

DOI: 10.33947/1981-741X-v22n2-5216

WETLANDS CONSTRUÍDAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES AGROINDUSTRIAIS: UMA PROSPECÇÃO CIENTÍFICA ACERCA DAS VINÍCOLAS**CONSTRUCTED WETLANDS IN THE TREATMENT OF AGRO-INDUSTRIAL EFFLUENTS: A SCIENTIFIC PROSPECTION ABOUT WINERIES**Ana Laura Nunes da Silva¹, Isabela Ribeiro Suzano¹, Miriam Cleide Cavalcante de Amorim²**RESUMO**

Os efluentes originários da agroindústria representam um desafio significativo no contexto da gestão ambiental devido à presença de elevadas concentrações de nutrientes e contaminantes. Diante dessa problemática, *Wetlands*, ou zonas úmidas, têm sido objeto de estudos como uma alternativa sustentável e eficaz para o tratamento destes. Este estudo teve como objetivo realizar uma prospecção de estudos sobre a temática, focado na aplicação de *Wetlands* construídas para o tratamento de efluentes vitivinícolas. Para o levantamento, utilizou-se as bases de dados *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct* utilizando descritores, para buscas refinadas dos últimos dez anos (2013-2023). A prospecção bibliográfica revelou variação significativa na quantidade de artigos nas bases *Scopus*, *Web of Science (WoS)* e *ScienceDirect* ao aplicar critérios de seleção. A *ScienceDirect* apresentou maior número de artigos em diferentes pesquisas. A escolha da base de dados exerceu uma influência na disponibilidade de informações. Os resultados relacionados ao uso de zonas úmidas no tratamento de efluentes revelou uma disparidade na disponibilidade de artigos entre as bases de dados (*Scopus*, *WoS* e *ScienceDirect*), fornecendo a maioria dos resultados através da *ScienceDirect*. Uma análise detalhada mostra que a *ScienceDirect* também lidera em termos de quantidade de artigos para outros tópicos relacionados, como o tratamento de efluentes agrícolas e remoção de nutrientes. A predominância da *ScienceDirect* foi evidente em todos os temas abordados, indicando sua importância na pesquisa científica nesse campo. Além disso, a implementação de critérios de seleção, mostrou que mesmo ao longo do tempo, a base mantém uma posição proeminente, com um crescimento notável recente. Entre os países destacados ao explorar pesquisas relacionadas, destacam-se a África do Sul e a Índia. Por outro lado, os resultados referentes ao Brasil foram escassos, sugerindo oportunidade de pesquisa nacional.

PALAVRAS-CHAVE: Bases de dados. Viticultura. *ScienceDirect*. Agricultura.**ABSTRACT**

Effluents originating from agribusiness represent a significant challenge in the context of environmental management due to the presence of high concentrations of nutrients and contaminants. In view of this problem, wetlands have been the object of studies as a sustainable and effective alternative for their treatment. The objective of this study was to carry out a prospection of studies on the subject, focused on the application of Wetlands for the treatment of agricultural effluents. For the survey, the Scopus, Web of Science, Science Direct databases using descriptors were used, for refined searches of the last ten years (2013-2023). The bibliographic search revealed a significant variation in the number of articles in the Scopus, Web of Science (WoS) and ScienceDirect databases when applying selection criteria. ScienceDirect presented a higher number of articles in different surveys. The choice of database had an influence on the availability of information. Regarding the quantification of studies by country, ScienceDirect did not show feasibility, so the results were based on the other databases, Scopus and Web of Science. Among the countries highlighted when exploring related research, South Africa and India stand out. On the other hand, the results for Brazil were scarce, suggesting an opportunity for national research.

KEYWORDS: Databases. Viticulture. *ScienceDirect*. Agriculture.

¹ Graduandas em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Av. Antônio C. Magalhães, 510 - Santo Antônio, Juazeiro - BA, 48902-300, laura.nunes@discente.univasf.edu.br e isabela.ribeiro@discente.univasf.edu.br.

² Doutora em Engenharia Química, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Av. Antônio C. Magalhães, 510 - Santo Antônio, Juazeiro - BA, 48902-300, miriam.cleide@univasf.edu.br.

INTRODUÇÃO

O processamento de frutas gera efluentes que podem causar impactos ambientais. Isto se deve ao fato de que tais efluentes possuem uma quantidade significativa de matéria orgânica biodegradável, nutrientes e compostos fenólicos e na maioria das vezes são descartados sem o tratamento adequado, que pode ocasionar diversos problemas ambientais (Bastos, 2015).

Existem alternativas de tratamentos aeróbios e anaeróbios que são capazes de mitigar esses impactos, a exemplo das *Wetlands* construídas (WCs). Esse tipo de sistema é composto por um tanque raso, que é alimentado com efluente e coberto com macrófitas aquáticas, as quais desenvolvem um sistema radicular altamente eficiente. O efluente é bombeado para o sistema de suporte das plantas, onde os contaminantes são absorvidos pelas raízes das plantas e utilizados como nutrientes para o seu crescimento (Gomes *et al.*, 2019).

O uso de macrófitas aquáticas contribuem na remoção de poluentes em águas superficiais e não superficiais por meio de mecanismos físico-químicos, reações de degradação biológica anaeróbia e aeróbia, evapotranspiração e infiltração. Caracterizando, as *Wetlands* construídas como um importante filtro biológico (Andrade, 2018).

As vantagens e desvantagens em termos de desempenho e eficiência no tratamento das águas residuárias dos *Wetlands* Construídas (WCs) estão relacionadas com a direção do fluxo e a disposição dos meios filtrantes, sendo classificadas em quatro tipos distintos como: WC de escoamento horizontal superficial, WC de escoamento vertical superficial, WC de escoamento horizontal subsuperficial e WC de escoamento vertical subsuperficial. A escolha do tipo de WC mais apropriado depende de uma série de fatores, incluindo a carga orgânica, a taxa de vazão, a disponibilidade de espaço e a qualidade da água a ser tratada. (Sezerino *et al.*, 2018).

Diante a diferentes possibilidades e processos, o tratamento de efluentes agroindustriais elevam grande viabilidade no cenário da poluição hídrica causada por uma gama de indústrias, inclusive vinícolas, que geram resíduos contendo contaminantes. Assim, *Wetlands* construídas surgem como alternativa sustentável, removendo contaminantes e purificando a água naturalmente. Nesse cenário, a questão de pesquisa central deste estudo é: "Qual é o estado da pesquisa científica sobre a utilização de *Wetlands* construídas no tratamento de efluentes vinícolas, e quais são os principais avanços e lacunas nesse campo?". O estudo possui relevância devido ao crescente impacto ambiental promovido pela indústria vinícola e à necessidade de localizar alternativas ecologicamente corretas para o tratamento de seus efluentes. Além disso, a utilização da prospecção científica pode fornecer informações relevantes para pesquisadores, população e gestores ambientais, auxiliando na adoção de práticas mais sustentáveis na indústria vinícola.

