

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**SAMARA D'AVILA**

**MÉTODOS E TÉCNICAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO  
PARA CONSUMO HUMANO: UMA VISÃO PROSPECTIVA**

**MEDIANEIRA  
2022**

**SAMARA D'AVILA**

**MÉTODOS E TÉCNICAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO  
PARA CONSUMO HUMANO: UMA VISÃO PROSPECTIVA**

***METHODS AND TECHNIQUES FOR TREATING SUPPLY WATER FOR HUMAN  
CONSUMPTION: A PROSPECTIVE VIEW***

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador (a): Prof. Dr. Elias Lira dos Santos Junior.

**MEDIANEIRA**

**2022**



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**SAMARA D'AVILA**

**MÉTODOS E TÉCNICAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO  
PARA CONSUMO HUMANO: UMA VISÃO PROSPECTIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Ambiental da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR).

Data de aprovação: 27 de novembro de 2022.

---

Prof. Dr. Elías Lira dos Santos Junior  
Doutor em Engenharia Química  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira

---

Prof. Dr. Eduardo Borges Lied  
Doutor em Engenharia Química  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira

---

Prof. Dr. Evandro Andre Konopatzki  
Doutor em Engenharia Agrícola  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira

**MEDIANEIRA**

**2022**

Dedico este trabalho à minha família, pelos  
momentos de ausência.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus que me concedeu saúde, sabedoria e determinação para realizar este trabalho.

Agradeço aos meus familiares, em especial aos meus pais, por todo apoio, amor, carinho e incentivos aos estudos na busca de aprendizado e de crescimento pessoal e profissional.

Agradeço também ao meu namorado e amigos, por todos os conselhos e estímulos para que eu continuasse firme nessa caminhada.

Aos meus colegas de trabalho, colegas do curso, professores e coordenadores.

Ao meu orientador Prof. Elias Lira dos Santos Junior, por me guiar nessa trajetória, pela paciência e compreensão durante esse período em que trabalhamos juntos.

E por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho.

Eu denomino meu campo de Gestão do Conhecimento, mas você não pode gerenciar conhecimento. Ninguém pode. O que você pode fazer, o que a empresa pode fazer é gerenciar o ambiente que otimize o conhecimento.

(DAVENPORT; PRUSAK, 2012).

## RESUMO

O tratamento de águas de abastecimento humano tem o intuito de tornar a água potável através da correção de algumas características que possam torná-la fora dos padrões estabelecidos para o consumo. Diante da necessidade desse tratamento, surge o desenvolvimento de técnicas aprimoradas e inovadoras para suprir o abastecimento de água diante dos parâmetros necessários. Para definir uma tecnologia de tratamento de água a ser implantada, devem-se analisar os aspectos da água a ser tratada, obedecendo aos critérios de qualidade definidos por normas nacionais e internacionais, além dos custos envolvidos e a confiabilidade no método. Assim, a prospecção científica e tecnológica surge como ferramenta de pesquisa visando comparar informações e analisar as propostas já empregadas, podendo ser utilizável ao estudo de novas tecnologias de tratamento de águas de abastecimento, pretendendo encontrar estratégias e novas alternativas, com a intenção de promover o uso eficiente de água em diversos ambientes. Com base nisso, foi efetuada a prospecção científica do tema, objetivando identificar os títulos relacionados ao tratamento de águas de abastecimento nas bases Scopus (Elsevier) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), após a pesquisa foi apresentada a bibliometria de acordo com o ano, instituições, tipo de documento e regiões geográficas. Foi efetuada também, a prospecção tecnológica no Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI, abordando as tecnologias mais relevantes ao tema, encontradas na prospecção bibliográfica, e através do portfólio tecnológico produzido foi efetuado um ranking dessas tecnologias de acordo com notas concedidas mediante ao conteúdo apresentado sobre as patentes em cada depósito.

**Palavras-chave:** bibliometria; prospecção; tecnologia; portfólio.

## ABSTRACT

The treatment of supply water is intended to make the water drinkable by correcting some characteristics that may make it outside the established standards for consumption. Faced with the need for this treatment, the development of improved and innovative techniques arises to supply the water supply in the face of the necessary parameters. In order to define a water treatment technology to be implemented, aspects of the water to be treated must be analyzed, complying with the quality criteria defined by national and international standards, in addition to the costs involved and the reliability of the method. Thus, scientific and technological prospection emerges as research tools aiming to compare information and analyze the proposals already used, which can be used to study new technologies for the treatment of water supply, intending to find strategies and new alternatives, with the intention of promoting the efficient use of water in different environments. Based on this, a scientific prospection of the theme was carried out, aiming to identify the titles related to the treatment of water supply in the Scopus bases (Elsevier) and in the Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), after the research, the bibliometry was presented according to with the year, institutions, document type and geographic regions. In this way, the technological prospection was also carried out at the National Institute of Industrial Property - INPI, addressing the most relevant technologies to the subject, found in the bibliographic prospection, and through the technological portfolio produced, a ranking of these technologies was made according to grades granted through to the content presented on the patents in each filing.

**Keywords:** bibliometrics; prospection; technology; portfolio.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DESCRITORES APLICADOS NA BUSCA NA BASE BDTD.....	21
FIGURA 2 - DESCRITORES APLICADOS NA BUSCA NA BASE SCOPUS (ELSEVIER) .....	22
FIGURA 3 - PUBLICAÇÕES POR ANO NA BASE BDTD.....	26
FIGURA 4 - PUBLICAÇÕES POR TIPO DE DOCUMENTO NA BASE BDTD. ....	26
FIGURA 5 - PUBLICAÇÕES POR INSTITUIÇÃO NA BASE BDTD.....	27
FIGURA 6 - PUBLICAÇÕES POR LOCALIDADE NA BASE BDTD.....	27
FIGURA 7 - PUBLICAÇÕES POR ANO NA BASE SCOPUS (ELSEVIER). ....	28
FIGURA 8 - PUBLICAÇÕES POR TIPO NA BASE SCOPUS (ELSEVIER). ....	28
FIGURA 9 - PUBLICAÇÕES POR INSTITUIÇÃO NA BASE SCOPUS (ELSEVIER). ....	29
FIGURA 10 - PUBLICAÇÕES POR LOCALIDADE NA BASE SCOPUS (ELSEVIER). ....	29

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO SINTÉTICO DA SELEÇÃO DE BUSCA NAS BASES CIENTÍFICAS. ....	30
QUADRO 2 – PORTFÓLIO TECNOLÓGICO SOBRE COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO .....	39
QUADRO 3 - PORTFÓLIO TECNOLÓGICO SOBRE DESINFECÇÃO DA ÁGUA. ....	41
QUADRO 4 - PORTFÓLIO TECNOLÓGICO SOBRE DESSALINIZAÇÃO. ....	43
QUADRO 5 - PORTFÓLIO TECNOLÓGICO SOBRE ELETROCOAGULAÇÃO. ....	44
QUADRO 6 - PORTFÓLIO TECNOLÓGICO SOBRE FILTRAÇÃO DA ÁGUA. ....	45
QUADRO 7 - PORTFÓLIO TECNOLÓGICO SOBRE FITORREMEDIAÇÃO. ....	47
QUADRO 8 - PORTFÓLIO TECNOLÓGICO SOBRE FLOTAÇÃO DA ÁGUA. ....	48
QUADRO 9 - PORTFÓLIO TECNOLÓGICO SOBRE FOTOCATALIZADOR. ....	49
QUADRO 10 - PORTFÓLIO TECNOLÓGICO SOBRE TRATAMENTO DE ÁGUA POR MEMBRANA. ....	50
QUADRO 11 - PORTFÓLIO TECNOLÓGICO SOBRE OXIDAÇÃO DA ÁGUA. ....	51
QUADRO 12 - PORTFÓLIO TECNOLÓGICO SOBRE OZONIZAÇÃO. ....	52

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RESULTADOS E SELEÇÃO DAS BUSCAS DOS DESCRITORES NAS BASES CIENTÍFICAS. ....	25
TABELA 2 - RESULTADOS E SELEÇÃO DAS BUSCAS NO INPI.....	38
TABELA 3 – CARACTERIZAÇÃO E PONTUAÇÃO DAS TECNOLOGIAS SELECIONADAS. ....	54
TABELA 4 – RESULTADO DAS NOTAS FINAIS.....	55
TABELA 5 - RANKING DAS TECNOLOGIAS. ....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IPC	Classificação Internacional de Patentes
MTTAACH	Métodos e Técnicas de Tratamento de Águas de Abastecimento para Consumo Humano
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## LISTA DE SÍMBOLOS

Ti	Titânio
TiO <sub>2</sub>	Dióxido de titânio
FeCl <sub>3</sub>	Cloreto de ferro

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1 Objetivo geral</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>14</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1 Prospecção Científica</b> .....	<b>15</b>
3.1.1 Bibliometria .....	16
3.1.2 Cientometria .....	18
<b>3.2 Prospecção Tecnológica</b> .....	<b>19</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>20</b>
<b>4.1 Classificação da Pesquisa</b> .....	<b>20</b>
<b>4.2 Prospecção científica dos Métodos e Técnicas de Tratamento de Água de Abastecimento para Consumo Humano (MTTAACH)</b> .....	<b>20</b>
4.2.1 Bibliometria .....	20
4.2.2 Portfólio bibliográfico .....	21
4.2.3 Estado da Arte .....	23
<b>4.3 Prospecção tecnológica dos MTTAACH</b> .....	<b>23</b>
4.3.1 Banco de Patentes .....	23
4.3.2 Portfólio Tecnológico .....	23
4.3.3 Estado da Técnica .....	23
<b>4.4 Ranking das tecnologias mais eficientes quanto ao uso racional da água</b> .....	<b>24</b>
<b>5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>25</b>
<b>5.1 Resultados da prospecção científica dos Métodos e Técnicas de Tratamento de Água de Abastecimento para Consumo Humano (MTTAACH)</b> .....	<b>25</b>
5.1.1 Resultados da Bibliometria .....	26
5.1.2 Resultados do Portfólio Bibliográfico .....	30
5.1.3 Resultados do Estado da Arte .....	33
<b>5.2 Resultados da prospecção tecnológica dos MTTAACH</b> .....	<b>38</b>
5.2.1 Resultados da Prospecção em Banco de Patentes - INPI .....	38
5.2.2 Resultados dos Métodos & Técnicas de Coagulação/floculação .....	39
5.2.3 Resultados do Método & Técnica de Desinfecção .....	41
5.2.4 Resultados do Método & Técnica de Dessalinização .....	42
5.2.5 Resultados dos Métodos & Técnicas de Eletrocoagulação .....	44

5.2.6 Resultados do Método & Técnica de Filtração .....	45
5.2.7 Resultados dos Métodos & Técnicas de Fitorremediação.....	47
5.2.8 Resultados do Método & Técnica de Flotação .....	47
5.2.9 Resultados do Método & Técnica de Fotocatalizador .....	49
5.2.10 Resultados do Método & Técnica de Membrana.....	50
5.2.11 Resultados do Método & Técnica de Oxidação.....	51
Resultados do Método & Técnica de Ozonização.....	52
<b>5.2 Ranking das tecnologias mais eficientes quanto ao uso racional da água.....</b>	<b>53</b>
<b>6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE A – PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO .....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A quantidade de água que está disponível para consumo humano é finita e crítica principalmente nas regiões de grandes concentrações humanas. A captação de água de abastecimento geralmente provém de fontes de água doce que são usadas como mananciais, entretanto eles têm sido cada vez mais poluídos. Isso pode ocorrer devido ao lançamento desordenado de resíduos e esgotos domésticos, consequente da ocupação de áreas urbanas proveniente do crescimento populacional.

Em locais não atendidos por sistemas convencionais essa questão se torna uma grande preocupação, tendo em vista que as comunidades geralmente coletam a água para consumo de fontes naturais, e a utilizam sem qualquer tipo de tratamento (MULLER, 2016).

Para definir uma tecnologia de tratamento a ser implantada é importante que se analise as características da água a ser tratada. A água consumida pelo ser humano deve obedecer a critérios de qualidade definidos por normas nacionais ou internacionais, a obediência desses critérios determina qual deve ser o tratamento adotado, porém, os custos envolvidos e a confiabilidade na operação e manutenção podem inviabilizar o uso de um determinado corpo d'água como fonte de abastecimento (DI BERNARDO *et al.*, 1999).

A partir disso, a prospecção tecnológica surge como uma ferramenta na busca de atender às demandas das organizações ou comunidades por produtos, processos ou serviços que cumpra às suas necessidades de uma forma satisfatória (BORBA, 2019).

A prospecção tecnológica serve como uma forma de pesquisa, que visa comparar informações relacionadas a novas e antigas tecnologias, com a intenção de analisar propostas de acordo com o ambiente estudado.

Desta forma, essa ferramenta se torna utilizável ao estudo de novas tecnologias de tratamento de água, pretendendo encontrar estratégias e novas alternativas, com a intenção de promover o uso eficiente da água em diversos ambientes e considerando os aspectos ambientais.

## **2 OBJETIVOS**

Neste capítulo são apresentados os objetivos do presente trabalho, divididos em objetivo geral e específicos.

### **2.1 Objetivo geral**

Esta pesquisa objetivou prospectar cientificamente e tecnologicamente os principais métodos e técnicas de tratamento de águas de abastecimento para o consumo humano.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar e selecionar o fluxo das produções científicas sobre as tecnologias empregadas para o tratamento de águas de abastecimento para o consumo humano;
- Mapear o desenvolvimento de tecnologias sobre o tratamento de águas de abastecimento para consumo humano;
- Sistematizar os resultados.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Prospecção Científica

O conhecimento científico tem como finalidade geralmente explicar e discutir um fenômeno baseado na verificação de uma ou mais hipóteses, desta forma, está diretamente vinculado a questões específicas na qual trata de explicá-las e relacioná-las com outros fatos (PRAÇA, 2015).

O processo de busca, análise e uso da informação, cria conhecimento e permite uma transformação e desenvolvimento de conceitos e sua aplicação sistemática, assim, a prospecção científica se apresenta viável na análise do conhecimento acerca de um determinado tema de interesse, se tornando eficaz nesse processo por identificar áreas de pesquisas estratégicas que possuem a capacidade de gerar maiores benefícios econômicos e sociais (OLIVEIRA, 2019).

Segundo Amparo (2012), inovar nos métodos e processos de gestão é, portanto, um dos desafios frente a exigências de um mercado globalizado, com concorrência acirrada, elevado grau de incertezas e um grande volume de informação disponível no mundo.

O caminho pelo qual se propõem a obter o conhecimento científico deve estar voltado a procedimentos técnicos e metodológicos definidos, visando ao fornecimento de subsídios necessários na busca de um resultado provável ou improvável para a hipótese pesquisada (PRAÇA, 2015).

Para Vaz (2008), os resultados de pesquisas e publicações, contidos em fontes documentais atualizadas, fornecem subsídios para estudos de campos disciplinares, a partir de análises de categorias específicas, interpretações e avaliações do comportamento, tanto da literatura como de grupos responsáveis pelo avanço científico desses campos. Outra característica do conhecimento científico é ser verificável, ou seja, a ideia deve ser verificada e comprovada sob a perspectiva da ciência para que possa fazer parte do conhecimento científico. (PEREIRA *et al.*, 2018)

Uma vez selecionado o tema, os procedimentos propostos para a realização da pesquisa deverão ser planejados no sentido de solucionar ou

esclarecer o problema proposto, de forma que a ordem correta de raciocínio seja: “qual é a questão que necessita de investigação e/ou solução?” “O que ela causa?” “O que a minha pesquisa irá contribuir para solucioná-la”? (FONTELLES *et al.*, 2009).

A ciência pode ser considerada um sistema de produção de informações em forma de publicações disponíveis para uso comum, sendo a medição das categorias insumos e resultados bases dos indicadores científicos (SPINAK, 1998).

