

Análise bibliométrica do estudo da variável evapotranspiração em sistemas de wetlands construídos

Este estudo realiza uma análise bibliométrica abordando a variável Evapotranspiração (ET) em sistemas de Wetlands Construídos (WC). Foram analisados 145 artigos das bases de dados Scopus e Science Direct, abrangendo o período de 2013 a 2023. O objetivo foi avaliar a presença de estudos sobre ET nesses sistemas. Utilizou-se o programa VOSviewer para a análise bibliométrica. Os resultados revelaram uma escassez de estudos dedicados à ET, apesar de sua importância no balanço hídrico e na eficiência dos sistemas. Observou-se um aumento no número de publicações recentes, indicando um crescente interesse científico nesta área. No entanto, a precisão na medição da ET ainda é uma questão desafiadora, o que pode afetar a eficácia dos sistemas de tratamento. Conclui-se que a evapotranspiração continua sendo subestimada por muitos pesquisadores, apesar de sua relevância. Espera-se que este estudo estimule uma maior atenção e investigação sobre a ET em futuras pesquisas, visando aprimorar a eficiência dos sistemas de Wetlands Construídos no tratamento de efluentes.

Palavras-chave: Tratamento de Efluentes; Wetlands Construídos; Evapotranspiração.

Bibliometric analysis of evapotranspiration studies in constructed wetlands systems

This study conducts a bibliometric analysis addressing the Evapotranspiration (ET) variable in Constructed Wetlands (CW) systems. A total of 145 articles from the Scopus and Science Direct databases, covering the period from 2013 to 2023, were analyzed. The aim was to assess the presence of studies on ET in these systems. The VOSviewer program was used for bibliometric analysis. The results revealed a scarcity of studies dedicated to ET, despite its importance in the water balance and system efficiency. An increase in recent publications was observed, indicating a growing scientific interest in this area. However, the accuracy in measuring ET remains a challenging issue, which can affect the effectiveness of treatment systems. It is concluded that evapotranspiration continues to be underestimated by many researchers, despite its relevance. It is hoped that this study will stimulate greater attention and investigation into ET in future research, aiming to improve the efficiency of Constructed Wetlands systems in effluent treatment.

Keywords: Effluent Treatment; Constructed Wetlands; Evapotranspiration.

Topic: **Engenharia Ambiental**

Received: **05/01/2024**

Approved: **10/02/2024**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Valdemir Fonseca da Silva 
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0253396468307790>
<https://orcid.org/0000-0001-7871-5434>
valdemir.fonseca@acad.ufsm.br

Rutinéia Tassi 
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7584743367186364>
<https://orcid.org/0000-0002-8315-5686>
rutineia@gmail.com

Delmira Beatriz Wolff 
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2590812446293555>
<https://orcid.org/0000-0003-2146-1503>
delmira-wolff.dw@ufsm.br



DOI: 10.6008/CBPC2237-9290.2024.001.0001

Referencing this:

SILVA, V. F.; TASSI, R.; WOLFF, D. B.. Análise bibliométrica do estudo da variável evapotranspiração em sistemas de wetlands construídos. **Natural Resources**, v.14, n.1, p.1-11, 2024. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2024.001.0001>

INTRODUÇÃO

Os Wetlands Construídos (CWs) representam uma técnica promissora para o tratamento de águas residuais, inspirada pela natureza e destinada a reproduzir artificialmente os processos de remoção de poluentes observados em áreas alagadas naturais, como o Pantanal Brasileiro (MATTOSO, 2014). No entanto, a maioria dos estudos nesse campo se concentra nos aspectos qualitativos dos CWs, com uma escassez de investigações sobre os aspectos quantitativos influenciados pelos processos hidrológicos, como a evapotranspiração (ET). Von Sperling et al. (2018) destacam a importância de considerar o balanço hídrico na avaliação da eficiência dos sistemas de tratamento, ressaltando a necessidade de uma compreensão mais aprofundada da ET. Segundo Kadlec et al. (2009), a ET, engloba tanto a evaporação da água da superfície quanto a transpiração das plantas, é uma das principais fontes de perda de água nos CWs (KADLEC et al., 2009). No entanto, muitos estudos negligenciam a sua relevância, o que pode comprometer a precisão do dimensionamento e a eficiência do tratamento (BEBEE et al., 2014). A falta de uma avaliação precisa da ET pode levar a uma subestimação dos processos de remoção de contaminantes nos CWs, especialmente em regiões de clima quente, onde a ET pode representar uma perda significativa de recursos hídricos (MAGALHÃES FILHO et al., 2018).