Desse modo, o presente estudo tem como objetivo realizar uma análise quantitativa das pesquisas, avanços e produções científicas mais recentes no campo do tratamento de efluentes da agroindústria vinícola utilizando sistemas de zonas úmidas (*Wetlands*), através de diferentes bases de dados.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Wetlands construídas como Solução Sustentável

Devido à escassez global de água, a necessidade de explorar abordagens não convencionais para atender à crescente demanda por água doce tornou-se presente. A falta de saneamento e infraestrutura adequada para o tratamento de águas residuais gera problemas ambientais e de saúde pública. O desenvolvimento e implementação de métodos eficazes para o tratamento e reciclagem de águas residuais representam a garantia do fornecimento adequado de água doce no futuro (Almuktar *et al.*, 2018).

As *Wetlands* construídas (WCs), são consideradas como tecnologia convencional de destaque no tratamento de águas residuais. Fundamentado em sua comprovada robustez operacional, além dos custos de operação e manutenção economicamente viáveis. Consequentemente, a implementação dessa tecnologia se estende globalmente, abrangendo a depuração de diversas categorias de águas poluídas, englobando desde águas residuais domésticas e sistemas de esgoto combinado até águas pluviais, bem como vários tipos de efluentes industriais (Pucher; Langergraber, 2019).

Outro fato a ser destacado nessa perspectiva é a utilização de *Wetlands* Construídas (WCs) baseada no uso de plantas aquáticas e leitos filtrantes para remover contaminantes da água. Esses sistemas projetam uma imitação do processo natural de tratamento de água que ocorre em zonas úmidas, onde a água passa por camadas de solo e plantas que filtram e removem contaminantes. Ademais são eficazes e de baixo custo e baixo impacto ambiental quando comparadas com outras formas de tratamento de água (Dotro *et al.*, 2017).

A tecnologia das WCs simulam processos físicos, químicos e biológicos observados na natureza, tais como a retenção de sólidos em suspensão no esgoto por meio de um material filtrante, a adsorção de substâncias na superfície dos grãos desse material filtrante, a degradação da matéria orgânica através da ação de microrganismos e a extração de poluentes por macrófitas. As *Wetlands* construídas tem o potencial de sequestrar carbono, além de outras viabilidades como tratamento de efluentes de diversas naturezas que possam apresentar algum tipo de contaminante (Rosli, 2017; Sezerino *et al.*, 2018).

Impacto dos Efluentes da Viticultura

No contexto da vitivinicultura, a atividade de produção de vinho gera efluentes líquidos, oriundos das diversas etapas do processamento da uva, incluindo lavagens de equipamentos e de instalações. Tais efluentes podem conter substâncias orgânicas e inorgânicas, oriundas de produtos químicos utilizados no processo de vinificação. O impacto ambiental desses efluentes pode estar associado a alta carga de poluentes, que afetam os ecossistemas aquáticos, levando à eutrofização e à redução do oxigênio dissolvido na água, prejudicando a vida aquática (Sanchez *et al.*, 2021; Zurita; Vymazal, 2023).

A agroindústria vinícola enfrenta desafios para a gestão dos seus efluentes não só pelos poluentes presentes na sua composição como também devido a geração de grandes volumes que muitas vezes não recebem tratamento adequado antes de serem destinados no ambiente. A quantidade e complexidade dos resíduos gerados pelas vinícolas são destacadas, especialmente durante o período de colheita, quando a produção de resíduos é ainda mais significativa (Akratos *et al.*, 2020).

Em termos de tratamentos, sistemas de tratamento convencionais são considerados ineficazes devido à variabilidade nos volumes gerados e cargas de poluentes, tanto diariamente quanto sazonalmente. Além disso, esses sistemas apresentam altos custos operacionais e exigem manutenção extensiva para se adaptarem às mudanças nas características das águas residuais ao longo do tempo (Pascual *et al.*, 2021).

Sanchez *at al.* (2021) consideram as *wetlands* construídas uma solução tecnológica promissora para tratar efluentes vinícolas, especialmente para vinícolas de pequena escala, que podem não ter acesso a sistemas convencionais de tratamento de águas residuais. Flores *et al.* (2023) destacam os sistemas de *wetlands* como uma solução particularmente adequada para o tratamento de efluentes vitivinícolas, em comparação com os métodos convencionais de tratamento biológico aeróbio e outras tecnologias

Dessa forma, as *wetlands* construídas se apresentam como potencial solução, em termos de eficácia e flexibilidade para o tratamento de efluentes líquidos vinícolas. Uma vez que esses sistemas são projetados para imitar processos naturais que ocorrem em zonas úmidas e têm mostrado resultados promissores devido a sua capacidade de adaptação a diferentes cargas orgânicas e hidráulicas (Pascual *et al.*, 2021).

METODOLOGIA

Tipo de Estudo

O estudo apresenta perfil quali-quantitativo, norteado pelas seguintes etapas: (I) Escolha da base de dados; (II) Escolha das palavras-chave; (III) Busca com as combinações das palavras-chave; (IV) Análise das publicações encontradas na base.

Bases de dados para buscas

A pesquisa foi realizada através de buscas em três bases de dados acessada através do Portal de Periódico Capes: *Scopus* (<https://www.Scopus.com/home.uri>), *Web of Science* (<http://www.webofscience.com>), *Science Direct* (<https://www.ScienceDirect.com>).

Estratégias de buscas

Utilizou-se os descritores: (*Wetlands AND fruit production effluents*); (*Wetlands AND winery effluents*); (*Wetlands AND agroindustrial AND effluent treatment*) e (*Wetlands AND nutrient removal AND agroindustrial effluents*) como estratégia para busca de artigos nas bases de dados. O operador booleano "AND" foi empregado de forma consistente em todas as consultas realizadas, visando ampliar o número de artigos identificados e garantir a prospecção de pesquisas relevantes para a análise. Neste contexto, estratégias foram implementadas com a finalidade de selecionar e excluir artigos que sejam pertinentes ou não ao escopo da pesquisa em questão.

Critérios de seleção

Os critérios de seleção adotados para esta pesquisa incluíram a utilização exclusiva do idioma inglês, devido à sua universalidade e à abrangência global da base de dados em questão. Além disso, a

pesquisa foi delimitada a um período de 10 (dez) anos, compreendendo os anos de 2013 a 2023, com o propósito de proporcionar uma visão atualizada do estado da arte na área de estudo. A busca por trabalhos relacionados à *Wetlands* como alternativa no tratamento de efluentes agrícolas baseou-se em critérios que incluíram títulos, resumos e palavras-chave dos artigos. Diante a análise de dados para assegurar confiabilidade dos dados, uma planilha foi desenvolvida com informações obtidas como: número total de artigos sem filtragem nas bases, número artigos publicados por ano em cada base e número de artigos por países.

RESULTADOS

Inicialmente em uma busca sem aplicação de critérios de seleção foram aplicadas no quais os resultados obtidos através das buscas com os diferentes termos de pesquisa revelam uma variação significativa na quantidade de artigos disponíveis nas três bases de dados consideradas (*Scopus*, *Web of Science - WoS* e *ScienceDirect*).

