoluentes, Brunner et al. (2020) os relacionam ao aumento do uso de químicos orgânicos. Em sua pesquisa, o autor analisou a presença das substâncias mais citadas em bases de dados, relatórios e serviços públicos de abastecimento da região de origem da pesquisa, Países Baixos.

A eficiência da remoção de cerca de trinta micropoluentes foi examinada, sendo constatada, para a grande maioria das substâncias, rendimento maior que 80% (Brunner et al., 2020). Também nos Países Baixos, Albergamo et al. (2020), constatou que a utilização da osmose reversa reduziu os níveis dos micropoluentes, tornando a água analisada própria para o consumo humano.

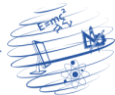
Por se tratar de membranas, uma das especificidades desse tipo de tecnologia é a sua permeabilidade, tornando a bioincrustação objeto de estudo. Fujioka et al. (2015), ao investigar sobre o uso de desinfetantes diferentes, perceberam a redução da permeabilidade da membrana de 6,7 para 4,1 L/m²h. As membranas são classificadas pelos tamanhos dos seus poros, desse modo, Foureaux et al. (2019) avaliaram a eficiência entre a nanofiltração e filtração com osmose reversa na remoção dos fármacos em concentrações ínfimas. Os resultados mostraram melhor desempenho da nanofiltração, técnica composta por membranas menos permeáveis, o que demonstra a relação entre porosidade e remoção (Foureaux et al., 2019).

4. Conclusão

Perante o exposto foi possível concluir que ainda existem lacunas a serem exploradas e pesquisadas sobre a temática. Contudo, existem estudos de grande relevância e que mostram a variabilidade em que a tecnologia de osmose reversa pode ser utilizada.

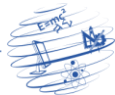
Através do estudo as questões de pesquisa foram respondidas chegando-se à conclusão de que a maior aplicação desse tipo de membrana é para a dessalinização, que na atual situação hídrica do mundo tem se tornado realidade cada dia mais presente. E diante desse fato, a segunda questão de pesquisa pode ser respondida onde os países que mais utilizam o tratamento para água são os que não detêm abundância hídrica.

A realização da revisão sistemática sobre a utilização da osmose reversa para tratamento de água para consumo humano se mostrou primordial para entender como estão distribuídos os estudos pelo mundo e demonstrando com isso a necessidade de uma expansão maior sobre o tema.