Distinguir e quantificar separadamente os processos de evaporação e transpiração não é uma tarefa trivial, mas é essencial para uma compreensão abrangente da dinâmica hídrica nos CWs (ALENN et al., 1998). Métodos como equações de balanço hídrico e análises baseadas em variáveis meteorológicas têm sido empregados para estimar a ET nesses sistemas (KADLEC et al., 2009; TUCCI, 2007). No entanto, há uma necessidade crescente de mais pesquisas dedicadas a investigar a ET em CWs, a fim de melhorar a eficiência e a sustentabilidade desses sistemas de tratamento de águas residuais.

Neste contexto, este estudo realiza uma análise bibliométrica das publicações relacionadas à ET em CWs, com o objetivo de avaliar a prevalência e a evolução dos estudos nessa área ao longo do tempo. A compreensão aprofundada da ET nos CWs pode fornecer informações valiosas para aprimorar o projeto e a operação desses sistemas de tratamento de águas residuais, contribuindo assim para a preservação dos recursos hídricos e a promoção da sustentabilidade ambiental.

METODOLOGIA

De acordo com o proposto por Prodanov et al. (2013), este trabalho pode ser classificado, do ponto de vista da sua natureza, como uma pesquisa básica, cujo objetivo principal é gerar conhecimento e instigar o progresso da ciência.

Conforme descrito no Quadro 1, este é um estudo quantitativo, e este trabalho tem o intuito de analisar a literatura a respeito do presente tema: a influência da ET em CW. No Quadro 1 pode-se compreender a teoria utilizada na pesquisa, assim como, a metodologia específica empregada e desta forma, obter o rigor científico a este estudo Marconi et al. (2011). Nele está apresentada a abordagem utilizada no estudo, o objetivo, as técnicas de pesquisa, o método de procedimento, a natureza das variáveis.

Quadro 1: Quadro metodológico da pesquisa.

MÉTODO DE ABORDAGEM	Indutivo
OBJETIVO DA PESQUISA	Exploratório
TÉCNICA DE PESQUISA	Revisão sistemática da literatura
NATUREZA DAS VARIÁVEIS	Quantitativa

Fonte: Adaptado de Marconi et al. (2011).

Para atender aos objetivos do estudo, foi realizada uma pesquisa em bases de dados, neste caso *Scopus*® e *Science Direct*®, onde foram utilizados os seguintes filtros para encontrar os estudos: Para a pesquisa no *Science Direct*, foram utilizados os termos “*evapotranspiration*” and “*constructed wetlands*”, selecionado o filtro de ano de publicação, sendo de 2013 a 2023, o arquivo precisaria ser do tipo “Artigo de pesquisa” ou “Artigo de revisão”. Quanto as áreas, nas quais estes artigos deveriam estar publicados, foram selecionadas: “ciência ambiental”, “ciências agrárias e biológicas”, “engenharia química” e “engenharia”, e para complementar os filtros, todos os arquivos deveriam ser de acesso aberto. Selecionados os critérios, 103 artigos foram apontados como correspondentes à seleção.

A segunda plataforma utilizada foi a *Scopus*®, na qual os termos utilizados também foram “*evapotranspiration*” and “*constructed wetlands*”, e o ano de publicação deveria estar compreendido entre 2013 e 2023, quanto às áreas de publicação, deveriam ser: “ciência ambiental”, “ciências agrárias” e “biológicas”, “engenharia” e “engenharia química”. Nesta base de dados, foi possível apontar que a língua de publicação deveria ser inglês ou português. E como na plataforma anteriormente citada, foi escolhido o filtro de artigos livres. Finalizada a seleção de critérios, a plataforma respondeu com 45 resultados.

Em pesquisa aberta no *Google*®, sem utilização específica de critérios, dois trabalhos nacionais chamaram a atenção do pesquisador, e, portanto, são trazidos ao banco de dados desta pesquisa para também serem submetidos aos próximos critérios, sendo ele um Trabalho de Conclusão de Curso e uma Dissertação.