Para melhor análise pode se utilizar de estudos métricos, os quais são utilizados com objetivo de medir a informação em ciência e em tecnologia, desta forma é possível identificar os indicadores das tendências de pesquisas que apontam fragilidades teóricas e metodológicas dessa produção, contribuindo, assim, para ultrapassá-las (GUIRADO, 2020).

A utilização dos estudos métricos voltada para avaliação da comunidade científica é comum e serve como indicador para avaliação da produção científica de pesquisadores e instituições de ensino, além de ser uma maneira de avaliar a ciência e a tecnologia e o avanço das áreas (BORGES, 2016).

Devido esta grande preocupação com o desenvolvimento em diferentes campos da ciência, surge a bibliometria e a cientometria como estudo da mensuração do progresso científico e tecnológico, e análise da produtividade. (SILVA; BIANCHI, 2001).

### 3.1.1 Bibliometria

Os estudos prospectivos têm sido considerados fundamentais para promover a criação da capacidade de organizar sistemas de inovação que respondam aos interesses da sociedade (SANTOS, 2004).

A bibliometria é um exemplo, pois ela resulta em indicadores científicos e tecnológicos mais conhecidos por avaliar diferentes sistemas nacionais ou internacionais de Ciência e Tecnologia (C&T).

Segundo Rocha *et al.* (2017), a bibliometria é a análise estatística da mensuração dos resultados através das diferentes publicações científicas refletidas em artigos, livros e em revistas científicas editadas, e como exemplos

de indicadores bibliométricos têm-se: o número de patentes registradas por cientistas, o número de artigos científicos publicados, o número de cientistas que publicam artigos científicos, o número de referências bibliográficas citadas nos artigos científicos, o número de citações recebidas por artigo científico.

Diante disso as demandas que advém do estudo, dentre outros dados devem ser conhecidos, como sobre seu grau de conhecimento da tecnologia, se sabe usá-la, se possui recursos para usá-la, qual a motivação para usá-la, e quais são os impactos dessa adoção em seu negócio e nos seus arredores (BORBA, 2019).

A importância de estudos dessa natureza é apresentar trabalhos que informem sobre novas metodologias de pesquisa e resultados das publicações de determinadas áreas científicas, bem como países, autores ou revistas (LIEBERKNECHT, 2016).

Como uma forma de enriquecer a análise, apoia-se a produção de indicadores bibliométricos a partir de duas ou mais bases de dados, pois mesmo que a aplicação do procedimento o torne mais complexo e oneroso, forma-se um teste de consistência dos indicadores produzidos (GREGOLIN *et al.*, 2005).

Nesse contexto, os resultados obtidos através de estudos científicos proporcionam relatórios técnicos com informações de alto valor estratégico, das quais se beneficiam os projetos em engenharia e a seleção de materiais ou processos (PORTO, 2017). Ao analisar quantitativamente os dados de publicações científicas, faz com que se identifique o que ocorre no campo da pesquisa através de uma visão simples do processo, além de aportar critérios para complementação dos enfoques qualitativos e de valoração da atividade de pesquisa (LIMA, 2007).

Segundo Gregolin *et al.* (2005), a constituição de uma rede de colaboração nacional voltada para a pesquisa, elaboração e análise de indicadores bibliométricos alcançaria um passo importante para enfrentar dificuldades ainda encontradas relacionadas ao tema e especialistas, além constituir um forte instrumento para subsidiar o processo de formulação de políticas de ciência e tecnologia no país.

### 3.1.2 Cientometria

Ao contrário da bibliometria que se caracteriza pelo emprego de técnicas quantitativas, a cientometria utiliza na sua composição tanto as ciências exatas quanto humanas e sociais (NASCIMENTO, 2011).

Segundo Silva e Bianchi (2001), a cientometria consiste em aplicar técnicas numéricas analíticas para estudar a ciência da ciência, e a bibliometria na análise estatística da mensuração destes resultados e desenvolvimentos através das diferentes publicações científicas refletidas em artigos, livros e em revistas científicas editadas.

Para Gregolin *et al.* (2005), a cientometria abarca o estudo das ciências físicas, naturais e sociais, com intuito de compreender a estrutura, evolução e conexão de uma forma que estabeleça relações das ciências com o desenvolvimento tecnológico, econômico e social. Colepicolo (2015), afirma que a cientometria inclui como instrumento de análise publicações e, indicadores de insumo e de produto, buscando associar causas e efeitos dentro do sistema científico.

Machias-Chapula (1998) identifica a cientometria como um segmento da sociologia da ciência aplicada no desenvolvimento de políticas científicas, e afirma que ela envolve estudos quantitativos das atividades científicas se sobrepondo à bibliometria.

O papel da cientometria é possível graças à importância histórica dada à prática de publicação pela comunidade científica, o avanço científico se baseia em um processo de acumulação de conhecimento, pois cada nova ideia ou experimento geralmente é construída com base em resultados e estudos anteriores (LIMA, 2012). A cientometria não se restringe a observação das fontes bibliográficas e sim tem o objetivo de analisar o sistema de pesquisa como um todo (GUIRADO, 2020).

A cientometria tem sido utilizada para ajudar nações a tomarem decisões sobre quais áreas do saber necessitam de fundos especiais, além de as análises dos fatores de impacto de periódicos e artigos vir sendo uma fonte importante de informação para historiadores, sociólogos e outros pesquisadores interessados na evolução da ciência (SILVA; BIANCHI, 2001).

Grande parte do esforço científico da ciência, parte do desenvolvimento de metodologias apropriadas para formulação dos indicadores (SPINAK, 1998).

### 3.2 Prospecção Tecnológica

O ritmo acelerado do desenvolvimento tecnológico e científico estabelece uma modificação permanente da sociedade, determinando algumas demandas tecnológicas com a intenção de melhorar a qualidade de vida e o bem estar do homem (VERASZTO et al., 2006).

O conceito de inovação tecnológica é um dos que mais têm sido explorados, pois a tecnologia, em seu sentido mais amplo, há séculos tem sido o principal agente de avanços científicos, econômicos e sociais (RIBEIRO; ARAÚJO, 2019).

Os produtos tecnológicos novos são os que apresentam características tecnológicas ou usos pretendidos diferem daqueles dos produtos produzidos anteriormente, envolvendo tanto as tecnologias radicalmente novas, baseadas na combinação de tecnologias existentes em novos usos ou mesmo derivadas do uso de novo conhecimento (RIBEIRO; ARAÚJO, 2019).

Segundo Porto (2017), a prospecção tecnológica é um campo o qual é possível diagnosticar potenciais tecnologias que poderão se tornar produtos e serviços, de acordo com uma pesquisa que visa desenvolver e aplicar métodos e técnicas de coleta, triagem e análise da informação visando compreender o ambiente tecnológico no qual uma organização ou país está inserido.

Para Vila Nova (2018), a prospecção de tecnologias tem papel preponderante na identificação e adoção de tecnologias inovadoras, elevando a capacidade competitiva em ambientes dinâmicos.

Prospectar tecnologias exige o entendimento sobre como uma tecnologia se desenvolve ou amadurece obtendo a compreensão da sua evolução. (FIGUEIREDO, 2009). O monitoramento das informações relacionadas a prospecção, oferece vantagens competitivas às organizações, estabelecendo seus planos estratégicos visando a inovação e a introdução de novos produtos no mercado (RIBEIRO; ARAÚJO, 2019).

A prospecção ajuda a escolher soluções em situações complexas por meio de discussões acerca das várias alternativas, comparando diferentes comunidades detentoras de conhecimentos e experiências complementares (HAVAS, 2005).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Classificação da Pesquisa

Esta pesquisa consiste em uma prospecção de Métodos e Técnicas de Tratamento de Águas para Abastecimento para Consumo Humano - MTTAACH que tem caráter qualitativo quanto aos objetivos propostos e quantitativo quanto as estratégias de abordagem.

### 4.2 Prospecção científica dos Métodos e Técnicas de Tratamento de Água de Abastecimento para Consumo Humano (MTTAACH)

Inicialmente foram identificados, junto à literatura científica especializada, os MTTAACH, por meio de uma revisão sistemática da literatura nas bases da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e Scopus (Elsevier).

A busca na base BDTD foi realizada em língua portuguesa, o descritor foi aplicado em “Todos os campos”, utilizando as palavras de busca entre aspas. Na estratégia dos termos foi aplicado um termo principal denominado “águas para abastecimento”. Para a base Scopus (Elsevier) a busca foi realizada em língua inglesa, o descritor foi aplicado em “*Article title, Abstract, Keyword*” o que se denomina “Título do artigo, Resumo, Palavra-chave”, utilizando as palavras de busca entre aspas. Através da busca avançada, foi empregado o termo principal sendo ele “*supply waters*” denominado “águas de abastecimento”.

O levantamento das informações ocorreu durante o ano de 2021 e não foi estabelecido um recorte temporal, obtendo-se publicações a partir dos anos 1930.

#### 4.2.1 Bibliometria

Para a análise bibliométrica foi utilizada a metodologia de Gregolin *et al.* (2005), de forma a conferir a representatividade estatística e verificar possibilidades de associação ou complementaridade, e os registros entre as bases científicas.

Nascimento (2016) aponta que as ideias relevantes devem ser registradas em forma de fichamento mediante a catalogação do conteúdo importante para o

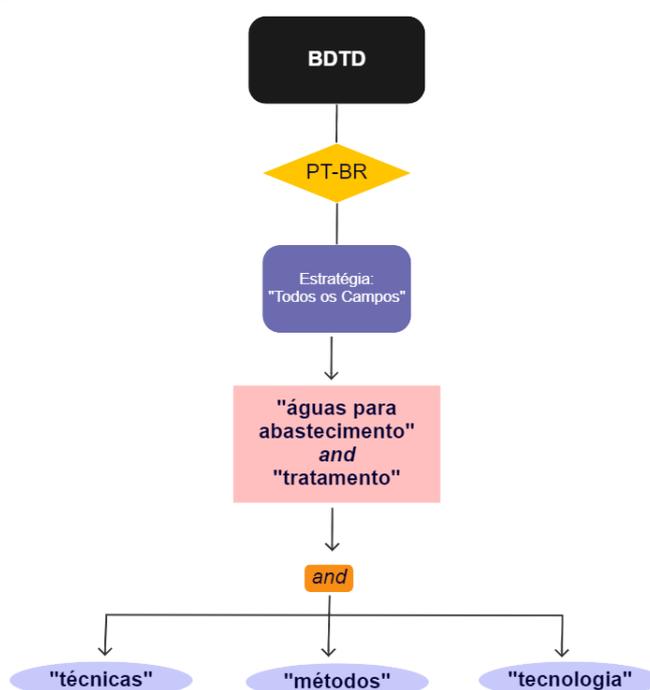
trabalho, toda pesquisa deve ter um caráter bibliográfico em sua concepção, porém existem trabalhos em que os dados provêm apenas das referências teóricas, neste sentido foram observadas as seguintes variáveis: ano, tipo de publicação, instituição e localidade.

#### 4.2.2 Portfólio bibliográfico

Foi confeccionado um único portfólio bibliográfico considerando as duas bases, a partir dos eixos temáticos estabelecidos nas estratégias de busca dessas bases. A partir do termo principal utilizado para a bibliometria, foi feita uma busca intrínseca a fim de realizar uma abordagem mais ampla sobre o tema proposto.

As buscas na base BDTD foram realizadas em língua portuguesa, os descritores foram aplicados em “Todos os campos”, utilizando as palavras de busca entre aspas. Por meio da busca avançada foram aplicados 2 termos principais denominados “águas para abastecimento” e “tratamento”, adicionando mais 3 termos, um por vez, denominados “técnicas”, “métodos” e “tecnologia”, como apresentado na figura 1.

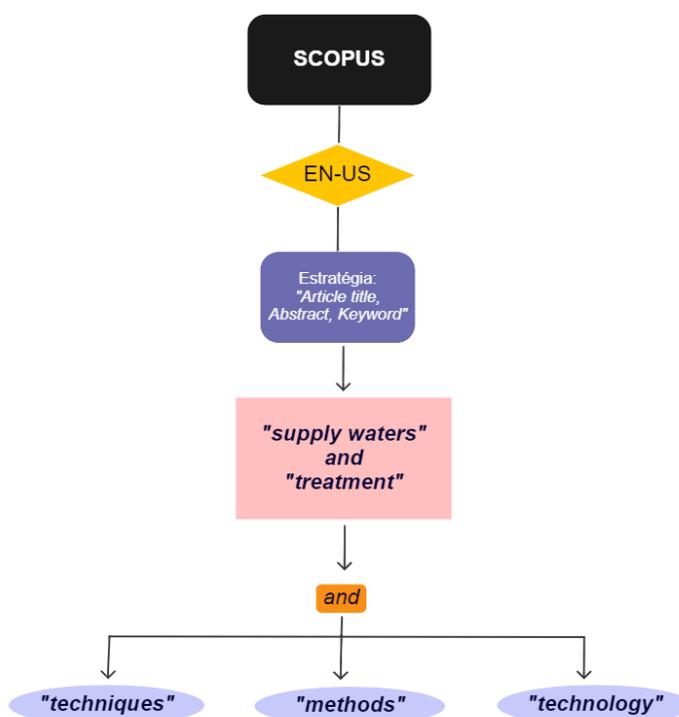
Figura 1 - Descritores aplicados na Busca na base BDTD.



Fonte: Autores (2022).

Para a base Scopus (Elsevier) as buscas foram realizadas em língua inglesa, os descritores foram aplicados em “*Article title, Abstract, Keyword*” o que se denomina “Título do artigo, Resumo, Palavra-chave”, utilizando as palavras de busca entre aspas. Através da busca avançada, foram empregados 2 termos principais sendo eles “*supply waters*” and “*treatment*” denominados “águas de abastecimento” e “tratamento”, adicionando mais 3 termos, um por vez, sendo eles “*techniques*”, “*methods*” e “*technology*” denominados “técnicas”, “métodos” e “tecnologia”, totalizando 3 combinações assim como na base BDTD. As estratégias são apresentadas na figura 2.

**Figura 2 - Descritores aplicados na busca na base Scopus (Elsevier).**



**Fonte: Autores (2022).**

Após a estratégia de busca nas bases digitais, o portfólio foi elaborado em formato de tabela e para cada uma das combinações de pesquisa foi feito a triagem, leitura dos títulos, seleção dos títulos de interesse, leitura dos resumos de cada título e por fim a seleção dos trabalhos mais relacionados ao estudo. Para cada trabalho foram considerados: Tecnologia, Título, Autor(es), Instituição, Tipo, Ano e Base científica.

#### 4.2.3 Estado da Arte

Após a confecção dos portfólios e a leitura dos textos, foi confeccionado um relato descritivo dos principais aspectos identificados para cada tecnologia. Assim sendo, o estado da arte foi separado por tecnologias identificadas no portfólio.

### **4.3 Prospecção tecnológica dos MTTAACH**

#### 4.3.1 Banco de Patentes

Junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI) foram identificadas as patentes pertinentes ao tema, utilizando as tecnologias apontadas no portfólio bibliográfico como estratégia de pesquisa. Os termos foram aplicados em “título” e/ou “resumo” e após obter os resultados das buscas foi feito o levantamento dos modelos de patentes.

#### 4.3.2 Portfólio Tecnológico

Após o levantamento dos modelos de tecnologias junto ao INPI, foram elaborados os portfólios tecnológicos de acordo com cada estratégia de busca, e selecionadas as patentes desejadas através da análise dos títulos e resumos de cada modelo encontrado. Os portfólios foram organizados em formato de tabela e para cada patente foi considerado: Número do Pedido, Data de Depósito, Título e classificação internacional da patente (IPC).

#### 4.3.3 Estado da Técnica

Foi confeccionado um relatório descritivo dos principais aspectos identificados para cada tecnologia. Desta forma, o estado da técnica foi separado por tecnologias apresentadas no portfólio, e apresentado o conhecimento prévio de cada patente selecionada.