Referências

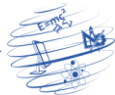
- Albergamo, V., Blankert, B., Cornelissen, E. R., Hofs, B., Knibbe, W., Meer, W. e Voogt, P. (2019) “Removal of polar organic micropollutants by pilot-scale reverse osmosis drinking water treatment”, *Water research*, 148, p. 535–545. doi: 10.1016/j.watres.2018.09.029.
- Albergamo, V., Escher, B., Schymanski, E., Helmus, R., Dingemans, M. M. L., Cornelissen, E. R., Kraak, M. H. S., Hollender, J. e Voogt, P. (2020) “Evaluation of reverse osmosis drinking water treatment of riverbank filtrate using bioanalytical tools and non-target screening”, *Environmental science: water research & technology*, 6(1), p. 103–116. doi: 10.1039/c9ew00741e.
- Al-hotmani, O. M. A., Al-Obaidi, M. A., Jo’ao, Y. M., Patel, R. e Mujtaba, I. M. (2022) “Optimisation of hybrid MED-TVC and double reverse osmosis processes for producing different grades of water in a smart city”, *Desalination*, 534(115776), p. 115776. doi: 10.1016/j.desal.2022.115776.
- Alresheedi, M. T., Haider, H., Shafiquzzaman, M., Al-Saleem, S. S. e Alinizzi, M. (2022) “Water–energy–carbon nexus analysis for water supply systems with brackish groundwater sources in arid regions”, *Sustainability*, 14(9), p. 5106. doi: 10.3390/su14095106.
- Alves, C., Flores, L. C., Cerqueira, T. S. e Toralles, M. B. (2007). Exposição ambiental a interferentes endócrinos com atividade estrogênica e sua associação com distúrbios puberais em crianças. *Cadernos de Saúde Pública*, 23(5), 1005–1014. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2007000500003>
- Ang, W. L., Mohammad, A. W., Teow, Y. H., Benamor, A. e Hilal, N. (2015) “Hybrid chitosan/FeCl₃ coagulation–membrane processes: Performance evaluation and membrane fouling study in removing natural organic matter”, *Separation and purification technology*, 152, p. 23–31. doi: 10.1016/j.seppur.2015.07.053.
- Bakshi, B., Doucette, E. M. e Kyser, S. J. (2021) “Centralized softening as a solution to chloride pollution: An empirical analysis based on Minnesota cities”, *PloS one*, 16(2), p. e0246688. doi: 10.1371/journal.pone.0246688.
- Barnaby, R., Liefeld, A., Jackson, B. P., Hampton, T. H. e Stanton, B. A. (2017) “Effectiveness of table top water pitcher filters to remove arsenic from drinking water”, *Environmental research*, 158, p. 610–615. doi: 10.1016/j.envres.2017.07.018.
- Belila, A., El-Chakhtoura, J., Otaibi, N., Muyzer, G., Gonzalez-Gil, G., Saikaly, P. E., Loosdrecht, M. C. M. e Vrouwenvelder, J. S. (2016) “Bacterial community structure and variation in a full-scale seawater desalination plant for drinking water production”, *Water research*, 94, p. 62–72. doi: 10.1016/j.watres.2016.02.039.
- Brunner, A. M., Bertelkamp, C., Dingemans, M. M. L., Kolkman, A., Wols, B., Harmsen, D., Siegers, w., Martijn, B. J., Oorthuizen, W. A. e Laak, T. L. (2020) “Integration of target analyses, non-target screening and effect-based monitoring to assess OMP related water quality changes in drinking water treatment”, *The Science of the total environment*, 705(135779), p. 135779. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.135779.



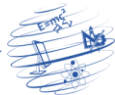
- Bueno, M. Z., Coral, L. A., Sens, M. L. e Lapolli, F. R. (2016) “Avaliação da nanofiltração e da osmose inversa na remoção de carbofurano em águas de abastecimento”, *Engenharia sanitária e ambiental*, 21(3), p. 447–458. doi: 10.1590/s1413-41522016121729.
- Cantelle, T. D., Lima, E. C. e Borges, L. A. C. (2018). Panorama dos recursos hídricos no mundo e no brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 11(4), 1259. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2018v11n4p1259-1282>
- Carrera, G., Vegué, L., Ventura, F., Hernáñez, A., Ricard Devesa, V. e Boleda, M. R. (2019) “Dioxanes and dioxolanes in source waters: Occurrence, odor thresholds and behavior through upgraded conventional and advanced processes in a drinking water treatment plant”, *Water research*, 156, p. 404–413. doi: 10.1016/j.watres.2019.03.026.
- Chen, A. S. C., Wangb, L., Sorg, T. J. e Lytle, D. A. (2020) “Removing arsenic and co-occurring contaminants from drinking water by full-scale ion exchange and point-of-use/point-of-entry reverse osmosis systems”, *Water research*, 172(115455), p. 115455. doi: 10.1016/j.watres.2019.115455.
- Cho, B.-Y., Kim, H.-W. e Shin, Y.-S. (2015) “A study on boron removal for seawater desalination using the combination process of mineral cluster and RO membrane system”, *Environmental Engineering Research*, 20(3), p. 285–289. doi: 10.4491/eer.2014.0083.
- Cooray, T., Wei, Y., Zhang, J., Zheng, L., Zhong, H., Weragoda, S. e Weerasooriya, R. (2019) “Drinking-water supply for CKDu affected areas of Sri Lanka, using nanofiltration membrane technology: From laboratory to practice”, *Water*, 11(12), p. 2512. doi: 10.3390/w11122512.
- Dalmau-Soler, J., Ballesteros-Cano, R., Boleda, M., Paraira, M., Ferrer, N. e Lacorte, S. (2021) “Microplastics from headwaters to tap water: occurrence and removal in a drinking water treatment plant in Barcelona Metropolitan area (Catalonia, NE Spain)”, *Environmental science and pollution research international*, 28(42), p. 59462–59472. doi: 10.1007/s11356-021-13220-1.
- Da-Silva-Correa, L. H., Smith, H., Thibodeau, M. C., Galesa, B. e Buckley, H. L. (2022) “The application of non-oxidizing biocides to prevent biofouling in reverse osmosis polyamide membrane systems: a review”, *Journal of Water Supply Research and Technology—AQUA*, 71(2), p. 261–292. doi: 10.2166/aqua.2022.118.
- Deletic, A. e Wang, H. (2019) Water pollution control for sustainable development. *Engineering*, 5(5):839–40
- Dermeval, D.; Coelho, J. A. De M. e Bittencourt, I. I. (2020) Mapeamento sistemático e revisão sistemática da literatura em informática na educação. Jaques, P. A., Siqueira, S., Bittencourt, I. e Pimentel, M. (Org.) *Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa*. Porto Alegre: SBC.
- Dias, R. V. A. (2014) Avaliação da ocorrência de microcontaminantes emergentes em sistemas de abastecimento de água e da atividade estrogênica do estinilestradiol. Dissertação de mestrado da Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.



