



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO TECNOLÓGICO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE OS PROCESSOS DE SEPARAÇÃO POR
MEMBRANAS NO BRASIL**

Gustavo Flores Bernardini

Florianópolis

2021

GUSTAVO FLORES BERNARDINI

**ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE OS PROCESSOS DE SEPARAÇÃO POR
MEMBRANAS NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina apresentado como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Alan Ambrosi

Florianópolis

2021

AGRADECIMENTOS

Aos docentes, funcionários e colegas do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) pelo constante incentivo e apoio recebido.

Ao Professor Doutor Alan Ambrosi por aceitar o desafio da orientação e dar liberdade para a condução dos trabalhos, mesmo em meio às dificuldades de comunicação que a pandemia causou. Aos membros da banca Marco di Luccio e Douglas Reis por terem aceitado meu convite e contribuído para o resultado final do trabalho.

Reconhecimento aos amigos e amigas que não deixaram que eu desistisse, mesmo nos momentos mais difíceis, em especial à Betina Fischer e ao Hyuri Fernandes que estiveram presentes comigo em muitos momentos importantes da graduação e da vida. Ao Victor Alejo, que me ajudou na reta final, às vésperas da apresentação.

À minha família, meus pais (Maria Eugênia e Walter) e irmã (Carolina) por todo o acolhimento e apoio incondicional.

Aos colegas da Coordenação do Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, e do Centro Tecnológico.

RESUMO

Os processos de separação por membranas são técnicas que tiveram seus primeiros experimentos no século XVIII, com aplicações cada vez mais importantes, e com grande relevância do ponto de vista científico e econômico. As membranas possuem características e funções distintas, tendo como principais diferenças a presença, o tamanho e a homogeneidade dos poros. Dentre as técnicas, as que apresentam maior destaque, podemos citar a ultrafiltração (UF) e a osmose inversa (OI) que são amplamente utilizadas em sistemas de tratamento de água e efluentes, indústria química, indústria alimentícia, entre outras aplicações. O objetivo do trabalho foi investigar o grau de importância dos processos de separação por membranas no Brasil e no mundo, através da bibliometria. A bibliometria é uma ferramenta estatística que permite mapear, através de dados quantitativos, a relevância e o grau de importância de determinado assunto. O estudo foi realizado através do levantamento do número de publicações, afiliações dos autores e empresas que atuam na área de membranas no Brasil. Foram utilizadas duas bases de dados disponíveis, sendo elas a *Web of Science (Clarivate Analytics)* e a *Scopus (Elsevier)*. A busca por palavras-chave relacionadas às técnicas, aliada ao uso de operadores booleanos, ajudaram a tornar a pesquisa mais assertiva e completa, obtendo-se assim os dados necessários para as análises. Foi percebido através do trabalho que o formato de pesquisa e os parâmetros definidos podem influenciar diretamente nos resultados obtidos, podendo conter a presença de muitos falsos positivos, que acabam prejudicando os dados. Além disso, os resultados demonstraram que o mercado de separação por membranas no Brasil e no mundo é bastante promissor, possuindo ampla possibilidade de crescimento e desenvolvimento da área nos próximos anos.

Palavras-chave: Membranas. Separação. Bibliometria. Mercado. Empresas.

ABSTRACT

Membrane processes are techniques that had their first experiments in the 18th century, with increasingly important applications, and with great relevance from the scientific and economic point of view. The membranes have distinct characteristics and functions, having as main differences the presence, size and homogeneity of the pores. Among the techniques which have the greatest highlight we can mention ultrafiltration (UF) and reverse osmosis (RO) that are widely used in water and effluent treatment systems, chemical industry, food industry and other applications. The objective of this work was to investigate the degree of importance of membrane separation processes in Brazil and worldwide, through bibliometry. Bibliometry is a statistical tool that allows mapping, through quantitative data, the relevance and degree of importance of a given subject. The study was conducted by surveying the number of publications, author affiliations and companies that work in the area of membranes in Brazil. Two databases were used, including *Web of Science (Clarivate Analytics)* and *Scopus (Elsevier)*. The search for keywords related to techniques, combining the use of boolean operators, help to make the research more assertive and complete, thus obtaining the necessary data for the analyses. It was perceived through the work that the research format and the defined parameters can directly influence the results obtained, which may contain the presence of many false positives, which end up harming the data. In addition, the results showed that the membrane separation market in Brazil and worldwide is very promising, having a wide possibility of growth and development of the area in the coming years.

Keywords: Membranes. Separation. Bibliometry. Market. Companies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1. Características dos tipos de membrana conforme a técnica	12
Figura 1. Perspectiva do crescimento em faturamento do mercado de PSM (em bilhões de dólares)	14
Figura 2. Distribuição global de aplicações no mercado de PSM	15
Figura 3. Configurações da pesquisa na base de dados <i>Web of Science</i>	19
Figura 4. Caixa de texto para refinar os resultados com palavras-chave nas formas de busca (i) e (ii)	21
Figura 5. Evolução no número de publicações da área na base de dados WoS	26
Figura 6. Evolução no número de publicações da área a nível Global e Brasil na base de dados WoS	27
Figura 7. Evolução no número de publicações da área na base de dados Scopus ...	28
Figura 8. Número de documentos por técnica de membrana por base de pesquisa	29
Figura 9. Número de documentos por Afiliação no Brasil	30
Figura 10. Número de aparições por técnica (Empresas)	31
Figura 11. Número de aparições por aplicação (Empresas)	32
Figura 12. Número de aparições por Estado (Empresas)	32
Figura 13. Expectativa do mercado de PSM nos próximos anos (Empresas)	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número total de documentos encontrados pela base WoS por região no filtro “Resumo”	24
Tabela 2. Número total de documentos encontrados a nível Global pela base Scopus, utilizando os filtros “Tópico” e “Resumo”	25

LISTA DE ABREVIATURAS

DM	Destilação por Membranas.
ED	Eletrodialise
EDI	Eletrodeionização
EDR	Eletrodialise Reversa
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETA	Estação de Tratamento de Água
FEEVALE	Universidade Feevale
MBR	<i>Membrane Bioreactor</i>
MF	Microfiltração
NF	Nanofiltração
OD	Osmose Direta
OI	Osmose Inversa
ORP	Osmose Retardada por Pressão
PSM	Processo de Separação por Membranas
PV	Pervaporação
SG	Separação de Gases
TI	Troca iônica
UF	Ultrafiltração
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNB	Universidade de Brasília
USP	Universidade de São Paulo
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UEM	Universidade Estadual de Maringá
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
WoS	<i>Web of Science</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVO GERAL	10
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 PROCESSOS DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS	11
2.1.1 Principais Técnicas e Aplicações	12
2.1.2 Mercado dos Processos De Separação por Membranas	13
2.1.3 Importância das Aplicações no Brasil	15
2.2 FERRAMENTAS BIBLIOMÉTRICAS	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1 BASES DE DADOS E FORMATO DE PESQUISA	18
3.2 CÓDIGOS DE PESQUISA	21
3.2.1 Investigação Geral	21
3.2.2 Investigação Específica	22
3.3 BUSCA POR EMPRESAS NO BRASIL	23
3.3.1 Contato com Empresas	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 NÚMERO DE DOCUMENTOS ACADÊMICOS PUBLICADOS	24
4.1.1 Base <i>Web of Science</i>	24
4.1.2 Base <i>Scopus</i>	25
4.1.3 Evolução do número de artigos publicados ano a ano	26
4.2 TÉCNICAS DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS	28
4.3 GRUPOS DE PESQUISA E AFILIAÇÕES	29
4.4 EMPRESAS ATUANTES NO BRASIL	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICE A	37
APÊNDICE B	40
APÊNDICE C	43

1. INTRODUÇÃO

Ao longo do último século os processos de separação por membranas (PSM) se tornaram tecnologias emergentes no cenário científico global, atraindo a atenção de pesquisadores para as novas possibilidades de separação de compostos que as técnicas poderiam proporcionar. As primeiras aplicações industriais surgiram em meados de 1960 e uma das técnicas que ganhou notoriedade na indústria de alimentos foi a ultrafiltração (UF). Na indústria de laticínios, alguns exemplos de uso da UF incluem o processo de padronização proteica, ao ajustar o teor de proteínas do leite para diferentes aplicações como na produção de queijos, isolar ou purificar a proteína do soro de leite para a produção de suplementos, e a redução da lactose no leite fluido. Inicialmente, quando não se conheciam as aplicações dos PSM, o soro de leite era um subproduto descartado na indústria. Com os estudos e avanço da tecnologia, constituintes do soro de leite como proteínas e lactose começaram a ser recuperados, possibilitando a criação e enriquecimento de diversos produtos devido ao seu alto valor nutricional. Nesse sentido, os processos de separação por membranas surgem como tecnologias adjuntas a outros processos para potencializar a qualidade de produtos alimentícios e oferecer uma variedade maior. Além da indústria de alimentos, diversas outras áreas podem e aplicam operações unitárias de separação, incluindo as técnicas baseadas em membranas. Enquanto em diversos países as técnicas com membranas já estão estabelecidas, no Brasil ainda são pouco utilizadas.

O presente trabalho propõe investigar a influência e o grau de importância dos processos de separação por membranas no Brasil. O estudo foi realizado através do levantamento do número de publicações, assim como as principais afiliações dos autores e empresas que atuam na área. A pesquisa foi feita baseada em um cenário global e também no Brasil, visando identificar quais as técnicas são atualmente mais relevantes. As tecnologias estudadas foram: microfiltração (MF), ultrafiltração (UF), nanofiltração (NF), osmose inversa (OI), separação de gases (SG), pervaporação (PV), eletrodialise (ED), osmose direta (OD), osmose retardada por pressão (ORP) e destilação por membranas (DM). As técnicas se diferenciam pela presença ou não de poros nas membranas, pelo tamanho dos poros, quando existentes, e força motriz, consequentemente permitindo uma vasta variedade de aplicações.

1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar, por meio de ferramentas bibliométricas e pesquisas em bases de dados científicas, o avanço das tecnologias de separação por membranas, com foco no Brasil, levando em consideração o número de documentos publicados e as principais afiliações e as empresas atuantes na área. É esperado que o documento em questão facilite a visualização de um panorama geral sobre os PSM em âmbito nacional e conseqüentemente possa servir de referência para futuras análises do mercado de membranas.