Ao buscar sobre o uso de zonas úmidas (*Wetlands*) no tratamento de efluentes de produção de frutas (*Wetlands AND fruit production effluents*), notou-se que a base *ScienceDirect* apresentou uma quantidade maior de artigos, com um total de 1.152 documentos (97.54%), enquanto as outras bases, *Scopus* (1.36%) e *WoS* (1.10%), disponibilizaram um número relativamente menor.

Quando o foco da pesquisa foi direcionado ao para o tratamento de efluentes de vinícolas com *Wetlands* (*Wetlands AND winery effluents*), novamente, a *ScienceDirect* apresentou um maior número de artigos (n=312; 80.41%).

Ao abordar o tratamento de efluentes agrícolas (*Wetlands AND agricultural AND effluent treatment*), a base *ScienceDirect* revelou uma abundância de 10.200 artigos (91.95%), em comparação com 329 (2.94%) da *Scopus* e 685 (6.11%) da *WoS*. Por fim, ao considerar a remoção de nutrientes de efluentes agrícolas com *Wetlands* (*Wetlands AND nutrient removal AND agricultural effluents*), a base *ScienceDirect* apresentou 6.459 artigos (94.71%), enquanto *Scopus* e *WoS* disponibilizaram 84 (1.23%) e 277 (4.06%), respectivamente (Tabela 1).

Essa disparidade sugere que a escolha da base de dados pode influenciar significativamente a disponibilidade de informações e a amplitude da pesquisa, com a *ScienceDirect* oferecendo a maior diversidade de fontes para os temas de estudo em questão.

Dentre os termos pode-se observar que a quantidade de artigos disponíveis varia consideravelmente de acordo com a especificidade do tópico proposto para o termo "*Wetlands AND agricultural AND effluent treatment*", encontram-se uma quantidade significativamente maior de artigos em todas as bases de dados, ressaltando uma popularidade para os termos, com destaque para a *ScienceDirect*, que apresentou um número muito superior em comparação aos outros termos (n= 11214 artigos).

Tabela 1: Resultados obtidos através da busca inicial sem filtragem em três bases de dados: Scopus, Web of Science (WoS) e ScienceDirect.

Table 1: Results obtained through the initial search without filtering in three databases Scopus, Web of Science (WoS) and ScienceDirect.

Termos de busca	Base de dados	Total de artigos
Wetlands AND fruit production effluents	Scopus	16
	WoS	13
	ScienceDirect	1152
	Total	1181
Wetlands AND winery effluents	Scopus	33
	WoS	43
	ScienceDirect	312
	Total	388
Wetlands AND agricultural AND effluent treatment	Scopus	329
	WoS	685
	ScienceDirect	10200
	Total	11214
Wetlands AND nutrient removal AND agricultural effluents	Scopus	84
	WoS	277
	ScienceDirect	6459
	Total	6820

Fonte: Autores (2023).

Dentre as bases de dados analisadas, destaca-se a *ScienceDirect*, que hospeda aproximadamente um quarto do vasto corpus de conteúdo científico revisado por pares em nível global. Esta plataforma se distingue por sua extensa coleção, composta por cerca de 12 milhões de artigos científicos, 2.200 periódicos e 26.000 livros, desempenhando um papel central no acesso à informação científica. Vale ressaltar que todos os dados presentes na *ScienceDirect* estão integralmente indexados na base de dados *Scopus* (Louzada Junior, 2014). A plataforma *Scopus*, por sua vez, aloja uma vasta coleção com mais de 21.500 publicações que passaram por rigorosa revisão por pares, incluindo os "Articles-in-Press" de mais de 5.000 editoras internacionais, consolidando-se como a base de dados com maior cobertura de resumos, citações e textos completos da literatura científica global e brasileira (Lima *et al.*, 2012; Elsevier, 2023).

A *Web of Science* representa igualmente uma ferramenta singular no contexto da pesquisa acadêmica, permitindo um acesso abrangente a informações relacionadas a citações, com a capacidade de extrair referências detalhadas de itens indexados e evidenciar integralmente as citações das obras de um autor, independentemente de sua inclusão na base. Esta base de dados oferece informações contínuas

abrangendo uma extensa gama de disciplinas, aproximadamente 8700, provenientes dos periódicos de pesquisa mais renomados e com impacto global (Bar-Ilan, 2008; Gouvêa *et al.*, 2022).

Quanto aos descritores utilizados é possível propor que um maior número de artigos para o termo "Wetlands AND agricultural AND effluent treatment", nas diferentes bases, esteja relacionada à popularidade das palavras-chave utilizadas. Portanto, a seleção de palavras-chave mais abrangentes no sistema de pesquisa poderá ampliar a recuperação de resultados. Além disso, é recomendado utilizar o inglês como base para buscas, a fim de acessar uma variedade mais ampla de descobertas científicas que podem enriquecer seu trabalho (CCEN, 2021).

Para aprimorar o processo de pesquisa, é recomendável empregar a funcionalidade de busca avançada, quando disponível no site ou plataforma de pesquisa. Nesse sentido, é possível restringir a busca para recuperar material específico de um período determinado, como destacado por Bariani *et al.* (2007). Esta abordagem proporciona uma maior precisão na obtenção de resultados relevantes.

Considerando a amplitude dos resultados obtidos, procedeu-se à implementação de critérios de seleção. Nas referidas bases de dados, foram empregados filtros que restringiram a pesquisa quanto aos registros dos últimos dez anos, onde para o termo "Wetlands AND fruit production effluents" a a base que fornece a maior quantidade de resultados, com um total de 823 artigos (97.93%). Sugerindo esta como uma fonte rica em informações sobre o tema da pesquisa quando comparada a *Scopus* (n=12 artigos; 1.40%) e *Web of Science* (6 artigos; 0.67%) (Tabela 2).

Tabela 2: Caracterização de estudos pós-filtragem diante aos últimos dez anos (2013-2023) para o termo "Wetlands AND fruit production effluents" em três plataformas científicas.

Table 2: Characterization of post-filtering studies over the last ten years (2013-2023) for the term "Wetlands AND fruit production effluents" on three scientific platforms.