Ao final, sobraram 145 documentos para seguirem às próximas etapas, tendo sido excluídos aqueles que estavam repetidos e aqueles que não atenderam ao critério de acesso aberto, pois dentre os resultados apontados pela *Scopus*®, alguns não atenderam a este critério e conseqüentemente, não puderam participar dos próximos passos de seleção.

Estes 145 artigos foram adicionados a uma biblioteca no aplicativo *Mendeley Web Importer*®, onde selecionando todos eles, foi possível gerar um arquivo “.RIS”, que foi exportado para dentro do *VOSviewer*® versão 1.6.18, sistema utilizado para realização de análise bibliométrica, nesta fase, foi realizado um levantamento dos autores juntamente com os termos mais utilizados no título, resumo e palavras-chave.

RESULTADOS

Análise Bibliométrica com o Sistema *VOSviewer*

Neste tópico, será conduzida uma análise bibliométrica utilizando o sistema *VOSviewer*. Esta análise compilou dados das publicações relacionadas à ET em sistemas de WC oferecendo uma visão abrangente sobre a distribuição de autores, termos mais frequentes nos títulos, resumos e palavras-chave, bem como as

conexões entre eles. A utilização do VOSviewer permitirá uma visualização clara e concisa das tendências e padrões presentes na literatura científica sobre esse tema específico.

Análise Bibliométrica dos Autores

Para compreender a rede de colaborações e a distribuição dos autores nos estudos relacionados à ET em sistemas de WC, foi realizada uma análise bibliométrica utilizando o software VOSviewer. Este método permite mapear visualmente as conexões entre os pesquisadores com base em sua coautoria em publicações científicas.

Inicialmente, foram selecionados os autores com pelo menos três publicações sobre o tema, a fim de garantir uma representação significativa na análise. Em seguida, os dados foram processados e as conexões entre os autores foram identificadas e plotadas em uma rede de colaborações.

No Quadro 2 podem ser observados os principais autores identificados durante a análise, juntamente com o número de publicações relacionadas ao tema. Observa-se que alguns pesquisadores possuem uma quantidade significativa de publicações, indicando uma forte contribuição para o campo.

A análise da rede de colaborações entre os autores fornece informações valiosas sobre as interações dentro da comunidade científica dedicada ao estudo do tema. Essa compreensão da estrutura da colaboração pode auxiliar na identificação de tendências de pesquisa, lacunas de conhecimento e oportunidades para futuras colaborações.

Essa abordagem bibliométrica não apenas quantifica a produção científica dos autores, mas também oferece uma perspectiva visual e interativa das relações entre eles, enriquecendo nossa compreensão da dinâmica da pesquisa nesse campo específico.

Para a elaboração deste estudo, foi estipulado que o autor deveria ter publicado ao menos 3 vezes sobre este tema para ser mencionado. Com isso, observou-se que 15 autores publicaram ao menos 3 vezes, e apenas dois publicaram 5 trabalhos, e dois publicaram 4 artigos, sendo eles: Wagner, T.V., Scholz, Miklas e Price, J.S.. Conforme o Quadro 2.

Quadro 2: Autores e número de publicações compilados pelo VOSviewer.

AUTORES	PUBLICAÇÕES
Bialowiec	3
Brisson	3
Comeau	3
Eggen	3
Jing	3
Kästner	3
Miltner	3
Nowak	3
Paulo	3
Price	4
Rijnaarts	5
Rizzo	3
Scholz	5
Sutton	3
Wagner	4

As redes de publicações desses autores ficaram desconectadas, portanto, está presente na Figura 1 apenas a rede de Scholz, onde é possível observar uma maior conexão entre os autores.

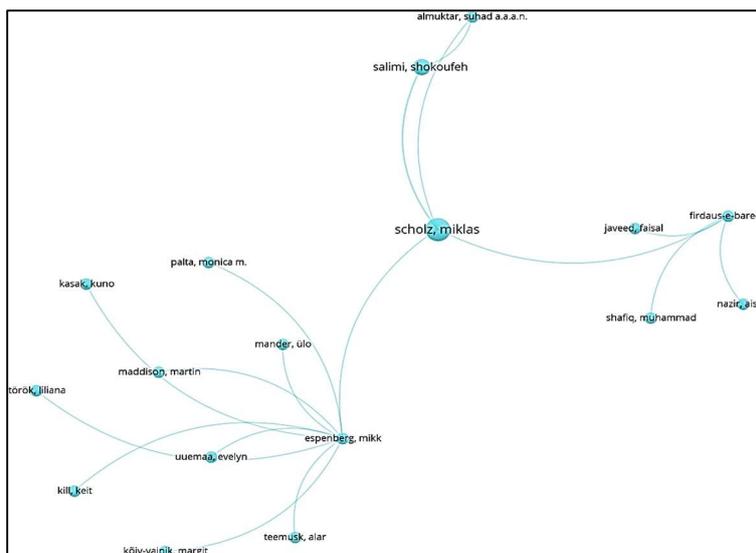


Figura 1: Rede de conexões do autor Scholz, Miklas.