1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos propostos são:

- investigar o número de publicações relacionados aos processos de separação com membranas, com foco no Brasil;
- identificar as principais técnicas com membranas sendo estudadas e aplicadas no Brasil;
- identificar as principais afiliações dos autores presentes no Brasil;
- pesquisar as empresas que atuam no Brasil e que fornecem sistemas de separação baseados em membranas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Processos de separação por membranas

As membranas podem ser definidas como barreiras que separam duas fases e que limitam total ou parcialmente o transporte de uma ou várias espécies químicas presentes nas fases (HABERT, BORGES E NOBREGA, 2006). A fração que permeia através da membrana é denominada de permeado, enquanto a fração retida, de concentrado (PEISINO, 2009). Segundo Habert, as principais classes de materiais que compõe as membranas sintéticas comerciais são: materiais orgânicos, em sua grande maioria polímeros, e os inorgânicos, como metais e cerâmicos. A principal diferença encontra-se no menor custo envolvido para as membranas de natureza orgânica, comparadas às inorgânicas, que costumam apresentar uma maior vida útil e limpeza mais eficiente. Os processos de separação por membranas (PSM) vêm sendo muito estudados no último século, tendo inúmeras aplicações nas mais diversas áreas, como química, biotecnológica, farmacêutica, alimentícia, tratamento de efluentes, medicina, entre outras. A principal vantagem frente a outros processos de separação é a especificidade dos componentes extraídos e o baixo consumo de energia (PETRUS E TESSARO, 2015).

Para que ocorra o transporte de uma espécie através de uma membrana é necessária a existência de uma força motriz agindo sobre a mesma, a qual costuma ser o gradiente de potencial químico ou potencial elétrico (HABERT, BORGES E NOBREGA, 2006). Como o potencial químico é uma grandeza difícil de mensurar em um processo, pode-se equivaler, sem perda de precisão, ao gradiente de concentração ou pressão, quando a temperatura é mantida constante. As membranas utilizadas nos processos possuem características e funções distintas, podendo ser classificadas em duas grandes categorias: porosa ou densa, em relação à presença dos poros, ou ainda isotrópicas ou anisotrópicas, em relação à homogeneidade dos poros (HABERT, BORGES E NOBREGA, 2006).

Até o ano de 1960 as membranas eram produzidas apenas em escala laboratorial, tendo pouca notoriedade. Com o avanço das pesquisas e o desenvolvimento da técnica de inversão de fases por Loeb & Sourirajan, as membranas passaram a ser assimétricas e ter melhor desempenho, alavancando o interesse nessa área. Algumas técnicas tiveram maior interesse industrial, como por

exemplo a osmose inversa, que tem papel fundamental na dessalinização de água, e a ultrafiltração, que é utilizada na concentração e isolamento das proteínas do soro do queijo.

2.1.1 Principais técnicas e aplicações

No Quadro 1, é possível verificar as características das principais técnicas com membranas.

Quadro 1. Características dos tipos de membrana conforme a técnica.

Processo	Dimensão aproximada dos poros (nm)	Material retido
Microfiltração (MF)	5000 - 500	Material em suspensão > 0,1 µm; bactérias.
Ultrafiltração (UF)	50 - 3	Material retido na MF; Vírus de maneira geral; colóides.
Nanofiltração (NF)	0,5 - 1	Moléculas com massa molecular 500<MM<2000 Da (sais bivalentes)
Osmose Inversa (OI)	1 - 0,1 (membrana densa)	Todo material solúvel ou em suspensão
Osmose Direta (OD)	0,30 - 0,25 (membrana densa)	Íons inorgânicos
Eletrodialise (ED)	10 - 0,1	Macromoléculas e compostos não iônicos
Separação de gases (SG)	< 0,1	Gases menos permeáveis
Pervaporação (PV)	< 0,1 (membrana densa)	Líquidos menos permeáveis

Fonte: Adaptado de Habert, Borges e Nobrega, (2006); Baker (2012).

Boa parte dos PSM podem ser operados a baixas temperaturas (<40 °C), o que evita a degradação de substâncias termossensíveis e é de grande interesse na indústria de alimentos. Por conta disso, há grande possibilidade para criação de novos produtos alimentícios, além de oferecer cada vez mais segurança ao consumidor. Segundo a *Food and Drug Administration* (FDA), uma das aplicações sugeridas para indústria de alimentos seria a utilização da osmose inversa (OI) na pré-filtração da água utilizada para produção de bebidas visando a redução da carga microbiana, e consequentemente a redução na chance de formação de biofilmes (GRAND VIEW

RESEARCH, 2020). O biofilme é a formação de uma comunidade de microrganismos, possivelmente patógenos, imobilizados em conjunto a uma matriz polimérica extracelular de origem microbiana (XAVIER *et al.*, 2005), o qual pode dificultar as etapas de processamento e envase dos alimentos, além de conferir riscos ao consumidor. Esses microrganismos apresentam alta resistência aos sanitizantes, podendo levar à corrosão de equipamentos e conseqüentemente um impacto negativo no produto final, além de causar grandes prejuízos à empresa responsável com ações de *recalls* dos produtos, por exemplo.

Uma outra aplicação para as membranas é a diminuição da carga microbiana em processos de pasteurização a frio. Este processo é usado principalmente para produtos sensíveis ao calor, como chopes e vinhos com menos de 17% de álcool (espumantes) e sucos de fruta sem polpa (KALAISELVAN, SUGUMAR E RADHAKRISHNAN, 2018). Visto que não é utilizado calor para a eliminação dos microrganismos, é necessário um processo alternativo para suprir essa necessidade, tendo a microfiltração e ultrafiltração grande destaque.

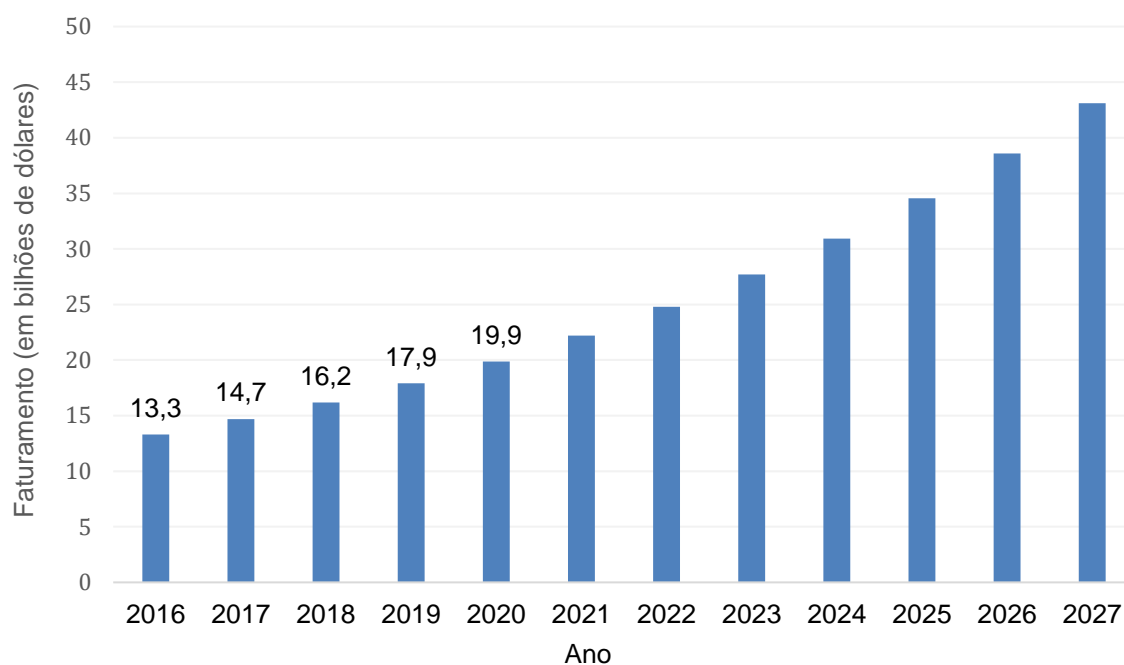
2.1.2 Mercado dos processos de separação por membranas

O mercado de PSM contempla diferentes áreas de aplicação, as quais podemos citar: tratamento de água para abastecimento doméstico e industrial, indústria química, farmacêutica, têxtil, biotecnológica, alimentícia, bebidas e metalurgia. Segundo a empresa de pesquisas de mercado *Grand View Research*, o mercado global de processos de separação por membranas no ano de 2019 obteve um valor estimado de \$17,9 bilhões de faturamento e a taxa de crescimento prevista para os anos de 2020 a 2027 deve ser de 11,7% ao ano (GRAND VIEW RESEARCH, 2020). Para demonstrar a importância da área, a termos de comparação, o mercado global de laticínios teve um faturamento aproximado de \$719,8 bilhões no mesmo ano (IMARC GROUP, 2020). É importante ressaltar que a tecnologia de separação por membranas foi uma descoberta bastante recente, datando suas primeiras pesquisas em meados de 1916, enquanto que os primeiros indícios de consumo de leite são do Período Neolítico, demonstrando uma crescente e rápida evolução das técnicas.

Em 2019 a ultrafiltração, que é considerada uma das principais técnicas, obteve um faturamento no mercado global avaliado em \$3,7 bilhões em 2019, representando cerca de 20% do faturamento total dos PSM (GRAND VIEW

RESEARCH, 2020). A Figura 1 apresenta a perspectiva de crescimento do mercado das membranas previsto para os próximos anos de acordo com a empresa de pesquisas *Grand View Research*.

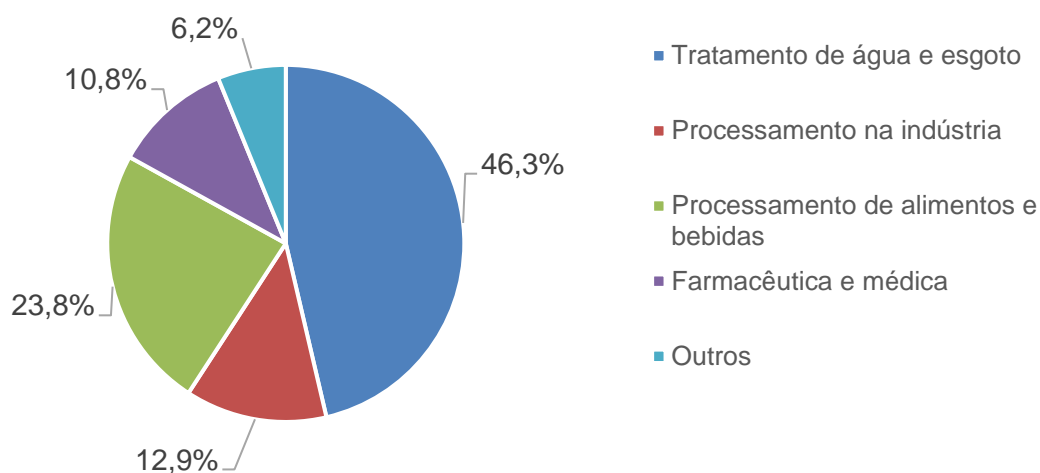
Figura 1. Perspectiva do crescimento em faturamento do mercado de PSM (em bilhões de dólares).