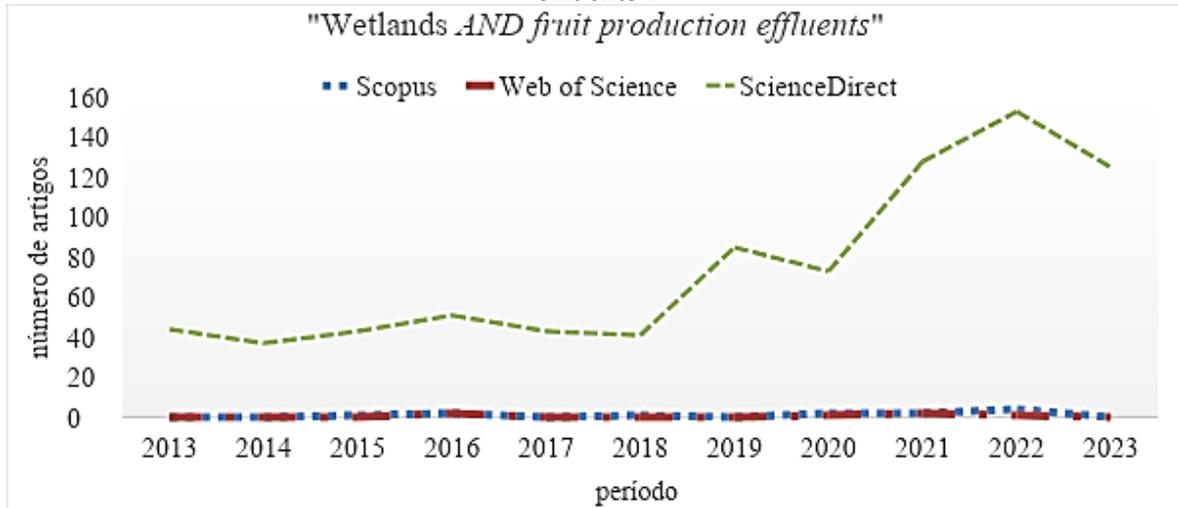
"Wetlands AND fruit production effluents"	Total de artigos pós filtragem (2013-2023)
<i>Scopus</i>	12
<i>Web of Science</i>	6
<i>ScienceDirect</i>	823

Fonte: Autores (2023).

Em uma avaliação minuciosa identificou-se que o ano de 2022 se destacou com o maior número de resultados para a base de dados *ScienceDirect* contabilizando 153 documentos (18.62%), além disso a base apresenta consistentemente o maior número de resultados em todos os anos, com uma tendência de crescimento a partir do ano de 2019. Para *Scopus*, observou-se que o ano de 2022 apresentou o maior número de resultados (33,3%), totalizando 4 registros. Para *Web of Science*, constatou-se que o ano de 2016 e 2021 registraram o maior número de resultados (33.33%), totalizando 2 documentos (Figura 1).

Figura 1: Disposição de artigos publicados por ano para os descritores “Wetlands AND fruit production effluents”.

Figure 1: Arrangement of articles published per year for the descriptors “Wetlands AND fruit production effluents”.



Fonte: Autores (2023).

Em relação ao termo “Wetlands AND winery effluents” novamente a *ScienceDirect* apresentou o maior número, com 85.37% resultados (n=241 artigos), seguido por *Web of Science* com 8.02% (n=27 artigos) e *Scopus* (n=22 artigos). A quantidade de resultados disponíveis indica a disponibilidade de informações sobre o tratamento de efluentes de vinícolas em *Wetlands* ao longo do período avaliado (Tabela 3).

Tabela 3: Caracterização de estudos pós-filtragem diante aos últimos dez anos (2013-2023) para o termo “Wetlands AND winery effluents” em três plataformas científicas.

Table 3: Characterization of post-filtering studies over the last ten years (2013-2023) for the term “Wetlands AND winery effluents” on three scientific platforms.

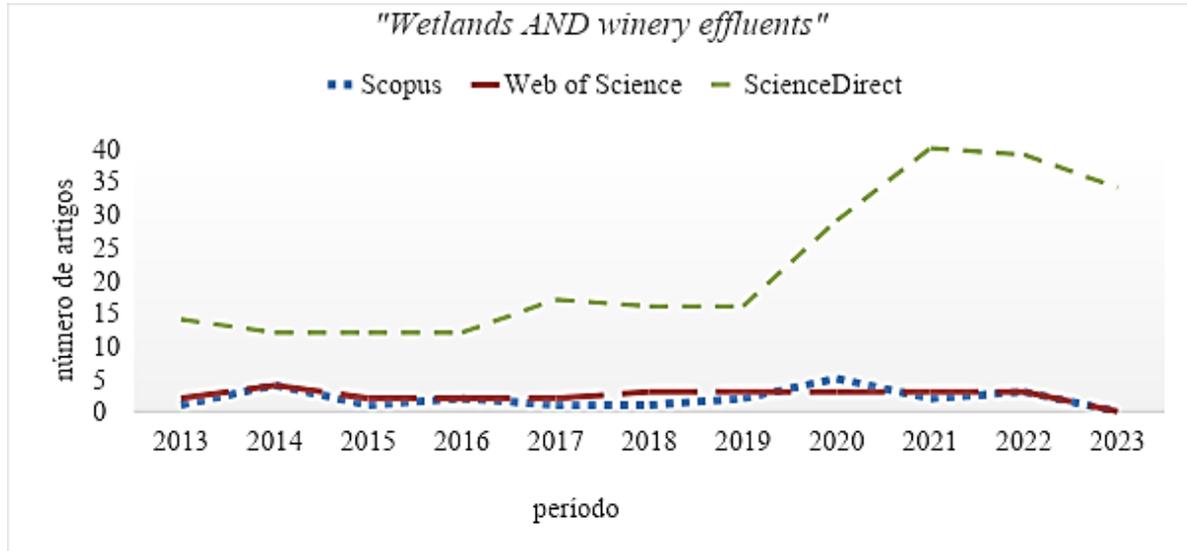
“Wetlands AND winery effluents”	Total de artigos pós filtragem (2013-2023)
<i>Scopus</i>	22
<i>Web of Science</i>	27
<i>ScienceDirect</i>	241

Fonte: Autores (2023).

Para o descritor mencionado em 2021, a base *ScienceDirect* teve o maior número de resultados (n=40 artigos), enquanto em 2023, todas as bases tiveram um número significativamente menor de resultados. Para *Scopus* o ano de 2020 apresentou 6.16% dos resultados sendo considerado o maior número com 5 estudos. A *Web of Science* teve um número mais efetivo (n= 4 artigos) diante do ano de 2014 com 3.33% dos resultados. Foi possível identificar uma tendência temporal, como aumento no número de resultados ao longo dos anos. Sendo possível citar o ano de 2020, onde foi notado um aumento no número de resultados em todas as bases de dados (Figura 2).

Figura 2: Disposição de artigos publicados por ano para os descritores “Wetlands AND fruit production effluents”.

Figure 2: Arrangement of articles published per year for the descriptors “Wetlands AND fruit production effluents”.



Fonte: Autores (2023).

Na avaliação do termo “Wetlands AND agroindustrial AND effluent treatment” a *ScienceDirect* representa a grande maioria dos resultados, com quase 95% do total de artigos após a filtragem enquanto a *Scopus* e *Web of Science* contribuem com uma parcela menor de 2.11% e 3.16% dos resultados respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4: Caracterização de estudos pós-filtragem diante aos últimos dez anos (2013-2023) para o termo “Wetlands AND agroindustrial AND effluent treatment” em três plataformas científicas.

Table 4: Characterization of post-filtering studies over the last ten years (2013-2023) for the term “Wetlands AND agroindustrial AND effluent treatment” on three scientific platforms.