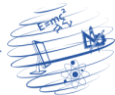
- Flores, C., Ventura, F., Martin-Alonso, J. e Caixach, J. (2013) “Occurrence of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA) in N.E. Spanish surface waters and their removal in a drinking water treatment plant that combines conventional and advanced treatments in parallel lines”, *The Science of the total environment*, 461-462(618-626), p. 618-626. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.05.026
- Foureaux, A. F. S., Reis, E. O., Lebron, Y., Moreira, V., Santos, L. V., Amaral, M. S. e Lange, L. C. (2019) “Rejection of pharmaceutical compounds from surface water by nanofiltration and reverse osmosis”, *Separation and purification technology*, 212, p. 171–179. doi: 10.1016/j.seppur.2018.11.018.
- Fujioka, T., Khan, S. J., McDonald, J. A. e Nghiem, L. D. (2015) “Validating the rejection of trace organic chemicals by reverse osmosis membranes using a pilot-scale system”, *Desalination*, 358, p. 18–26. doi: 10.1016/j.desal.2014.11.033.
- Fujioka, T., Takeuchi, H., Tanaka, H., Nghiem, L. D., Ishida, K. P. e Kodamatani, H. (2016) “A rapid and reliable technique for N-nitrosodimethylamine analysis in reclaimed water by HPLC-photochemical reaction-chemiluminescence”, *Chemosphere*, 161, p. 104–111. doi: 10.1016/j.chemosphere.2016.06.094.
- Fujioka, T., Yoshikawab, H., Eguchi, M., Boivin, S. e Kodamatani, H. (2020) “Application of stabilized hypobromite for controlling membrane fouling and N-nitrosodimethylamine formation”, *Chemosphere*, 240(124939), p. 124939. doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.124939.
- García, R., Naves, A., Antac., J., Ron, M. e Molinero, J. (2021) “Drinking water provision and quality at the Sahrawi refugee camps in Tindouf (Algeria) from 2006 to 2016”, *The Science of the total environment*, 780(146504), p. 146504. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.146504.
- García-Pacheco, R., Li, Q., Comas, J., Taylor, R. A. e Le-Clech, P. (2021) “Novel housing designs for nanofiltration and ultrafiltration gravity-driven recycled membrane-based systems”, *The Science of the total environment*, 767(144181), p. 144181. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.144181.
- Garfi, M., Cadena, E., Sanchez-Ramos, D. e Ferrer, I. (2016) “Life cycle assessment of drinking water: Comparing conventional water treatment, reverse osmosis and mineral water in glass and plastic bottles”, *Journal of cleaner production*, 137, p. 997–1003. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.07.218.
- Goga, T., Friedrich, E. e Buckley, C. A. (2019) “Environmental life cycle assessment for potable water production – a case study of seawater desalination and mine-water reclamation in South Africa”, *Water S. A.*, 45(4 October). doi: 10.17159/wsa/2019.v45.i4.7552.
- Gupta, E. S., Sheth, S. P. e Ganjiwale, J. D. (2016) “Association of Vitamin B12 deficiency and use of Reverse Osmosis processed water for drinking: A cross-sectional study from Western India”, *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 10(5), p. OC37-40. doi: 10.7860/JCDR/2016/19621.7864.
- Haidari, A. H., Blankertb, B., Timmer, H., Heijman, S. G. J. e Meer, W. G. J. (2017) “Findings from Delft University of Technology Broaden Understanding of