Fonte: Adaptado de *Grand View Research*, (2020).

Conforme demonstrado na Figura 1, há uma tendência de crescimento do mercado de membranas nos próximos anos. As principais áreas atualmente exploradas a nível global (Figura 2) são tratamento de água e resíduos industriais, indústria de alimentos e bebidas, química, farmacêutica e biotecnológica.

Figura 2. Distribuição global de aplicações no mercado de PSM.



Fonte: Adaptado de *Grand View Research*, (2020).

Algumas técnicas atualmente são mais aplicáveis devido à competitividade financeira em relação aos métodos de separação convencionais, como hemodiálise, dessalinização de água do mar por osmose inversa, microfiltração e ultrafiltração de água de superfície, concentração e purificação de alimentos e produtos farmacêuticos (STRATHMANN, 2001).

2.1.3 Importância das aplicações no Brasil

Atualmente, grande parte das membranas utilizadas no Brasil são importadas, devido principalmente à pouca disponibilidade de fabricantes no País (até o momento, há o registro de apenas uma empresa, PAM Membranas Seletivas, que produz membranas de microfiltração) e a falta de incentivos às áreas de aplicação. Apesar de o número de publicações na área estar evoluindo, o país ainda carece de investimentos no setor. A preocupação com as crises de abastecimento das águas vem sendo um fator importante para o desenvolvimento desse ramo, visto que o tratamento e reúso dos efluentes para fins domésticos e industriais já é realidade em alguns países como Estados Unidos, Israel e Cingapura. No Brasil, as técnicas de UF e OI vêm sendo testadas em algumas plantas de estação de tratamento de água (ETA's) como complemento aos métodos convencionais e vêm apresentando resultados satisfatórios. É o caso do projeto Aquapolo, parceria entre a SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) e a empresa BRK Ambiental que teve como objetivo a transformação do esgoto tratado em água industrial através das técnicas de separação por membranas. Esse projeto foi um

grande marco na história do saneamento brasileiro e é considerado um dos maiores projetos de água de reúso da América Latina. Vale ressaltar que 39,7% dos municípios brasileiros não possuem serviço de esgotamento sanitário, mostrando um gigantesco potencial de aplicação dos PSM para melhoria no cenário (IBGE, 2020).

As aplicações industriais dos PSM em território nacional são relativamente recentes e se concentram em 3 principais áreas: tratamento de efluentes, dessalinização das águas e tecnologias alimentícias. Dentre os tipos de membranas mais utilizados no Brasil, são destacadas a ultrafiltração (UF) e a osmose inversa (OI), onde ambas costumam ser combinadas para garantir uma melhor eficiência no processo de separação. Enquanto a UF remove grande parte dos sólidos em suspensão, reduzindo parâmetros como turbidez, SST (sólidos solúveis totais), carga de microrganismos de um modo geral, a OI visa principalmente a remoção de sais da água, além de outras aplicações menos expressivas como concentração de correntes para redução volumétrica de fluidos (REVISTA DAE, 2014).

Do ponto de vista científico-econômico ainda é muito difícil encontrar informações pertinentes e específicas sobre empresas no Brasil que trabalham com os PSM, sendo necessário muitas vezes a utilização de operadores booleanos para facilitar a investigação, ou até mesmo investigar um grande número de páginas nos buscadores. Por conta disso, é necessário se basear na literatura que ainda é pouco avançada no Brasil, comparada a outros países.

2.2 Ferramentas bibliométricas

A bibliometria é uma ferramenta estatística que permite mapear e gerar diferentes indicadores de tratamento e gestão da informação e do conhecimento (GUEDES E BORSCHIVER, 2005). Sendo assim, é importante para mensurar a relevância de determinado assunto, baseada em dados como número de documentos publicados (teses, dissertações, artigos, revistas e livros), número de citações, número de autores, número de grupos de pesquisa, número de afiliações, número de laboratórios de pesquisa e extensão, entre outros. É importante ressaltar que os dados quantitativos obtidos na pesquisa são fundamentais para o bom desempenho da ferramenta.

Uma métrica importante de citar é o *Journal Impact Factor* (JIF), que identifica a frequência média com que os artigos de uma revista são citados em um dado ano, indicando a qualidade da revista. Artigos de revistas de alto fator de impacto podem ser encontrados em bases de dados. Atualmente existem diversas bases de dados disponíveis no ambiente acadêmico para realizar consultas científicas, cada qual com sua particularidade. Alguns exemplos são: *Google Scholar*, *PubMed*, *Science Direct* (*Elsevier*), *Web of Science* (*Clarivate Analytics*) e *Scopus* (*Elsevier*). Para obter acesso a essas bases, muitas instituições de ensino superior contam com convênios e parcerias, de modo a oferecer esse acesso aos pesquisadores. Ao realizar uma pesquisa bibliométrica, é recomendado utilizar pelo menos duas ferramentas para comparação dos dados. As bases de dados escolhidas neste estudo possuem ferramentas bibliométricas, sendo elas: *Journal Citation Reports* (WoS) e o *SCOPUS Sources* (Scopus).

De maneira geral, ao realizar uma pesquisa em uma base de dados, utilizam-se palavras-chave relacionadas ao tema de interesse. O uso de aspas (“ ”) tem o objetivo de procurar os termos juntos, na sequência inserida, enquanto o truncamento de uma palavra (*) serve para procurar palavras que iniciam ou terminam com parte da palavra-chave. Além disso, os buscadores das bases de pesquisa permitem a utilização de operadores booleanos como AND, OR, NOT, SAME e NEAR, que ajudam a tornar a pesquisa mais assertiva e completa.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

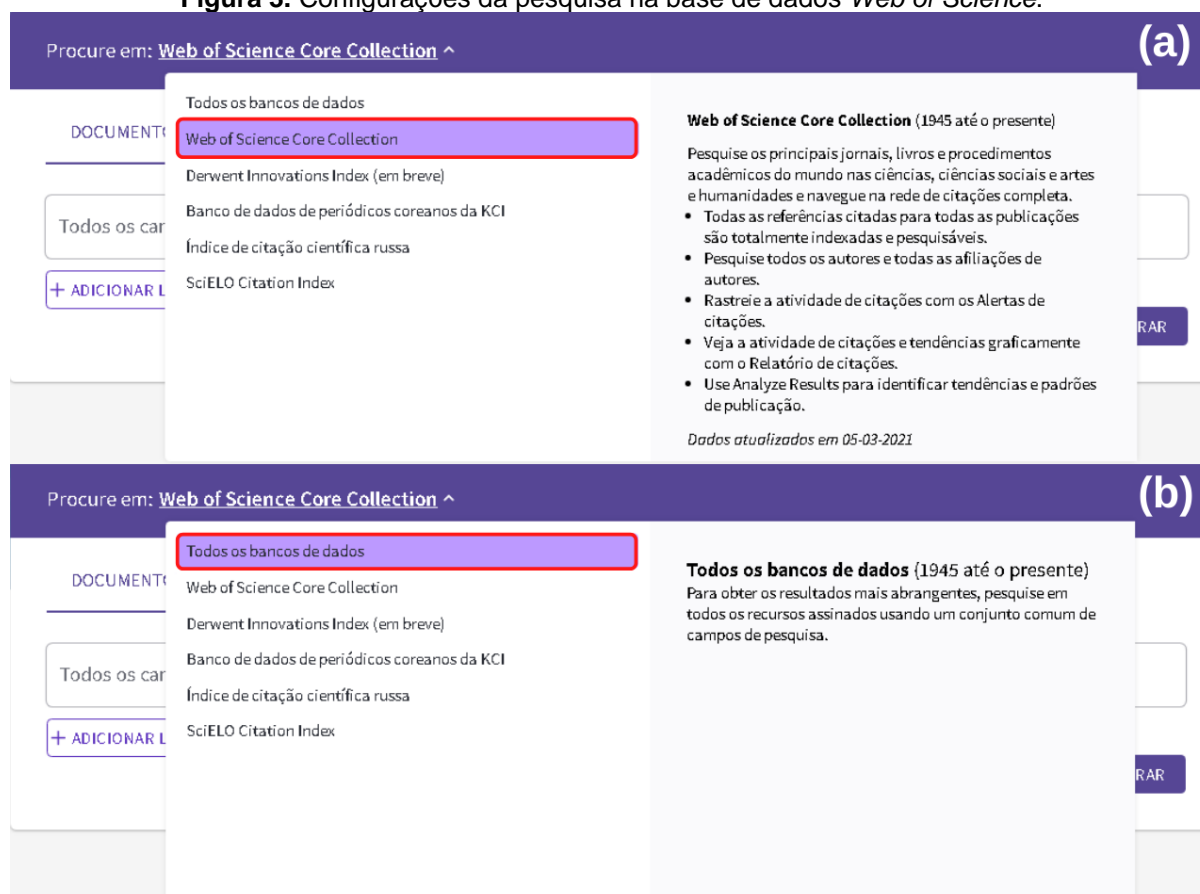
Para a realização desse estudo, relacionado aos processos de separação por membranas, as seguintes palavras-chave foram selecionadas: *membrane separation, membrane process, membrane technology, microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration, reverse osmosis, pervaporation, gas separation, electro dialysis, forward osmosis, membrane distillation* e *pressure retarded osmosis*. A variação dos termos em português foi feita para a busca das empresas no Brasil. A seguir são apresentados os materiais e métodos utilizados para a realização desta pesquisa.

3.1 Bases de dados e formato de pesquisa

Considerando as bases de dados disponíveis, a título de comparação, foram escolhidas o novo¹ *Web of Science (Clarivate Analytics)* e a *Scopus (Elsevier)* para realizar o estudo bibliométrico. Na primeira base, a pesquisa foi feita em duas configurações: (1) *Web of Science Core Collection* e (2) Todos os bancos de dados. Ambas as configurações são mostradas na Figura 3.

¹ A plataforma Web of Science está construindo uma nova página que pode ser acessada através do endereço <https://www-webofscience.ez46.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/basic-search>

Figura 3. Configurações da pesquisa na base de dados *Web of Science*.



Legenda: (a) *Web of Science Core Collection*; (b) Todos os bancos de dados.

Fonte: O autor.

Na segunda base, a pesquisa foi feita em configuração única, com as palavras-chave diretamente no buscador, selecionando o tipo de pesquisa como avançada. Vale ressaltar que a ferramenta de pesquisa *Scopus (Elsevier)* não possui diferenciação entre as bases de dados a serem consultadas, como acontece no WoS.