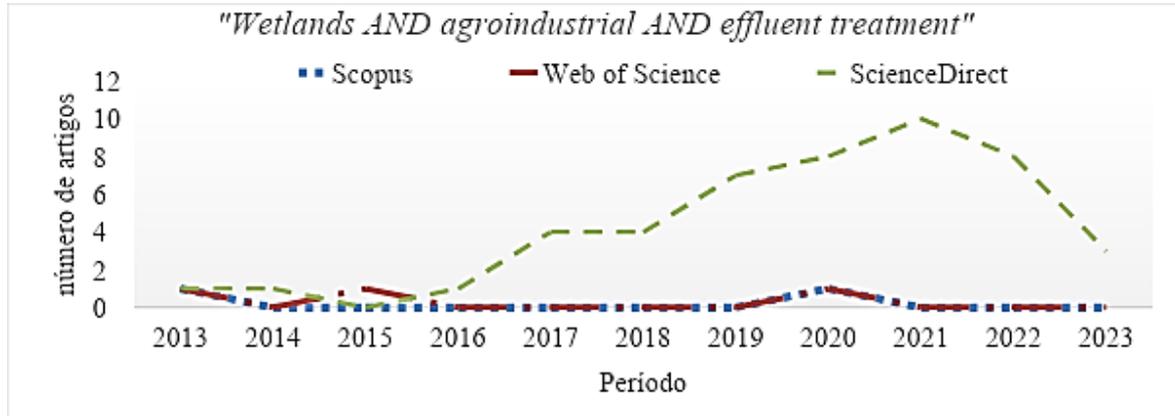
“Wetlands AND agroindustrial AND effluent treatment”	Total de artigos pós filtragem (2013-2023)
<i>Scopus</i>	2
<i>Web of Science</i>	3
<i>ScienceDirect</i>	47

Fonte: Autores (2023).

Notou-se uma predominância da *ScienceDirect* com uma tendência de crescimento notável a partir de 2017, atingindo um pico em 2021 com 66.67% dos resultados (n=10 artigos) e redução de estudo somente diante ao ano de 2023 (20%). A *Scopus* e a *Web of Science* apresentaram seu número de resultados inferiores a *ScienceDirect*. A *Scopus* somente notificou estudos diante dos anos de 2013 e 2020 com 1 estudo cada. Na *Web of Science* 2013, 2015 e 2020 também apresentaram somente um estudo (Figura 3).

Figura 3: Disposição de artigos publicados por ano para os descritores “Wetlands AND agroindustrial AND effluent treatment”.

Figure 3: Arrangement of articles published by year for the descriptors “Wetlands AND agroindustrial AND effluent treatment”.



Fonte: Autores (2023).

Na busca por “Wetlands AND nutrient removal AND agroindustrial effluents” novamente a *ScienceDirect* contribuiu com a maioria dos resultados, representando cerca de 86.11% do total de artigos (n=32) após a filtragem. Indicando que a *ScienceDirect* é uma fonte robusta para pesquisas relacionadas à remoção de nutrientes em efluentes agroindustriais em *Wetlands*. Enquanto a *Web of Science* apresentou 8.33% dos resultados, seguido da *Scopus* com aproximadamente 5.56% das publicações (Tabela 5).

Tabela 5: Caracterização de estudos pós-filtragem diante aos últimos dez anos (2013-2023) para o termo “Wetlands AND nutrient removal AND agroindustrial effluents” em três plataformas científicas.

Table 5: Characterization of post-filtering studies over the last ten years (2013-2023) for the term “Wetlands AND nutrient removal AND agroindustrial effluents” on three scientific platforms.

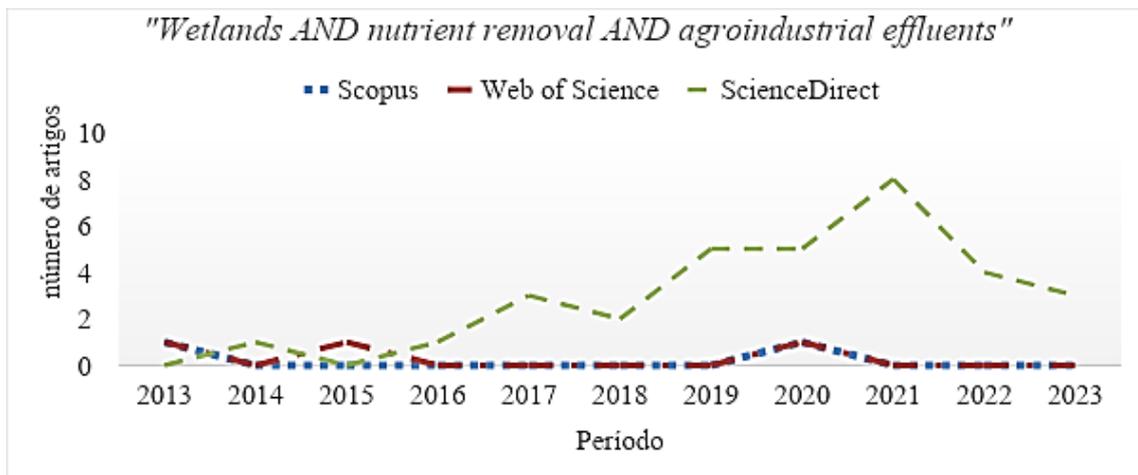
“Wetlands AND nutrient removal AND agroindustrial effluents”	Total de artigos pós filtragem (2013-2023)
<i>Scopus</i>	2
<i>Web of Science</i>	3
<i>ScienceDirect</i>	32

Fonte: Autores (2023).

Em relação ao levantamento por bases a *ScienceDirect* se destacou com contribuição significativa em todos os anos, atingindo um pico de 25% em 2021 com 8 estudos. A variação temporal nos resultados também ficou evidenciada, destacando o crescimento das publicações a partir do ano de 2017. *Scopus* (2013 e 2020) e *Web of Science* (2013, 2015 e 2020) contribuíram com uma proporção semelhante de resultados em alguns anos específicos, mas em geral, dispõe menos resultados em comparação com *ScienceDirect* (Figura 4).

Figura 4: Disposição de artigos publicados por ano para os descritores “*Wetlands AND nutrient removal AND agroindustrial effluents*”.

Figure 4: Arrangement of articles published by year for the descriptors “*Wetlands AND nutrient removal AND agroindustrial effluents*”.



Fonte: Autores (2023).

Os termos *Wetlands AND fruit production effluents* e *Wetlands AND winery effluents* foram considerados mais expressivos e satisfatórios para levantamento sobre *Wetlands* uma vez que resultaram em um maior número de estudos dispostos em todas as plataformas avaliadas. Tais resultados com mais expressividade podem ter se dado em função da clareza e amplitude dos termos dispostos.

Conforme apontado por Pereira e Galvão (2014), a recomendação é adotar estratégias mais simples ao garantir a relevância de cada termo inserido e seu impacto na pesquisa. Embora a diversificação de termos possa tornar a pesquisa mais específica ou restrita, para atender ao objetivo de estudos de prospecção bibliográfica, essa estratégia pode não se mostrar a mais eficaz.