A rede de conexões dos autores, apresenta as parcerias quando realizam publicações, como muitas redes importantes não se conectam, optou-se por trazer a rede principal, ou seja, aquela com maior número de conexões, representada na Figura 2. Nesta rede, as principais conexões são Rizzo, A., com 3 publicações, Galvão, A. e Mais, F., com menos de 3 publicações.

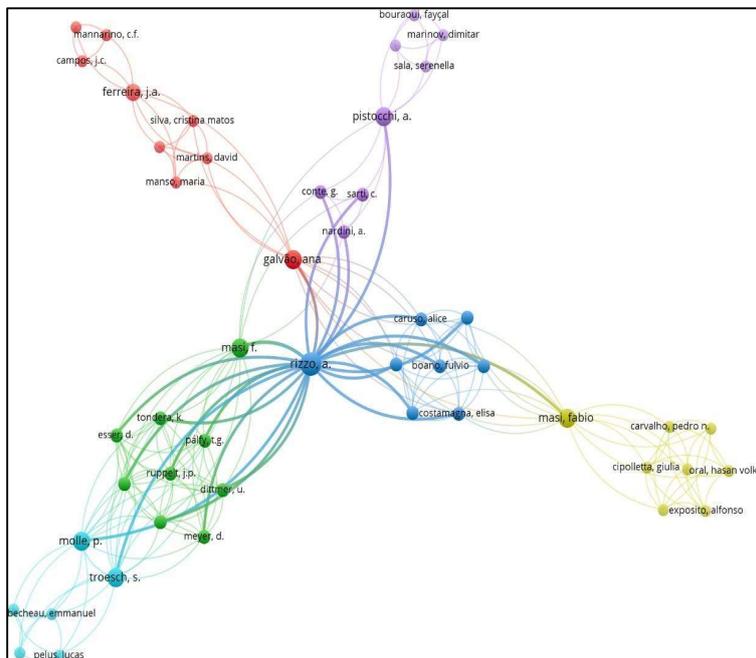


Figura 2: Rede principal de autores e suas conexões.

Análise bibliométrica dos títulos

Nesta seção, exploramos os títulos dos artigos selecionados para identificar os termos mais comuns e sua relevância para o estudo da ET em WC. Utilizando o software VOSviewer, visualizamos as relações entre os termos nos títulos para uma compreensão mais aprofundada.

Destaca-se a predominância do termo "CW" em 48 dos títulos analisados. Este termo é essencial para contextualizar os estudos, indicando o enfoque na tecnologia de CWs. Termos como "TREATMENT", "WATER" e "SOLUTION" também se destacam, refletindo a importância dada ao tratamento de água nos títulos dos artigos.

Observa-se uma variedade de termos relacionados aos aspectos qualitativos e quantitativos dos sistemas de CWs, fornecendo uma visão abrangente das áreas de pesquisa abordadas nos artigos analisados. Na Figura 3 é possível observar a rede de termos nos títulos e suas conexões, proporcionando uma visualização clara dos termos mais frequentes.