Uma investigação preliminar foi realizada para verificar a forma de busca mais adequada. Para cada base, três formas de busca foram testadas:

i → *membrane and (separation OR technolog* OR process*)* + Refinar resultados por técnica

ii → "*membrane separation*" OR "*membrane process**" OR "*membrane technolog**" + Refinar resultados por técnica

iii → "*membrane separation*" OR "*membrane process**" OR "*membrane technolog**" OR "*microfiltration*" OR "*ultrafiltration*" OR "*nanofiltration*" OR "*reverse osmosis*" OR "*pervaporation*" OR "*gas separation*" OR "*electrodialysis*" OR "*forward osmosis*" OR "*membrane distillation*" OR "*pressure retarded osmosis*"

É importante ressaltar que todas as pesquisas foram feitas no modo avançado com foco somente no resumo dos documentos. O refinamento dos resultados, realizado nas investigações “i” e “ii”, foi feito através da funcionalidade “Refinar resultados” das bases de dados apresentadas na Figura 4.

Figura 4. Caixa de texto para refinar os resultados com palavras-chave nas formas de busca (i) e (ii).

Web of Science Search Marked List History Alerts English Sign In Register My Apps

72,765 results from All Databases for:

Q AB=("membrane separation" OR "membrane process*" OR "membrane technolog*" OR "microfiltration" OR "ultrafiltra... ANALYZE RESULTS CITATION REPORT CREATE ALERT

Copy query link

(a)

Refine results

Search within results for...

0/72,765 ADD TO MARKED LIST EXPORT Relevance 1 of 1,456

Quick Filters

Review Articles New 3,883

Open Access 11,102

Publication Years

1 Membrane processes in dairy technology - From a simple idea to worldwide panacea 99 Citations

Poullot, Y
Millennium Symposium on Developments in Daily Foods Sensory Science
Jul 2008 | [International Dairy Journal](#) 49 References

Membrane technology has been applied in the dairy industry since the early 1970s. The applications of membrane processes are used as alternative to some unit operations, in the solving of separation issues and in the development of new dairy products. The contemporary pressure-driven membrane units include microfiltration (W... [Show more](#))

View full text Full Text at Publisher *** Related records

Scopus Search Sources Lists SciVal Create account Sign in

90,670 document results

ABS ("membrane separation" OR "membrane process*" OR "membrane technolog*" OR "microfiltration" OR "ultrafiltration" OR "nanofiltration" OR "reverse osmosis" OR "pervaporation" OR "gas separation" OR "electrodialysis" OR "forward osmosis" OR "membrane distillation" OR "pressure retarded osmosis")

Edit Save Set alert

Search within results...

Refine results

Limit to Exclude

Open Access

All Open Access (13,832)

Gold (3,953)

Hybrid Gold (993)

Bronze (4,506)

Documents Secondary documents Patents

Analyze search results Show all abstracts Sort on: Date (newest)

All Export Download View citation overview View cited by Add to List

Document title	Authors	Year	Source	Cited by
1 Membranes for bioethanol production by pervaporation <i>Open Access</i>	Peng, P., Lan, Y., Liang, L., Jia, K.	2021	Biotechnology for Biofuels 14(1),10	0

View abstract Capes-BR View at Publisher Related documents

Legenda: (a) Web of Science (b) Scopus.

Fonte: O autor.

Comparando os diferentes tipos de busca, o que trouxe os resultados mais satisfatórios no quesito qualidade e quantidade das informações foi o tipo "iii", por conta disso foi o método escolhido para as análises posteriores.

3.2 Códigos de pesquisa

3.2.1 Investigação geral

Uma vez escolhida a forma de busca, a seguinte sequência de palavras-chave foi utilizada no modo avançado:

(a) Base Scopus

ABS ("membrane separation" OR "membrane process*" OR "membrane technolog*" OR "microfiltration" OR "ultrafiltration" OR "nanofiltration" OR "reverse osmosis" OR "pervaporation" OR "gas separation" OR "electrodialysis" OR "forward osmosis" OR "membrane distillation" OR "pressure retarded osmosis")

(b) Base Web of Science

AB= ("membrane separation" OR "membrane process*" OR "membrane technolog*" OR "microfiltration" OR "ultrafiltration" OR "nanofiltration" OR "reverse osmosis" OR "pervaporation" OR "gas separation" OR "electrodialysis" OR "forward osmosis" OR "membrane distillation" OR "pressure retarded osmosis")

É importante salientar que “ABS” e “AB” correspondem à forma como o resumo dos documentos é acessado pelos dois sistemas.

3.2.2 Investigação específica

Além da investigação geral, foi realizada uma pesquisa a partir da variação do código mencionado anteriormente, com o objetivo de identificar o número de documentos exclusivos por técnica:

(a) Base Scopus

ABS ("microfiltration" AND NOT "ultrafiltration" AND NOT "nanofiltration" AND NOT "reverse osmosis" AND NOT "pervaporation" AND NOT "gas separation" AND NOT "electrodialysis" AND NOT "forward osmosis" AND NOT "membrane distillation" AND NOT "pressure retarded osmosis")

(b) Base Web of Science

AB= ("microfiltration" NOT "ultrafiltration" NOT "nanofiltration" NOT "reverse osmosis" NOT "pervaporation" NOT "gas separation" NOT "electrodialysis" NOT "forward osmosis" NOT "membrane distillation" NOT "pressure retarded osmosis")

O primeiro termo presente no código mencionado acima, “microfiltration”, foi substituído pelos demais termos na investigação específica, visando encontrar o número de documentos exclusivos para cada técnica. O código escrito das formas (a) e (b) representam o número de documentos exclusivos para a microfiltração.

3.3 Busca por empresas no Brasil

A busca por empresas que atuam com PSM no Brasil foi realizada através da ferramenta de pesquisa *Google*, utilizando as seguintes palavras-chave:

(i) Pesquisa no Google

"microfiltração" OR "ultrafiltração" OR "nanofiltração" OR "osmose reversa" OR "pervaporação" OR "separação de gases" OR "eletrodialise" OR "osmose direta" OR "destilação por membranas" OR "osmose retardada por pressão" AND "empresa"

(ii) Pesquisa no Google

"microfiltração" OR "ultrafiltração" OR "nanofiltração" OR "osmose inversa" OR "pervaporação" OR "separação de gases" OR "eletrodialise" OR "osmose direta" OR "destilação por membranas" OR "osmose retardada por pressão" AND "empresa"

A diferença entre os códigos de pesquisa se encontra nos termos "reversa" e "inversa" da técnica de osmose. Por mais que a nomenclatura correta do ponto de vista científico seja "osmose inversa", por muitas vezes as empresas nacionais se referem ao processo de separação como "osmose reversa". Sendo assim, ambas as formas são válidas para realizar a pesquisa, obtendo assim resultados mais amplos. Vale ressaltar que apenas as 5 primeiras páginas de resultados do *Google* foram consideradas para análise. A partir da sexta página, a efetividade dos resultados apresentados era menor, com menos de 30% das buscas retornando "empresas" de fato.

3.3.1 Contato com empresas

Além das buscas por empresas, também foi elaborado um formulário através da ferramenta "Formulários Google" conforme demonstrado no Apêndice A com o objetivo de coletar dados a respeito do panorama nacional do mercado de membranas. As formas de contato principais foram através:

(a) e-mail disponibilizado no *site* da empresa

(b) formulário de contato disponibilizado no *site* da empresa

Dessa forma foi possível obter os dados quantitativos e qualitativos necessários para as posteriores análises.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Número de documentos acadêmicos publicados

O levantamento do número total de documentos acadêmicos publicados, realizado nas duas bases de dados selecionadas e seguindo a metodologia descrita, é apresentado a seguir.

4.1.1 Base *Web of Science*

Buscas preliminares no WoS indicaram que os resultados retornados ao usar “Tópico” apresentavam muitos falsos positivos (acima de 10% dos documentos encontrados). Uma investigação mostrou que nessa base de dados WoS, a busca por Tópico inclui “palavras-chave do sistema”, além do título, resumo e palavras-chave do autor. Segundo especialistas da *Clarivate Analytics*, essas palavras-chave do sistema (*Keywords Plus*) são geradas a partir de algoritmos da base de dados. Devido à elevada quantidade de falsos positivos, decidiu-se realizar a pesquisa apenas por “Resumo”. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para as três formas de pesquisa (i, ii e iii), em escala Global e Brasil.

Tabela 1. Número de documentos encontrados pela base WoS por região no filtro “Resumo”.

Formas de pesquisa	Global ¹	Brasil ¹	Global ²	Brasil ²
i	210.028	3.804	253.129	4.206
ii	9.208	183	10.088	193
iii	63.920	1.226	72.696	1.313

¹ *Web of Science Core Collection*; ² Todas os bancos de dados

Fonte: O autor.

Os resultados indicam que, semelhante à busca no Scopus, a forma de busca “i” retorna um número maior de documentos que a “ii” e a “iii”. Uma possível justificativa é devido à disposição dos termos e elementos do código de pesquisa, fazendo com que retorne resultados pouco específicos, como é o caso da forma “i”

ou muito específicos (na forma “ii”). Ainda, observa-se que o Brasil é responsável por cerca de 2% das publicações globais na área de membranas, mostrando que há muito a se explorar ainda no cenário nacional. Ao utilizar “Todos os bancos de dados”, o número de documentos encontrados foi 20% maior que apenas a “Web of Science Core Collection”. Sendo assim, a segunda forma de configuração, contemplando todos os bancos de dados, foi a escolhida para as comparações entre bases, por contemplar mais documentos.

4.1.2 Base Scopus

A Tabela 2 apresenta os resultados do número total de documentos publicados, em escala global, acessados pelos filtros “Título do artigo, resumo e palavras-chave” e “Resumo”, além das três formas de pesquisa utilizadas na base Scopus.

Tabela 2. Número de documentos encontrados pela base Scopus, a nível global, utilizando os filtros "Título do artigo, resumo e palavras-chave" e "Resumo".

Forma de pesquisa	Título do artigo, resumo e palavras-chave	Resumo
i	432.422	290.088
ii	21.781	14.727
iii	126.284	90.588

Fonte: O autor.

Observa-se que, como esperado, o número de documentos encontrados na busca por “Título do artigo, resumo e palavras-chave” é 49%, 47% e 39% maior que o número de documentos encontrados na busca apenas por "Resumo" para as três formas de busca, i, ii e iii, respectivamente. Com relação à forma de busca, a “i” retornou um número 19 e 3 vezes maior que a “ii” e a “iii”, respectivamente. Observou-se que nos resultados da forma “i” existem vários falsos positivos, ou seja, artigos que o sistema coloca como relacionado ao tema de busca, mas que na verdade não são.