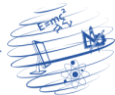
- Desalination (PURO: A unique RO-design for brackish groundwater treatment)." *Journal of Technology & Science*, 22 Jan. 2017, p. 120. Disponível em link.gale.com/apps/doc/A477576387/AONE?u=capes&sid=bookmark-AONE&xid=d035d623. Accessed 16 Oct. 2022
- Hastuti, E. e Wardiha, M. (2012) "A study of brackish water membrane with ultrafiltration pretreatment in Indonesia's coastal area", *Journal of urban and environmental engineering*, 6(1), p. 10–17. doi: 10.4090/juee.2012.v6n1.010017.
- Hernández, K., Muro, C., Monroy, O., Diaz-Blancas, V., Alvarado, I. e Diaz, M. D. C. (2022) "Membrane water treatment for drinking water production from an industrial effluent used in the manufacturing of food additives", *Membranes*, 12(8), p. 742. doi: 10.3390/membranes12080742.
- Holloway, R. W., Miller-Robbie, L., Patel, M., Stokes, J. R., Munakata-Marr, J., Dadakis, J. e Cath, T. Y. (2016) "Life-cycle assessment of two potable water reuse technologies: MF/RO/UV–AOP treatment and hybrid osmotic membrane bioreactors", *Journal of membrane science*, 507, p. 165–178. doi: 10.1016/j.memsci.2016.01.045.
- Kammoun, M. A., Gassara, S., Palmeri, J., Amar, B. e Deratani, A. (2020) "Nanofiltration performance prediction for brackish water desalination: case study of Tunisian groundwater", *Desalination and Water Treatment*, 181, p. 27–39. doi: 10.5004/dwt.2020.25100.
- Kantor, R. S., Miller, S. E. e Nelson, K. L. (2019) "The water microbiome through a pilot scale advanced treatment facility for direct potable reuse", *Frontiers in microbiology*, 10, p. 993. doi: 10.3389/fmicb.2019.00993.
- Kenny, J. D., Webber, B. D., Howe, E. W. e Holden, R. B. (2018) "Pesticide removal through wastewater and advanced treatment: full-scale sampling and bench-scale testing", *Water science and technology: a journal of the International Association on Water Pollution Research*, 77(3–4), p. 739–747. doi: 10.2166/wst.2017.586.
- Khadra, W. M., Stuyfzand, P. J. e Khadra, I. M. (2017) "Mitigation of saltwater intrusion by 'integrated fresh-keeper' wells combined with high recovery reverse osmosis", *The Science of the total environment*, 574, p. 796–805. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.156.
- Kiefer, K., Bader, T., Minas, N., Salhi, E., Janssen, E. M. L., Gunten, U. V. e Hollender, J. (2020) "Chlorothalonil transformation products in drinking water resources: Widespread and challenging to abate", *Water research*, 183(116066), p. 116066. doi: 10.1016/j.watres.2020.116066.
- Kinnunen, P., Kyllonen, H., Kaartinen, T., Makinen, J., Heikkinen, J. e Miettinen, V. (2018) "Sulphate removal from mine water with chemical, biological and membrane technologies", *Water science and technology: a journal of the International Association on Water Pollution Research*, 2017(1), p. 194–205. doi: 10.2166/wst.2018.102.
- Konradt, N., Kuhlen, J. G., Rohns, H., Schmitt, B., Fischer, U., Fichário, T., Schumacher, V., Wagner, C., Kamphausen, S., Muller, U., Sacher, F., Janknecht, P., Hobby, R.,