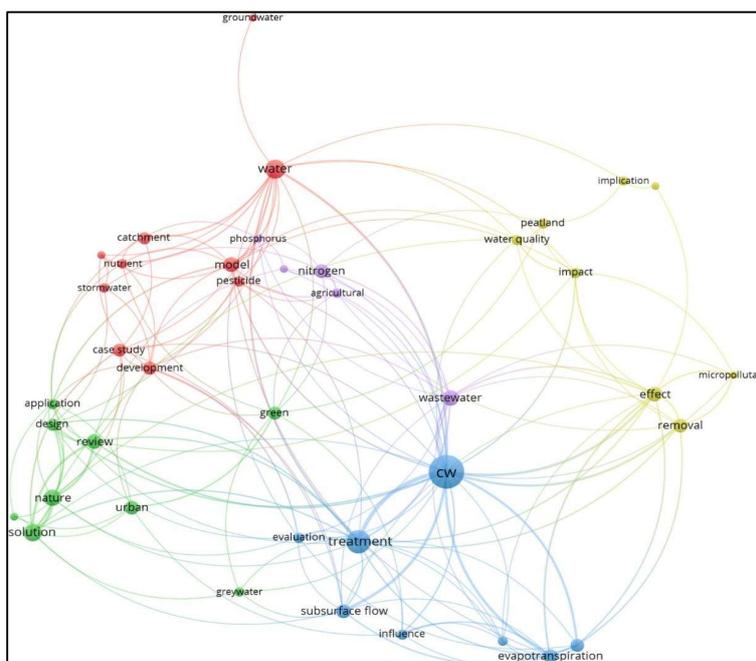


Figura 3: Rede de termos nos títulos e suas conexões.

Dentre estes termos, o que possui maior destaque é o CW, por CW, compreenda-se: Wetlands Construídos, Wetlands, Experimental Wetland, sistema Wetland Construído, entre outros, que foram unificados no arquivo Thesaurus, este termo, portanto, aparece 48 vezes nos títulos dos 145 artigos, conforme pode ser observado no Quadro 3.

Quadro 3: Termos mais utilizados nos títulos.

TERMOS	OCORRÊNCIAS
CW	48
Treatment	23
Water	15
Solution	13
Nature	12
Effect, Model	9
Evapotranspiration, Nitrogen, Urban	8
Green	7
Impact, Influence, Pesticide	5

Ainda neste viés da análise, o termo "TREATMENT" ganha destaque, como segundo mais utilizado nos títulos, sendo encontrado 23 vezes nestes trabalhos, seguido de "WATER" com 15 menções, SOLUTION com 13 e NATURE com 12, o segundo termo utilizado para pesquisar nas plataformas, a saber

“Evapotranspiration”, foi encontrado em apenas 8 títulos, o que corresponde a um pouco mais de 18% dos trabalhos analisados.

Análise bibliométrica de resumos

Nesta seção, os resumos dos artigos selecionados passaram por uma análise metódica. Através da aplicação do VOSviewer, foram observados os termos mais frequentes e as conexões entre eles nos resumos. Esta análise detalhada proporcionou uma compreensão aprofundada das tendências e dos temas predominantes nos estudos sobre ET em CWs, a intenção é analisar o uso dos termos no resumo de cada trabalho, ponderando assim, os mais utilizados, seguindo o mesmo passo a passo realizado para analisar os termos nos títulos, mudando apenas no momento em que antes era selecionado “Title Field”, agora marcou-se “Abstract Field”, duas caixas ficam habilitadas para marcação abaixo desta opção, sendo sugestão do sistema que fiquem marcadas, então não alterou-se, na próxima etapa foi selecionado o thesaurus configurado para os termos dos resumos, já na próxima tela, marcou-se deveria haver ocorrência mínima de 15 menções pôr termo. O resultado retornou 38 termos, dentre estes os dez mais citados estão apresentados no Quadro 4.

Quadro 4: Termos mais utilizados nos resumos.

TERMOS	OCORRÊNCIAS
CW	187
Water	127
System	115
Study	102
Removal	84
Concentration	74
Model	73
Plant	58
Effect	57