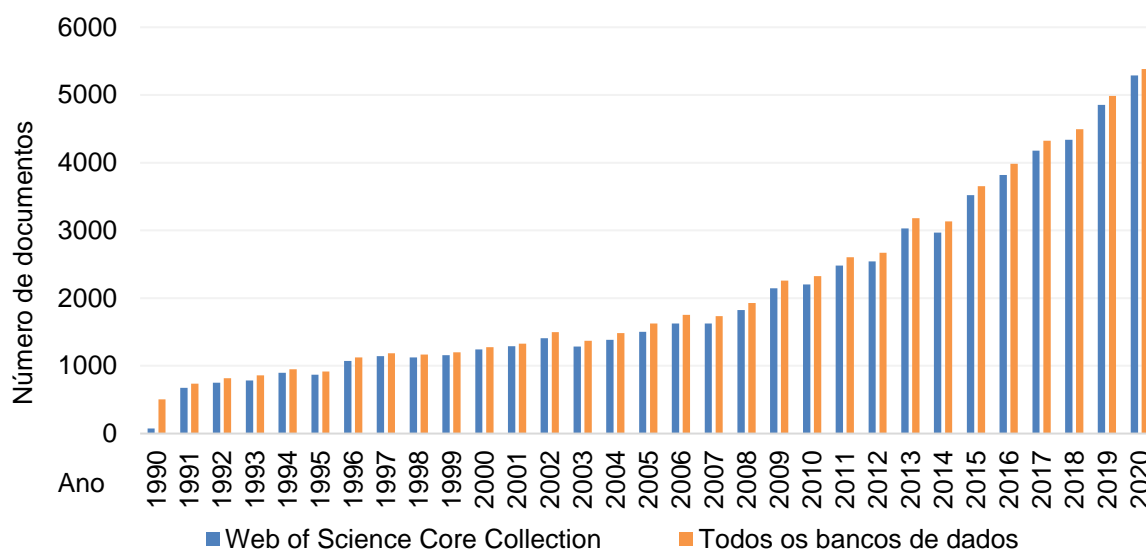
Por conta disso, como mencionado anteriormente, a forma de pesquisa “iii” foi a utilizada.

Uma comparação entre os resultados obtidos pelas bases de dados mostrou que a Scopus retornou um número de documentos 25% maior que a WoS utilizando os mesmos parâmetros de busca.

4.1.3 Evolução do número de artigos publicados ano a ano

A Figura 5 mostra a evolução do número de artigos publicados sobre o tema processos de separação com membranas, comparando a busca na “*Web of Science Core Collection*” (Tipo 1) e “*Todos os bancos de dados*” (Tipo 2) no *Web of Science*. Vale ressaltar que todos os dados obtidos são para o filtro Resumo.

Figura 5. Evolução no número de publicações da área na base de dados WoS.

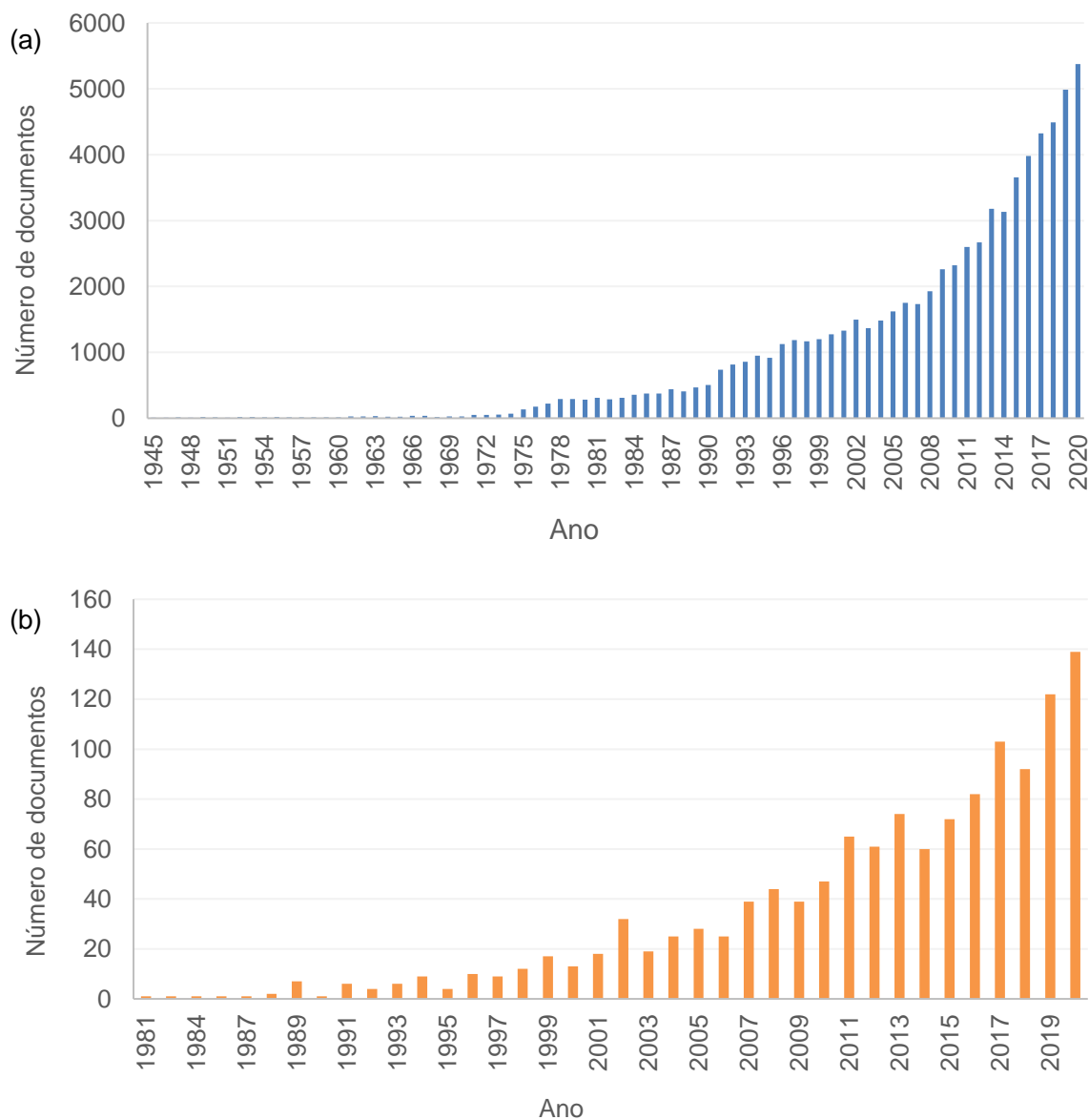


Fonte: *Web of Science (Clarivate Analytics)*

Podemos perceber que ao utilizar o segundo método, o número de publicações é maior devido a consulta ser feita em mais bancos de dados, além de contemplar documentos mais antigos, mesmo que de forma inexpressiva (não apresentados na figura). Os resultados demonstram claramente o aumento no número de publicações relacionadas à área de processos de separação com membranas ao longo dos anos.

Uma outra comparação que pode ser feita é no filtro "Região" entre número de documentos "Global" (contempla todas as Regiões) e "Brasil" na base WoS, sendo representada na Figura 6.

Figura 6. Evolução no número de publicações da área a nível Global e Brasil na base de dados WoS.



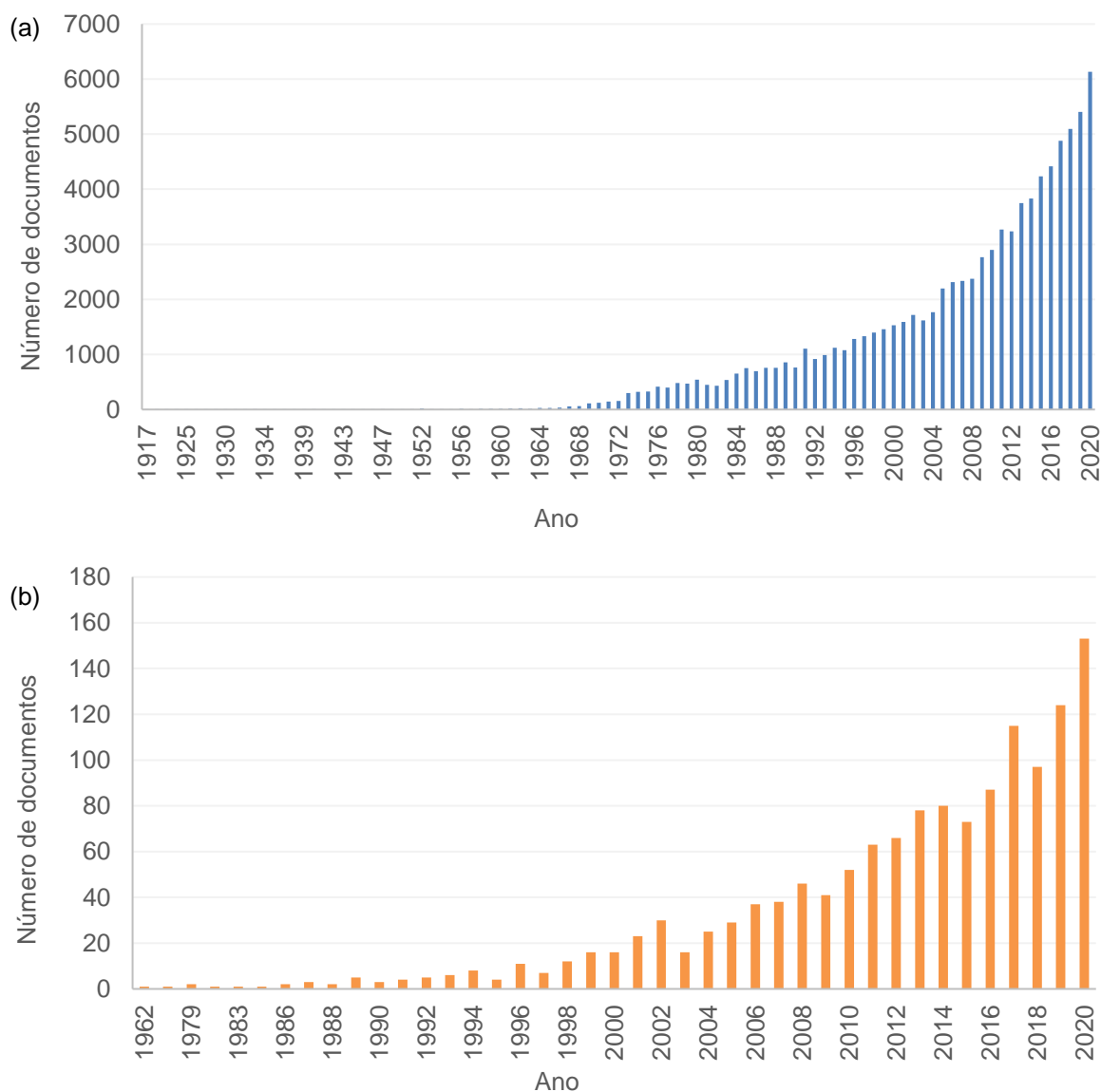
(a) Global, (b) Brasil

Fonte: Web of Science (Clarivate Analytics)

Na base de dados Scopus, a comparação foi realizada apenas em termos de resultados globais e no Brasil. A evolução do número de documentos publicados é

apresentada na Figura 7. Vale ressaltar que as barras representam o número de publicações por ano.

