



<http://revistarebram.com/index.php/revistauniara>

## PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA EM SISTEMAS DE DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA SALOBRA E SALGADA

Augusto César Cavalcanti Gomes\*; Emilly Andrade de Sá\*; Jéssica Laís Bezerra da Silva\*; Michely Correia Diniz\*\*

\* *Discente em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Vale do São Francisco.*

\*\* *Docente Associada do curso de graduação em Ciências Biológicas, Docente da Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrária.*

\*Autor para correspondência e-mail: [augustocesarpe@hotmail.com](mailto:augustocesarpe@hotmail.com)

### PALAVRAS-CHAVE

Eletrodiálise  
Escassez Hídrica  
Mananciais  
Osmose Reversa  
Recursos Hídricos

### KEYWORDS

Electrodialysis  
Water scarcity  
Springs  
Reverse osmosis  
Water resources

**RESUMO:** A dessalinização consiste na remoção de sais da água salobra ou da água do mar. Dentre os vários métodos de dessalinização de água conhecidos, os principais são o térmico e de membranas, onde a osmose reversa é a mais comum, e por eletrodiálise. A dessalinização da água é uma alternativa de aporte hídrico que visa atender as demandas por água potável. O objetivo desse estudo foi realizar uma prospecção tecnológica de patentes relacionadas à dessalinização de água. Foram consultados os seguintes bancos de dados on-line de patentes: Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), *World Intellectual Property Organization* (WIPO) e *European Patent Office* (EPO) usando diversos termos descritores. Com os resultados obtidos foram feitos levantamentos cronológicos de depósito, distribuição das patentes por países e classificação das patentes de acordo com a Classificação Internacional de Patente (CIP). Verificou-se que o banco de dados da WIPO apresentou o maior número de depósitos (208.425), seguido pelo EPO (190.906) e INPI (118). De acordo com a CIP, a maioria das patentes apresentaram estas classificações: 52,91% contemplam a seção C (Química; Metalúrgica), seguida pela seção B (Operações de procedimentos; Transporte) com 39,84%. O maior número de patentes ocorreu em 2019, com 3.026 depósitos, sendo que os Estados Unidos da América e a China detêm o maior número de patentes registradas. Frente ao cenário de crescimento populacional mundial e às mudanças climáticas, a promoção de novas tecnologias que reciclem a água apresenta uma alternativa promissora.

### TECHNOLOGICAL PROSPECTING IN BRACKISH AND SALT WATER DESALINATION SYSTEMS

**ABSTRACT:** Desalination consists of removing salts from brackish water or seawater. Among the various known water desalination methods, the main ones are thermal and membrane, where reverse osmosis is the most common, and by electro dialysis. Water desalination is an alternative to the water supply that intends to meet the demands for drinking water. The aim of this study was to carry out a technological prospecting for patents related to water desalination. The following online patent databases were consulted: National Institute of Industrial Property (INPI), World Intellectual Property Organization (WIPO) and European Patent Office (EPO) using various descriptor terms. With the results obtained, surveys were made chronological period of filing, distribution of patents by countries and classification of patents according to the International Patent Classification (IPC). It was found that the WIPO database had the largest number of filed patents (208,425), followed by EPO (190,906) and INPI (118). According to IPC, most patents had these classifications: 52.91% include section C (Chemistry; Metallurgy), followed by section B (Performing operations; Transporting) with 39.84%. The largest number of patents occurred in 2019, with 3,026 filings, with the United States of America and China holding the largest number of registered patents. Faced with the scenario of world population growth and climate change, the promotion of new technologies that recycle water presents a promising alternative.

Recebido em: 12/05/2022

Aprovação final em: 18/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2022.v25i3.1235>

## INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos apresentam-se limitados em várias regiões e estima-se que cerca de 66% da população global vive sob severa escassez de água pelo menos 1 mês por ano (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2016). Assim, a escassez hídrica compromete o abastecimento humano, visto que a água é essencial para os seres vivos e atua como componente de produção de vários bens de consumo (KUMAR *et al.*, 2017). Observa-se que a demanda de água é crescente frente ao grande crescimento populacional, gerando pressão nos recursos hídricos e fazendo com que as taxas de extração em ecossistemas naturais sejam maiores do que suas taxas de reposição. Sendo assim, para poder minimizar os impactos do desabastecimento hídrico, muitas regiões do mundo reciclam, importam ou dessalinizam a água (DARRE; TOOR, 2018).

O conteúdo de água no planeta apresenta uma distribuição irregular, principalmente, devido aos fatores climáticos. No Brasil, a região do semiárido nordestino, por exemplo, apresenta variabilidade espaço-temporal no regime de chuvas e a maior parte dos rios da região são temporários (CIRILO; MONTENEGRO; CAMPOS, 2017; SOARES *et al.*, 2021). Em contraste, a região Norte apresenta a maior precipitação anual acumulada do país (MARINHO *et al.*, 2020), possibilitando um contingente maior de reserva hídrica, embora seja a região menos povoada do Brasil.

Acrescente-se, ainda, que o semiárido nordestino apresenta eventos de estiagem severa ao longo dos anos (SILVA *et al.*, 2020), provocando a redução dos reservatórios de água naturais. O volume reduzido dos recursos hídricos em tempos de estiagem compromete a qualidade da água disponível e acarreta no aumento da concentração de nutrientes (COSTA; ATTAYDE; BECKER, 2016), que tem como consequência o aumento na concentração de sais dissolvidos na água. Como a região Nordeste apresenta elevadas taxas de evapotranspiração, a água disponível é conseqüentemente salobra (CAVALCANTE JÚNIOR *et al.*, 2019). Diante disso, há uma necessidade de implantação de tecnologias de dessalinização para restabelecimento dos padrões de potabilidade da água.