As diferenças no número de resultados entre as bases destacam a importância de escolher a base de dados apropriada com base nas necessidades de pesquisa. Cada base de dados pode oferecer uma perspectiva única sobre o assunto. A compreensão dos primeiros passos é essencial para desenvolver uma estratégia de pesquisa eficaz, permitindo a recuperação de estudos relevantes. Estruturar a identificação dos descritores mais adequados e dos operadores booleanos recomendados para conectá-los é crucial para atingir com êxito os objetivos da pesquisa (Latorraca *et al.*, 2019).

Outro aspecto diante aos termos utilizados foi avaliado, nesse sentido buscou-se identificar quantitativamente os países que mais publicaram artigos nas bases de dados utilizadas. Embora a *ScienceDirect* tenha sido a base com maior destaque, diante ao levantamento de artigos, a interface de uma plataforma não se apresenta como completa, o que justificaria a ausência de dados que não ilustram a realidade do país. Isso sugere que, embora a base de dados seja fundamentada, ela deixa a desejar na disponibilidade de informações substanciais. Desse modo, não foi possível ilustrar uma caracterização de estudos por países para a base da *ScienceDirect*.

Na avaliação por países para o termo “*Wetlands AND fruit production effluents*” a distribuição dos resultados apresentou variação entre as duas bases de dados. *Scopus* destaca-se para Índia (30%; n=3),

África do Sul (30%; n=3), Alemanha (10%; n=1), Austrália (10%; n=1), Colômbia (10%; n=1) e Cuba (10%; n=1), enquanto *Web of Science* possui destaque para África do Sul (33,3%; n=2) uma representação mais equilibrada entre Índia, Chile, Colômbia e Inglaterra com 16.67% (n=1) dos resultados em casa.

Ficou expresso que tanto para *Scopus* quanto para *Web of Science* a África do Sul foi o país com o maior número de dados encontrados, seguido pela Índia, Chile, Colômbia e Inglaterra (Figura 5A).

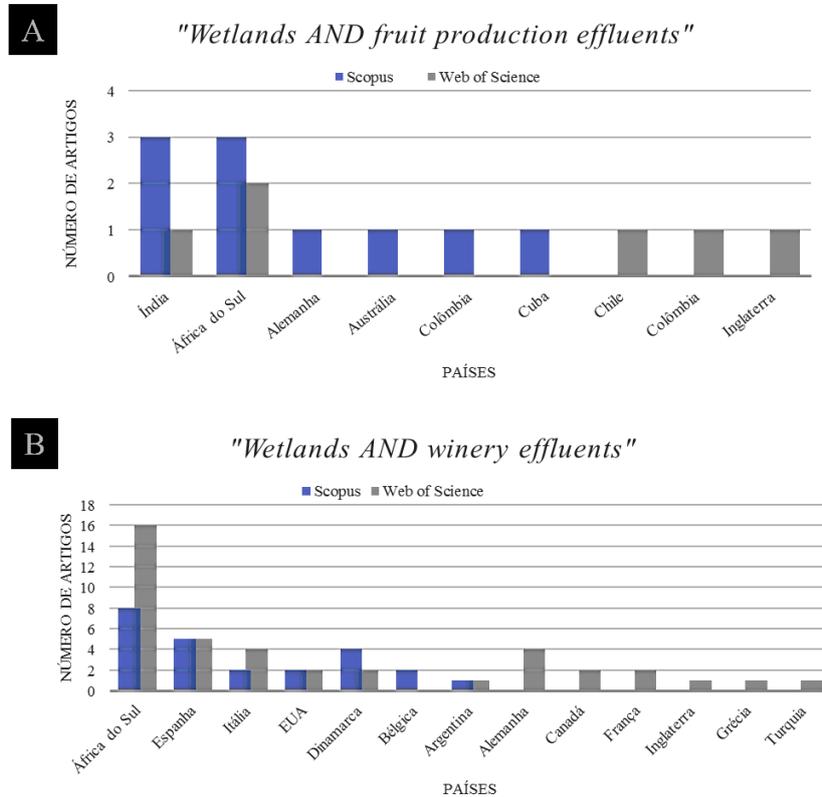
Para *Wetlands AND Winery Effluents* (Figura 5B) na base *Scopus* a África do Sul é o país com o maior número de resultados na *Scopus*, totalizando 8 estudos (28.57%). Espanha e Itália também têm presença, com 5 (14.29%) e 2 (5.71%) estudos, respectivamente. Países, como EUA, Dinamarca, Bélgica, Argentina, têm uma quantidade menor de resultados, variando de 1 a 4 estudos (variando de 2.86% a 11.43%). Alemanha, Canadá, França, Inglaterra, Grécia e Turquia não apresentaram resultados na *Scopus* para esta pesquisa.

Mediante a "*Wetlands AND winery effluents*" na *Web of Science* observou-se que a África do Sul é o país com o maior número de resultados, totalizando 16 estudos (28.57%), a Espanha também teve presença, com 5 estudos (14.29%), Itália, EUA, Dinamarca, Canadá, França e Inglaterra têm uma quantidade variável de resultados na *Web of Science*, variando de 2 a 11 estudos. A Bélgica, Argentina, Grécia e Turquia têm uma presença menos expressiva, com 0 a 2 estudos. Na *Web of Science*, é observada uma distribuição variada de resultados, com destaque para África do Sul, Espanha e Itália, enquanto outros países têm uma presença menos significativa ou não têm resultados registrados para essa pesquisa específica.

África do Sul e Espanha são os países com maior representação em ambas as bases de dados, *Scopus* e *Web of Science*. Enquanto Itália mostra uma presença comum em ambas as bases, com uma redução nas publicações para *Web of Science*.

Figura 5: Distribuição dos países que tiveram maior publicações nos últimos dez anos. A) Distribuição para o descritor *Wetlands AND fruit production effluents*. B) Distribuição para o descritor *Wetlands AND winery effluents*.

Figure 5: Distribution of countries with the most publications in the last ten years. A) Distribution for the descriptor *Wetlands AND fruit production effluents*. B) Distribution for the descriptor *Wetlands AND winery effluents*.



Fonte: Autores (2023).

A África do Sul possui ascensão significativa na vitivinicultura, segundo Van Rooyen *et al.* (2010) é o nono país que mais produz vinho do mundo, detém 3,1% dos vinhos mundiais e exporta 38% de sua produção.

A Espanha aparece em segundo lugar na distribuição de países que mais publicaram a respeito de tratamento de efluentes da vitivinicultura (Figura 5A), tendo como influência o continente em que o país está inserido, pois a Europa historicamente tem uma produção de vinho relativamente alta, representando 60% das vitiviniculturas do mundo. É o país que tem uma das maiores inserções na agroindústria vitivinícola e detém 18% da produção mundial, sendo o terceiro maior da região Europeia (Villanueva-Rey *et al.*, 2014).