Figura 7. Evolução no número de publicações da área na base de dados Scopus.

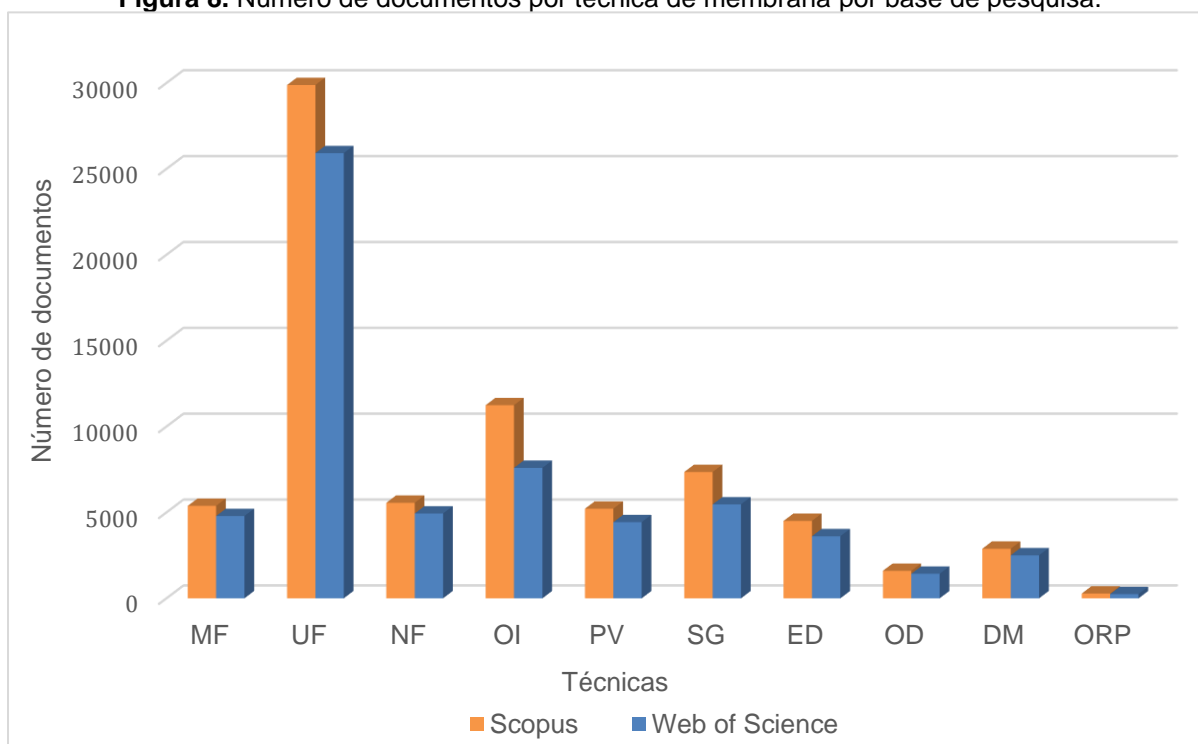


(a) Global, (b) Brasil.

Fonte: Scopus (Elsevier)

4.2 Técnicas de separação por membranas

Dentre os PSM, a Figura 8 apresenta um levantamento do número de publicações por técnica de membrana em ambas as bases de pesquisa a nível global.

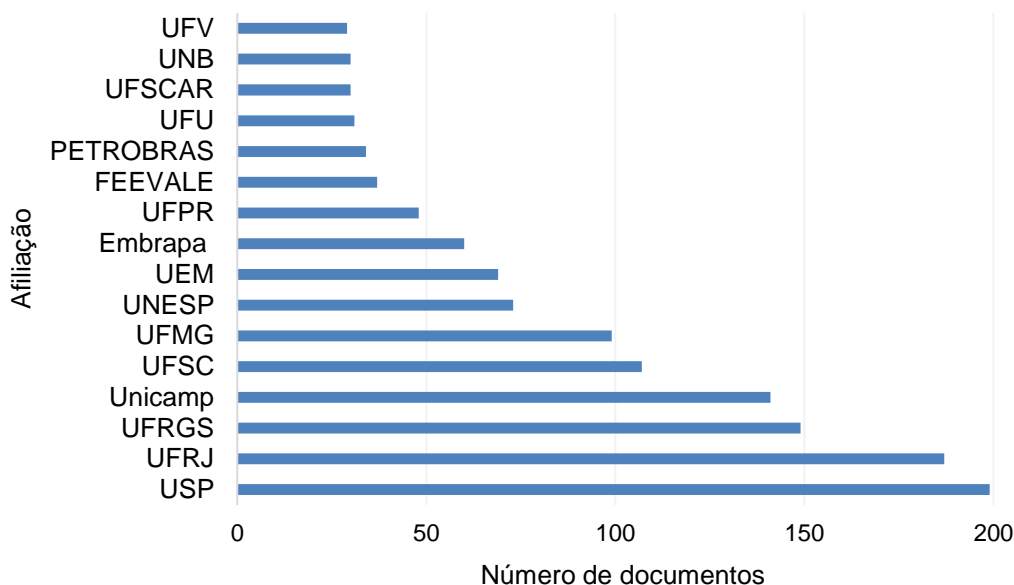
Figura 8. Número de documentos por técnica de membrana por base de pesquisa.

Fonte: *Web of Science (Clarivate Analytics) e Scopus (Elsevier).*

É possível verificar que a ultrafiltração é a técnica mais investigada, devido à alta aplicabilidade, versatilidade e evolução que vem apresentando nos últimos anos, contemplando aplicações em áreas importantes como tratamento de água e tecnologias alimentícias, duas áreas em crescente expansão na última década. Na sequência temos a osmose inversa, microfiltração e nanofiltração que representam parte significativa das aplicações de técnicas de separação por membranas.

4.3 Afiliações dos autores

Os grupos de pesquisa são denominados como grupos de pesquisadores e estudantes que se organizam em torno de uma ou mais linhas de pesquisa de uma área do conhecimento, com o objetivo de desenvolver pesquisas científicas. As afiliações dizem respeito à instituição na qual o autor está vinculado para determinada pesquisa. A Figura 9 apresenta a quantidade de documentos publicados por afiliação no Brasil, com relação aos PSM, até o ano de 2020.

Figura 9. Número de documentos por Afiliação no Brasil.

Fonte: *Scopus (Elsevier)*.

Observa-se que a Universidade de São Paulo (USP) é a que apresenta o maior número de publicações voltadas à investigação das técnicas com membranas no Brasil. Esse fato justifica o motivo de grande parte das empresas na área se localizarem próximas à essa região, facilitando assim possíveis rotas logísticas. Além disso, o Estado de São Paulo é um polo tecnológico importante no País e no mundo, sendo uma opção interessante para empresas multinacionais se instalarem e expandirem seus negócios.

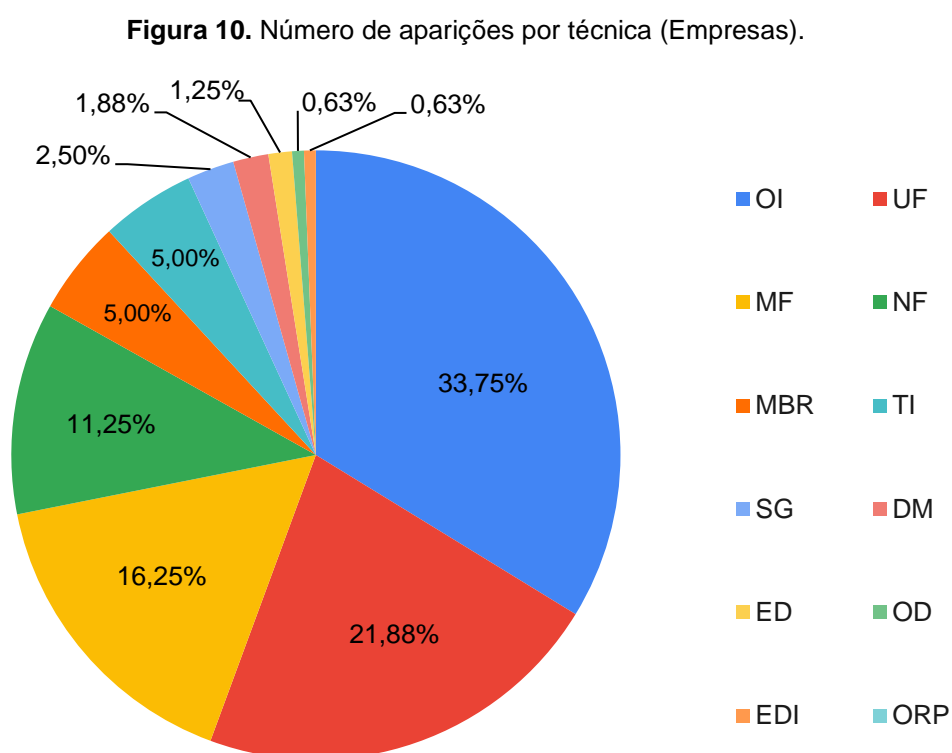
4.4 Empresas atuantes no Brasil

De acordo com a investigação realizada a respeito do cenário nacional de empresas na área de membranas, utilizando os códigos mencionados no tópico 3.3 através da ferramenta *Google*, foi obtido um total de 63 empresas nas 5 primeiras páginas do buscador. Foi realizado o contato com todas as 63 solicitando o preenchimento do formulário (Apêndice A) e apenas 13 empresas responderam à pesquisa. Sendo assim, para uma maior representatividade estatística, os dados foram coletados de duas maneiras:

- (a) dados coletados através do formulário;
- (b) dados levantados pelo autor.

As tabelas com os resultados obtidos (nome da empresa, técnicas de membranas e área de atuação) através da primeira forma são apresentadas no Apêndice B, enquanto a segunda forma é mostrada no Apêndice C. Vale ressaltar que a segunda maneira foi baseada nas informações disponibilizadas no *site* das empresas, sendo coletadas e transcritas ao trabalho em questão pelo autor.