Mais de 150 países já utilizam a dessalinização como forma de atender suas demandas hídricas. Assim, são contabilizadas mais de 18.426 plantas de dessalinização em operação. Essa tecnologia consiste na remoção de sais da água salobra – sais numa concentração menor que 10.000 mg·L<sup>-1</sup> – e da água do mar – concentração entre 30.000 a 50.000 mg·L<sup>-1</sup> (INTERNATIONAL BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT, 2019). Israel, um dos pioneiros nas operações de dessalinização, é uma das nações altamente dependente dessa tecnologia, que representa cerca de 80% do uso total de água usada no âmbito urbano e industrial e conta com uma capacidade de produção de água dessalinizada do mar de 580.000.000 m<sup>3</sup>/ano e um adicional de 80.000.000 m<sup>3</sup>/ano de água salobra (SHTULL-TRAURING *et al.*, 2020).

No Brasil, o destaque vai para o estado do Ceará que está construindo no município de Caucaia a maior usina de dessalinização de água marinha do país para reforçar o sistema de abastecimento hídrico. Com esse complexo, haverá um aporte hídrico de 12% a mais na oferta de água na região, o que também beneficiará o abastecimento para 720.000 pessoas. Apesar do projeto pioneiro, a usina não é a primeira a operar no país. O arquipélago de Fernando de Noronha conta com um pequeno sistema de dessalinização para abastecimento hídrico e produz cerca de 720 m<sup>3</sup> de água por dia, atendendo 40% da demanda hídrica do arquipélago (ANDRADE, 2019).

Existem vários tipos de sistemas de dessalinização, os dois principais métodos são o térmico e através de membranas, que podem ser combinados como um sistema híbrido. O processo térmico consiste na vaporização da água e condensação do vapor resultante. O processo de membranas é realizado através da osmose, sendo a osmose reversa a mais comumente usada (INTERNATIONAL BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT, 2019). O uso de membranas de osmose reversa é uma alternativa tanto para o tratamento de efluentes quanto para a dessalinização devido à alta seletividade por contaminantes orgânicos e inorgânicos (SUWAILEH; JOHNSON; HILAL, 2020).

Entretanto, essa tecnologia demanda altos custos de operação e manutenção. Além disso, é importante destacar também que as plantas de dessalinização da água apresentam alta demanda de energia para seu funcionamento. De acordo com Vasques (2002), apesar do custo da água dessalinizada ser maior do que o tratamento da água doce, a diferença de custos está diminuindo, pois a poluição dos recursos hídricos está cada vez mais frequente e, somado a isso, a transposição de água à longas distâncias encarece bastante os custos de captação, uma vez que os mananciais estão localizados distantes dos centros urbanos. Sendo assim, novos projetos de dessalinização que otimizem o rendimento do sistema são necessários para aumentar a eficiência.

O uso de membranas de osmose reversa de baixa pressão, por exemplo, tem mostrado um potencial e uma alternativa para reduzir os custos do processo e as demandas de energia para seu funcionamento, minimizando o espectro de desvantagens (CHU *et al.*, 2021). Outra técnica para remoção de sais na água é através da eletrodialise, que consiste no processo de separação eletroquímica em que íons são transferidos através de uma membrana de troca iônica por meio de uma corrente elétrica contínua, sendo que o processo é dirigido por um gradiente de potencial elétrico. Na dissociação eletrolítica de sais, íons e cátodos são movidos em direção aos respectivos eletrodos com base em sua polaridade (VALERO; BARCELÓ; ARBÓS, 2018). Esse processo apresenta alguns benefícios, quando comparado aos demais métodos, pois não necessita de utilização da pressão osmótica, por outro lado, a incrustação da membrana é uma das desvantagens que declina o fluxo e diminui o rendimento (AKHTER; HABIB; QAMAR, 2018).

Este trabalho objetivou a realização de uma prospecção tecnológica de depósitos de patentes relacionadas à dessalinização de água, através de técnicas de eletrodialise e osmose reversa.