#### 4.4 Ranking das tecnologias mais eficientes quanto ao uso racional da água

As tecnologias identificadas foram analisadas detalhadamente considerando suas principais vantagens e desvantagens de acordo com o proposto, e a partir da classificação de cada patente foram atribuídas notas com vistas à criação de um ranking indicando as tecnologias mais aptas para uso. O ranking foi realizado considerando o portfólio tecnológico, sob uma ótica qualitativa, tendo em visto as tecnologias mais empregadas. Para obtenção da pontuação do ranking foram considerados:

- Custos de Operação e Manutenção, categorizados em Baixo (2), Praticável (1), Alto (0);
- Matérias primas e insumos: utilização de produtos químicos, caracterizado em um único produto (2), Dois produtos (1) e Diversos produtos (0);
- Consumo de energia elétrica, caracterizado em Baixo consumo ou inexistente (2), Praticável (1) e Alto consumo (0);
- Eficiência da tecnologia, caracterizado em Alto =90% (2), Praticável >50% e <90% (1) e Baixo <50% (0);
- Aplicação: capacidade de a tecnologia ser instalada em qualquer lugar, caracterizado em Alta capacidade de reprodutibilidade (2), Pouco reprodutível (1) e Utilizável somente sob certas características e/ou circunstâncias;
- Operacionalidade e Instalação caracterizados em Muito simples (2), Necessidade de mão de obra (1) e Mão de obra especializada (0).

A pontuação total dos fatores considerados foi multiplicada pela Complexidade e/ou Simplicidade da Tecnologia (CST), a qual foi categorizada em Simples (+1) e complexa (-1). Desta forma, obteve-se o Potencial de Impacto Tecnológico (PIT), através das notas finais consideradas no ranqueamento, através da Equação 1.

$$\text{PIT} = \text{CST} \times (\text{op} + \text{man} + \text{mp} + \text{ee} + \text{ap} + \text{ope} + \text{inst}) \quad \text{Equação 1.}$$

Onde: op= Operação; man= Manutenção; mp= Matéria prima; ee= Energia elétrica; ap= Aplicação; ope= Operacionalidade e inst= Instalação.

## 5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados da prospecção científica e tecnológica e suas respectivas subcategorias, bem como, o ranking das tecnologias mais aptas a serem utilizadas.

### 5.1 Resultados da prospecção científica dos Métodos e Técnicas de Tratamento de Água de Abastecimento para Consumo Humano (MTTAACH)

Os dados obtidos nas bases BDTD e Scopus (Elsevier) acusaram aproximadamente 1.036 trabalhos como resultado dos 3 descritores de cada termo de busca. Após serem considerados os títulos, foram aplicadas as técnicas de seleção descritas na metodologia e obtidos 49 trabalhos, como apresentado na tabela 1.

**Tabela 1 - Resultados e seleção das buscas dos descritores nas bases científicas.**

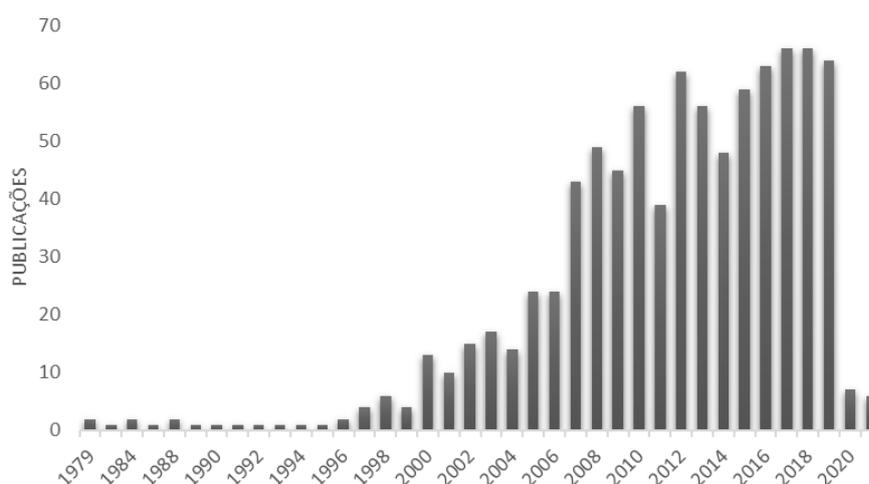
Termos de busca	BDTD	Seleção	Scopus	Seleção
“águas de abastecimento” e “tratamento” e “técnicas” (BDTD)				
“supply waters” and “treatment” and “techniques” (Scopus)	149	11	102	6
“águas de abastecimento” e “tratamento” e “métodos” (BDTD)				
“supply waters” and “treatment” and “methods” (Scopus)	135	5	242	11
“águas de abastecimento” e “tratamento” e “tecnologia” (BDTD)				
“supply waters” and “treatment” and “technology” (Scopus)	252	9	156	8

Fonte: Autores (2022).

### 5.1.1 Resultados da Bibliometria

Na base BDTD a pesquisa totalizou 877 trabalhos publicados, os resultados de panorama nacional são apresentados na análise bibliométrica a seguir, iniciada na figura 3, onde é apresentado o fluxo das produções científicas dessa base.

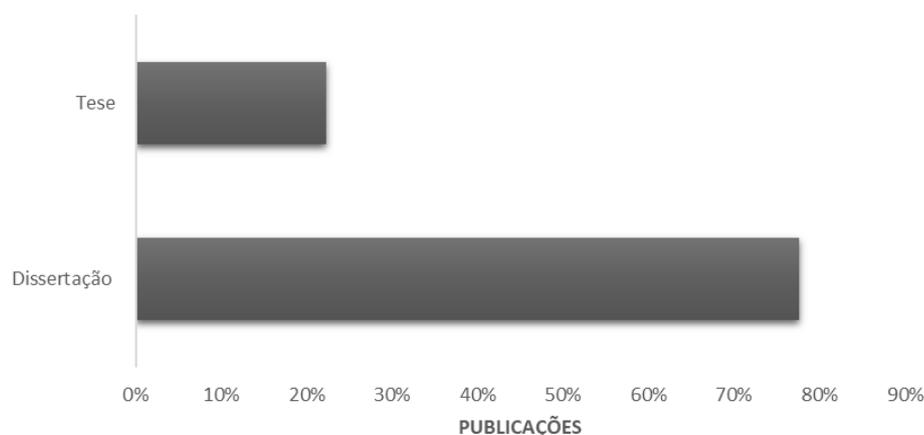
**Figura 3 - Publicações por ano na base BDTD.**



**Fonte: Autores (2022).**

Pode-se observar que entre os anos 1979 a 1998 não houve grande demanda de pesquisas sobre esse tema, demonstrando aumento a partir dos anos 2000. Os tipos de documentos encontrados na base, são apresentados na figura 4.

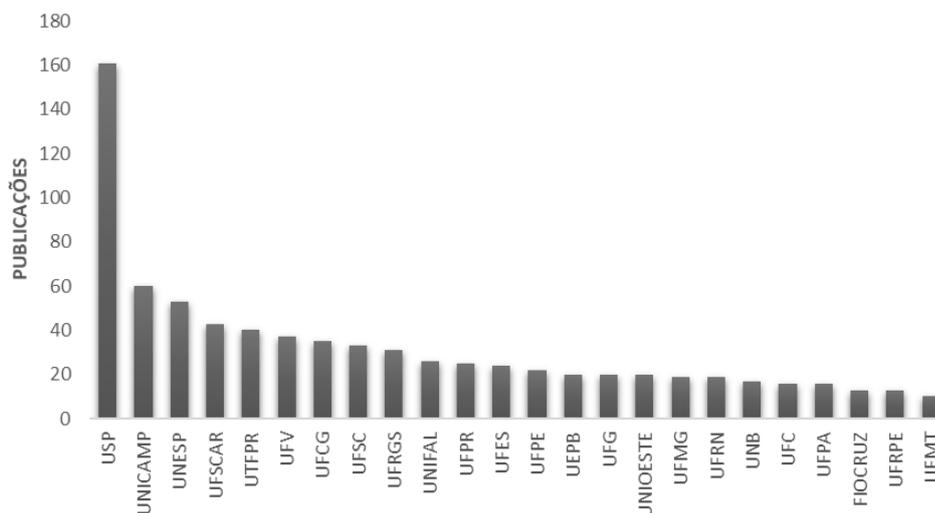
**Figura 4 - Publicações por tipo de documento na base BDTD.**



**Fonte: Autores (2022).**

Avaliando os tipos de publicações, observa-se que a quantidade de dissertações se apresenta três vezes maior que a quantidade de teses. As instituições identificadas na plataforma são descritas na figura 5.

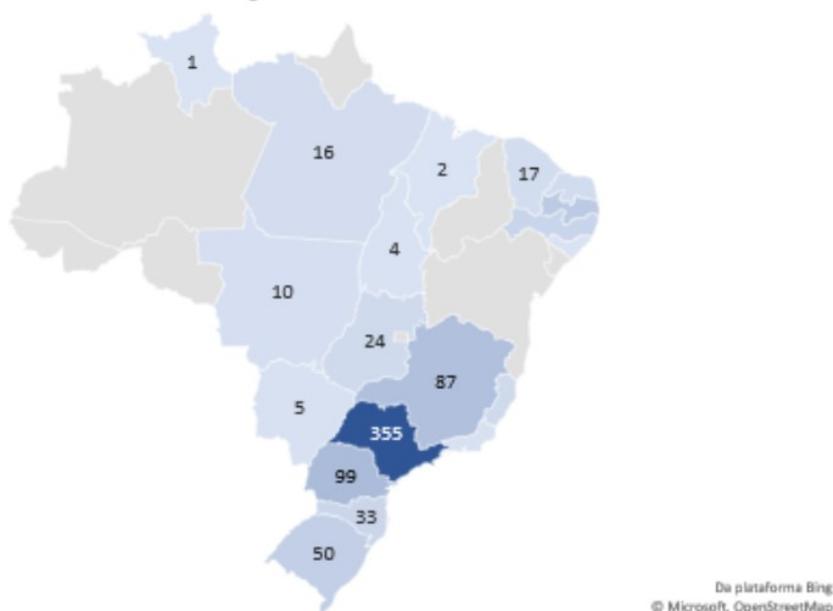
**Figura 5 - Publicações por Instituição na base BDTD.**



**Fonte: Autores (2022).**

As instituições dos estados de São Paulo (40,5%) e Paraná (11,3%) correspondem ao maior número de publicações quando comparado aos demais estados. As publicações de acordo com a região geográfica estão apresentadas na figura 6.

**Figura 6 - Publicações por localidade na base BDTD.**

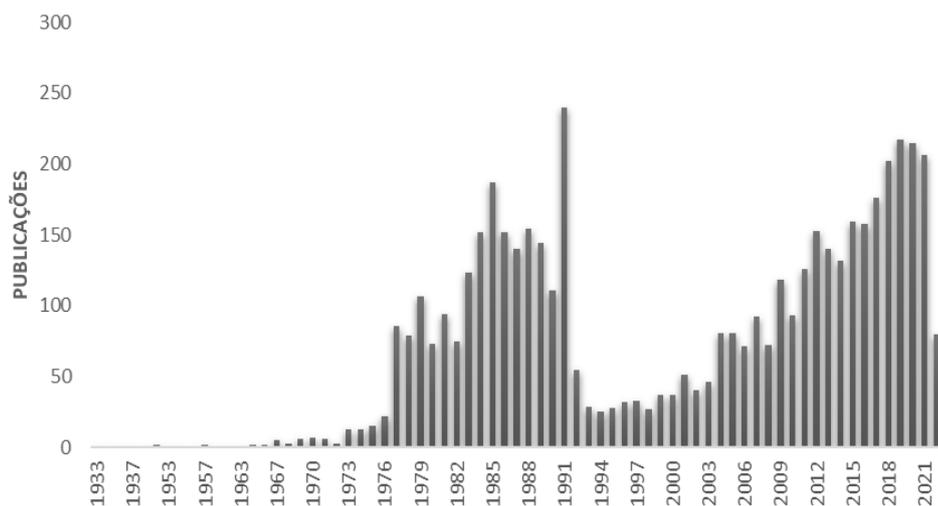


**Fonte: Autores (2022).**

O mapa demonstra que as regiões Sul (20,75%) e Sudeste (10,4%) possuem maior apropriação do tema em relação às outras regiões do país.

Na base Scopus (Elsevier), a pesquisa totalizou 5.042 trabalhos publicados, que estão evidenciados na figura 7.

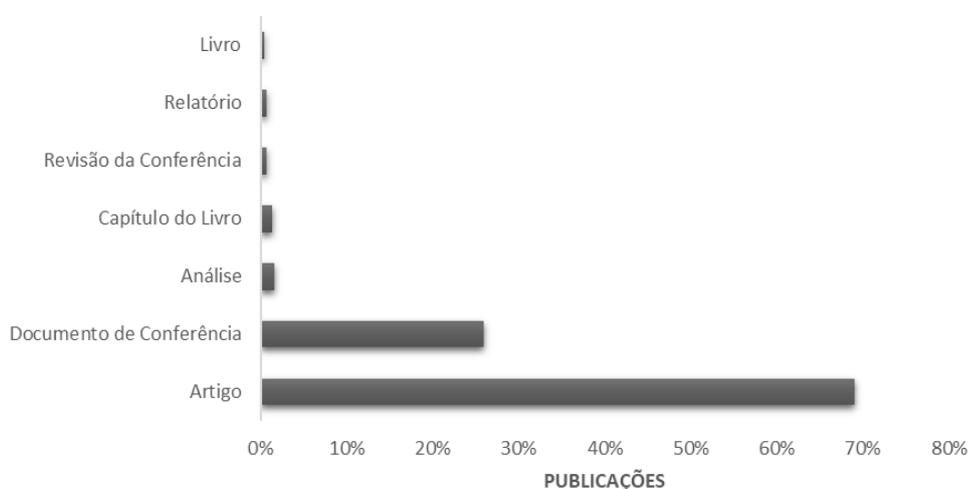
**Figura 7 - Publicações por ano na base Scopus (Elsevier).**



**Fonte: Autores (2022).**

Observa-se que entre os anos 1935 a 1975 não houve grande demanda de pesquisas sobre o tema, demonstrando aumento a partir dos anos 80. Os tipos de documentos encontrados na base Scopus (Elsevier), são descritos na figura 8.

**Figura 8 - Publicações por tipo na base Scopus (Elsevier).**



**Fonte: Autores (2022).**



### 5.1.2 Resultados do Portfólio Bibliográfico

Após a seleção dos trabalhos foi elaborado um portfólio bibliográfico que consta no Apêndice A deste trabalho, contudo para a disposição do escopo desses resultados será apresentado o portfólio bibliográfico sintético das bases digitais BDTD e Scopus (Elsevier) disposto no quadro 1.