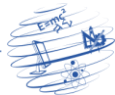
- Sherbiny, I., M. A. e Panglisch, S. (2021) “Removal of trace organic contaminants by parallel operation of reverse osmosis and granular activated carbon for drinking water treatment”, *Membranes*, 11(1), p. 33. doi: 10.3390/membranes11010033.
- Kuhn, R., Vornholt, C., Preuss, V., Bryant, I. M. e Martienssen, M. (2021) “Aminophosphonates in nanofiltration and reverse osmosis permeates”, *Membranes*, 11(6), p. 446. doi: 10.3390/membranes11060446.
- Kukanur, F. S., Sheetal, G., Sriprada, N. S., Meghana, R., Naveen, G. e Kotian, S. (2021) “Bacteriological analysis of household water at the source and point of consumption at Karwar, India”, *Journal of pure & applied microbiology*, 15(4), p. 2152–2162. doi: 10.22207/jpam.15.4.38.
- Lima, D. R. S., Afonso, R. J. C. F., Libânio, M. e Aquino, S. F. (2014). “Evaluation of removal of pharmaceuticals and endocrine disrupters in drinking water by clarification at bench scale”. *Química Nova*. <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20140126>.
- Lima, D. R. S., Tonucci, M. C., Libânio, M. e Aquino, S. F. (2017). “Fármacos e desreguladores endócrinos em águas brasileiras: ocorrência e técnicas de remoção”. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 22, 1043-1054.
- Mansouri, F., Chouchene, K., Roche, N. e Ksibi, M. (2021) “Removal of pharmaceuticals from water by adsorption and advanced oxidation processes: State of the art and trends”, *Applied sciences (Basel, Switzerland)*, 11(14), p. 6659. doi: 10.3390/app11146659.
- Mierzwa, J. C. e Veras, L. R. V. (2007). *Desafios no abastecimento de água em regiões metropolitanas-microcontaminantes*.
- Nayar, K. G., Sundararaman, P., O’Connor, C. L., Schacherl, J. D., Heath, M. L., Gabriel, M. O., Shah, S. R., Wright, N. C. e Winter, A. G. (2017) “Feasibility study of an electro dialysis system for in-home water desalination in urban India”, *Development engineering*, 2, p. 38–46. doi: 10.1016/j.deveng.2016.12.001.
- Norizam, S. S., Hussain, M. A. e Junaidi, M. U. M. (2021) “Enhanced modelling and experimental validation of ultra-low pressure reverse osmosis membrane system for treatment of synthetic brackish water”, *Water science and technology: a journal of the International Association on Water Pollution Research*, 84(10–11), p. 3372–3387. doi: 10.2166/wst.2021.442.
- Okogwu, O. I., Elebe, F. A. e Nwonumara, G. N. (2022) “An efficient low-cost–low-technology whole-household water collection and treatment system”, *Water Science & Technology: Water Supply*, 22(2), p. 1327–1336. doi: 10.2166/ws.2021.349.
- Pádua, V.L. (2009). *Água: remoção de microrganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano*. (1ª ed.) Rio de Janeiro: ABES.
- Patterson, C., Burkhardt, J., Schupp, D., Krishnan, E. R., Dymont, S., Merritt, S., Zintek, L. e Kleinmaier, D. (2019) “Effectiveness of point-of-use/point-of-entry systems to remove per- and polyfluoroalkyl substances from drinking water”, *AWWA water science*, 1(2), p. 1–12. doi: 10.1002/aws2.1131.