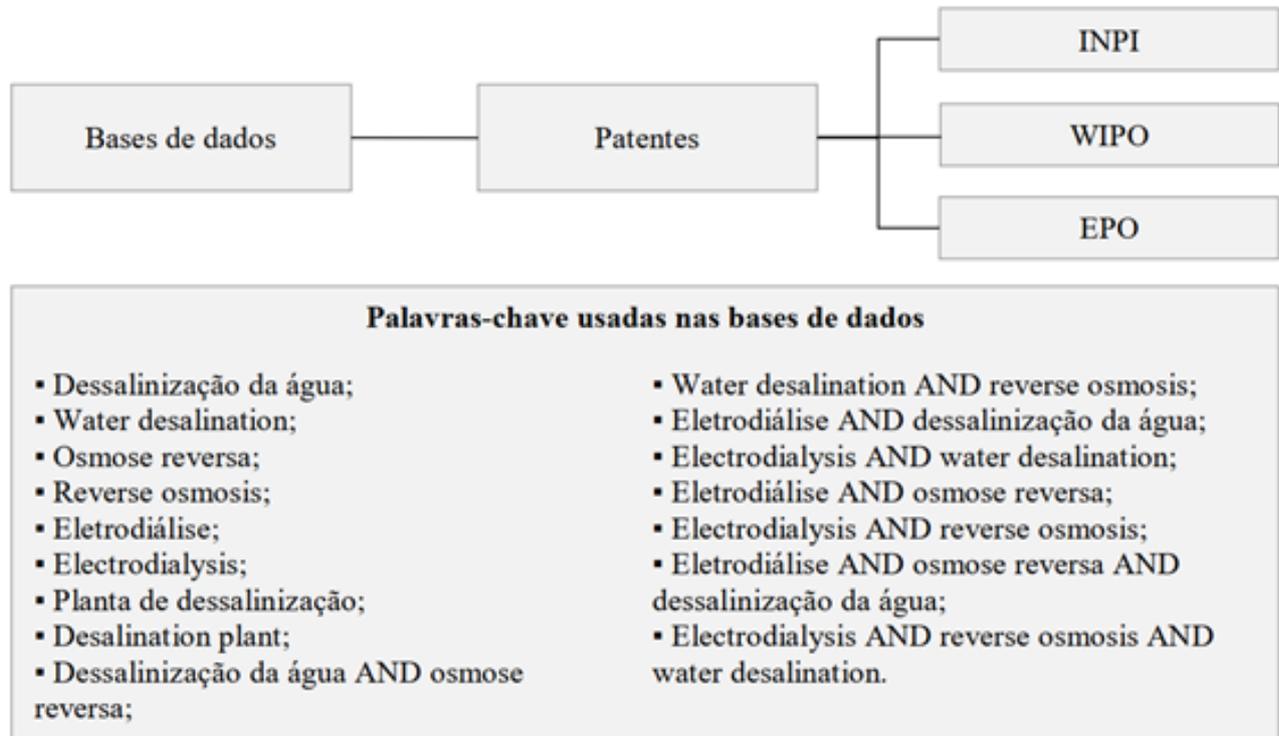
## **METODOLOGIA**

A prospecção sobre a temática de sistemas de dessalinização da água foi realizada no mês de outubro de 2020. Foram utilizados os seguintes bancos de dados on-line para levantamento dos dados cienciométricos: Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), World Intellectual Property Organization (WIPO) e European Patent Office (EPO). Nestes, foram definidos vários filtros de pesquisa. No levantamento realizado no site do INPI foram usados os filtros “contenha todas as palavras” e “no título” através de uma busca simples. Na WIPO foi selecionado no campo dos filtros “full text” usando a busca simples. Enquanto que no EPO foi utilizado a opção busca avançada e nesta, o filtro “all text fields or names” foi selecionado.

Anteriormente, foi utilizada a ferramenta WIPO Pearl para se obter o mapa de conceitos com as palavras relacionadas ao tema. Com a obtenção do diagrama sugestivo de conceitos ligados à dessalinização da água, palavras-chave foram selecionadas e usadas nas buscas nos bancos de dados supracitados. A Figura 1 apresenta um esquema que resume a metodologia para as buscas nos bancos de dados das patentes e todos os termos descritores usados no levantamento.

Como mostrado na Figura 1, os dados também foram obtidos usando o operador lógico “AND” com a finalidade de restringir as pesquisas com as combinações das palavras-chave. Com o levantamento nos 3 bancos de dados usados, estes tiveram os resultados somados para obtenção dos resultados acumulados. Posteriormente, os pedidos de patentes foram classificados de acordo com a Classificação Internacional de Patente (CIP) e levantamentos foram realizados quanto à distribuição das patentes nos países e aos anos de depósitos das patentes.

**Figura 1** - Fluxograma explanando as etapas metodológicas para o levantamento cientométrico de patentes depositadas e as palavras-chave utilizadas nas bases de dados pesquisadas.



**Fonte:** Elaborada pelos autores (2020).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O vertiginoso aumento populacional mostra um desafio para atender aos usos múltiplos da água em consequência da escassez, da demanda e da poluição da água (BORETTI; ROSA, 2019). Tais fatores podem afetar vários setores econômicos e sociais. No mundo, a demanda por água em condições de uso humano está aumentando; por outro lado, a disponibilidade desse recurso em boas condições está diminuindo, provocando uma demanda excedente que não comporta a disponibilidade (BORETTI; ROSA, 2019). Embora a dessalinização de água salobra e salgada seja uma alternativa para mitigar os efeitos adversos da carência hídrica, a eficiência é baixa e gera vários subprodutos que, se não forem bem geridos, provocarão vários impactos aos biosistemas.

Existem vários remanescentes que são produzidos durante a dessalinização. A salmoura, resíduo com alta carga de sais, é o principal componente gerado e constitui quase a metade do volume de água dessalinizada (JONES *et al.*, 2019). Os equipamentos utilizados nas usinas de dessalinização sofrem corrosão devido ao fluxo da água, à natureza corrosiva dos sais e à temperatura elevada (SCHORR *et al.*, 2019). Para minimizar os efeitos da corrosão nos equipamentos, são usados compostos químicos, tais como a hidrazina, íons de hipoclorito e o sulfito de sódio (DARWISH; HASSABOU; SHOMAR, 2013).

Estes componentes são repelidos nos resíduos da dessalinização e, quando descartados sem critério ou tratamento prévio, adentram nos ecossistemas aquáticos ocasionando desequilíbrios ecológicos, principalmente, devido ao fato desses subprodutos atuarem como sequestradores de oxigênio (IHSANULLAH *et al.*, 2021). Além disso, como os equipamentos são constituídos por ligas metálicas, os produtos da corrosão podem adentrar nos subprodutos da dessalinização e podem provocar impactos agudos e crônicos devido à contaminação por metais pesados.

Em relação ao gerenciamento dos resíduos, comumente, o efluente de salmoura é diluído e descartado na costa marítima (KRESS; GERTNER; SHOHAM-FRIDER, 2020; PETERSEN *et al.*, 2019). No entanto, já se tem conhecimento de uma tecnologia conhecida como sistema de descarga líquida mínima, usada em algumas usinas. Essa técnica utiliza várias membranas perfazendo um sistema híbrido em muitos estágios, aumentando o rendimento da água dessalinizada e recuperando a salmoura para processamento e descarte em aterro sanitário ou reutilização como um produto de valor agregado (PANAGOPOULOS, 2021; TONG; ELIMELECH, 2016). Contudo, o descarte do resíduo líquido diretamente na costa marítima ainda é muito difundido.

O consumo de água salobra ou com elevada quantidade de sais tem várias implicações na saúde humana. O aumento dos casos de hipertensão tem associação direta com o consumo de água salinizada, que, por sua vez, pode acarretar em problemas cardiovasculares (CHAKRABORTY *et al.*, 2019). Mulheres, em especial as gestantes, estão propensas à eclampsia, assim como a mortalidade infantil está ligada ao consumo da água em padrões inadequados de sais (RAHAMAN; RAHMAN; NAZIMUZZAMAN, 2020). Vários processos fisiológicos são afetados, comprometendo sua homeostase e acarretando em doenças de pele, diarreia e doenças gástricas (SHAMMI *et al.*, 2019). Além dessas doenças, os serviços de saúde podem ser sobrecarregados, visto que a ingestão dessa água imprópria para consumo pode acarretar na exacerbada demanda por procedimentos de hemodiálise (MEHLENBACHER *et al.*, 2020). Dessa forma, a aquisição de tecnologias que minorem os teores de sais na água de consumo humano tem impacto direto nas medidas de saúde, evitando a elevada demanda no sistema de saúde pública, principalmente.