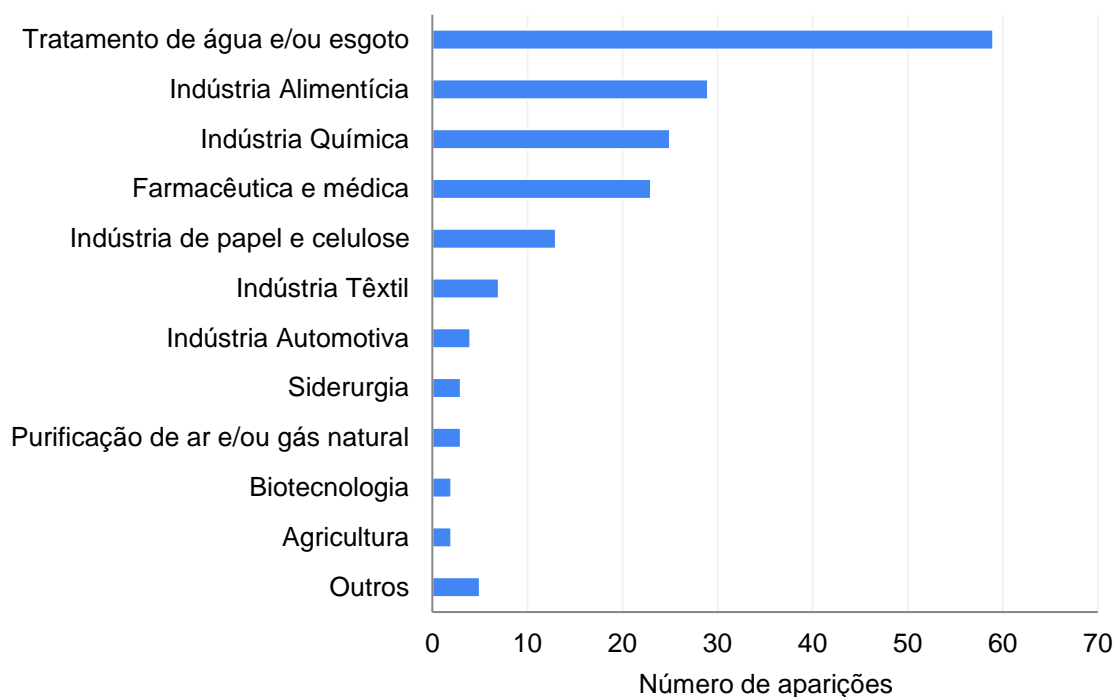
A Figura 10 demonstra a representatividade de cada técnica entre as empresas do Brasil investigadas no presente trabalho.



Fonte: O autor.

Além da análise das técnicas de membranas, foi levantada a frequência de aparição das principais aplicações, representadas na Figura 11:

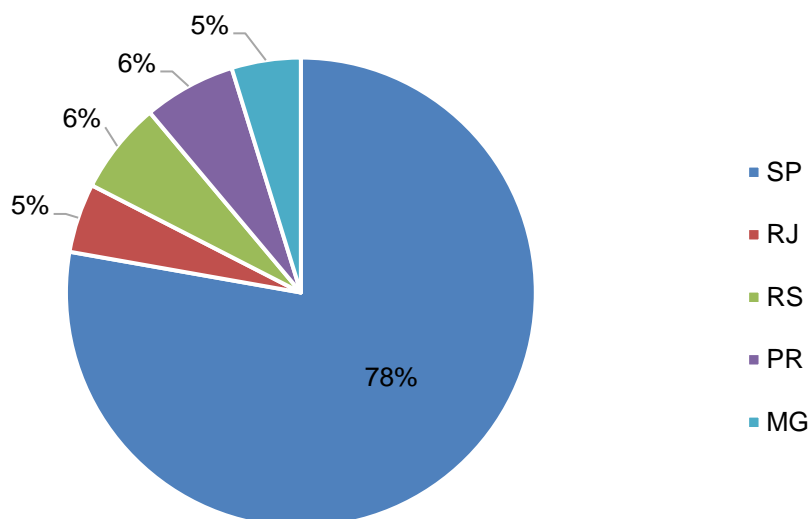
Figura 11. Número de aparições por aplicação (Empresas).



Fonte: O autor.

Foi analisado também os principais estados do País que contavam com a presença de empresas na área, obtendo-se os seguintes resultados conforme a Figura 12:

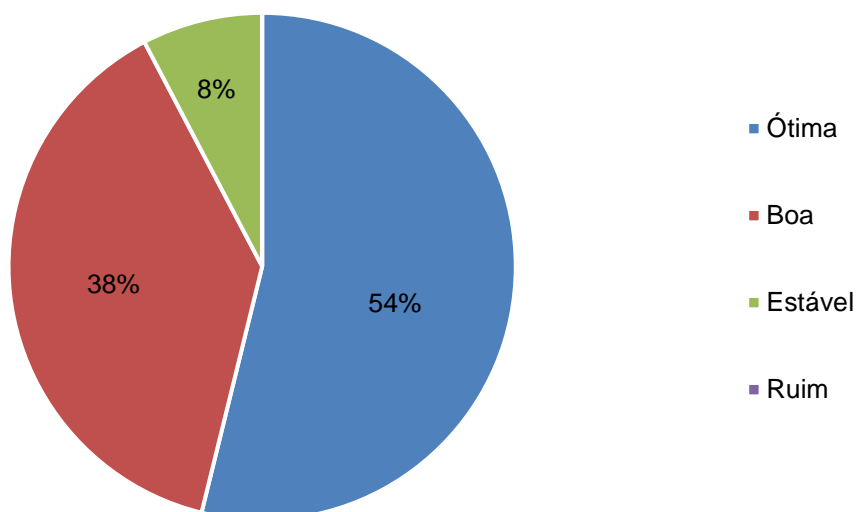
Figura 12. Número de aparições por Estado (Empresas).



Fonte: O autor.

Em relação à expectativa das empresas sobre a área de PSM nos próximos anos, o resultado foi otimista, sendo representado pela Figura 13:

Figura 13. Expectativa do mercado de PSM nos próximos anos (Empresas).



Fonte: O autor.

Sendo assim, a partir da análise dos dados selecionados, foi observado que:

- mais de 80% das aplicações se concentram nas técnicas de MF, UF, NF e OI, sendo que a OI foi a mais frequente;
- a aplicação mais utilizada é o “Tratamento de água e/ou esgoto” representando 33% do total;
- mais de 75% das empresas encontradas são do Estado de São Paulo;
- mais de 90% das empresas têm expectativas “Ótima” ou “Boa” para o mercado de PSM nos próximos anos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente trabalho foi possível constatar que ao realizar uma pesquisa científica, é desejável que os parâmetros de pesquisa sejam testados e definidos previamente, para que os resultados obtidos estejam alinhados com a expectativa do autor. Por muitas vezes podemos nos deparar com falsos positivos, sem o real conhecimento da existência deles, e que acabam prejudicando os dados. Alguns parâmetros importantes para considerar são: palavras-chave, filtros de busca, utilização operadores booleanos, localização geográfica, entre outros. Além disso, alguns sistemas, como é o caso do *Web of Science (Clarivate Analytics)*, podem apresentar comportamentos que contribuem para os resultados serem menos assertivos (ao se referir às *Keywords Plus*) que são causados pelos algoritmos presentes no *site*.

Em relação às técnicas, a ultrafiltração (UF) e a osmose inversa (OI) se mostram como técnicas bastante versáteis e representativas, contemplando a grande maioria das aplicações presentes no Brasil e no mundo. À medida que elas são cada vez mais estudadas e exploradas, mais aplicações surgem ao longo dos anos e conseqüentemente os custos de aplicação são reduzidos. E a perspectiva de crescimento para a área de PSM no Brasil e no mundo é otimista. Mesmo com o Brasil ainda sendo pouco representativo nessa área, com cerca de 2% das publicações científicas no assunto, muitas empresas estão agregando processos com membranas em suas cartas de serviço, aumentando a oferta no mercado. Além disso, o faturamento anual das empresas que disponibilizam sistemas de separação baseados em membranas vem crescendo em média 10% ao ano, a nível mundial, fortalecendo a tese de que é uma área promissora a ser desenvolvida.

REFERÊNCIAS

BAKER, R. W. **Membrane technology and Applications**. Newark, California: A John Wiley & Sons, Ltd., 2012. v. 3

GRAND VIEW RESEARCH. **Membrane separation technology market size, share & trends analysis report by technology (microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration), by application, by region, and segment forecasts, 2020-2027** Grand View Research. [s.l: s.n.]. Disponível em: < <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/membrane-separation-technology-market> >.

HABERT, A. C.; BORGES, C. P.; NOBREGA, R. **Processos de separação por membranas**. 1. ed. Rio de Janeiro, Brasil: [s.n.].

IBGE. **Quatro em cada dez municípios não têm serviço de esgoto no país**. Disponível em: < <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28326-quatro-em-cada-dez-municipios-nao-tem-servico-de-esgoto-no-pais> >. Acesso em: 15 fev. 2021.

IMARC GROUP. **Global Dairy Market: Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2020-2025**. Disponível em: < <https://www.imarcgroup.com/global-dairy-market> >. Acesso em: 15 dez. 2020.

KALAISELVAN, R. R.; SUGUMAR, A.; RADHAKRISHNAN, M. Gamma Irradiation Usage in Fruit Juice Extraction. *In: Fruit Juices: Extraction, Composition, Quality and Analysis*. Thanjavur, Tamil Nadu, India: Elsevier Inc., 2018. p. 423–435.

PEISINO, A. L. **MEMBRANAS ANISOTRÓPICAS DENSAS PARA A REMOÇÃO DE CO₂ E H₂S DO GÁS NATURAL**. [s.l.] UFRJ, 2009.

PETRUS, J. C. C.; TESSARO, I. C. Petrus & Tessaro - Operações Unitárias da Indústria de Alimentos - Processos de Separação com Membranas.pdf. *In: Operações Unitárias na Indústria de Alimentos*. [s.l: s.n.]. p. 251–299.

REVISTA DAE. **MERCADO DE MEMBRANAS NO BRASIL É PROMISSOR**. Disponível em: < <http://revistadae.com.br/site/noticia/10554-Mercado-de-membranas-no-Brasil-e-promissor> >. Acesso em: 10 fev. 2021.

STRATHMANN, H. Membrane separation processes: Current relevance and future opportunities. **AIChE Journal**, v. 47, n. 5, p. 1077–1087, 2001.

XAVIER, J. B. *et al.* Monitorização e modelação da estrutura de biofilmes. **Boletim de Biotecnologia**, v. 76, p. 2–13, 2005.

APÊNDICE A

Figura A1. Formulário enviado às empresas para mapeamento da área de PSM no Brasil.

(continua)

Questionário - Mapeamento de empresas da área de PSM no Brasil

OBJETIVO e JUSTIFICATIVA: A aplicação desse questionário tem como público alvo pesquisadores e empresas que têm trabalhado diretamente com Processos de Separação por Membranas (PSM) no Brasil, seja na pesquisa, no dimensionamento e venda de unidades com membranas ou com consultoria. O questionário tem o intuito de entender o mercado desses processos de separação e quais são as expectativas para os próximos 2 a 5 anos no País.