**Quadro 1 - Portfólio bibliográfico sintético da seleção de busca nas bases científicas.**

Nº	Tecnologia	Título	Autor(es)	Instituição	Tipo	Ano/ Base
1	Coagulação-floculação	Remoção de partículas de suspensões de caulim e de águas brutas por coagulação-floculação com cloreto férrico e amido gelatinizado	Carlos Eduardo Prates Gomes	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Dissertação	2021/ BDTD
2	Desinfecção por Inativação fotodinâmica	Desenvolvimento de membranas de quitosana com fotossensibilizadores incorporados visando à desinfecção de água	Cintia Ramos Camargo	Universidade de São Paulo	Dissertação	2012/ BDTD
3	Desinfecção solar	Tratamento de água para consumo humano em comunidades rurais com utilização de moringa oleifera e desinfecção solar	Geraldo Luís Charles de Cangela	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Dissertação	2014/ BDTD
4	Dessalinização	Evaporador robusto à base de espuma de Ti induzido por laser de femtosegundo para dessalinização solar eficiente	Yin, K. , Yang, S. , Wu, J. , (...), He, J. , Duan, J.-A.	Universidade Centro-Sul, China	Artigo	2019/ Scopus
5	Dessalinização	Investigação de algas com potencial de biodessalinização e seu efeito na qualidade da água	Moayedi, A. , Yargholi, B. , Pazira, E. , Babazadeh, H.	Universidade Islâmica Azad, Irã	Artigo	2021/ Scopus
6	Flotação por ar dissolvido	Remoção de microcistina de águas para abastecimento em sistema que associa unidades de adsorção por carvão ativado em pó e flotação por ar dissolvido em escala de laboratório	André Luís Vieira da Silva	Universidade de São Paulo	Dissertação	2005/ BDTD

Nº	Tecnologia	Título	Autor(es)	Instituição	Tipo	Ano/ Base
7	Flotação por ar dissolvido	Estudos de Flotação por Ar Dissolvido com Bomba Multifásica (FAD-B) e Sedimentação Lamelar (SL) no tratamento de água bruta para abastecimento público (Canoas-RS)	André Camargo de Azevedo	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Dissertação	2013/ BDTD
8	Eletrocoagulação/flotação	Água de abastecimento com elevada turbidez: eletrocoagulação/flotação como pré-tratamento em estações de tratamento de água	Andressa Gabriela Glusczak	Universidade Federal de Santa Maria	Dissertação	2018/ BDTD
9	Filtração/Ultrafiltração	Tratamento de água para abastecimento público por sistema de separação por membrana de ultrafiltração: estudo de caso na ETA Alto da Boa Vista (São Paulo, SP).	Thiago Forteza de Oliveira	Universidade de São Paulo	Dissertação	2010/ BDTD
10	Filtração/Nanofiltração	Remoção de estrona, estradiol, etinilestradiol e bisfenol-A por meio de nanofiltração aplicada ao tratamento avançado de águas para consumo humano	Arthur Tavares Schleicher	Universidade de Brasília	Dissertação	2013/ BDTD
11	Filtração/Adsorção	Avaliação da utilização de carvão ativado em pó superfino (S-CAP) associado a membrana de microfiltração (MF) na remoção de atrazina de água de abastecimento	Pauline Aparecida Pera do Amaral	Universidade Federal de Santa Catarina	Tese	2016/ BDTD
12	Filtração	Influência da morfologia na remoção seletiva de cianobactérias em três estações de tratamento de água via diferentes tecnologias de filtração	Ismael Kesley Carlotto Lopes	Universidade Federal do Ceará	Tese	2018/ BDTD
13	Fitorremediação	Avaliação do potencial de remoção de arsênio utilizando lemna minor L. (1753)	Luana Lorca Sartoris Gimenes	Universidade Federal de Alfenas	Dissertação	2015/ BDTD
14	Fotocatalisador	Pesquisa sobre filme fino de fotocatalisador à base de TiO <sub>2</sub> e sua aplicação em um sistema de tratamento de água de abastecimento em escala piloto	Nguyen, T.-V. , Duy, NPK , Xinh, LT	Universidade de Tecnologia da Cidade de Hochiminh, Vietnã	Artigo	2009/ Scopus

Nº	Tecnologia	Título	Autor(es)	Instituição	Tipo	Ano/ Base
15	Membrana	Aplicação de membranas ZW-1000 para remoção de arsênico de fontes de água	Floch, J., Hideg, M.	Universidade de Ciências Econômicas e Administração Pública de Budapeste	Artigo	2004/ Scopus
16	Membrana	Projeto de engenharia da usina de dessalinização de água do mar Skikda	Fanjul, T. , Aparicio, A. , Martín, V. , Segovia, R. , Salas, J.	Cardeal Marcelo Spinola, Espanha	Artigo	2009/ Scopus
17	Membrana	Geração de vapor solar interfacial aprimorada com membrana composta de óxido de grafeno reduzido	Cheng, G. , Wang, X. , Liu, X. , He, Y. , Balakin, BV	Instituto de Tecnologia Harbin, China.	Artigo	2019/ Scopus
18	Ozonização	Avaliação da formação de trihalometanos em processos de cloração da água, efeito da natureza da matéria orgânica e de processos auxiliares de desinfecção	Ellery Regina Garbelini	Universidade Federal do Paraná	Tese	2017/ BDTD
19	Processo oxidativo avançado (POA)	Avaliação da degradação de microcistina – LR no tratamento de água de abastecimento em sistema convencional seguido por Processo Oxidativo Avançado (POA)	Maria Virgínia da Conceição Albuquerque	Universidade Estadual da Paraíba	Dissertação	2017/ BDTD
20	Processo oxidativo avançado (POA)	Remoção de oocistos de <i>Cryptosporidium parvum</i> em água contaminada através da utilização da Cavitação Hidrodinâmica	Carlos Eduardo Borges Oliveira	Universidade Federal do Triângulo Mineiro	Dissertação	2019/ BDTD
21	Pré oxidação com ozônio e adsorção em carvão ativado	Remoção de carbono orgânico dissolvido em águas de abastecimento por pré-oxidação e adsorção em carvão ativado granular	Paulo Augusto Mavaieie Júnior	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Dissertação	2019/ BDTD

Fonte: Autores (2022).

### 5.1.3 Resultados do Estado da Arte

#### 5.1.3.1 Coagulação/Floculação

No trabalho 1, Gomes (2009), apresentou um estudo experimental de formação estrutural dos flocos e a clarificação de suspensões aquosas de caulim e água bruta com  $\text{FeCl}_3$  e amido como exemplo de reagentes sustentáveis. Foram feitos ensaios em escala de bancada e em sistema contínuo de coagulação-floculação sedimentação com o intuito de avaliar e otimizar os parâmetros físico-químicos e hidrodinâmicos, validando os resultados em escala piloto.

#### 5.1.3.2 Desinfecção

Camargo (2012) no trabalho 2, abordou a tecnologia de Inativação Fotodinâmica como uma forma de eliminação de microrganismos patógenos, esse processo utilizou fotossensibilizadores e luz para obter uma resposta fototóxica, com a finalidade de simular uma situação real de desinfecção, contendo membranas de quitosana/TMPyP reforçada com nylon preparadas em laboratório. Dois anos após, o autor Cangela (2014) no trabalho 3, avaliou o uso de Moringa Oleífera para clarificação da água na coagulação-floculação em conjunto com a desinfecção através de exposição solar, utilizando a técnica de Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) para identificar quais variáveis independentes exercem maior eficácia de redução de turbidez, E. coli e coliformes totais.

#### 5.1.3.3 Dessalinização

Para essa tecnologia foram identificados os trabalhos 4 e 5. O autor Yin *et al.* (2019) avaliou a dessalinização solar utilizando uma espuma de Ti estruturada a laser de femtosegundos para produção de vapor solar aplicado a um sistema caseiro para avaliar a viabilidade de geração de água. Por ser preparado a partir da espuma de Ti tratada, algodão isolante e esponja de poliuretano, o dispositivo montado possuiu uma alta taxa de evaporação e eficiência de vapor solar.

Em 2021, o autor Moayedi *et al.*, objetivou investigar o tratamento de dessalinização associado a algas marinhas, os experimentos foram conduzidos com base em um delineamento inteiramente casualizado, os tratamentos foram associados a quatro espécies de algas considerando salinidades diferentes em condição laboratorial de três repetições. A adequação da tecnologia foi medida de acordo com critérios como nível de qualidade, fonte de energia, eficiência de remoção e necessidade de energia.

#### 5.1.3.4 Eletrocoagulação/flotação

Essa tecnologia foi apresentada nos trabalhos 6, 7 e 8. Em 2015, o autor Silva verificou a eficiência de remoção das microcistinas em um sistema que combina coagulação, floculação, flotação por ar dissolvido, adsorção em carvão ativado e filtração. A pesquisa apresentou o estado da arte para análise descritiva do método e análise laboratorial. Para o estudo laboratorial foram feitos ensaios em equipamentos com alimentação por batelada, após preparação da água para estudo uma amostra foi submetida a uma mistura rápida com aplicação de produtos químicos para atingir os valores esperados de pH e feitos outros ensaios adicionando o carvão ativado. Após a coagulação a amostra pode ser transferida para floculação e posteriormente para a flotação por ar dissolvido, sendo também submetida a filtração caso necessário.

Azevedo (2013) abordou através de um estudo experimental em nível piloto, a comparação entre os processos de flotação por ar dissolvido com Bomba Multifásica (FAD-B) e com Sedimentação Lamelar (SL) no tratamento de água para abastecimento público, utilizando como parâmetro de avaliação a redução na turbidez da água bruta da ETA Rio Branco, determinando em nível de bancada os parâmetros químicos e físico-químicos de agregação.

Anos depois a autora Gluszczak (2018), aplicou a eletrocoagulação/flotação como um pré tratamento de água de abastecimento, através da operação batelada e utilizando escala de bancada com eletrodos de alumínio em conexão monopolar, afim de avaliar os níveis de turbidez. A simulação de água bruta sintética com diferentes unidades de turbidez foi exercida mediante as concentrações de bentonita sódica.

### 5.1.3.5 Filtração

Essa tecnologia foi identificada nos trabalhos 9, 10, 11 e 12. O autor Oliveira (2010) apresentou uma avaliação de desempenho através de amostras de alimentação e permeado, do processo de ultrafiltração para tratamento de água na Estação de Tratamento de Água de Alto da Boa Vista, o qual opera através do processo convencional tratando água do Reservatório Guarapiranga, manancial degradado localizado na Região Metropolitana de São Paulo.

O trabalho do autor Schleicher (2013) consistiu em avaliar a rejeição de perturbadores endócrinos por membranas de nanofiltração NF-270 e DESAL-DK em dois diferentes pH e em duas matrizes: água deionizada e água do lago Paranoá microfiltrada. O experimento foi conduzido em escala de bancada composta por: módulo de filtração tangencial equipado com manômetro e medidor de vazão de concentrado; reservatório de água de estudo dotado de sistema de controle de temperatura; e bomba centrífuga multiestágio. Além disso, as análises quantitativas foram feitas por cromatografia líquida de alta eficiência e cromatografia líquida com espectrometria de massas tandem provindo de extração em fase sólida, sendo todos os experimentos conduzidos através dos mesmos parâmetros operacionais.

A autora Amaral (2016) avaliou a remoção de Atrazina de águas de abastecimento através de um sistema híbrido de adsorção/filtração. O experimento consistiu em testar o carvão ativado em pó superfino, produzido a partir de carvão betuminoso (BC), madeira (WD) e a casca de coco (CS), foi utilizada água sintética acrescentada com matéria orgânica natural vinda do Rio Suwannee ou cálcio, e foram realizados ensaios com água natural vinda do Rio Edisto. A metodologia foi separada por três etapas: material adsorvente estudos cinéticos e ensaios de adsorção/filtração, observando características como tamanho de partícula, pH, área superficial e teor de oxigênio.

No trabalho do autor Lopes (2018) foi desenvolvido um estudo sobre a influência da morfologia de cianobactérias na sua efetividade de remoção em duas ETAs com tecnologias de tratamento diferentes como Filtração direta e Dupla filtração, e o efeito das operações unitárias do tratamento de água na integridade dos tricomas dos microorganismos.

#### 5.1.3.6 Fitorremediação

Para essa tecnologia foi identificado o trabalho 13 da autora Gimenes (2015), que em sua dissertação avaliou a eficiência da fitorremediação para a remoção de arsênio utilizando a macrófita *Lemna minor* como um filtro “verde”, a qual auxiliou na neutralização da ação de alguns compostos tóxicos da água. Foi utilizado um Espectrômetro de Absorção Atômica em Chama com geração de hiretos para determinar as concentrações de arsênio na água e na biomassa das plantas.

#### 5.1.3.7 Fotocatalisador

No trabalho 14, o autor Nguyen *et al.* (2009), avaliou a eficiência de remoção de DQO, COT e coliformes através da aplicação de filme fino de fotocatalisador a base de TiO<sub>2</sub>, no tratamento de água, afim de usar o sistema sob a luz do sol para fins de economia de energia. A água após passar por sistemas de remoção férrica e filtro de areia foi tratada em escala piloto, devido à consistência e forte fotoatividade das propriedades físico químicas do fotocatalisador.

#### 5.1.3.8 Membrana

Os autores Floch e Hideg (2004) desenvolveram no trabalho 15, uma tecnologia para remoção de arsênio utilizando uma membrana técnica. Foram feitas medições no local estudado, as quais foram realizadas em planta piloto e equipada com um sistema de pré-tratamento e um módulo da membrana ZW-1000 (Zenon), e foram feitos experimentos escala laboratorial com água de poços profundos, para definir qual tipo de configuração de membrana e pré-tratamento seria necessário.

O autor Fanjul *et al.* (2009) no trabalho 16, apresentou em seu artigo o projeto da Usina de Dessalinização de Água do Mar Skikda (SWDP), que através de osmose reversa, filtração com areia e leitos filtrantes de dolomita visou obter condições ideais da qualidade da água e aumentar os recursos d'água da região. A água foi conduzida do mar até a fase de pré-tratamento passando pela filtração com areia e antracite, seguida de um pós tratamento feito por meio de leitos filtrantes de dolomita.

No trabalho 17, autor Cheng *et al.* (2019) avaliou a preparação de uma membrana composta de óxido de grafeno reduzido com alta absorção de luz para aumentar a geração de vapor de água através de diferentes testes experimentais. Foi fabricado um sistema aprimorado composto simples (CES) baseado na membrana para melhorar a eficiência da evaporação e foi montado um dispositivo integrado de destilação e geração de energia para mostrar a aplicação na prática desse sistema.

#### 5.1.3.9 Ozonização

No trabalho 18, a autora Garbelini (2017) verificou a forma como os desinfetantes cloro, ozônio e radiação UV ataca o ácido húmico comercial e se a utilização do ozônio e do ultravioleta como pré-tratamento à cloração são eficazes na redução de tri-halometanos. Foi feita a verificação da influência das condições de cloração na concentração de THMs através de um planejamento fatorial fracionário e feito estudos da formação de THMs em função do tempo, também foi analisado o efeito de aplicação da irradiação UV e ozonização em pré-tratamentos a fim de acompanhar a formação de THMs e a degradação do ácido húmico comercial por meio de técnicas espectroscópicas diversas.

#### 5.1.3.10 Oxidação

A autora Albuquerque (2017) no trabalho 19 avaliou a potencialidade dos processos oxidativos avançado UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e Fenton para tratamento de água de abastecimento contaminada por microcistina-LR. O estudo foi dividido em três etapas, primeiro foi realizada uma validação do método analítico através de cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massas, após isso foi descrito a eficiência do processo UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> no tratamento de água através de um reator fotocatalítico de baixo custo, e por último foi apresentado a utilização do reagente Fenton como coagulante seguido dos métodos de tratamento convencionais de floculação, sedimentação e filtração para a efetividade do estudo.

No trabalho 20, o autor Oliveira (2019) avaliou o método de cavitação hidrodinâmica na remoção de oocistos *Cryptosporidium parvum* em amostras de

água contaminada experimentalmente. A água ultrapura foi contaminada com oocistos de *C. parvum* em diferentes pressões de entrada, foi realizado um ensaio piloto utilizando determinada pressão no sistema de cavitação e coletadas amostras no tempo zero e a cada 10 minutos durante 1 hora, após isso, foram feitos ensaios com outros valores de pressões e realizada a quantificação das concentrações de oocisto no citometro de fluxo.

O autor Mavaieie Júnior (2019), avaliou no trabalho 21, a eficiência da pré-oxidação com ozônio e adsorção em carvão ativado granula na remoção do carbono orgânico dissolvido (COD) em águas de abastecimento. A pesquisa foi feita através de Ensaio Rápidos em Colunas de Escala Reduzida (ERCER), também foi efetuada a comparação entre curvas de ruptura para ensaios realizados com e sem aplicação do ozônio e feita a caracterização das frações de matéria orgânica dissolvida (MOD) usando o método de fracionamento rápido, resultando na diminuição inicial da concentração de COD.

## 5.2 Resultados da prospecção tecnológica dos MTTAACH

### 5.2.1 Resultados da Prospecção em Banco de Patentes - INPI

Os modelos de tecnologias identificados e quantificados após a pesquisa junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI estão apresentadas na tabela 2.