Diante desse contexto, sabe-se que dois tipos de técnicas são utilizadas para dessalinização da água: a osmose reversa e a eletrodialise. Porém, é importante o aprimoramento dessas técnicas, assim como o desenvolvimento de novas tecnologias que ampliem a eficiência das usinas de dessalinização. Os pedidos de patentes apresentam vários aprimoramentos dos equipamentos de dessalinização. Estes foram avaliados na base de dados e quantificados, de acordo com os termos utilizados na busca. A Tabela 1 apresenta o número de depósitos de patentes registradas utilizando os termos descritores da Figura 1.

**Tabela 1** - Distribuição dos depósitos de patentes nos bancos de dados.

Palavras-chave (Keywords)	INPI	WIPO	EPO
dessalinização da água ( <i>water desalination</i> )	38	43.093	10.789
osmose reversa ( <i>reverse osmosis</i> )	51	97.629	121.382
eletrodialise ( <i>electrodialysis</i> )	22	21.344	32.343
planta de dessalinização ( <i>desalination plant</i> )	2	16.800	5.343
osmose reversa AND dessalinização da água ( <i>reverse osmosis AND water desalination</i> )	5	15.436	5.357
eletrodialise AND dessalinização da água ( <i>electrodialysis AND water desalination</i> )	0	3.778	1.688
eletrodialise AND osmose reversa ( <i>electrodialysis AND reverse osmosis</i> )	0	7.791	12.695
eletrodialise AND osmose reversa AND dessalinização da água ( <i>electrodialysis AND reverse osmosis AND water desalination</i> )	0	2.554	1.309
<b>Total</b>	<b>118</b>	<b>208.425</b>	<b>190.906</b>

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2020).

Muitas patentes foram encontradas ao fazer a busca pelo termo dessalinização da água (*water desalination*), com predominância na WIPO (43.093), seguido do EPO (10.789) e do INPI (38). Para o termo osmose reversa (*reverse osmosis*), no EPO foram encontradas 121.382 patentes, 97.629 na WIPO, e 51 no INPI. Quando se utilizou o termo eletrodialise (*Electrodialysis*) teve predominância nos resultados de busca o EPO com 32.343 processos registrados, seguido pela WIPO com 21.344 e, posteriormente, o INPI com 22.

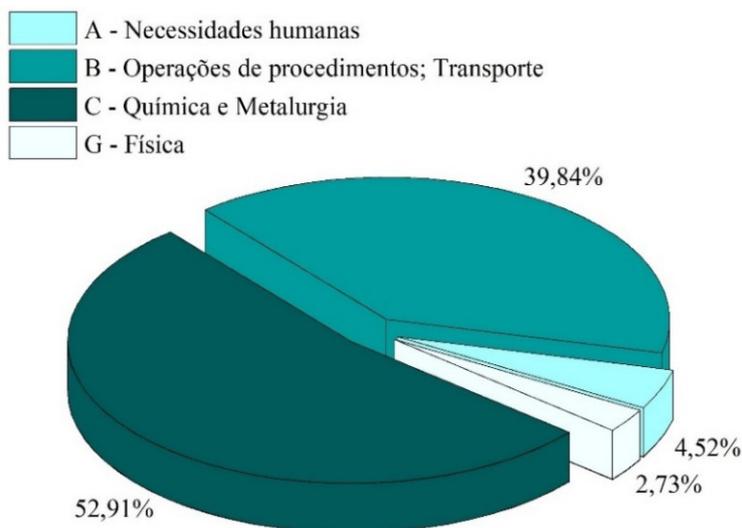
Pesquisando pelo termo planta de dessalinização (*desalination plant*), foram encontradas 16.800 patentes na WIPO, 5.343 no EPO, e apenas 2 no INPI. Quando se combinou o termo osmose reversa (*reverse osmosis*) AND dessalinização da água (*water desalination*), obteve-se 15.436 depósitos de patentes na WIPO; no EPO, 5.357 e no INPI, 5. Ao utilizar as palavras-chave eletrodialise (*electrodialysis*) AND dessalinização da água (*water desalination*) na WIPO obteve 3.778; no EPO, 1.688 e no INPI não foi encontrada nenhuma patente depositada.

Quando foram combinados os termos eletrodialise (*electrodialysis*) AND osmose reversa (*reverse osmosis*), obteve-se 12.695 depósitos de patentes no EPO, 7.791 na WIPO e no INPI não foi encontrado processo e/ou depósito de patente. Para os termos combinados eletrodialise (*electrodialysis*) AND osmose reversa (*reverse osmosis*) AND dessalinização da água (*water desalination*) houve uma diminuição no número total de patentes pedidas, e a WIPO obteve 2.554 patentes, no EPO havia 1.309 e no INPI não foi encontrado nenhum documento.

O resultado total, quando foram somados os valores dos processos de patentes de cada palavra-chave utilizada na busca, mostrou que o banco de dados WIPO apresentou o maior número de depósitos com 208.425, seguido do EPO com 190.906 e INPI com 118. Entretanto, é importante destacar que a busca quantificou temas que não estão associados à dessalinização da água. Por exemplo, em eletrodialise (*Electrodialysis*) foram encontrados depósitos que usam essa técnica para isolamento seletivo de enzimas e para osmose reversa (*reverse osmosis*) foram encontrados resultados associados à dispositivos de extração de seiva vegetal em espécies arbóreas. Dessa forma, é evidenciada a importância do refinamento nas buscas. Assim, o quantitativo acumulado pode apresentar uma superestimação dos resultados devido à registros de patentes que podem estar associados a mais de uma palavra-chave pesquisada, ao pedido de patente está registrado em mais de um banco de dados e à registros que não são correspondente ao tema.