Os dados coletados fazem parte da pesquisa "ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE OS PROCESSOS DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS NO BRASIL" como parte do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do aluno Gustavo Flores Bernardini, do curso de Engenharia de Alimentos na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A pesquisa é realizada sob orientação do professor Alan Ambrosi, do Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos (EQA) da UFSC.

O caráter ético desta pesquisa assegura a preservação da identidade dos participantes e que os dados obtidos serão utilizados exclusivamente para fins científicos.

Contatos
Gustavo Flores Bernardini
gustavofloresb21@gmail.com

Alan Ambrosi
alan.ambrosi@ufsc.br

CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8226223954818145>

***Obrigatório**

Nome do Responsável pelo preenchimento *

Sua resposta _____

Fonte: O autor.

Figura A1. Formulário enviado às empresas para mapeamento da área de PSM no Brasil.

(continuação)

<p>Nome do Grupo de pesquisa/Empresa (caso possua) *</p> <p>Sua resposta _____</p>
<p>Cidade-Estado (ex: Florianópolis-SC) *</p> <p>Sua resposta _____</p>
<p>Com quais dos PSM a seguir a empresa/grupo de pesquisa atua? *</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Microfiltração<input type="checkbox"/> Ultrafiltração<input type="checkbox"/> Nanofiltração<input type="checkbox"/> Osmose Inversa (conhecida como Osmose Reversa)<input type="checkbox"/> Pervaporação<input type="checkbox"/> Separação de gases<input type="checkbox"/> Eletrodialise<input type="checkbox"/> Osmose direta<input type="checkbox"/> Destilação por membrana<input type="checkbox"/> Osmose retardada por pressão<input type="checkbox"/> Outro: _____

Fonte: O autor.

Figura A1. Formulário enviado às empresas para mapeamento da área de PSM no Brasil.

(conclusão)

Quais são as expectativas para os PSM nos próximos anos? *

Ótima

Boa

Estável

Ruim

Área de Aplicação *

Tratamento de água e/ou esgoto

Purificação de gás natural

Indústria Alimentícia

Indústria Química

Indústria Têxtil

Indústria de papel e celulose

Farmacêutica e médica

Outro: _____

Resumo das atividades (descreva brevemente as atividades) *

Sua resposta _____

Enviar

Fonte: O autor.

APÊNDICE B

Quadro B1. Tabela de dados das empresas coletadas através do formulário.

(continua)

Nome da empresa	Tipos de Processo	Ramos de Aplicação
ALLCROM	UF e OI	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto ● Indústria Alimentícia ● Indústria Química ● Indústria de papel e celulose ● Farmacêutica e médica
Chromastore Comércio e Importação Ltda - EPP	MF	<ul style="list-style-type: none"> ● Filtrações em laboratório
Diclorina Ind. Com. e Prest. de Serv. LTDA	MF e OI	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto
Evonik Brasil	NF e SG	<ul style="list-style-type: none"> ● Purificação de gás natural ● Indústria Alimentícia ● Indústria Química
Flush Engenharia	MF, UF, NF e OI	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto ● Indústria Alimentícia
GEA	MF, UF, NF, OI e DM	<ul style="list-style-type: none"> ● Indústria Alimentícia ● Indústria Química

Fonte: O autor.

Quadro B1. Tabela de dados das empresas coletadas através do formulário.

(continuação)

Nome da empresa	Tipos de Processo	Ramos de Aplicação
Grupo EP	MF, UF, NF e OI	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto ● Indústria Alimentícia ● Indústria Química ● Indústria de papel e celulose ● Farmacêutica e médica
Prótons Brasil	OI	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto ● Indústria Alimentícia ● Indústria Química ● Indústria Têxtil ● Indústria de papel e celulose ● Farmacêutica e médica
Purificatta	OI	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto
Separations Tecnologia e Equipamentos de Filtração Ltda.	UF e OI	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto ● Indústria Automotiva ● Indústria de máquinas agrícolas ● Empresas em geral com necessidade de filtração industrial

Fonte: O autor.

Quadro B1. Tabela de dados das empresas coletadas através do formulário.

(conclusão)

Nome da empresa	Tipos de Processo	Ramos de Aplicação
Toray	MF, UF, NF, OI, OD, DM e ORP	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto ● Indústria Alimentícia ● Indústria Química ● Indústria Têxtil ● Indústria de papel e celulose ● Farmacêutica e médica
Vexer Ind.e Com. de Equip. Ltda	MF, UF e OI	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto ● Indústria Alimentícia ● Indústria Química ● Indústria Têxtil ● Indústria de papel e celulose ● Farmacêutica e médica ● Hotéis, Condomínios e Residências

Fonte: O autor.

APÊNDICE C

Quadro C1. Tabela de dados das empresas coletadas através da análise do Autor.

(continua)

Nome da empresa	Tipos de Processo	Ramos de Aplicação
Acquamáxima Tratamento de água	UF, OI e TI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Indústria Alimentícia • Indústria Química • Farmacêutica e médica
Aquamec	UF e OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Indústria Alimentícia • Indústria Química • Indústria de papel e celulose • Siderurgia
Aquarum	OI, TI e MBR	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
BBI Filtração	OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
Bfilters	OI e TI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
Bishen Ambiental	UF, NF, OI, TI e EDI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
BRK Ambiental	MF, UF, OI e MBR	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto

Fonte: O autor.

Quadro C1. Tabela de dados das empresas coletadas através da análise do Autor.

(continuação)

Nome da empresa	Tipos de Processo	Ramos de Aplicação
Burkert Fluid Control Systems	MF, UF, e OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Indústria Alimentícia • Indústria Química
Comfilter	MF e OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Indústria Química • Farmacêutica e médica
Digital Water	OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
Dupont	MF, UF, NF, OI, SG, TI, MBR, EDI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Purificação de gás natural • Indústria Alimentícia • Indústria Química • Indústria Têxtil • Indústria de papel e celulose • Farmacêutica e médica
European Proteção Ambiental	OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
FBP Peças e equipamentos hospitalares	OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Farmacêutica e médica

Fonte: O autor.

Quadro C1. Tabela de dados das empresas coletadas através da análise do Autor.

(continuação)

Nome da empresa	Tipos de Processo	Ramos de Aplicação
Filterinter	OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
Filtrax do Brasil	OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Indústria Alimentícia • Indústria Química • Farmacêutica e médica • Automotiva
Filtros & Filtros	MF e OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
Filtros Barra	UF	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
Foxwater	UF, OI e EDI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
Fusati	UF e OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Indústria Alimentícia • Indústria Química • Indústria Têxtil • Farmacêutica e médica
Gabco Soluções para tratamento de água	UF, NF e OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto

Fonte: O autor.

Quadro C1. Tabela de dados das empresas coletadas através da análise do Autor.

(continuação)

Nome da empresa	Tipos de Processo	Ramos de Aplicação
Gênese Global	MF	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Indústria Alimentícia • Indústria Química • Indústria Têxtil • Indústria de papel e celulose • Farmacêutica e médica • Automotiva
Goema Consultoria Indústria Comércio Ltda	MF, UF, NF, OI e ED	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
Grupo Hídrica	OI e TI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Farmacêutica e médica
H2O Purificadores	Osmose Inversa (conhecida como Osmose Reversa)	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
Hemosystem	OI e TI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Farmacêutica e médica
Hydrotek Brasil	UF e OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
Ibiex Chemical	UF, NF e OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Indústria Alimentícia

Fonte: O autor.

Quadro C1. Tabela de dados das empresas coletadas através da análise do Autor.

(continuação)

Nome da empresa	Tipos de Processo	Ramos de Aplicação
Invict Proagua	MF, UF, NF e OI	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto ● Indústria Alimentícia
Koch Separation	MF, UF, NF, OI e OD	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto ● Indústria Alimentícia ● Indústria Química ● Indústria Têxtil ● Indústria de papel e celulose ● Farmacêutica e médica
Kubota Membrane Europe	MBR	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto ● Indústria Alimentícia ● Indústria Química
Laffi Filtration	UF e OI	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto ● Indústria Alimentícia ● Indústria Química ● Indústria de papel e celulose ● Farmacêutica e médica ● Automotiva ● Siderurgia

Fonte: O autor.

Quadro C1. Tabela de dados das empresas coletadas através da análise do Autor.

(continuação)

Nome da empresa	Tipos de Processo	Ramos de Aplicação
Lax Water	UF, NF, OI e MBR	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto ● Indústria Alimentícia ● Indústria Química ● Indústria de papel e celulose ● Farmacêutica e médica
Mastertreat	OI	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto
Millipore Sigma	MF, UF e OI	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto ● Indústria Química ● Farmacêutica e médica ● Biotecnologia
Naturaltec	UF e OI	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto
NEI	MF e OI	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto ● Indústria Alimentícia
PAM Membranas Seletivas	MF e UF	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento de água e/ou esgoto ● Indústria Alimentícia ● Farmacêutica e médica ● Purificação de ar ● Biotecnologia

Fonte: O autor.

Quadro C1. Tabela de dados das empresas coletadas através da análise do Autor.

(continuação)

Nome da empresa	Tipos de Processo	Ramos de Aplicação
Pentair	MF, UF, NF, OI e SG	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Indústria Alimentícia • Indústria Química • Agricultura
Permutation	OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Farmacêutica e médica
Profiltra Microfiltração de Gases e Líquidos	MF	<ul style="list-style-type: none"> • Indústria Alimentícia • Indústria Química • Farmacêutica e médica
Purify	OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
Springway	OI e TI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Indústria Alimentícia • Farmacêutica e médica
Techfilter	UF, OI e TI	<ul style="list-style-type: none"> • Indústria Química • Indústria de papel e celulose • Óleo e gás
Tecni-ar	MF, UF e OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Indústria Alimentícia • Indústria Química

Fonte: O autor.

Quadro C1. Tabela de dados das empresas coletadas através da análise do Autor.

(conclusão)

Nome da empresa	Tipos de Processo	Ramos de Aplicação
TSL Ambiental	OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
Veolia	MF, UF, NF, OI, SG e DM	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Indústria Alimentícia • Indústria Química • Indústria de papel e celulose • Farmacêutica e médica • Indústria Automotiva • Siderurgia
Via Filtros	OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
Viltatec Engenharia	UF	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Pré-tratamento para NF e OI
WGM Sistemas	MF, UF, NF, OI e ED	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto • Indústria Alimentícia
Yete	MF, UF, NF e OI	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto
Zeo Solutions	MF, UF e NF	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de água e/ou esgoto

Fonte: O autor.