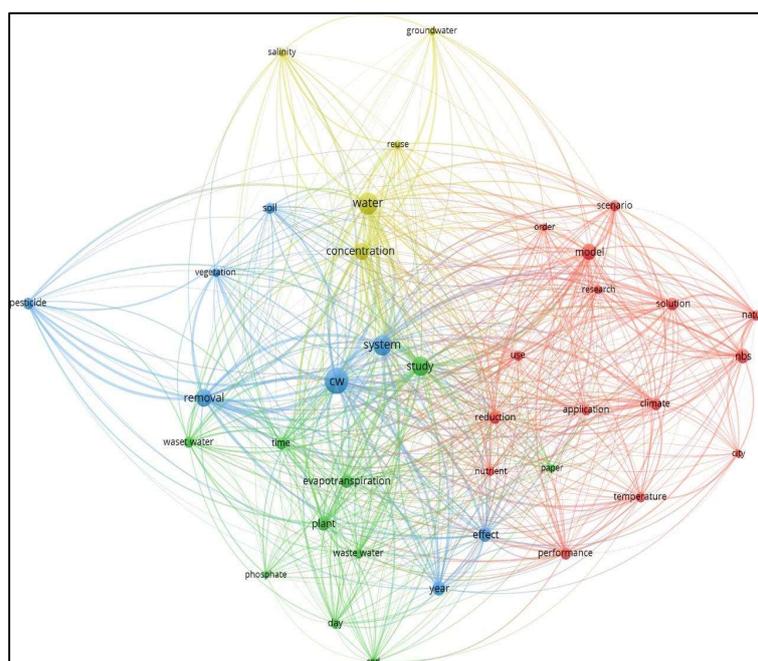


Figura 4: Rede de conexões entre os termos no resumo.

O termo com mais destaque novamente foi CW, com 187 ocorrências nos resumos analisados,

de incluir o balanço hídrico para calcular com precisão a eficiência dos sistemas de CWs, dos 145 artigos analisados, constatou-se que apenas 18% mencionaram a ET nos títulos, indicando uma sub-representação desta variável nos estudos. Nos resumos, observou-se um total de 49 menções à ET, sugerindo uma atenção ainda limitada a esse aspecto nos estudos de CWs.

Ao analisar as palavras-chave, identificou-se que o termo "CW" foi o mais frequente, aparecendo em 21 casos, seguido por "nature-based solutions" com 10 ocorrências, indicando uma tendência crescente de interesse por abordagens ambientalmente sustentáveis. Outros termos como "water quality" e "denitrification" também foram mencionados, destacando a importância dada à eficiência do tratamento e à remoção de nutrientes nos sistemas de CWs.

Apesar disso, muitos estudos ainda não abordam adequadamente a ET e sua influência no desempenho dos CWs, embora fundamental para compreender o balanço hídrico e a eficácia dos sistemas de CWs, este termo foi sub-representado nas palavras-chave, com apenas três menções. Essa discrepância ressalta a necessidade de maior atenção e investigação sobre a ET nesse contexto. A falta de medição precisa da ET em alguns casos, com o uso de dados prontos ou estimativas baseadas em estudos anteriores, pode levar a uma avaliação imprecisa da eficiência dos sistemas de tratamento. Isso ressalta a necessidade de uma abordagem mais rigorosa na consideração da ET nos estudos futuros.

No entanto, é encorajador observar um aumento no número de publicações nesta linha nos últimos, indicando um crescente interesse científico na temática do tratamento de efluentes por meio de CWs. Especificamente, um aumento significativo foi observado em 2022 e 2023, sugerindo uma tendência ascendente no reconhecimento da importância da ET nesses sistemas. Este aumento de interesse pode ser atribuído à crescente conscientização sobre a escassez de recursos hídricos e a necessidade de soluções eficazes de tratamento de água.

Esses resultados destacam a importância de uma maior atenção à ET na pesquisa sobre CWs e a necessidade de estudos mais abrangentes e precisos para avaliar seu impacto nos sistemas de tratamento de água. Um entendimento mais aprofundado da ET pode levar a melhorias significativas na eficiência e no desempenho dos sistemas de CWs, contribuindo assim para a gestão sustentável dos recursos hídricos e para a proteção do meio ambiente.

CONCLUSÃO

Este estudo bibliométrico proporcionou uma visão abrangente sobre a abordagem da ET em CWs ao longo de uma década de pesquisa. Os resultados destacam uma lacuna significativa na literatura, com uma sub-representação da ET nos estudos de CWs, apesar de sua importância fundamental para o funcionamento e eficiência desses sistemas.

Embora os resultados revelem uma necessidade urgente de mais pesquisas focadas na ET em sistemas de CWs, é encorajador observar um aumento no interesse por essa temática nos últimos anos, o que deve atrair os pesquisadores para variáveis antes menos exploradas, ou pouco notadas. Foi possível observar que 54 dos 145 artigos analisados foram publicados em 2022 e 2023, sendo que 13 destes foram

publicados entre janeiro e março de 2023.

Esse aumento reflete um reconhecimento crescente da importância desse aspecto no tratamento de efluentes e na busca por soluções ambientalmente sustentáveis. Essas descobertas instigam a comunidade científica a dedicar mais atenção e recursos para investigações aprofundadas sobre o tema. Esses esforços são essenciais para melhorar a compreensão dos processos hidrológicos e aprimorar a eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes, contribuindo assim para a proteção e conservação dos recursos hídricos e do meio ambiente como um todo.