Conforme mostra a CIP, observa-se que os dados analisados contemplam as seções C (Química e Metalúrgica), apresentando 52,91% (22.835 patentes) dos resultados; seguida pela B (Operações de procedimentos e Transporte) com 39,84% (17.195 patentes); seguidas, ainda, pela seção A (Necessidades humanas), apresentando 4,52% (1.951 patentes); e, por último, a seção G (Física) com 2,73% (1.178 patentes), como demonstrado na Figura 2.

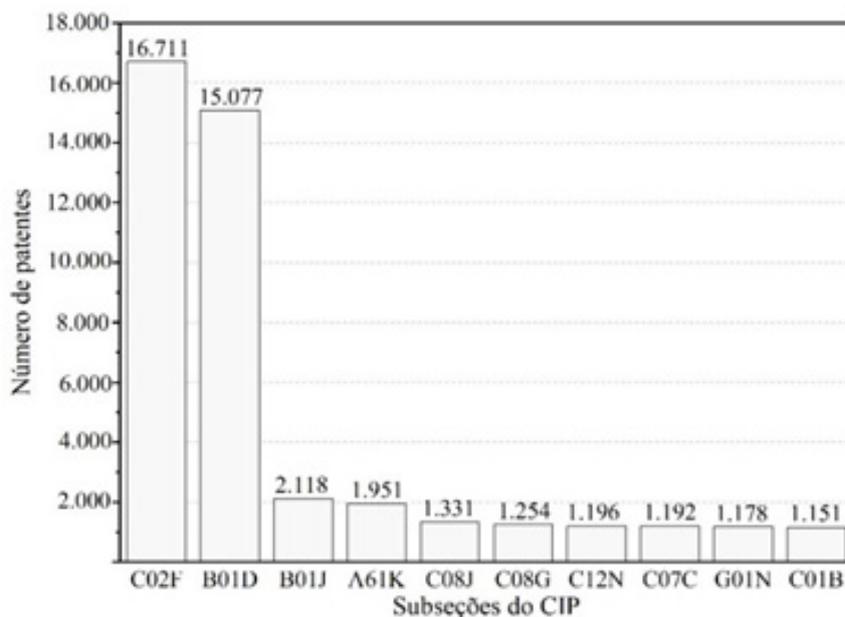
**Figura 2** - Seção de patentes de acordo com a Classificação Internacional de Patente (CIP).



**Fonte:** Elaborada pelos autores (2020).

A seção C apresenta uma subdivisão C02F, que se diz respeito ao tratamento de água, resíduos, esgoto ou lodo, que, por sua vez, apresentou o maior número de patentes, 16.711. A subdivisão B01D, que se refere à separação de diferentes materiais sólidos, apresentou 15.077 patentes, como pode ser observado na Figura 3.

**Figura 3** - Classificação Internacional de Patente de acordo com as subseções.

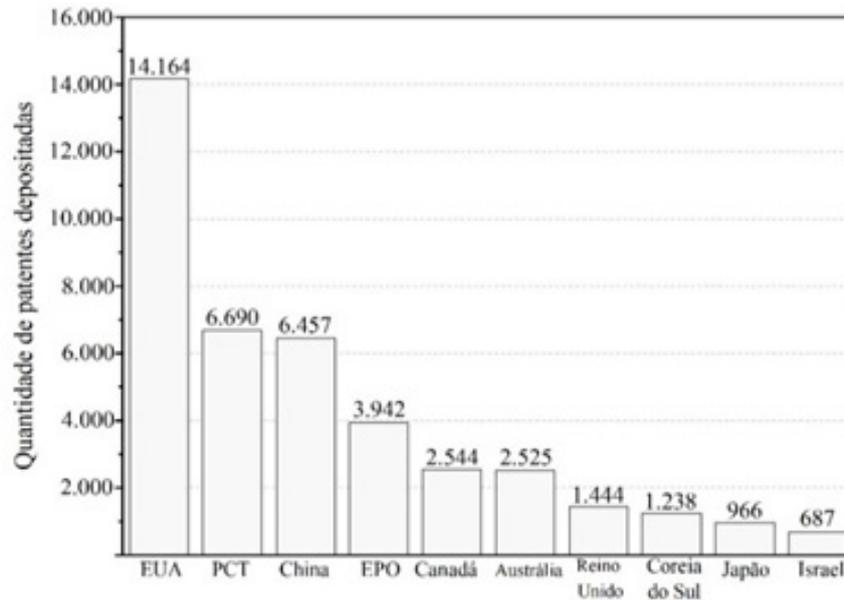


**Fonte:** Elaborada pelos autores (2020).

No banco de dados da WIPO, é possível visualizar a distribuição de patentes por países. Os Estados Unidos da América (EUA) possuem o maior número de depósitos de patentes, 14.164, relacionados à dessalinização da água.

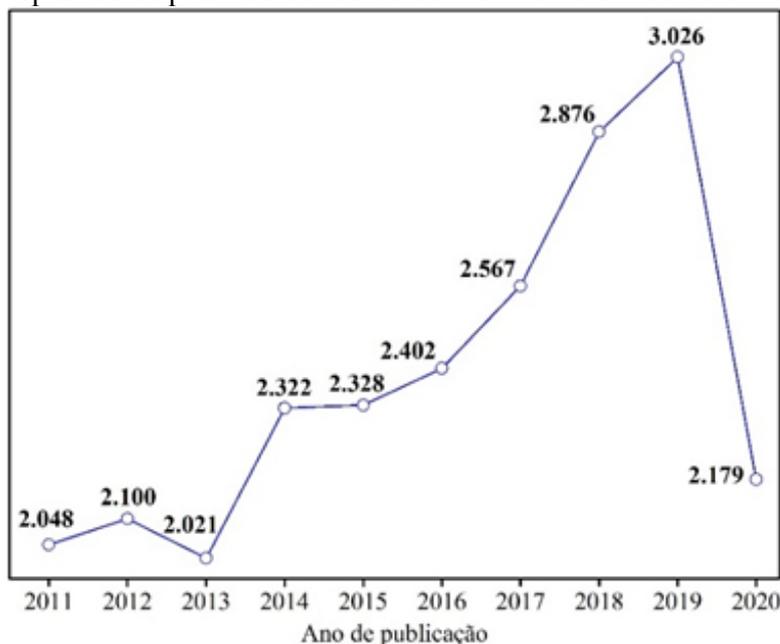
Na segunda posição, encontra-se o *Patent Cooperation Treaty* (PCT) com 6.690 patentes depositadas. O PCT é um tratado internacional onde uma invenção pode ser protegida em até 153 países através de somente um pedido de patente (WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION, 2019). Em terceiro, a China apresentando 6.457 patentes. O EPO apresentou um quantitativo de 3.942, como mostrado na Figura 4.