- Paugam, L., Taha, S., Cabon, J., Gondrexon, N. e Dorange, G. (2001) “Nanofiltration de solutions de nitrate d’ammonium. Etude des paramètres influents”, *Revue des Sciences de l’Eau/Journal of Water Science*, 14(4), p. 511–523. doi: 10.7202/705430ar.
- PNUD, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2019). Agenda 2030. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/sobre/>.
- Qin, Q., Lu, H., Zhu, Z., Sui, M., Qiu, Y. e Yin, D. (2021) “Reduction in arsenic exposure by domestic water purification devices in Shanghai area and related health risk assessment”, *Water*, 13(20), p. 2916. doi: 10.3390/w13202916.
- Qurie, M., Khamis, M., Malek, F., Nir, S., Bufo, S. A., Abadi, J., Scrano, L. e Karaman, R. (2014) “Stability and removal of naproxen and its metabolite by advanced membrane wastewater treatment plant and Micelle-clay complex: Removal of naproxen from wastewater”, *Clean: soil, air, water*, 42(5), p. 594–600. doi: 10.1002/clen.201300179.
- Ramos, P. H. C. B. (2016) Suporte ao mapeamento sistemático: um apoio à pesquisa bibliográfica. Orientador: Geraldo Bonorino Xexéo. Dissertação (Mestrado). Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/publicacao/2619.pdf>, Junho.
- Reig, M., Casas, S., Gibert, O., Valderrama, C. e Cortina, J. L. (2016) “Integration of nanofiltration and bipolar electro dialysis for valorization of seawater desalination brines: Production of drinking and waste water treatment chemicals”, *Desalination*, 382, p. 13–20. doi: 10.1016/j.desal.2015.12.013.
- Richards, L. A., Richards, B. S., Rossiter, H. M. A. e Schafer, A. (2009) “Impact of speciation on fluoride, arsenic and magnesium retention by nanofiltration/reverse osmosis in remote Australian communities”, *Desalination*, 248(1–3), p. 177–183. doi: 10.1016/j.desal.2008.05.054.
- Rodrigo-Illarri, J., Rodrigo-Clavero, M. E., Cassiraga, E. e Ballesteros-Almonacid, L. (2020) “Assessment of Groundwater Contamination by Terbutylazine Using Vadose Zone Numerical Models. Case Study of Valencia Province (Spain)”. *Discovery International journal of environmental research and public health*, 17: 3280. doi: 10.3390/ijerph17093280.
- Sala-Comorera, L., Blanch, A. R., Vilaró, C., Galofré, B. e García-Aljaro, C. (2017) “Heterotrophic monitoring at a drinking water treatment plant by matrix-assisted laser desorption/ionization-time of flight (MALDI-TOF) mass spectrometry after different drinking water treatments”, *Journal of water and health*, 15(6), p. 885–897. doi: 10.2166/wh.2017.090.
- Sawangjang, B., Hashimoto, T., Wongrueng, A., Wattanachira, S. e Takizawa, S. (2019) “Assessment of fluoride intake from groundwater and intake reduction from delivering bottled water in Chiang Mai Province, Thailand”, *Heliyon*, 5(9), p. e02391. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e02391.