**Tabela 2 - Resultados e seleção das buscas no INPI.**

<b>Termo de busca</b>	<b>Resultados</b>	<b>Seleção</b>
Coagulação/floculação	10	3
Desinfecção da água	45	3
Dessalinização	91	2
Eletrocoagulação	14	2
Filtração da água	82	3
Fitorremediação	1	1
Flotação da água	12	3
Fotocatalizador	17	1
Membrana tratamento de água	15	1
Oxidação da água	33	2
Ozonização	26	2

Fonte: Autores (2022).

## 5.2.2 Resultados dos Métodos & Técnicas de Coagulação/floculação

### 5.2.2.1 Portfólio Tecnológico

Através da pesquisa sob o termo “coagulação/floculação” aplicado no campo “título”, foram encontradas 10 patentes, e as selecionadas após a leitura dos resumos estão identificadas no quadro 2.

**Quadro 2 – Portfólio tecnológico sobre Coagulação/Floculação**

Pedido	Depósito	Título	IPC	ID
BR 11 2014 016593 9	03/01/2013	APARELHO DE COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO PARA O TRATAMENTO DE UM FLUXO HIDRÁULICO, E, PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO	C02F 1/52	C1
<u>PI</u> <u>0501387-</u> <u>9</u>	06/04/2005	MINIPLANTA MODULAR DE TRATAMENTO DE ÁGUA DOCE COMPREENDENDO OS PROCESSOS DE COAGULAÇÃO, FLOCULAÇÃO, SEDIMENTAÇÃO E FILTRAÇÃO.	C02F 9/00	C2
<u>PI</u> <u>8405232-</u> <u>5</u>	11/10/1984	SISTEMA COMPACTO PARA CLARIFICACAO DE ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO CONJUGANDO NUMA UNICA UNIDADE OS PROCESSOS DE COAGULACAO, FLOCULACAO, FLOTACAO POR AR DISSOLVIDO E FILTRACAO COM TAXA DECLINANTE	C02F 9/00	C3

Fonte: Autores (2022).

### 5.2.2.2 Estado da Técnica

O modelo intitulado “APARELHO DE COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO PARA O TRATAMENTO DE UM FLUXO HIDRÁULICO, E, PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO” (BR 112014 016593 9), trata-se de um aparelho para fluxo hidráulico que permite realizar uma coagulação/floculação a partir de uma fase de separação física por flotação, filtração ou sobre membranas considerando a clarificação da água, ou seja, a eliminação das partículas em suspensão. O aparelho comporta pelo menos um coagulador com injeção de coagulante seguido por um floculador. O coagulador comporta um reator de injeção de coagulante sob alta energia seguido por um de baixa energia, e um elemento de alta energia é disposto entre o reator de coagulação e o floculador estático de tipo pistão situado à jusante. O campo de aplicação desse modelo é o da clarificação das águas, de superfície,

subterrâneas, residuais, pluviais e qualquer tipo de águas ou suspensões líquidas adaptadas a flotação.

O modelo intitulado como “MINIPLANTA MODULAR DE TRATAMENTO DE ÁGUA DOCE COMPREENDENDO OS PROCESSOS DE COAGULAÇÃO, FLOCULAÇÃO, SEDIMENTAÇÃO E FILTRAÇÃO” (PI 0501387-9), diz respeito a uma miniplanta modular com estrutura tubular que visa a potabilização de água doce e recuperação da qualidade de águas residuárias. Essa estrutura é composta de tubos cilíndricos e acessórios, além de câmaras que operam sobre pressão. A miniplanta compreende processos de: medição da vazão efluente através de um piezômetro; dosagem de soluções químicas através de dosadores de nível constante; arraste e mistura das soluções químicas dosadas através de arranjo hidráulico; floculação hidráulica da água coagulada através de equipamento cônico de floculação do tipo hidráulico instalado no interior das câmaras o módulo de floculação; sedimentação laminar através de equipamento cônico de sedimentação instalado no interior das câmaras do módulo de sedimentação; filtração rápida de fluxo descendente em câmaras pressurizadas através da câmara de carga de água sedimentada e filtros retro auto-laváveis com fluxo invertido; dosagem das soluções químicas pós, através de dosadores de nível constante; arraste e aplicação das soluções químicas dosadas através de arranjo hidráulico; e reservatório de mistura e contato químicos pós para o processo de potabilização da água doce.

O modelo intitulado “SISTEMA COMPACTO PARA CLARIFICACAO DE ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO CONJUGANDO NUMA UNICA UNIDADE OS PROCESSOS DE COAGULACAO, FLOCULACAO, FLOTACAO POR AR DISSOLVIDO E FILTRACAO COM TAXA DECLINANTE” (PI 8405232-5), apresenta um Sistema compacto alternativo para clarificação de águas de abastecimento. O Sistema é definido por conjugar em apenas uma unidade principal os processos de coagulação, floculação, flotação por ar dissolvido e filtração. Ele pode ser utilizado em estações de tratamento de água ou em instalações industriais de clarificação de água, apresentando avanço técnico e científico em relação aos sistemas de clarificação convencionais, além de possuir vantagens econômicas devido a implantação e manutenção por necessitar de uma área pequena. A água a ser clarificada recebe os coagulantes químicos na canalização de entrada onde é efetuada uma mistura rápida através do misturador tipo modular, e então a água coagulada é conduzida para a zona de floculação-flotação onde ocorre a floculação

por contato com adição do floculador tipo helicoidal, podendo ser previsto também um Sistema de agitação lenta mecanizado.

### 5.2.3 Resultados do Método & Técnica de Desinfecção

#### 5.2.3.1 Portfólio Tecnológico

No quadro 3, são apresentadas as patentes selecionadas através da prospeção sob o termo “desinfecção da água” aplicado no campo “título”.

**Quadro 3 - Portfólio tecnológico sobre Desinfecção da água.**

<b>Pedido</b>	<b>Depósito</b>	<b>Título</b>	<b>IPC</b>	<b>ID</b>
<u>BR 10 2019 010722 7</u>	24/05/2019	EMISSOR DE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA PARA DESINFECÇÃO DA ÁGUA	C02F 1/32	D1
<u>BR 11 2015 014921 9</u>	20/12/2013	MÉTODO PARA A DESINFECÇÃO ELETROQUÍMICA DE ÁGUA	C02F 1/467	D2
<u>PI 0108625-1</u>	22/01/2001	MÉTODO E APARELHO PARA DESINFECÇÃO DE ÁGUA DE BAIXO CUSTO	C02F 1/32	D3

**Fonte: Autores (2022)**

#### 5.2.3.2 Estado da técnica

O modelo intitulado “EMISSOR DE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA PARA DESINFECÇÃO DA ÁGUA” (BR 10 2019 010722 7), diz respeito a um equipamento de desinfecção de água de baixo custo, praticidade e eficiência, desenvolvido para atender a população que não tem acesso a água tratada. O equipamento funciona em regime de batelada sob recargas de 5 litros de água, e pode ser utilizado em regiões remotas ou em situações de emergência sem necessidade de acessório de fluxo contínuo de água, acarretando uma redução em seu valor. Tem configuração geométrica permitindo que a radiação ultravioleta alcance a água e garanta uma dose efetiva para a desinfecção, é constituído por um reservatório, quatro lâmpadas tubulares lineares de vapor de mercúrio, uma entrada de água, uma base para equilíbrio estático e uma caixa de passagem com interruptores designada a desinfetar a água pretendida de imediato.

O modelo intitulado “MÉTODO PARA A DESINFECÇÃO ELETROQUÍMICA DE ÁGUA” (BR 11 2015 014921 9), tem o intuito de otimizar o desempenho do tratamento de água, através da colocação de partes metálicas produzidas a partir de cobre em contato com a água, no fluxo a jusante. O método é constituído por uma célula eletrolítica que possui um ânodo e um cátodo paralelos e em formato de placa contendo as faces opostas com áreas de superfície iguais, possuindo um espaço simétrico entre os eletrodos sem trajeto ou curto circuito, e entre as placas através da extensão da passagem da água a ser tratada, um regime turbulento com êxito de fundir os microrganismos contidos nas substâncias dissolvidas contra o ânodo e o cátodo. Desta forma a água é desinfectada eletroquimicamente sem adição de qualquer produto químico.

O modelo intitulado “MÉTODO E APARELHO PARA DESINFECÇÃO DE ÁGUA DE BAIXO CUSTO” (PI 0108625-1), refere-se a um método de desinfecção de água para consumo humano de baixo custo, de forma que se obtenha água potável em situações nas quais os recursos sejam limitados. A estrutura é composta de um filtro de “vela” cilíndrico com diâmetro interno estendido, colocado sobre uma saída em um recipiente onde a água de alimentação é derramada e filtrada através do filtro e conduzida ao longo de um trajeto de fluxo através da saída para um recipiente de armazenamento. A água filtrada é irradiada com energia ultravioleta (UV), além de a filtração ser alimentada pela gravidade através da cerâmica proporcionando uma taxa de fluxo de água lenta, com a lâmpada UV de baixa potência e um filtro de cerâmica de baixo custo pode-se obter água potável utilizando um gasto de energia baixo.

#### 5.2.4 Resultados do Método & Técnica de Dessalinização

##### 5.2.4.1 Portfólio Tecnológico

No quadro 4, são apresentadas as patentes selecionadas através da prospecção sob o termo “dessalinização” aplicado no campo “título”.

**Quadro 4 - Portfólio tecnológico sobre Dessalinização.**

<b>Pedido</b>	<b>Depósito</b>	<b>Título</b>	<b>IPC</b>	<b>ID</b>
<u>BR 10 2019 026746 1</u>	16/12/2019	ESTAÇÃO AUTÔNOMA DE DESSALINIZAÇÃO E DISPENSAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL	BO1 D61/ 22	Ds1
<u>BR 10 2017 023946 2</u>	07/11/2017	SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA UTILIZANDO ENERGIA EÓLICA	C02F 1/00	Ds2

**Fonte: Autores (2022).**

#### 5.2.4.2 Estado da técnica

O modelo intitulado “ESTAÇÃO AUTÔNOMA DE DESSALINIZAÇÃO E DISPENSAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL” (BR 10 2019 026746 1), refere-se a uma estação autossustentável alimentada pela energia elétrica da rede convencional ou de meios de geração de energia renovável, apresentando uma unidade de fácil operação. O sistema é composto por uma unidade de dessalinização e filtração de água captada de um manancial, uma unidade de dispensação de água potável e uma unidade microprocessada que através de instruções armazenadas em base de dados, envia comandos as unidades operativas da estação e permite o monitoramento remoto através de uma interface de supervisão com código de transferência de dados.

O modelo intitulado “SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA UTILIZANDO ENERGIA EÓLICA” (BR 10 2017 023946 2), trata-se de um sistema de tratamento de água por osmose reversa utilizando energia eólica captada por turbina como fonte de energia, sem necessidade do uso de pressurizadores, inversores e válvulas de retenção de controle de pressão, utilizando membranas tecnológicas que garantem eficiência de 100%. O sistema é composto por uma unidade de coleta de água, que coleta a partir de uma bomba hidráulica alimentada por energia gerada da turbina eólica, unidade de filtragem para retenção de elementos sólidos e uma unidade de dessalinização por osmose reversa composta por bomba de alta pressão e uma saída para escoamento de rejeito e uma para escoamento de água dessalinizada.

## 5.2.5 Resultados dos Métodos & Técnicas de Eletrocoagulação

### 5.2.5.1 Portfólio Tecnológico

No quadro 5, são apresentadas as patentes selecionadas através da prospecção sob o termo “eletrocoagulação” aplicado no campo “título”.

**Quadro 5 - Portfólio tecnológico sobre Eletrocoagulação.**

Pedido	Depósito	Título	IPC	ID
<u>BR 11</u> <u>2020</u> <u>001251 3</u>	20/07/2018	UNIDADE DE ELETROCOAGULAÇÃO E SISTEMA DE TRATAMENTO POR ELETROCOAGULAÇÃO	C02F 1/463	E1
<u>BR 11</u> <u>2015</u> <u>027865 5</u>	09/05/2014	ANODO SACRIFICIAL CONTIDO EM UMA CÉLULA ELETROQUÍMICA PARA ELETROCOAGULAÇÃO CONTENDO UM CATODO E MÉTODO PARA REMOÇÃO DE POLUENTES DA ÁGUA POR ELETROCOAGULAÇÃO	C25B 11/03	E2

**Fonte: Autores (2022).**

### 5.2.5.2 Estado da técnica

O modelo intitulado “UNIDADE DE ELETROCOAGULAÇÃO E SISTEMA DE TRATAMENTO POR ELETROCOAGULAÇÃO” (BR 11 2020 001251 3), apresenta sistemas que utiliza um processo eletroquímico para a remoção de impurezas e outros contaminantes de fluídos tais como a água, quando a energia é aplicada os contaminantes suspensos são desestabilizados e se partem em partículas menores. A unidade de eletrocoagulação é composta de um casco externo e um conjunto de eletrodos dispostos dentro de um casco interno, cada eletrodo é separado de um eletrodo adjacente por um espaçamento entre os eletrodos, o casco exterior inclui uma entrada de fluido; uma saída; uma primeira abertura de barramento com uma primeira gaxeta de vedação associada a ela; uma segunda gaxeta de vedação acoplada a segunda abertura de barramento; e uma pluralidade de elementos filtrantes disposto entre cada par de eletrodo.

O modelo intitulado “ANODO SACRIFICIAL CONTIDO EM UMA CÉLULA ELETROQUÍMICA PARA ELETROCOAGULAÇÃO CONTENDO UM CATODO E MÉTODO PARA REMOÇÃO DE POLUENTES DA ÁGUA POR ELETROCOAGULAÇÃO” (BR 11 2015 027865 5), trata-se de uma célula

eletroquímica que contém um eletrodo sacrificial adequado para eletrocoagulação, utilizada com o intuito de remover vários poluentes da água, como fluoreto ou fluoreto em combinação com metais pesados. O modelo fornece um anodo sacrificial contido na célula eletroquímica para eletrocoagulação incluindo um catodo, em que o anodo contém uma parte sacrificial e uma parte condutora elétrica não sacrificial. É fornecida pelo menos uma célula eletroquímica que entra em contato com água sendo purificada enquanto ocorre uma diferença de potencial elétrico entre o catodo e o anodo.

## 5.2.6 Resultados do Método & Técnica de Filtração

### 5.2.6.1 Portfólio Tecnológico

No quadro 6, são apresentadas as patentes selecionadas através da prospecção sob o termo “filtração da água” aplicado no campo “título”.

**Quadro 6 - Portfólio tecnológico sobre Filtração da água.**

Pedido	Depósito	Título	IPC	ID
<u>BR 10</u> <u>2020</u> <u>000311 9</u>	07/01/2020	FILTROS CELULÓSICOS COMPÓSITOS PARA REMOÇÃO DE CONTAMINANTES DE ÁGUA POR FILTRAÇÃO USANDO BAIXO VÁCUO	B01D 17/04	F1
<u>BR 11</u> <u>2015</u> <u>025927 8</u>	01/04/2014	EQUIPAMENTO DE FILTRAÇÃO ABERTO PARA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	B01D 25/02	F2
<u>BR 10</u> <u>2013</u> <u>011528 2</u>	09/05/2013	SISTEMA DE CAPTAÇÃO SUB-SUPERFICIAL COM PRÉ FILTRAÇÃO DE ÁGUA DE RIO	B01D 24/02	F3

**Fonte: Autores (2022).**

### 5.2.6.2 Estado da técnica

O modelo intitulado “FILTROS CELULÓSICOS COMPÓSITOS PARA REMOÇÃO DE CONTAMINANTES DE ÁGUA POR FILTRAÇÃO USANDO BAIXO VÁCUO” (BR 10 2020 000311 9), apresenta a produção de filtros celulósicos compostos a partir da mistura de nanofibras de celulose de Eucalipto, polpa de celulose branqueada de Eucalipto, cascas de soja e fibras de bagaço de cana nas formas brutas, semibranqueadas e branqueadas, ferritas magnéticas, lignina e lignina hidroximetilada e polímeros condutores aplicados para o remoção de

contaminantes em água. Os filtros foram testados em remoções de diferentes íons metálicos (chumbo, mercúrio, cobre, zinco, alumínio, cádmio e cromo), na água, apresentando grande eficiência de remoção, curto tempo de filtração e elevados valores de fluxo.