**Figura 4** - Distribuição dos depósitos de patentes por países segundo a WIPO.



**Fonte:** Elaborada pelos autores (2020).

Quanto ao ano de publicação de patentes em relação à dessalinização da água, na WIPO, foi analisado o intervalo de 2011 a 2020. O maior número ocorreu em 2019 com 3.026 patentes. Já em 2020, até a data deste estudo, o banco de dados recebeu o depósito de 2.179 patentes, como apresentado na Figura 5. Diante deste contexto, foram pesquisadas também as patentes pioneiras nesta temática, observou-se que a primeira patente no banco de dados da WIPO foi depositada no ano de 1931 e nunca chegou a ser concedida. No que concerne ao banco de dados nacional do INPI, a primeira patente foi depositada em 1975 e concedida no ano de 1982.

**Figura 5** - Depósitos de patentes de acordo com o ano no banco de dados da WIPO.

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2020).

A Tabela 2 apresenta alguns exemplos de patentes nacionais e internacionais, assim como são apresentados os respectivos depositantes e a situação da referida patente em relação à sua concessão. Durante a pesquisa, nas patentes concedidas foram averiguadas que o processo, algumas vezes, delonga muito tempo fazendo com que haja um grande período entre a data de depósito e a data de concessão.

**Tabela 2** - Situações dos pedidos de patentes nos bancos do INPI e da WIPO.

Número de patente	Depositante	Situação	Data de publicação
PI 0417121-7	Water Standard Company, LLC (US)	Concedida	06/03/2007
PI 0704141-1	SEAHORSE Wave Energy	Depositada	23/06/2009
BR 10 2017 009381-6	Paulo Roberto Frade Júnior	Depositada	21/11/2018
CN101987752	Beijing Yixing Bafang Technology Research Institute	Depositada	23/03/2011
CN104667749	ZHANG YINGHUA	Concedida	03/06/2015
CN111141871	Institute of Seawater Desalination and Multipurpose Utilization, MNR (Tianjin)	Depositada	12/05/2020

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2020).

A patente PI 0417121-7, intitulada “Sistema para a dessalinização da água do mar, método de dessalinização da água do mar a bordo de uma embarcação posicionada na superfície de um corpo de água do mar”, foi publicada no dia 06 de março de 2007 e concedida no dia 18 de fevereiro de 2014. Trata-se de vários sistemas, métodos e aparelhos que visam o abastecimento de água filtrada a partir da dessalinização de água do mar, água salobra e/ou água poluída. Utiliza um sistema de osmose reversa que compreende uma bomba de alta pressão e uma membrana de osmose reversa, conectadas com demais sistemas como o sistema de admissão de água, sistema de descarga de concentrado e o sistema de transferência de permeado.

Enquanto que a patente de número PI 0704141-1, intitulada “Sistema de dessalinização de água movido por energia das ondas do mar”, trata-se de um sistema, que através de um conversor, transforma energia contida nas ondas do mar em energia mecânica. A energia mecânica aciona as bombas de alta e baixa pressão que são utilizadas no processo de dessalinização por osmose reversa. A invenção apresenta 3 configurações diferentes de instalação: uma cuja base é fixada em terra na beira mar; a outra cujo conversor é flutuante e a unidade de dessalinização fica sob uma plataforma fixa no mar; a última versão se trata de toda unidade de dessalinização flutuante no mar e interligados entre si.

A patente BR 10 2017 009381-6, intitulada “Sistema para dessalinização e tratamento da água do mar ou salobra, geração de energia para sinal de internet elétrica ilimitada e recuperação de resíduo ou lixo”, apresenta dupla função, pois a invenção propõe uma alternativa para atender a demanda crescente por água potável e energia elétrica. Utiliza os princípios da osmose reversa e é movido por sistemas de energia eólica e solar. Além disso, o sistema usa uma tecnologia de *Broadband over Power Lines* (BPL), que consiste em uma internet sob rede elétrica transmitindo dados e voz em banda larga pela rede de energia elétrica.

É importante frisar também que para o banco de dados do INPI, cada depósito de patente apresentado na Tabela 1 foi analisado quanto à situação, ou seja, se já foram concedidas. No total de 118 patentes encontradas. Para a palavra-chave “dessalinização da água”, 11 patentes foram concedidas no total de 38 depósitos atribuídos a esse termo. Enquanto que para “osmose reversa” houve concessão de 8 patentes no total de 51 depósitos. Em relação ao uso do operador lógico AND para ambas as palavras supracitadas, foram encontradas 4 patentes concedidas de um total de 5. Das 22 patentes com o uso do termo “eletrodialise” apenas 6 foram concedidas. As demais palavras-chave não apresentaram concessões.

A patente de número CN101987752, intitulada “*Method for realizing industrial large-scale sea water desalination without energy consumption by using reverse osmosis wells and application thereof*”, foi publicada em 23 de março de 2011. A invenção traz um método de dessalinização industrial em grande escala de água do mar através da utilização de poços de osmose reversa, que, não necessitam do uso de energia no processo, uma vez que há produção da água doce por meio da ação da pressão natural da água do mar nos poços. O processo de dessalinização compreende a utilização de canais de água do mar/oceano, poços de osmose reversa, dutos de extração e dutos/canais de água doce, e conta com o cálculo da relação entre o fluxo de água do mar correspondente e a razão de pressão diferencial com base na quantidade de água doce utilizada.