- Schostag, M. D., Gobbi, A., Fini, M. N., Ellgaard-Jensen, L., Aamand, J., Hasen, L. H., Muff, J. e Albers C. N. (2022) “Combining reverse osmosis and microbial degradation for remediation of drinking water contaminated with recalcitrant pesticide residue”, *Water research*, 216(118352), p. 118352. doi: 10.1016/j.watres.2022.118352.
- Schulte-Herbrüggen, H. M. A., Semião, A. J. C., Chaurand, P. e Graham, M. C. (2016) “Effect of pH and pressure on uranium removal from drinking water using NF/RO membranes”, *Environmental science & technology*, 50(11), p. 5817–5824. doi: 10.1021/acs.est.5b05930.
- Semey, M. D. K., Dotse-Gborgbortsi, W., Dzodzomenyo, M. e Wright, J. (2020) “Characteristics of packaged water production facilities in Greater Accra, Ghana: implications for water safety and associated environmental impacts”, *Journal of water, sanitation, and hygiene for development: a journal of the International Water Association*, 10(1), p. 146–156. doi: 10.2166/washdev.2020.110.
- Sharma, B. M., Becanová, J., Scheringer, M., Sharma, A., Bharat, G., Whitehead, P. G., Klánová, J. e Nizzetto, L. (2019). “Health and ecological risk assessment of emerging contaminants (pharmaceuticals, personal care products, and artificial sweeteners) in surface and groundwater (drinking water) in the Ganges River Basin, India”. *Sci Total Environ*, 646:1459–1467. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.07.235
- Soti, A. e Gupta, A. B. (2021) “Chemistry of alkaline and non-alkaline scaling in community RO for brackish water treatment operated with and without antiscalant doses”, *Water Science & Technology: Water Supply*, 21(8), p. 4030–4043. doi: 10.2166/ws.2021.158.
- Sousi, M., Liu, G., Salinas-Rodriguez, S. G., Chen, L., Dusseldorp, J., Wessels, P., Schippers, J. C., Kennedy, M. D. e Meer, W. (2020) “Multi-parametric assessment of biological stability of drinking water produced from groundwater: Reverse osmosis vs. conventional treatment”, *Water research*, 186(116317), p. 116317. doi: 10.1016/j.watres.2020.116317.
- Stuyfzand, P. J. e Raat, K. J. (2010) “Benefits and hurdles of using brackish groundwater as a drinking water source in the Netherlands”, *Hydrogeology journal*, 18(1), p. 117–130. doi: 10.1007/s10040-009-0527-y.
- Tackaert, R. A., Pisarenko, A. N., Kolakovsky, A., Pecson, B. M., Drewes, J. E., Trussell, R. R. e Trussell, R. S. (2019) “Demonstrating process robustness of potable reuse trains during challenge testing with elevated levels of acetone, formaldehyde, NDMA, and 1,4-dioxane”, *Journal of Water Supply Research and Technology—AQUA*, 68(5), p. 313–324. doi: 10.2166/aqua.2019.134.
- Talaeipour, M., Nouri, J., Hassani, A. H. e Mahvi, A. H. (2017) “An investigation of desalination by nanofiltration, reverse osmosis and integrated (hybrid NF/RO) membranes employed in brackish water treatment”, *Journal of environmental health science & engineering*, 15(1), p. 18. doi: 10.1186/s40201-017-0279-x.
- Tang, C., Merks, C. W. A. M. e Albrechtsen, H.-J. (2019) “Water softeners add comfort and consume water – comparison of selected centralised and decentralised softening technologies”, *Water Science & Technology: Water Supply*, 19(7), p. 2088–2097. doi: 10.2166/ws.2019.088.