Considerando os resultados obtidos nas análises bibliométricas dos autores, títulos, resumos e palavras-chave, fica evidente a necessidade de uma maior inclusão e ênfase na ET nos estudos de CWs. A baixa frequência de menções a esse aspecto fundamental ressalta a importância de um maior reconhecimento e investigação de seus efeitos nos sistemas de tratamento de efluentes.

Portanto, este estudo destaca não apenas a lacuna existente na literatura, mas também aponta para a crescente conscientização sobre a importância da ET no contexto dos CWs. Ao incentivar uma maior atenção e investimento em pesquisas sobre esse tema, espera-se contribuir para o avanço do conhecimento científico e o desenvolvimento de práticas mais eficientes e sustentáveis no tratamento de efluentes.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A.; BIAŁOWIEC, A.; RANDERSON, P.. **Advances in Environmental Research**. Nova Science Publishers, 2013.

ALLEN, R. G.. **Crop evapotranspiration**: guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 1998.

BEBEE, D. A.. Effects of evapotranspiration on treatment performance in constructed wetlands: experimental studies and modelling. **Ecological Engineering**, v.71, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.07.052>

BIALOWIEC, A.; ALBUQUERQUE, A.; RANDERSON, P.. The influence of evapotranspiration on vertical flow subsurface constructed wetland performance. **Ecological Engineering**, v.70, p.89-94, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.03.032>

BIAŁOWIEC, A.; KOZIEL, J.; MANCZARSKI, P.. Stomatal conductance measurement for toxicity assessment in zero-effluent constructed wetlands: Effects of landfill leachate on hydrophytes. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.16, n.3, 2019. DOI: <http://doi.org/10.3390/ijerph16030468>

BOANO, F.. A review of nature-based solutions for greywater treatment: applications, hydraulic design, and environmental benefits. **Science of the Total Environment**, v.711, 2020.

BUTKOVSKYI, A.. Retention and distribution of pesticides in planted filter microcosms designed for treatment of agricultural surface runoff. **Science of the Total Environment**, v.778, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146114>

CHAZARENC, F.. Modeling the effect of plants and peat on evapotranspiration in constructed wetlands. **International Journal of Chemical Engineering**, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1155/2010/412734>

DZAKPASU, M.. Nitrogen removal in an integrated constructed wetland treating domestic wastewater. **Journal of Environmental Science and Health**, v.46, n.7, p.742-750, 2011. DOI: <http://doi.org/10.1080/10934529.2011.571592>

JAVEED, F.. Industrial water treatment within a wetland planted with *Hemarthria compressa* and subsequent effluent reuse to grow *Abelmoschus esculentus*. **Journal of Water Process Engineering**, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102511>

JING, Y.. Superabsorbent polymer as a supplement substrate of constructed wetland to retain pesticides from agricultural runoff. **Water Research**, v.207, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117776>

JING, Y.. Microcosm test for pesticide fate assessment in planted water filters: ¹³C,¹⁵N-labeled glyphosate as an example. **Water Research**, v.226, 2022. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.watres.2022.119211>

KADLEC, R. H.; WALLACE, S. D.. **Treatment Wetlands**. 2 ed. Boca Raton: 2009.

KÖIV-VAINIK, M.. Urban stormwater retention capacity of nature-based solutions at different climatic conditions. **Nature-Based Solutions**, v.2, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2022.100038>

KUMAR, R.. Methods to estimate irrigated reference crop evapotranspiration: a review. **Water Science & Technology**,

v.66, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2166/wst.2012.191>

MAGALHÃES FILHO, F. J. C.. Hydraulic and hydrological aspects of an evapotranspiration-constructed wetland combined system for household greywater treatment. **Journal of Environmental Science and Health**, v.53, n.6, p.493-500, 2018. DOI: [10.1080/10934529.2017.1422954](https://doi.org/10.1080/10934529.2017.1422954)

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M.. **Fundamentos de metodologia científica**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MARQUES, F.. Development of a semi-quantitative approach for the assessment of microbial health risk associated with wastewater reuse: a case study at the household level. **Environmental Challenges**, 2021. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100182>

MATTOSO, F. D. A. B.. **Estudo de eficiência de Wetland no córrego Pirajussara**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C.. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: ASPEUR; Universidade Feevale, 2013.