O modelo intitulado “EQUIPAMENTO DE FILTRAÇÃO ABERTO PARA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA” (BR 11 2015 025927 8), trata-se de um Sistema de filtração aberto com leito filtrante para atuar em estação de tratamento de água. O sistema é composto por várias pás de suporte que sustentam caixilhos sobre elas, e cada um apresenta pelo menos uma abertura sendo adequados para cobrir o fundo de um filtro e uma pluralidade de conjuntos de filtração com uma superfície superior plana acopláveis cada um sobre um caixilho cobrindo uma abertura, cada conjunto apresenta uma rede de filtração para separar a água do leito filtrante. Esse sistema proporciona um fundo duplo no filtro aberto e superfície superior plana, evitando assim rupturas e aumentando a vida útil do conjunto.

O modelo intitulado “SISTEMA DE CAPTAÇÃO SUB-SUPERFICIAL COM PRÉ FILTRAÇÃO DE ÁGUA DE RIO” (BR 10 2013 011528 2), diz respeito a equipamentos e instalações para captação sub-superficial com pré filtração de água de rio aplicado na engenharia com o intuito de melhorar a qualidade da água captada dos rios e aumentar a eficiência operacional da estação de tratamento e da qualidade da água tratada. Esse Sistema de captação no próprio manancial apresenta benefícios como remoção de partículas em suspensão, orgânicas e inorgânicas, além de concentrações de algas, bactérias, vírus e parasitas. Diante da pré-filtração uma parte da turbidez é removida antes de chegar na ETA, ajudando na diminuição da demanda por produtos químicos coagulantes e nos custos do tratamento. O equipamento funciona através do pré-filtro com estrutura de gabiões filtrantes e tela filtrante removível, os quais filtram a água para uma cisterna, tubos de ligação, instalação de adução e de retrolavagem.

## 5.2.7 Resultados dos Métodos & Técnicas de Fitorremediação

### 5.2.7.1 Portfólio Tecnológico

No quadro 7, são apresentadas as patentes selecionadas através da prospecção sob o termo “fitorremediação tratamento” aplicado no campo “resumo”.

**Quadro 7 - Portfólio tecnológico sobre Fitorremediação.**

Pedido	Depósito	Título	IPC	ID
PI 0305605-8	15/04/2003	BARREIRA BIO-QUÍMICA	C02F 3/06	Fi1

**Fonte: Autores (2022).**

### 5.2.7.2 Estado da técnica

O modelo intitulado “BARREIRA BIO-QUÍMICA” (PI 0305605-8), trata-se de um Sistema de tratamento de água através de Barreira Bioquímica que utiliza a técnica de barreira reativa consorciada a fitorremediação como alternativa para diferentes tipos de tratamento de águas residuárias podendo ser uma opção de tratamento principal, secundário ou terciário. A barreira é composta por célula com dispositivos de entrada e saída de efluente, leito de pedras para sustentar as raízes dos vegetais, solo de cobertura do leito que atua como substrato, plantas aquáticas capazes de fazer a limpeza das águas residuárias, parede reativa para reagir quimicamente e reter os contaminantes presentes na água e o piezômetro que viabiliza a coleta de amostras em pontos estratégicos auxiliando no monitoramento.

## 5.2.8 Resultados do Método & Técnica de Flotação

### 5.2.8.1 Portfólio Tecnológico

No quadro 8, são apresentadas as patentes selecionadas através da prospecção sob o termo “flotação da água” aplicado no campo “título”.

**Quadro 8 - Portfólio tecnológico sobre Flotação da água.**

Pedido	Depósito	Título	IPC	ID
<u>BR 10</u> <u>2016</u> <u>030143 2</u>	21/12/2016	EQUIPAMENTO PARA TRATAMENTO DE ÁGUA EM ETAS E RESPECTIVO PROCESSO DE TRATAMENTO LINEAR, CONTÍNUO E COM FLEXIBILIDADE DE ATUAÇÃO PARA FLOTAÇÃO E/OU DECANTAÇÃO.	C02F 9/02	FI1
<u>BR 11</u> <u>2016</u> <u>000097 8</u>	20/06/2014	DISPOSITIVO DE FLOTAÇÃO DE AR DISSOLVIDO PARA TRATAMENTO DE ÁGUA	C02F 1/24	FI2
<u>PI</u> <u>1001307-</u> <u>5</u>	15/04/2010	INJEÇÃO DE OXIGÊNIO EM BACIA DE FLOTAÇÃO DO PROCESSO DE REMOÇÃO DE SUBSTÂNCIAS POLUENTES EM CURSOS D'ÁGUA	C02F 1/24	FI3

Fonte: Autores (2022).

### 5.2.8.2 Estado da técnica

O modelo intitulado “EQUIPAMENTO PARA TRATAMENTO DE ÁGUA EM ETAS E RESPECTIVO PROCESSO DE TRATAMENTO LINEAR, CONTÍNUO E COM FLEXIBILIDADE DE ATUAÇÃO PARA FLOTAÇÃO E/OU DECANTAÇÃO.” (BR 10 2016 030143 2), trata-se de um equipamento para tratamento de água em ETAs de atuação para flotação e/ou decantação, o qual consiste em uma construção nova na forma de canal contínuo onde é montado um equipamento denominado “Equipamento Móvel de Remoção de Resíduos e Equipamentos” (EMR), permitindo que ele defina qual sistema operacional será utilizado no tratamento, seja pela flotação, decantação ou os dois em conjunto. A estrutura deve ser desenvolvida ao longo de um canal linear, podendo se adequar de acordo com o terreno disponível para implantação, deve ocorrer de forma contínua em um tanque único de seção transversal, para que após a etapa de floculação, compreenda a flotação e/ou decantação que se apresentam na mesma área do canal de tratamento, porém se diferenciam de acordo com a escolha do operador do processo e o tipo de tratamento adequado.

O modelo intitulado “DISPOSITIVO DE FLOTAÇÃO DE AR DISSOLVIDO PARA TRATAMENTO DE ÁGUA” (BR 11 2016 000097 8), refere-se a um dispositivo de flotação de ar dissolvido para tratamento de água capaz de realizar a separação do material suspenso ou surfactantes da água não tratada, na forma de emulsão ou suspensão. O dispositivo é composto por um tanque de separação de flotação ciclônica, um tubo de saída para água tratada e um tubo de saída para espuma que

flutua em relação ao tubo central dentro do tanque de separação, o qual simultaneamente separa o material decantado e em suspensão com maior eficiência.

O modelo intitulado “INJEÇÃO DE OXIGÊNIO EM BACIA DE FLOTAÇÃO DO PROCESSO DE REMOÇÃO DE SUBSTÂNCIAS POLUENTES EM CURSOS D'ÁGUA” (PI 1001307-5), apresenta uma injeção de oxigênio dissolvido em água na bacia de flotação com o intuito de remover poluentes e matéria orgânica em suspensão em cursos d'água poluídos por efluentes, águas pluviais, ETAs e ETEs. A injeção de oxigênio consiste em submeter às partículas em suspensão de grandes dimensões e densidades agregadas à jusante do curso d'água, direcionando a unidades de dissolução através de misturadores pressurizados, assim forma uma mistura de água/oxigênio a ser injetada no curso d'água e ocasiona a flotação das partículas agregadas.

## 5.2.9 Resultados do Método & Técnica de Fotocatalizador

### 5.2.9.1 Portfólio Tecnológico

No quadro 9 são apresentadas as patentes selecionadas através da prospecção sob o termo “fotocatalizador” aplicado no campo “título”.

**Quadro 9 - Portfólio tecnológico sobre Fotocatalizador.**

Pedido	Depósito	Título	IPC	ID
<u>BR 10 2018 015844 9</u>	02/08/2018	IMOBILIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE TIO <sub>2</sub> EM FIBRAS POLIMÉRICAS E PRODUTO OBTIDO	C08J 5/00	Fo1

**Fonte: Autores (2022).**

### 5.2.9.2 Estado da técnica

O modelo intitulado “IMOBILIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE TIO<sub>2</sub> EM FIBRAS POLIMÉRICAS E PRODUTO OBTIDO” (BR 10 2018 015844 9), apresenta um processo de imobilização de nanopartículas do fotocatalizador TiO<sub>2</sub> em fibras poliméricas e naturais. Esse processo utiliza um polímero condutor para fixar o óxido, e oxidar matéria orgânica na água ou no ar através da irradiação do compósito fotocatalítico com luz ultravioleta. O dispositivo utiliza de um polímero

condutor de prótons na fixação do  $\text{TiO}_2$  na superfície de fibras a base de poliéster ou celulose, assim seu uso nessas reações fotocatalíticas permite a sua fácil remoção ou reuso. O modelo se apresenta eficiente na purificação de águas de abastecimento além da degradação de compostos orgânicos voláteis e  $\text{NO}_x$  e controle de larvas e mosquitos.

## 5.2.10 Resultados do Método & Técnica de Membrana

### 5.2.10.1 Portfólio Tecnológico

No quadro 10, são apresentadas as patentes selecionadas através da prospecção sob o termo “membrana tratamento de água” aplicado no campo “título”.

**Quadro 10 - Portfólio tecnológico sobre tratamento de água por Membrana.**

Pedido	Depósito	Título	IPC	ID
BR 11 2013 009702 7	18/10/2011	EQUIPAMENTO PARA TRATAMENTO DE ÁGUA POR MEIO DE FILTRAÇÃO OU PROCESSO DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANA	C02F 1/44	M1

**Fonte: Autores (2022).**

### 5.2.10.2 Estado da técnica

O modelo intitulado como “SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA, MÉTODO PARA FACILITAR UM PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA, MÓDULO DE MEMBRANA DE OSMOSE REVERSA ENROLADA EM ESPIRAL” (PI 0908960-8), trata-se de um módulo de membrana enrolada em espiral para uso em osmose reversa manipulada. Ele possui duas entradas e duas saídas para definir o trajeto de fluxo de fluido, as entradas e saídas podem ser isoladas para que não ocorra mistura, e o módulo de membrana pode incluir uma região distribuidora e uma região coletora. A estrutura é composta por uma membrana de osmose reversa enrolada em espiral, uma tampa acoplada de forma vedada a primeira extremidade compreendendo uma entrada e um coletor, e uma acoplada a segunda extremidade compreendendo uma saída e um coletor.

## 5.2.11 Resultados do Método & Técnica de Oxidação

### 5.2.11.1 Portfólio Tecnológico

No quadro 11, são apresentadas as patentes selecionadas através da prospecção sob o termo “oxidação da água” aplicado no campo “título”.

**Quadro 11 - Portfólio tecnológico sobre Oxidação da água.**

Pedido	Depósito	Título	IPC	ID
<u>BR 11 2012 005959 9</u>	18/09/2009	DISPOSITIVO PARA PURIFICAÇÃO DE ÁGUA POR OXIDAÇÃO ANÓDICA E PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE ÁGUA.	C02F 1/467	O1
<u>MU 7902876-4</u>	26/11/1999	SISTEMA DE OXIDAÇÃO, DECANTAÇÃO E BACTERIZAÇÃO PARA POTABILIZAÇÃO DE ÁGUA DE POÇO/ MINA VISANDO CONSUMO HUMANO	C02F 9/00	O2

Fonte: Autores (2022)

### 5.2.11.2 Estado da técnica

O modelo intitulado “DISPOSITIVO PARA PURIFICAÇÃO DE ÁGUA POR OXIDAÇÃO ANÓDICA E PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE ÁGUA” (BR 11 2012 005959 9), trata-se de um dispositivo para purificar a água por oxidação anódica, a qual é realizada através de uma célula eletrolítica consolidada como um conjunto de eletrodos de placa. O dispositivo é composto de um tanque de armazenamento que retém a água purificada e um tubo de alimentação que leva a água a ser purificada até o tanque. No tubo de alimentação é disposto um reator para a reação anódica da água e no tanque de armazenamento possui um sensor redox para medir o potencial redox e um suprimento de água do tubo que vai para dentro do tanque de forma descontínua através de um jato.

O modelo intitulado “SISTEMA DE OXIDAÇÃO, DECANTAÇÃO E BACTERIZAÇÃO PARA POTABILIZAÇÃO DE ÁGUA DE POÇO/ MINA VISANDO CONSUMO HUMANO” (MU 7902876-4), refere-se a um Sistema de oxidação, decantação e bacterização da água a fim de torná-la potável dentro dos padrões oficiais e cooperar com a distribuição de água e custos envolvidos. O Sistema é composto por uma parte hidráulica, uma elétrica e uma operacional para dosagem, ele possui vários componentes como conjunto filtrante, reservatórios interligados por

vasos, reguladores de nível com controle automático e acionamento das bombas, bombas dosadoras para controle de vazão e contra pressão, bomba centrífugas monobloco, bombas para injeção e tubulações para alimentação e consumo.

## Resultados do Método & Técnica de Ozonização

### 5.2.12.1 Portfólio Tecnológico

No quadro 12, são apresentadas as patentes selecionadas através da prospecção sob o termo “ozonização” aplicado no campo “título”.

**Quadro 12 - Portfólio tecnológico sobre Ozonização.**

Pedido	Depósito	Título	IPC	ID
<u>BR 20 2013 000550 4</u>	09/01/2013	SISTEMA PARA PURIFICAÇÃO, RESFRIAMENTO E OZONIZAÇÃO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E OUTRAS FINALIDADES.	C02F 1/28	Oz1
<u>PI 9305230-8</u>	23/12/1993	REATOR PARA A OZONIZAÇÃO OTIMIZADA DAS ÁGUAS DESTINADAS AO CONSUMO HUMANO	C02F 1/78	Oz2

**Fonte: Autores (2022)**

### 5.2.12.2 Estado da técnica

O modelo intitulado “SISTEMA PARA PURIFICAÇÃO, RESFRIAMENTO E OZONIZAÇÃO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E OUTRAS FINALIDADES” (BR 20 2013 000550 4), refere-se a um purificador empregado para tratamento e refrigeração de água para consumo humano e desinfecção de frutas, verduras e legumes, usando o princípio ativo o ozônio no processo de eliminação de microrganismos presentes na água. O ozônio por se apresentar mais oxidante age na parede celular causando a ruptura, demandando menos tempo de contato e tornando improvável sua reativação. Essa tecnologia possui um sistema com 5 fases. A 1ª fase é a redução física, que consiste em reduzir a turbidez e coloração produzidas pelas partículas presentes nas tubulações de água previamente tratadas através da queima em alta temperatura do elemento PP. A 2ª fase é a redução química, nesta fase ocorre através do tratamento da água com carvão ativado impregnado com prata, a redução do cloro livre, turbidez e compostos orgânicos

causadores de mau cheiro e sabor. A 3ª fase é a redução química e física através do elemento mineral Maxcell, que com sua função bactericida remove amônia e cloraminas, regula o pH e remove metais pesados. As fases 4ª e 5ª consistem nos mesmos procedimentos das fases 2ª e 1ª sucessivamente.

O modelo intitulado “REATOR PARA A OZONIZAÇÃO OTIMIZADA DAS ÁGUAS DESTINADAS AO CONSUMO HUMANO” (PI 9305230-8), trata-se de um reator em que a ação de oxidação direta do ozônio é completada pela ação de oxidação radicalar do ozônio, sendo a oxidação radicalar intensificada pela introdução de peróxido de hidrogênio caracterizado devido a possuir três cubas de contato operadas em série. A primeira cuba recebe a água a ser tratada e destina a ação oxidante direta através do ozônio introduzido na mesma, colocando-o em contato com o líquido a ser tratado, a segunda cuba assegura a desinfecção do líquido a ser tratado, e injeta a quantidade de ozônio necessária para manutenção no mesmo da concentração de ozônio necessária para a desinfecção da água, e a terceira cuba é destinada a assegurar a ação radicalar do ozônio que é injetado com uma quantidade de peroxide de hidrogênio, designado a aumentar a quantidade de radicais OH disponível para reação com os poluentes a ser tratados por oxidação, evacuando a água tratada dessa cuba.