A patente CN104667749, intitulada “*Energy recoverer and method for increasing water yield of reverse osmosis sea water desalination device*”, foi publicada em 03 de junho de 2015 e concedida em 03 de maio de 2017. A invenção é promissora por aumentar o rendimento de um dispositivo que realiza dessalinização de água através da osmose reversa (de baixa pressão e de alta pressão), visto que para cada três toneladas de água do mar, minimamente, são produzidas duas toneladas de água doce com um dispositivo de dessalinização e, ademais, são processos que demandam muito consumo de eletricidade para operacionalização. São também utilizados um vibrador mecânico e ar comprimido para agitar a água do mar nas membranas de osmose reversa. Através do vibrador, energia é gerada e recuperada por meio do auxílio de recipientes, dos pistões e das válvulas de entrada e saída de água, sendo assim reciclada

para continuidade do processo de dessalinização.

A patente CN111141871, intitulada “*System and method for evaluating dynamic performance of reverse osmosis seawater desalination scale inhibitor*”, foi publicada em 12 de maio de 2020. Utiliza o processo de dessalinização por osmose reversa, na qual uma grande quantidade de íons e partículas em suspensão (como carbonato de cálcio, sulfato de cálcio, sulfato de bário e sólidos suspensos) é depositada na superfície da membrana. Entretanto, esta incrustação pode trazer danos aos elementos da membrana e, conseqüentemente, levar a uma redução da quantidade de água dessalinizada. Nesse contexto, a patente traz um método que avalia o desempenho inibidor de escala de dessalinização da água por osmose reversa de forma simples, rápida e eficaz, visando a resolução de problemas técnicos existentes nas tecnologias de dessalinização.

## CONCLUSÃO

Os mananciais são bastante explorados para atender aos diversos usos múltiplos da água de vários setores econômicos e as necessidades sociais. No entanto, o consumo exacerbado vem diminuindo a disponibilidade de água, assim como a depreciação da qualidade da água é um agravante que deixa o recurso ainda mais restrito para uso. Embora a dessalinização seja uma alternativa, é uma via que tem um grande espectro de desvantagens. A geração de subprodutos nocivos ao meio ambiente e a falta de gerenciamento desses resíduos provocam impactos agudos e/ou crônicos aos recursos hídricos e a toda biodiversidade que estanca nos ecossistemas aquáticos. Sendo assim, a melhor alternativa ainda é preservar os corpos hídricos de água doce e a utilização dos sistemas de dessalinização ser o último trâmite para mitigar os efeitos da carência hídrica, visto que a dessalinização apresenta baixa eficiência, podendo comprometer a saúde humana.

O banco de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) apresentou o menor número de patentes em contraste com os internacionais *World Intellectual Property Organization* (WIPO), que conta com o maior número de depósitos, e *European Patent Office* (EPO). Constatou-se também que o uso de dessalinização da água através de técnicas de osmose reversa é a mais explorada no âmbito das patentes comparada à técnica de eletrodialise.

No que se refere à Classificação Internacional de Patentes, uma parcela considerável das patentes depositadas estão classificadas nas seguintes seções de Química e Metalúrgica e de Operações de procedimentos e Transporte. Ainda nesse contexto, um número expressivo de patentes estão contidos nas subseções inerentes ao tratamento de efluentes, esgoto, lodo e na subseção aplicada à separação de sólidos. Nos últimos anos, constatou-se que o número de patentes depositadas está crescente, sendo países como Estados Unidos da América e China os detentores do maior número de patentes.

O crescimento populacional mundial e o cenário das mudanças climáticas cada vez mais fazem com que a demanda de suprimento de água potável aumente substancialmente. Diante da escassez crônica de água e/ou secas prolongadas, além da carência já existente em locais onde há péssima qualidade da água potável, é urgente o desenvolvimento de novas tecnologias que reciclam a água e conseguem atender a demanda por recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS

AKHTER, M.; HABIB, G.; QAMAR, S. U. Application of electro dialysis in waste water treatment and impact of fouling on process performance. **Journal of Membrane Science and Technology**, v. 8, n. 2, 1000182, 2018.

ANDRADE, R. O. Para tirar o sal da água. **Pesquisa FAPESP**, v. 20, n. 279, p. 64-68, 2019. Disponível em:

<https://revistapesquisa.fapesp.br/folheie-a-ed-279/>. Acesso em: 6 dez. 2020.

BORETTI, A.; ROSA, L. Reassessing the projections of the world water development report. **npj Clean Water**, v. 2, 15, 2019.

CAVALCANTE JÚNIOR, R. G.; FREITAS, M. A. V.; SILVA, N. F. da; AZEVEDO FILHO, F. R. de. Sustainable groundwater exploitation aiming at the reduction of water vulnerability in the Brazilian Semi-Arid Region. **Energies**, v. 12, n. 5, 904, 2019.

CHAKRABORTY, R.; KHAN, K. M.; DIBABA, D. T.; KHAN, M. A.; AHMED, A.; ISLAM, M. Z. Health implications of drinking water salinity in coastal areas of Bangladesh. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 19, 3746, 2019.

CHU, K. H.; OH, B. G.; KOOK, S.; KO, J.; LIM, J.; KIM, H. K.; CHAE, K.; HWANG, M. Operational strategies for brackish water desalination plants in island regions of South Korea. **Journal of Cleaner Production**, v. 278, 123540, 2021.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CAMPOS, J. N. B. The issue of water in the Brazilian Semi-Arid Region. In: BICUDO C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. **Waters of Brazil: strategic analysis**. 1. ed. Cham: Springer, 2017. p. 59-71.

COSTA, M. R. A. da; ATTAYDE, J. L.; BECKER, V. Effects of water level reduction on the dynamics of phytoplankton functional groups in tropical semi-arid shallow lakes. **Hydrobiologia**, v. 778, n. 1, p. 75-89, 2016.

DARRE, N. C.; TOOR, G. S. Desalination of water: a review. **Current Pollution Reports**, v. 4, n. 3, p. 104-111, 2018.