- Tarpani, R. R. Z., Lapolli, F. R., Recio, M. A. L. e Schmid, A. G. (2021) “Comparative life cycle assessment of three alternative techniques for increasing potable water supply in cities in the Global South”, *Journal of cleaner production*, 290(125871), p. 125871. doi: 10.1016/j.jclepro.2021.125871.
- Torii, S., Hashimoto, T., Do, U. T., Furumai, H. e Katayama, H. (2019) “Repeated pressurization as a potential cause of deterioration in virus removal by aged reverse osmosis membrane used in households”, *The Science of the total environment*, 695(133814), p. 133814. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.133814.
- Tran, L. T., Do, A. T., Pham, T. H., Nguyyen, K. T. e Duong, H. C. (2020) “Decentralised, small-scale coagulation-membrane treatment of wastewater from metal recycling villages - a case study from Vietnam”, *Water science and technology: a journal of the International Association on Water Pollution Research*, 82(10), p. 2125–2133. doi: 10.2166/wst.2020.493.
- UN, United Nations (2021). *World Water Development Report 2021: Valuing water*. United Nations Education.
- Van Beynen, P. E. (2018) “Editor’s Message: Impact of politics on USA water quality monitoring, protection and management”. *Hydrogeology Journal*, 26: 1763-1765. doi:10.1007/s10040-018-1791-5.
- Valladares Linares, R., Li, Z., Yangali-Quintanilla, V., Ghaffour, N., Amy, G. Leiknes, T. e Vrouwenvelder, J. S. (2016) “Life cycle cost of a hybrid forward osmosis - low pressure reverse osmosis system for seawater desalination and wastewater recovery”, *Water research*, 88, p. 225–234. doi: 10.1016/j.watres.2015.10.017.
- Wei, X., Binger, Z. M., Achilli, A., Sanders, K. T. e Criança, A. E. (2020) “A modeling framework to evaluate blending of seawater and treated wastewater streams for synergistic desalination and potable reuse”, *Water research*, 170(115282), p. 115282. doi: 10.1016/j.watres.2019.115282.
- Wiecheteck, G. K., Campos, L. C., Carranza, G. A., Acevedo, M. F., Szeliga, M. R., Souza, M. E., Bovaroti, T., Rodrigues, A. C. M., Almeida, J. P. e Kummer, A. C. B. (2019) “Addressing drinking water salinity due to sea water intrusion in Praia de Leste, Parana, by a brackish water desalination pilot plant”, *Desalination and Water Treatment*, 169, p. 9–21. doi: 10.5004/dwt.2019.24659.
- Wordclouds (2022). Gerador de nuvem de palavras. Disponível em www.wordclouds.com. Acessível em setembro de 2022.
- Worou, C. N., Chen, Z.-L. e Bacharou, T. (2021) “Arsenic removal from water by nanofiltration membrane: potentials and limitations”, *Water Practice & Technology*, 16(2), p. 291–319. doi: 10.2166/wpt.2021.018.
- Xu, X., Lin, L., Papelise, C. e Xu, P. (2018) “Sorption of arsenic from desalination concentrate onto drinking water treatment solids: Operating conditions and kinetics”, *Water*, 10(2), p. 96. doi: 10.3390/w10020096.
- Yin, H., Qiu, P., Qian, Y., Kong, K., Zheng, X., Tang, Z. e Guo, H. (2019) “Textile wastewater treatment for water reuse: A case study”, *Processes (Basel, Switzerland)*, 7(1), p. 34. doi: 10.3390/pr7010034.



- Zeng, C., Tanaka, S., Suzuki, Y., Yukiaka, s. e Fujii, S. (2017) “Rejection of trace level perfluorohexanoic acid (PFHxA) in pure water by loose nanofiltration membrane”, *Journal of water and environment technology*, 15(3), p. 120–127. doi: 10.2965/jwet.16-072.
- Zhai, Y., Liu, G. e van der Meer, W. G. J. (2022) “One-step reverse osmosis based on riverbank filtration for future drinking water purification”, *Engineering (Beijing, China)*, 9, p. 27–34. doi: 10.1016/j.eng.2021.02.015.
- Zhang, J., Duque, M. C., Northcott, K., Packer, M., Allinson, M., Allinson, G., Kadokami, K., Tan, J., Allard, S., Croué, J. Cavaleiro, A., Escalas, P. J. e Gray, S. R. (2017) “Small scale direct potable reuse (DPR) project for a remote area”, *Water*, 9(2), p. 94. doi: 10.3390/w9020094.
- Zhang, Z., Zhang, W., Hu, X., Li, K., Luo, P., Li, X., Xu, W., Li, S. e Duan, C. (2020) “Evaluating the Efficacy of Point-of-Use Water Treatment Systems Using the Water Quality Index in Rural Southwest China”, *Water*, 12(3), p. 867. doi: 10.3390/w12030867.