Considerando a redução na quantidade de estudos ao utilizar os termos "*Wetlands AND agroindustrial AND effluent treatment*" (Figura 6A) e "*Wetlands AND nutrient removal AND agroindustrial effluents*" (Figura 6B), observamos que, em ambas as bases de dados, as quantidades foram comparáveis. Notavelmente, destacam-se estudos relacionados ao Brasil e à Itália. O Brasil apresenta um número igual de resultados (n=2) em ambas as pesquisas nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*. Devido a utilização de palavras-chave mais abrangentes como "*Wetlands AND agroindustrial AND effluent treatment*" e "*Wetlands AND nutrient removal AND agroindustrial effluents*", os dois estudos obtidos na base da *Scopus*

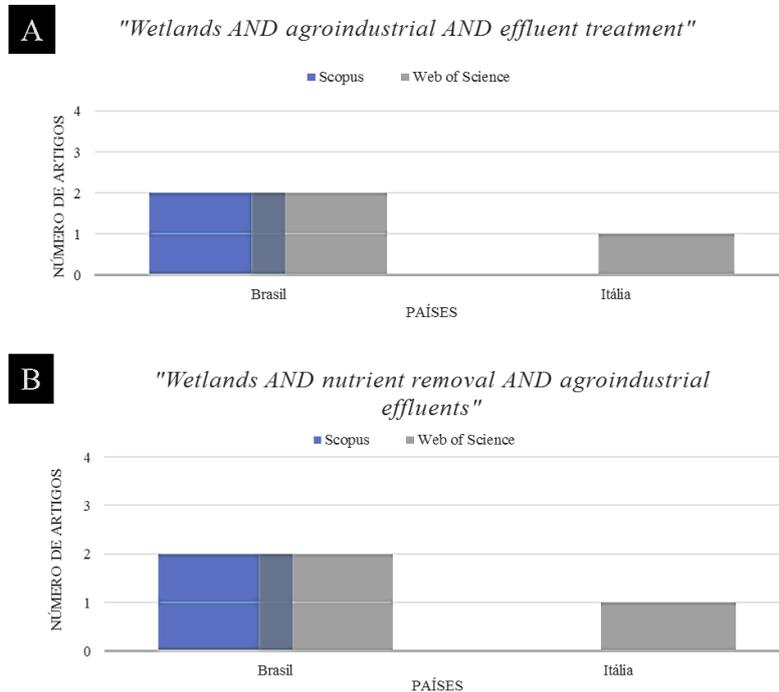
não possuía relação direta com a viticultura em função a amplitude dos descritores. O primeiro estudo de autoria de Oliveira *et al.* (2020) teve como abordagem a remoção de nitrogênio e fósforo associada a mudanças nas cargas orgânicas de reatores biológicos monitorados por critérios multivariados, no qual avaliou o desempenho de diferentes técnicas de tratamento de efluentes suínos, incluindo reatores anaeróbios de fluxo ascendente sequencial (UASB), filtros biológicos aerados submersos (SABF) e zonas úmidas construídas com fluxo subterrâneo horizontal (HSSF-CW). O objetivo foi monitorar a remoção de formas de nitrogênio e fósforo em diferentes cargas orgânicas. Os resultados mostraram que o UASB não proporcionou uma remoção satisfatória de nitrogênio e fósforo. Por outro lado, o SABF apresentou um aumento significativo do oxigênio dissolvido nas formas nítricas entre as fases do estudo, sendo considerado satisfatório.

O segundo de autoria de Fia *et al.*, (2013) contemplava como objeto de estudo os sistemas biológicos combinados para o tratamento de águas residuárias do processamento dos frutos do cafeeiro: Remoção de matéria orgânica, que avaliou três sistemas de tratamento de águas residuais do processamento de café cereja, compostos por filtros anaeróbios de fluxo ascendente seguidos de *wetlands* construídos (CW). Os filtros foram construídos de PVC preenchidos com brita, enquanto os *wetlands* foram construídos de caixas de madeira vedadas com geomembranas e preenchidas com cascalho. O sistema que recebeu a menor carga orgânica na terceira fase foi eficaz na remoção de matéria orgânica, conforme análise do desempenho e das condições operacionais realizadas pelos autores.

Por outro lado, a Itália registra resultados apenas na *Web of Science*, com 1 resultado para a pesquisa "*Wetlands AND agroindustrial AND effluent treatment*" e 1 resultado para a pesquisa "*Wetlands AND nutrient removal AND agroindustrial effluents*".

É importante ressaltar que não foram identificados resultados da Itália na base de dados *Scopus* para essas pesquisas específicas. Esses dados podem indicar que o Brasil possui uma presença equivalente em ambas as pesquisas e bases de dados, enquanto a Itália se destaca na *Web of Science*. A ausência de resultados da Itália na *Scopus* sugere possíveis diferenças nas coberturas das bases de dados para essas pesquisas específicas.

Figura 6: Distribuição dos países que tiveram maior publicações nos últimos dez anos. A) Distribuição para o descritor *Wetlands AND agroindustrial AND effluent treatment*. B) Distribuição para o descritor *Wetlands AND nutrient removal AND agroindustrial effluents*.
Figure 6: Distribution of countries with the most publications in the last ten years. A) Distribution for the descriptor *Wetlands AND agroindustrial AND effluent treatment*. B) Distribution for the descriptor *Wetlands AND nutrient removal AND agroindustrial effluents*.



Fonte: Autores (2023).

Apesar do Brasil estar envolvido em questões relacionadas às *Wetlands*, constatamos que a produção de estudos sobre o assunto no país não se destacou de forma expressiva com base nas bases de dados utilizadas. Essa observação sugere uma oportunidade de ampliar e aprofundar a pesquisa e o desenvolvimento de estudos relacionados aos *Wetlands* em âmbito nacional. A expansão desse campo de pesquisa pode contribuir para uma compreensão mais abrangente e aprimorada das aplicações e benefícios dos *Wetlands* em contextos específicos brasileiros, bem como para a busca de soluções ambientalmente sustentáveis no tratamento de efluentes agroindustriais.

A partir dos anos 2000, as pesquisas relacionadas às WC no Brasil aumentaram em frequência e profundidade, abrangendo todo o território nacional. Esses estudos visam avaliar diversas configurações, diferentes tipos de efluentes a serem tratados e os materiais empregados como meios filtrantes. As características de dimensionamento de cada sistema são altamente heterogêneas e dependem das condições específicas da região onde estão instalados, incluindo a disponibilidade de materiais para o meio filtrante, a taxa hidráulica do efluente e a escolha das plantas utilizadas no processo de tratamento (Sezerino *et al.*, 2015).

CONCLUSÕES

A pesquisa científica sobre a utilização de *Wetlands* no tratamento de efluentes vinícolas está em crescimento constante, com um aumento no número de estudos publicados anualmente de 2013 a 2022. Nota-se uma diminuição em 2023, refletindo uma crescente atenção a essa área de estudo. A prospecção bibliográfica revelou variações significativas na disponibilidade de artigos em diferentes bases de dados, com a *ScienceDirect* sendo a fonte mais rica em resultados.