DARWISH, M.; HASSABOU, A. H.; SHOMAR, B. Using Seawater Reverse Osmosis (SWRO) desalting system for less environmental impacts in Qatar. **Desalination**, v. 309, p. 113-124, 2013.

IHSANULLAH, I.; ATIEH, M. A.; SAJID, M.; NAZAL, M. K. Desalination and environment: a critical analysis of impacts, mitigation strategies, and greener desalination technologies. **Science of the Total Environment**, v. 780, 146585, 2021.

INTERNATIONAL BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT. **The role of desalination in an increasingly water-scarce world**. Washington: World Bank Group, 2019. 97 p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10986/31416>. Acesso em: 6 dez. 2020.

JONES, E.; QADIR, M.; VAN VLIET, M. T. H.; SMAKHTIN, V.; KANG, S. The state of desalination and brine production: a global outlook. **Science of the Total Environment**, v. 657, p. 1343-1356, 2019.

KRESS, N.; GERTNER, Y.; SHOHAM-FRIDER, E. Seawater quality at the brine discharge site from two mega size seawater reverse osmosis desalination plants in Israel (Eastern Mediterranean). **Water Research**, v. 171, 115402, 2020.

- KUMAR, R.; AHMED, M.; BHADRACHARI, G.; THOMAS, J. P. Desalination for agriculture: water quality and plant chemistry, technologies and challenges. **Water Supply**, v. 18, n. 5, p. 1505-1517, 2017.
- MARINHO, K. F. S.; ANDRADE, L. M. B.; SPYRIDES, M. H. C.; SANTOS e SILVA, C. M.; OLIVEIRA, C. P. de; BEZERRA, B. G.; MUTTI, P. R. Climate profiles in brazilian microregions. **Atmosphere**, v. 11, n. 11, 1217, 2020.
- MEHLENBACHER, G.; GARBACH, D.; EGGLESTON, W.; GORODETSKY, R.; NACCA, N. Death from salt and baking soda ingestion. **Toxicology Communications**, v. 4, n. 1, p. 15-17, 2020.
- MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. Four billion people facing severe water scarcity. **Science Advances**, v. 2, n. 2, e150032, 2016.
- PANAGOPOULOS, A. Techno-economic assessment of minimal liquid discharge (MLD) treatment systems for saline wastewater (brine) management and treatment. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 146, p. 656-669, 2021.
- PETERSEN, K. L.; HECK, N.; REGUERO, B. G.; POTTS, D.; HOVAGIMIAN, A.; PAYTAN, A. Biological and physical effects of brine discharge from the Carlsbad Desalination Plant and implications for future desalination plant constructions. **Water**, v. 11, n. 2, 208, 2019.
- RAHAMAN M. A.; RAHMAN M. M.; NAZIMUZZAMAN M. Impact of salinity on infectious disease outbreaks: experiences from the global coastal region. In: LEAL FILHO, W.; WALL, T.; AZUL, A. M.; BRANDLI, L.; ÖZUYAR, P. G. **Good Health and Well-Being: Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals**. 1. ed. Cham: Springer, 2020. cap. 39.
- SCHORR, M.; VALDEZ, B.; ELIEZER, A.; SALINAS, R.; LORA, C. Managing corrosion in desalination plants. **Corrosion Reviews**, v. 37, n. 2, p. 103-113, 2019.
- SHAMMI, M.; RAHMAN, M. M.; BONDAD, S. E.; BODRUD-DOZA, M. Impacts of salinity intrusion in community health: a review of experiences on drinking water sodium from coastal areas of Bangladesh. **Healthcare**, v. 7, n. 1, 50, 2019.
- SHTULL-TRAURING, E.; COHEN, A.; BEN-HUR, M.; TANNY, J.; BERNSTEIN, N. Reducing salinity of treated waste water with large scale desalination. **Water Research**, v. 186, 116322, 2020.
- SILVA, J. L. B. da; MOURA, G. B. A.; SILVA, M. V. da; LOPES, P. M. O.; GUEDES, R. V. S.; FRANÇA e SILVA, E. F. de; ORTIZ, P. F. S.; RODRIGUES, J. A. M. Changes in the water resources, soil use and spatial dynamics of Caatinga vegetation cover over semiarid region of the Brazilian Northeast. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 20, 100372, 2020.
- SOARES, M. O.; CAMPOS, C. C.; CARNEIRO, P. B. M.; BARROSO, H. S.; MARINS, R. V.; TEIXEIRA, C. E. P.; MENEZES, M. O. B.; PINHEIRO, L. S.; VIANA, M. B.; FEITOSA, C. V.; SÁNCHEZ-BOTERO, J. I.; BEZERRA, L. E. A.; ROCHA-BARREIRA, C. A.; MATTHEWS-CASCON, H.; MATOS, F. O.; GORAYEB, A.; CAVALCANTE, M. S.; MORO, M. F.; ROSSI, S.; BELMONTE, G.; MELO, V. M. M.; ROSADO, A. S.; RAMIRES, G.; TAVARES, T. C. L.; GARCIA, T. M. Challenges and perspectives for the Brazilian semi-arid coast under global environmental changes. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 19, n 3, p. 267-278, 2021.
- SUWAILEH, W.; JOHNSON, D.; HILAL, N. Membrane desalination and water reuse for agriculture:

state of the art and future outlook. **Desalination**, v. 491, 114559, 2020.

TONG, T.; ELIMELECH, M. The global rise of zero liquid discharge for wastewater management: drivers, technologies, and future directions. **Environmental Science & Technology**, v. 50, n. 13, p.6846-6855, 2016.

VALERO, F.; BARCELÓ, A.; ARBÓS, R. Electrodialysis technology: theory and applications. In: SCHORR, M. **Desalination: trends and technologies**. Londres: InTechOpen, 2018. p. 3-20.

VASQUES, A. C. **Modelagem Organizacional de um Instituto de Preparação para estiagens no Estado do Ceará, com ênfase na dessalinização de água subterrânea**. 2002. 240 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Patent Cooperation Treaty Yearly Review 2019: the International Patent System**. Geneva: WIPO, 2019. 102 p. Disponível em: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4424>. Acesso em: 6 dez. 2020.