## **5.2 Ranking das tecnologias mais eficientes quanto ao uso racional da água**

Após o resultado das tecnologias escolhidas, foi feito a leitura das publicações de cada patente e concedidas pontuações de acordo com as caracterizações apresentadas na metodologia, podendo-se observar na tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização e pontuação das tecnologias selecionadas.

Tecnologia	ID	Operação	Manutenção	Matéria prima	Energia elétrica	Eficiência	Aplicação	Operacionalidade	Instalação	Total
Coagulação/ Floculação	C1	1	1	0	1	1	0	1	1	6
	C2	2	2	0	2	2	2	2	1	13
	C3	1	1	0	1	2	2	1	1	9
Desinfecção	D1	1	1	2	1	2	2	1	2	12
	D2	0	1	0	1	1	0	0	0	3
	D3	2	2	1	1	2	1	2	1	12
Dessalinização	Ds1	1	1	1	0	1	2	1	1	8
	Ds2	1	1	0	2	2	0	2	1	9
Eletrocoagulação	E1	1	0	1	1	2	1	1	0	7
	E2	0	1	0	0	1	1	1	1	5
Filtração	F1	1	1	0	1	2	0	1	0	6
	F2	1	0	1	1	1	1	1	0	6
	F3	1	2	2	2	1	1	2	1	12
Fitorremediação	Fi1	1	1	2	2	1	2	2	1	12
Flotação	FI1	1	1	1	1	2	2	1	0	9
	FI2	1	0	0	2	2	2	1	1	9
	FI3	1	2	2	2	2	2	1	1	13
Fotocatalisador	Fo1	0	0	0	1	1	1	0	1	4
Membrana	M1	1	1	2	1	0	1	1	1	8
Oxidação	O1	1	1	2	1	0	2	1	1	9
	O2	1	0	0	1	1	1	0	0	4
Ozonização	Oz1	2	1	0	2	1	1	2	2	11
	Oz2	1	1	1	2	1	1	1	1	9

Fonte: Autores (2022).

Para se obter a nota final e gerar o ranqueamento, foi considerado como ponto decisivo a capacidade de replicação dessas tecnologias, assim sendo, a pontuação total foi multiplicada pela Complexidade e/ou Simplicidade da Tecnologia (CST), obtendo-se as notas apresentadas na tabela 4.

**Tabela 4 – Resultado das notas finais.**

<b>ID Tecnologia</b>	<b>Total</b>	<b>Capacidade de replicação</b>	<b>Nota</b>
C1	6	+	6
C2	13	+	13
C3	9	+	9
D1	12	+	12
D2	3	+	3
D3	12	+	12
Ds1	8	-	-8
Ds2	9	+	9
E1	7	-	-7
E2	5	-	-5
F1	6	-	-6
F2	6	-	-6
F3	12	+	12
Fi1	12	+	12
FI1	9	-	-9
FI2	9	-	-9
FI3	13	+	13
Fo1	4	-	-4
M1	8	-	-8
O1	9	+	9
O2	4	-	-4
Oz1	11	+	11
Oz2	9	+	9

**Fonte: Autores (2022).**

Desta forma, obteve-se o resultado final através da nota de Potencial de Impacto Tecnológico (PIT), das tecnologias selecionadas por meio da prospecção, assim, o Ranking foi elaborado e pode ser observado na tabela 5.

Tabela 5 - Ranking das Tecnologias.

Colocação	ID Tecnologia	Nota
1 <sup>a</sup>	C2	13
	F13	13
2 <sup>o</sup>	D1	12
	D3	12
	F3	12
	Fi1	12
3 <sup>o</sup>	Oz1	11
4 <sup>o</sup>	C3	9
	Ds2	9
	O1	9
	Oz2	9
5 <sup>o</sup>	C1	6
6 <sup>o</sup>	D2	3
7 <sup>o</sup>	Fo1	-4
	O2	-4
8 <sup>o</sup>	E2	-5
9 <sup>o</sup>	F1	-6
	F2	-6
10 <sup>o</sup>	E1	-7
11 <sup>o</sup>	Ds1	-8
	M1	-8
12 <sup>o</sup>	Fi1	-9
	Fi2	-9

Fonte: Autores (2022).

## 6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse estudo, foi analisado como está o conhecimento e a produção intelectual de potenciais tecnologias de tratamento de águas de abastecimento no Brasil. Mediante aos resultados obtidos, pode-se observar que a maior produção científica em todos os países, em geral, foi a partir do ano de 1970. O Brasil apresentou grandes resultados nos anos de 2017 e 2018, e um déficit, significativo, pós pandemia, diferente dos outros países.

As regiões Sul e Sudeste do país mostraram maior produção e desenvolvimento no tema de estudo, podendo ser observado grande *gap* produtivo advindo das regiões Norte e Nordeste do território nacional, fato este, que pode contribuir com a difícil realidade nos índices de saúde coletiva dessas regiões. Apesar disso, em geral, o Brasil apresentou aparente curiosidade sobre o tema, concomitante aos Estados Unidos, Canadá e China.

O resultado da prospecção tecnológica demonstrou através do ranking, a capacidade de operacionalidade das tecnologias selecionadas e a suscetibilidade de replicação. Mesmo não tendo sido feito uma verificação de custos e atribuições técnicas robustas, o levantamento foi atribuído a uma alternativa mínima para enquadrar as tecnologias dentro de características a se ter atenção antes da replicação.

Assim sendo o presente trabalho pode servir de conteúdo para que trabalhos futuros venham a verificar e aferir os custos operacionais e, sobretudo, os custos de manutenção e reparo, bem como, a necessidade de mão de obra especializada ou não.

## REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C. V. *et al.* Sistema de captação sub-superficial com pré filtração de água de rio. BR 10 2013 011528 2. 9 mai. 2013.

AMPARO, K. K. S. *et al.* Estudo de caso utilizando mapeamento de prospecção tecnológica como principal ferramenta de busca científica. *Perspectivas em Ciência da Informação*. v.17, n.4, p.195-209. 2012. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pci/a/TqkZ6MwqNMX7dSrsPvDwvLn/?lang=pt&format=pdf>.

Acesso em: 6 de novembro de 2022.

BELTRÃO, K. G. Q. B.; JUCÁ, J. F. T. **Barreira bio-química**. PI 0305605-8. 15 abr. 2003.

BORBA, M. A. C. Prospecção tecnológica para demandas agropecuárias: Estudo sobre o Diagnóstico Comportamental da Atividade Produtiva (DCAP) como ferramenta de inovação para a transferência de tecnologia na EMBRAPA.

Universidade de Brasília. 2019. Disponível em:

<https://repositorio.unb.br/handle/10482/38131>. Acesso em: 6 de novembro de 2022.

BORGES, A. S. **Estrutura classificatória e análise cientométrica**. Universidade Federal de Minas Gerais. 2016. Disponível

em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AE3JX3/1/disserta_o_vers_o_final.pdf)

[AE3JX3/1/disserta\\_o\\_vers\\_o\\_final.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AE3JX3/1/disserta_o_vers_o_final.pdf). Acesso em: 13 de novembro de 2022.

CETESB. **Fundamentos do Controle de Poluição das Águas**. São Paulo, 2018.

Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/posgraduacao/wp-](https://cetesb.sp.gov.br/posgraduacao/wp-content/uploads/sites/33/2018/11/Apostila-Fundamentos-do-Controle-de-Polui%C3%A7%C3%A3o-das-%C3%81guas-T3.pdf)

[content/uploads/sites/33/2018/11/Apostila-Fundamentos-do-Controle-de-](https://cetesb.sp.gov.br/posgraduacao/wp-content/uploads/sites/33/2018/11/Apostila-Fundamentos-do-Controle-de-Polui%C3%A7%C3%A3o-das-%C3%81guas-T3.pdf)

[Polui%C3%A7%C3%A3o-das-%C3%81guas-T3.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/posgraduacao/wp-content/uploads/sites/33/2018/11/Apostila-Fundamentos-do-Controle-de-Polui%C3%A7%C3%A3o-das-%C3%81guas-T3.pdf). Acesso em: 15 de dezembro de 2021.

COLEPICOLO, E. **Uma Análise Cientométrica do Campo das Habilidades Sociais**. Universidade Federal de São Carlos. 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/6003/6830.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 de novembro de 2022.

DI BERNARDO, L.; BRANDÃO, C. C. S.; HELLER, L. **Tratamento de águas de abastecimento por filtração em múltiplas etapas**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. Disponível em: [http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/aguas\\_de\\_abastecimento.pdf](http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/aguas_de_abastecimento.pdf). Acesso em: 15 de dezembro de 2021.

EGNER, S. **Equipamento para tratamento de água por meio de filtração ou processo de separação por membrana**. BR 11 2013 009702 7. 18 out. 2011.

FONTELLES, M. J. *et al.* **Metodologia da Pesquisa Científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa**. Universidade da Amazônia. 2009. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo\\_C8\\_NONAME.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C8_NONAME.pdf). Acesso em: 6 de novembro de 2022.

GADJIL, A.; DRESCHER, A. **Método e aparelho para desinfecção de água de baixo custo**. PI 0108625-1. 22 jan. 2001.

GREGOLIN, J. A. R. *et al.* **Análise da produção científica a partir de indicadores bibliométricos**. Cáp. 5, vol 1. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo 2004. São Paulo: FAPESP, 2005. Disponível em: [https://fapesp.br/indicadores2004/volume1/cap05\\_vol1.pdf](https://fapesp.br/indicadores2004/volume1/cap05_vol1.pdf) Acesso em: 13 de novembro de 2022.

GOLDMAIER, M. A. **Dispositivo para purificação de água por oxidação anódica e processo de purificação de água**. BR 11 2012 005959 9. 18 set. 2019.

GUIRADO, J. R. **A meditação como área de conhecimento: Estudo cientométrico**. Universidade Federal de Minas Gerais. 2020. Disponível em:

<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/34303/1/A%20MEDITA%c3%87%c3%83O%20COMO%20%c3%81REA%20DE%20%20CONHECIMENTO%20estudo%20cientom%c3%a9trico.pdf>. Acesso em: 13 de novembro de 2022.

HAVAS, A. **Prospecção Tecnológica na Hungria: política e lições metodológicas**. Instituto de Economia da Academia de Ciências Húngara. 2005.

Disponível em:

[http://real.mtak.hu/53755/1/Havas\\_2005\\_Prospeccao\\_tecnologica\\_na\\_Hungria\\_u.pdf](http://real.mtak.hu/53755/1/Havas_2005_Prospeccao_tecnologica_na_Hungria_u.pdf)

. Acesso em: 15 de dezembro de 2021.

JARA, D. C.; GONZALEZ, M. M. **Equipamento de filtração aberto para estação de tratamento de água**. BR 11 2015 025927 8. 1 abr. 2014.

LIEBERKNECHT, G. **Análise Bibliométrica sobre Formação de Caulinita**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2016. Disponível em:

[https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-18012017-](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-18012017-163040/publico/GabrielaLieberknechtCorr16.pdf)

[163040/publico/GabrielaLieberknechtCorr16.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-18012017-163040/publico/GabrielaLieberknechtCorr16.pdf). Acesso em: 6 de novembro de 2022.

LIMA, R. A. **Análise cientométrica das práticas científicas na área de solos**. Universidade Estadual de Campinas. 2012.

MACIAS-CHAPULA, C. A. **O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional**. v. 27, n. 2, p. 134-140. Brasília/ DF. 1998.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ci/a/rz3RTKWZpCxVB865BQRvtmh/?lang=pt&format=pdf>.

Acesso em: 13 de novembro de 2022.

MERTINEZ, M. M. V. **Sistema de oxidação, decantação e bacterização para potabilização de água de poço/ mina visando consumo humano**. MU 7902876-4. 26 nov. 1999.

MORALES, J. M. *et al.* **Método para a desinfecção eletroquímica de água.** BR 11 2015 014921 9. 20 dez. 2013.

NASCIMENTO, B. S. **A Ciência da Informação no Brasil: um retrato da área através do estudo de autoria e da análise das redes de colaboração científica.**

Universidade Federal da Bahia. 2011. Disponível em:

<https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/7846/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Final.pdf>

f. Acesso em: 13 de novembro de 2022.

NASCIMENTO, F. P. **Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática – como elaborar TCC.** Capítulo 6. Brasília/DF, Brasil. 2016.

NETTO, P. G. O. *et al.* **Injeção de oxigênio em bacia de flotação do processo de remoção de substâncias poluentes em cursos d'água.** PI 1001307-5. 15 ABR. 2010.

NOBRE, A. T.; FEIJÃO, P. A. L. **Estação autônoma de dessalinização e dispensação de água potável.** BR 10 2019 026746 1. 16 dez. 2019.

NORMAN, G. K. *et al.* **Unidade de eletrocoagulação e sistema de tratamento por eletrocoagulação.** BR 11 2020 001251 3. 20 jul.2018.

OLIVEIRA, J. C. G. *et al.* **Equipamento para tratamento de água em ETAs e respectivo processo de tratamento linear, contínuo e com flexibilidade de atuação para flotação e/ou decantação.** BR 10 2016 030143 2. 21 dez. 2016.

PASQUINI, D. *et al.* **Filtros celulósicos compósitos para remoção de contaminantes de água por filtração usando baixo vácuo.** BR 10 2020 000311 9. 7 jan 2020.

PEREIRA, A. S. *et al.* **Metodologia da Pesquisa Científica.** Edição 1. Santa Maria/RS, Brasil. 2018. Disponível em:

[https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/358/2019/02/Metodologia-da-Pesquisa-Cientifica\\_final.pdf](https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/358/2019/02/Metodologia-da-Pesquisa-Cientifica_final.pdf). Acesso em: 6 de novembro de 2022.

PORTO, A. C. **Indicadores de produção científica para prospecção tecnológica em manufatura aditiva de biocerâmicas**. Universidade Federal de São Carlos, 2019. Disponível em:

<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/12167/Andr%c3%a9%20Candido%20Porto%20-%20Disserta%c3%a7%c3%a3o.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Acesso em: 15 de dezembro de 2021.

PRAÇA, F. S. G. Metodologia da Pesquisa Científica: organização estrutural e os desafios para redigir o Trabalho de Conclusão. Revista Eletrônica “Diálogos Acadêmicos”. Vol 08, nº 1, p. 72-87. 2015. Disponível em:

<http://uniesp.edu.br/sites/biblioteca/revistas/20170627112856.pdf>. Acesso em: 6 de novembro de 2022.

RAMOS, P. C. B. **Projetos de Pesquisa Científica numa Instituição Pública de Pesquisa: um estudo de fatores determinantes de desempenho**. Universidade Federal da Bahia. 2013. Disponível em:

<https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/24047/1/Pedro%20Canna.pdf>. Acesso em: 6 de novembro de 2022.

REALI, M. A. P. **Sistema compacto para clarificação de águas para abastecimento conjugando numa única unidade os processos de coagulação, floculação, flotação por ar dissolvido e filtração com taxa declinante**. PI 8405232-5. 11 out. 1984.

RIBEIRO, M. F.; ARAUJO, R. M. **Technology Roadmap (TRM) e suas aplicações em Sistemas de Informação**. Capítulo 1. 2019. Disponível em:

<https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc/catalog/download/33/130/316-1?inline=1>.

Acesso em: 15 de dezembro de 2021.

RICHARD, Y. **Reator para a ozonização otimizada das águas destinadas ao consumo humano.** PI 9305230-8. 23 dez. 1993.