RIZZO, A.; SARTI, C.; NARDINI, A.; CONTE, G.; MASI, F.; PISTOCCHI, A.. Nature-based solutions for nutrient pollution control in European agricultural regions: A literature review. **Ecological Engineering**, v.186, 2023. DOI:

<http://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106772>

RIZZO, A.; TONDERA, K.; PÁLFY, T.; DITTMER, U.; MEYER, D.; SCHREIBER, C.; ZACHARIAS, N.; RUPPELT, J.; ESSER, D.; MOLLE, P.; TROESCH, S.; MASI, F.. Constructed wetlands for combined sewer overflow treatment: a state-of-the-art review. **Science of the Total Environment**, v.727, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138618>

SABRI, N.; SCHMITT, H VAN DER ZAAAN B.; GERRITSEN, H.; RIJNAARTS, H.; LANGENHOFF, A.. Performance of full scale constructed wetlands in removing antibiotics and antibiotic resistance genes. **Science of the Total Environment**, v.786, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147368>

SAHA, P.; WAGNER, T.; NI, J.; LANGENHOFF, A.; BRUNING, H.; RIJNAARTS, H.. Cooling tower water treatment using a combination of electrochemical oxidation and constructed wetlands. **Process Safety and Environmental Protection**, v.144, p.42-51, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132667>

SALIMI, S.; ALMUKTAR, S.; SCHOLZ, M.. Impact of climate change on wetland ecosystems: A critical review of experimental wetlands. **Journal of Environmental Management**, v.286, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112160>

SALIMI, S.; SCHOLZ, M.. Impact of future climate scenarios on peatland and constructed wetland water quality: A mesocosm experiment within climate chambers. **Journal of**

Environmental Management, v.289, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112459>

SUTTON, O.; PRICE, J.. Modelling the hydrologic effects of vegetation growth on the long-term trajectory of a reclamation watershed. **Science of the Total Environment**, v.734, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139323>

SUTTON, O.; PRICE, J.. Projecting the hydrochemical trajectory of a constructed fen watershed: Implications for long-term wetland function. **Science of the Total Environment**, v.847, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157543>

TAKAHASHI, K.; ARAÚJO, G.; POTT, V.; YOSHIDA, N.; LIMA, L.; CAIRES, A.; PAULO, P.. Relationship of Photosynthetic Activity of Polygonum acuminatum and Ludwigia lagunae with Physicochemical Aspects of Greywater in a Zero-Liquid Discharge System. **Resources**, v.11, n.10, 2022. DOI: <http://doi.org/10.3390/resources11100084>

TEODORO, A.; BONCZ, M.; PAULO, P.; JUNIOR, A.. Desinfecção de água cinza por fotocatalise heterogênea. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v.22, n.5, p.1017-1026, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1413-41522017144651>

TUCCI, C. E. M.. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4 ed. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

VON SPERLING, M.; SEZERINO, P. H.. Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil. **Boletim Wetlands Brasil**, 2018.

WAGNER, T.; AL-MANJI, F.; XUE, J.; WETSER, K.; DE WILDE, V.; PARSONS, J.; RIJNAARTS, H.; LANGENHOFF, A.. Effects of salinity on the treatment of synthetic petroleum-industry wastewater in pilot vertical flow constructed wetlands under simulated hot arid climatic conditions. **Environmental Science and Pollution Research**, v.28, n.2, p.2172-2181, 2021.

WAGNER, T.; DE WILDE, V.; WILLEMSSEN, B.; MUTAQIN, M.; PUTRI, G.; OPDAM, J.; PARSONS, J.; RIJNAARTS, H.; DE VOOGT, P.; LANGENHOFF, A.. Pilot-scale hybrid constructed wetlands for the treatment of cooling tower water prior to its desalination and reuse. **Journal of Environmental Management**, v.271, 2020.

WAGNER, T.; SAHA, P.; BRUNING, H.; RIJNAARTS, H.. Lowering the freshwater footprint of cooling towers: A treatment-train for the reuse of discharged water consisting of constructed wetlands, nanofiltration, electrochemical oxidation and reverse osmosis. **Journal of Cleaner Production**, v.364, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132667>

YANG, S.; SUTTON, O.; KESSEL, E.; PRICE, J.. Spatial patterns and mass balance of sodium in near-surface peat of a constructed fen. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v.41, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101073>

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.