A escolha dos termos de pesquisa afetou a quantidade de artigos recuperados, com termos mais específicos resultando em menos artigos. Dentre os principais avanços na utilização de *Wetlands* no tratamento de efluentes agroindustriais ressaltam sua eficácia e relevância sustentável, no entanto algumas lacunas persistem, como a necessidade de adaptar esses sistemas a diversas condições agroindustriais, além da avaliação da viabilidade econômica e impacto social de longo prazo.

Observou-se uma falta de destaque para estudos brasileiros nas bases de dados, sugerindo uma oportunidade de expandir e aprofundar a pesquisa sobre *Wetlands* a nível nacional. A utilização de *Wetlands* no tratamento de efluentes tem o potencial de contribuir significativamente para a sustentabilidade ambiental e a preservação dos recursos hídricos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao PET- Programa de Educação Tutorial pelo incentivo acadêmico, ao Ministério da Educação e ao FNDE pelo incentivo financeiro.

REFERÊNCIAS

AKRATOS, C.S.; TATOULIS, T.I.; TEKERLEKOPOULOU, A.G. Biotreatment of winery wastewater using a hybrid system combining biological trickling filters and constructed wetlands. **Applied Sciences**, v. 10, n. 2, p. 619, 2020.

ALMUKTAR, S. A.; ABED, S. N.; SCHOLZ, M. *Wetlands* for wastewater treatment and subsequent recycling of treated effluent: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 23595-23623, 2018.

ANDRADE, B. C. da R. **Tratamento de efluentes por meio de macrófitas aquáticas e recuperação da biomassa para produção de biocombustível: uma revisão integrativa**. 2018. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, 2018.

BARIANI, I. C. D. *et al.* Orientações para busca bibliográfica on-line. **Psicologia: Escola e Educação**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 427-429, dez. 2007.

BAR-ILAN, J. W. h-index? A comparison of WoS, *Scopus* and Google Scholar. **Scientometrics**, v. 74, n. 2, p. 257-271, 2008.

BASTOS, R. da S. **Estabilidade e potencial antioxidante de antocianinas do resíduo agroindustrial da uva Isabel cultivada no Vale do São Francisco**. 2015.108f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2015.

CCEN - Centro de Ciências Exatas e da Natureza. **Levantamento bibliográfico, primeiro passo para a pesquisa**. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Biblioteca Setorial CCEN. 2021. Disponível em:

<<http://www.ccen.ufpb.br/bsccen/contents/noticias/levantamento-bibliografico-primeiro-passo-para-a-pesquisa>>. Acesso em: jun. 2023.

DOTRO, G. *et al.* **Treatment Wetlands**. IWA Publishing, 160 p. 2017.

ELSEVIER. *Scopus: Expertly curated abstract & citation database*. Disponível em: <http://www.elsevier.com/solutions/Scopus>. Acesso em: abr. 2023.

FIA, R.; DE MATOS, A.T.; FIA, F.R.L. Biological systems coupled for treating wastewater from processing coffee cherries: I–Removal of organic matter. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 35, n. 2, p. 205-211, 2013.

FLORES, L.; JOSA, I.; GARCÍA, J.; PENA, R.; GARFÍ, M. Constructed wetlands for winery wastewater treatment: A review on the technical, environmental and socio-economic benefits. **Science of The Total Environment**, p. 163547, 2023.

GOMES, A. C. C. *et al.* Cultivo de macrófitas aquáticas flutuantes livres em *Wetlands* construídas para tratamento de efluentes de viveiros de piscicultura. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE ESTAÇÕES SUSTENTÁVEIS DE TRATAMENTO DE ESGOTO: RECUPERAÇÃO DE RECURSOS EM ETES E PRODUÇÃO DE ÁGUA PARA REÚSO, 2., 2019, Fortaleza. **Anais...** Belo Horizonte: INCT ETES Sustentáveis: UFMG, 2019.

GOUVÊA, A. L. *et al.* Índice H dos pesquisadores brasileiros: um olhar comparativo entre as bases de dados WoS, *Scopus* e Google Scholar. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e13711527832-e13711527832, 2022.

LATORRACA, C. de O. C. *et al.* Busca em bases de dados eletrônicas da área da saúde: por onde começar. **Diagn Tratamento**, v. 24, n. 2, p. 59-63, 2019.

LIMA, R. A. de; VELHO, L. M. L. S.; FARIA, L. I. L.de. Bibliometria e "avaliação" da atividade científica: um estudo sobre o índice h. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 17, p. 03-17, 2012.

LOUZADA-JUNIOR, P. *ScienceDirect*: a indexação que faltava à RBR. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 54, p. 165-165, 2014.

OLIVEIRA, J. F. *et al.* Nitrogen and phosphorus removal associated with changes in organic loads from biological reactors monitored by multivariate criteria. **Water, Air & Soil Pollution**, v. 231, p. 1-16, 2020.

PASCUAL, A. *et al.* Nature based solutions for winery wastewater valorisation. **Ecological Engineering**, v. 169, p. 106311, 2021.

PEREIRA, M. G.; GALVÃO, T. F. Etapas de busca e seleção de artigos em revisões sistemáticas da literatura. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, p. 369-371, 2014.

PUCHER, B.; LANGERGRABER, G. The state of the art of clogging in vertical flow *Wetlands*. **Water**, v. 11, n. 11, p. 2400, 2019.

ROSLI, F. A. *et al.* The Use of Constructed *Wetlands* in Sequestering Carbon: An Overview. **Nature Environment & Pollution Technology**, v. 16, n. 3, 2017.

SÁNCHEZ, M. *et al.* Influence of nutrients and pH on the efficiency of vertical flow constructed wetlands treating winery wastewater. **Journal of Water Process Engineering**, v. 42, p. 102103, 2021.

SEZERINO, P. H.; BENTO, A. P.; DECEZARO, S. T.; MAGRI, M. E.; PHILIPPI, L. S. Experiências brasileiras com *Wetlands* construídos aplicados ao tratamento de águas residuárias: parâmetros de projeto para sistemas horizontais. **Eng Sanit Ambient.**, v.20, n.1, p.151-158, 2015.

SEZERINO, P. H. *et al.* **Wetlands** Construídos aplicados no tratamento de esgoto sanitário: recomendações para implantação e boas práticas de operação e manutenção. Florianópolis: FUNASA, 56p. 2018.

VAN ROOYEN, J. *et al.* **Analysing the competitiveness of the wine industry: the South African case.** Macerata University, Faculty of Communications, 2010.

VILLANUEVA-REY, P. *et al.* Comparative life cycle assessment in the wine sector: biodynamic vs. conventional viticulture activities in NW Spain. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, p. 330-341, 2014.

ZURITA, F.; VYMAZAL, J. Oportunidades e desafios do uso de áreas úmidas construídas para o tratamento de efluentes de destilaria de alta resistência: Uma revisão. **Engenharia Ecológica**, v. 196, p. 107097, 2023.