ROCHA, A. M. *et al.* **Prospecção tecnológica do capim elefante e sua relevância como matéria-prima para a produção energética.** Revista em agronegócio e meio ambiente. Vol 10. Maringá/PR, Brasil. 2017. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/4315/2972>. Acesso em: 15 de dezembro de 2021.

SANTOS FILHO, J. T. **Sistema para purificação, resfriamento e ozonização de água para consumo humano e outras finalidades.** BR 20 2013 000550 4. 9 jan. 2013.

SANTOS, M. A. *et al.* **Imobilização de nanopartículas de tio<sub>2</sub> em fibras poliméricas e produto obtido.** BR 10 2018 015844 9. 2 ago. 2018.

SANTOS, M. M. *et al.* **Prospecção de tecnologias de futuro: métodos, técnicas e abordagens.** Parcerias Estratégicas. Vol 9, 19, p. 189-229. 2004.

SÁTIRO, M. F. **Sistema de dessalinização de água utilizando energia eólica.** BR 10 2017 023946 2. 7 nov. 2017.

SILVA, J. A.; BIANCHI, M. L. P. **Cientometria: a métrica da ciência.** Universidade de São Paulo. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/paideia/a/8mL9rKKQgL4vydsrZfZLbcr/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 13 de novembro de 2022.

SOUZA JUNIOR, B. M. *et al.* **Emissor de radiação ultravioleta para desinfecção da água.** BR 10 2019 010722 7. 24 mai. 2019.

SPINAK, E. **Indicadores Cienciométricos.** v. 27, n. 2, p. 141-148. Brasília. 1998. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ci/a/LXSkMHSNcxDcMsBVC53TkLf/?lang=es&format=pdf>.

Acesso em: 13 de novembro de 2022.

TANDUKAR, M. *et al.* **Anodo sacrificial contido em uma célula eletroquímica para eletrocoagulação contendo um catodo e método para remoção de poluentes da água por eletrocoagulação.** BR 11 2015 027865 5. 9 mai. 2014.

TORREZAN, J. C.; TORREZAN, J. C. J. **Miniplanta modular de tratamento de água doce compreendendo os processos de coagulação, floculação, sedimentação e filtração.** PI 0501387-9. 6 abr. 2005.

VAZ, R. S. L. Padrões de disciplinaridade no campo de pesquisa sobre a AIDS: uma prospecção a partir de publicações periódicas e pesquisadores. Universidade Federal de Minas Gerais. 2008. Disponível em:

[https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/EARM-7HBQJU/1/mestrado\\_regina\\_dos\\_santos\\_lopes\\_vaz.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/EARM-7HBQJU/1/mestrado_regina_dos_santos_lopes_vaz.pdf). Acesso em: 6 de novembro de 2022.

VERASZTO, E. V. *et al.* **O Papel e os Desafios da Ciência e Tecnologia no Cenário Ambiental Contemporâneo.** Universidade Estadual de Campinas, 2006. Disponível em:

[https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos06/711\\_C&T\\_meio\\_ambiente.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos06/711_C&T_meio_ambiente.pdf). Acesso em: 15 de dezembro de 2021.

VILA NOVA, S. R. M. **Palma forrageira (*opuntia ficus-indica*): Prospecção das tecnologias e potencialidades de inovação.** Universidade Federal de Alagoas, 2018. Disponível em:

<http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/2894/1/Palma%20forrageira%20%28Opuntia%20ficus-indica%29%20prospec%3%a7%3%a3o%20das%20tecnologias%20e%20potencialidades%20de%20inova%3%a7%3%a3o.pdf>. Acesso em: 15 de dezembro de 2021.

VION, P.; GRAU, G. **Aparelho de coagulação/floculação para o tratamento de um fluxo hidráulico, e, processo de implementação.** BR 11 2014 016593 9. 3 jan. 2013.

YANG, S. C. **Dispositivo de flotação de ar dissolvido para tratamento de água.** BR 11 2016 000097 8. 20 jun. 2014.

## APÊNDICE A – PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO

Base	Tema	Ano	Título	Autor(es)	Instituição	Tipo
BDTD	Técnicas	2021	Remoção de partículas de suspensões de caulim e de águas brutas por coagulação-floculação com cloreto férrico e amido gelatinizado	Carlos Eduardo Prates Gomes	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Dissertação
	Técnicas	2019	Inovações tecnológicas para o tratamento de água para consumo humano	José Waldir Sousa Filho	Universidade Federal do Triângulo Mineiro	Tese
	Técnicas	2019	Remoção de oocistos de <i>Cryptosporidium parvum</i> em água contaminada através da utilização da Cavitação Hidrodinâmica	Carlos Eduardo Borges Oliveira	Universidade Federal do Triângulo Mineiro	Dissertação
	Técnicas	2018	Água de abastecimento com elevada turbidez: eletrocoagulação/flotação como pré-tratamento em estações de tratamento de água	Andressa Gabriela Glusczak	Universidade Federal de Santa Maria	Dissertação
	Técnicas	2018	Imobilização de nanopartículas de ouro em filmes automontados como sensores de íons cádmio e cobre	Jéssica Cristina de Almeida	Universidade Federal de São Carlos	Dissertação
	Técnicas	2017	Avaliação da formação de trihalometanos em processos de cloração da água, efeito da natureza da matéria orgânica e de processos auxiliares de desinfecção	Ellery Regina Garbelini	Universidade Federal do Paraná	Tese
	Técnicas	2015	Avaliação do potencial de remoção de arsênio utilizando <i>lemna minor</i> L. (1753)	Luana Lorca Sartoris Gimenes	Universidade Federal de Alfenas	Dissertação
	Técnicas	2014	Tratamento de água para consumo humano em comunidades rurais com utilização de <i>moringa oleifera</i> e desinfecção solar	Geraldo Luís Charles de Cangela	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Dissertação
	Técnicas	2013	Estudos de Flotação por Ar Dissolvido com Bomba Multifásica (FAD-B) e	André Camargo de Azevedo	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Dissertação

Base	Tema	Ano	Título	Autor(es)	Instituição	Tipo
			Sedimentação Lamelar (SL) no tratamento de água bruta para abastecimento público (Canoas-RS)			
	Técnicas	2012	Remoção de alumínio monomérico de água para abastecimento através da ação da carboximetilcelulose e da quitina	Raphael Ricardo Zepon Tarpani	Universidade Federal de Santa Catarina	Dissertação
	Técnicas	2005	Remoção de microcistina de águas para abastecimento em sistema que associa unidades de adsorção por carvão ativado em pó e flotação por ar dissolvido em escala de laboratório	André Luís Vieira da Silva	Universidade de São Paulo	Dissertação
	Métodos	2019	Remoção de diclofenaco em água de abastecimento por adsorção em material de baixo custo	Gledson Renan Salomão	Universidade Estadual Paulista	Dissertação
	Métodos	2019	Remoção de carbono orgânico dissolvido em águas de abastecimento por pré-oxidação e adsorção em carvão ativado granular	Paulo Augusto Mavaieie Júnior	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Dissertação
	Métodos	2018	Aplicação de carvão pulverizado e óxido de grafeno na remoção de bisfenol A da água	Raquel de Almeida Konzen	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Dissertação
	Métodos	2018	Desenvolvimento e caracterização de um reator eletrolítico para desinfecção de águas contaminadas com escherichia coli.	Mariana Rodrigues de Medeiros	Universidade Federal de Campina Grande	Tese
	Métodos	2012	Desenvolvimento de membranas de quitosana com fotossensibilizadores incorporados visando à desinfecção de água	Cintia Ramos Camargo	Universidade de São Paulo	Dissertação
	Tecnologias	2018	Influência da morfologia na remoção seletiva de cianobactérias em três estações de tratamento de água via diferentes tecnologias de filtração	Ismael Keslley Carloto Lopes	Universidade Federal do Ceará	Tese

Base	Tema	Ano	Título	Autor(es)	Instituição	Tipo
	Tecnologias	2018	Água de abastecimento com elevada turbidez: eletrocoagulação/flotação como pré-tratamento em estações de tratamento de água	Andressa Gabriela Gluszczak	Universidade Federal de Santa Maria	Dissertação
	Tecnologias	2017	Análise de eficiência de biopolímero como composto coadjuvante no processo de coagulação-floculação e sedimentação	Erik de Lima Andrade	Universidade Estadual Paulista	Dissertação
	Tecnologias	2017	Avaliação da degradação de microcistina – LR no tratamento de água de abastecimento em sistema convencional seguido por Processo Oxidativo Avançado (POA)	Maria Virgínia da Conceição Albuquerque	Universidade Estadual da Paraíba	Dissertação
	Tecnologias	2016	Avaliação da utilização de carvão ativado em pó superfino (S-CAP) associado a membrana de microfiltração (MF) na remoção de atrazina de água de abastecimento	Pauline Aparecida Pera do Amaral	Universidade Federal de Santa Catarina	Tese
	Tecnologias	2013	Tratamento de águas residuárias oriundas da purificação do biodiesel por coagulação empregando sulfato de alumínio e quitosana: avaliação preliminar	Patrícia Sales Guimarães	Universidade de Brasília	Tese
	Tecnologias	2013	Remoção de estrona, estradiol, etinilestradiol e bisfenol-A por meio de nanofiltração aplicada ao tratamento avançado de águas para consumo humano	Arthur Tavares Schleicher	Universidade de Brasília	Dissertação
	Tecnologias	2012	Método alternativo para aplicação do coagulante natural moringa oleifera no tratamento de água	Gabriela Kurokawa Silva	Universidade Estadual de Campinas	Dissertação
	Tecnologias	2010	Tratamento de água para abastecimento público por sistema de separação por membrana de ultrafiltração: estudo de caso na ETA Alto da Boa Vista (São Paulo,	Thiago Forteza de Oliveira	Universidade de São Paulo	Dissertação

Base	Tema	Ano	Título	Autor(es)	Instituição	Tipo
			SP).			
Scopus	Técnicas	2020	Adequação do Local para RBF Usando Tecnologia Geoespacial na Sub-bacia de Tungabhadra, Índia	Patil, NS, Dodawad, M., Vijaykumar, H., Nataraja, M.	Instituto Nacional de Tecnologia, Índia	Artigo
	Técnicas	2018	Realização e estudo de protótipo de dessalinização assistida por energia solar	Hamine, A, Faiz, B., Idrissi Azami, H, Ouacha, El.	Universidade Ibn Zohr, Marrocos	Documento da Conferência
	Técnicas	2004	Aplicação de membranas ZW-1000 para remoção de arsênico de fontes de água	Floch, J., Hideg, M.	Universidade de Ciências Econômicas e Administração Pública de Budapeste	Artigo
	Técnicas	2001	Programa de cálculo de tratamento para instalações de osmose inversa.	Adroer, M., Bodas, J., Coma, J.	AdiQuimica AS, Espanha	Artigo
	Técnicas	1991	Efeito das interações de componentes na remoção de impurezas orgânicas em sistemas de água ultrapura	Governal, RA, Bonner, A., Shadman, F.	Universidade do Arizona, EUA.	Artigo
	Técnicas	1984	Tecnologia de tratamento de água - colocando a teoria em prática.	Walsh, Michael	Grupo Elga, UK.	Artigo
	Métodos	2020	Desenvolvimento e caracterização de um novo adsorvente à base de coco jerivá ( <i>Syagrus romanzoffiana</i> ) aplicado na remoção de metais tóxicos da água	Pigatto, J., Brandler, D., Tochetto, G., (...), Luz, CD, Dervanoski, A.	Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil.	Artigo
	Métodos	2019	Geração de vapor solar interfacial aprimorada com membrana composta de óxido de grafeno reduzido	Cheng, G., Wang, X., Liu, X., He, Y., Balakin, BV	Instituto de Tecnologia Harbin, China.	Artigo
	Métodos	2019	Evaporador robusto à base de espuma de Ti induzido por laser de femtosegundo para dessalinização solar eficiente	Yin, K., Yang, S., Wu, J., (...), He, J., Duan, J.-A.	Universidade Centro-Sul, China	Artigo
	Métodos	2017	Aplicação experimental de um processo avançado de separação para remoção de NOM do abastecimento de água potável de	Callegari, A., Boguniewicz-Zablocka, J., Capodaglio, AG	Universidade de Pavia, Itália.	Artigo

Base	Tema	Ano	Título	Autor(es)	Instituição	Tipo
			superfície			
	Métodos	2017	Modelagem do decaimento do cloro em sistemas de distribuição de água potável usando aquasim	Madzivhandila, VA , Chirwa, EMN	Universidade de Pretória, África do Sul	Artigo
	Métodos	2011	Remoção de Nom de Suprimentos de Água Doce por Tecnologia de Separação Avançada	Aliverti, N. , Callegari, A. , Capodaglio, AG , Sauvignet, P.	Universidade de Pavia, Itália.	Artigo
	Métodos	2009	Um método simples de remoção de arsênico livre de produtos químicos para abastecimento de água da comunidade - Um estudo de caso de Bengala Ocidental, Índia	Sen Gupta, B. , Chatterjee, S. , Rott, U. , (...), Carbonell-Barrachina, AA , Mukherjee, S.	Universidade da Rainha Belfast, Reino Unido.	Artigo
	Métodos	2009	Pesquisa sobre filme fino de fotocatalisador à base de TiO <sub>2</sub> e sua aplicação em um sistema de tratamento de água de abastecimento em escala piloto	Nguyen, T.-V. , Duy, NPK , Xinh, LT	Universidade de Tecnologia da Cidade de Hochiminh, Vietnã	Artigo
	Métodos	1995	Conservação da qualidade da água do rio Yodo e suas tecnologias de tratamento de água	Tamai, Y. , Kajino, M.	Universidade da Cidade de Osaka, Japão.	Documento da Conferência
	Métodos	1992	Experiências de Remoção Biológica de Ferro e Manganês na Finlândia	Seppänen, HT	Cidade de Helsinki Água e Esgoto, Finlândia	Artigo
	Métodos	1991	Importância da ozonização preliminar em tratamento de água do Lago Yulemiste	Prejs, SV , Sijrde, EK , Pyldoya, LI	Tallinskij Politeknicheskij Inst, Federação Russa.	Artigo
	Tecnologia	2021	Investigação de algas com potencial de biodesalinização e seu efeito na qualidade da água	Moayedi, A. , Yargholi, B. , Pazira, E. , Babazadeh, H.	Universidade Islâmica Azad, Irã	Artigo
	Tecnologia	2018	Evaporação tridimensional da água em uma matriz de pilares de grafeno macroporosa alinhada verticalmente sob um sol	Zhang, P. , Liao, Q. , Yao, H. , (...), Jiang, L. , Qu, L.	Universidade de Tsinghua, China	Artigo
	Tecnologia	2009	Projeto de engenharia	Fanjul, T. ,	Cardeal	Artigo

Base	Tema	Ano	Título	Autor(es)	Instituição	Tipo
			da usina de dessalinização de água do mar Skikda	Aparicio, A. , Martín, V. , Segovia, R. , Salas, J.	Marcelo Spinola, Espanha	
	Tecnologia	2008	Processo de desinfecção da água e dosagem de cloro: uma tecnologia revolucionária.	Strahand, M.	Inc. (ATI), França	Artigo
	Tecnologia	2007	Otimização do tratamento de água para responder a mudanças de qualidade devido ao gerenciamento de reservatórios e mudanças climáticas	Slavik, I. , Uhl, W.	Universidade Técnica Dresden, Alemanha.	Documento da Conferência
	Tecnologia	2005	Sistema de tratamento de arsênico 14.4 MGD da Prescott Arizona - Testes de bancada C/F e adsorção determinam a seleção da tecnologia de tratamento	De Haan, M. , Canavan, B. , Acquafredda, S. , De León, C.		Documento da Conferência
	Tecnologia	1991	Aplicação de minerais naturais dispersos nos processos de tratamento de água pré-membrana	Tarasevich, Yu.I.	Inst Kollojdnoj Khimii i Khimii Vody, Federação Russa	Artigo
	Tecnologia	1984	Tecnologia de tratamento de água - colocando a teoria em prática.	Walsh, Michael	Grupo Elga, Reino Unido	Artigo