REVISTA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

SITIENTIBUS

TECNOLOGIAS SOCIAIS E ECONOMIA SOLIDÁRIA
EDIÇÃO ESPECIAL SEMANA DE ENGENHARIA

ARTIGO

LEITOS PLANTADOS PARA TRATAMENTO DE LODO DE ESGOTO: REVISÃO

PLANTED BEDS FOR SEWAGE SLUDGE TREATMENT: REVIEW

ALEX SANDRO FERREIRA DE QUEIROZ

Engenheiro Civil pela UEFS. Mestrando em Meio Ambiente, Águas e Saneamento (MAASA) na UFBA. E-mail: alexqueirozeng@gmail.com

LARA SANTOS DA SILVA OLIVEIRA

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). E-mail: laraolivx@gmail.com

EDUARDO HENRIQUE BORGES COHIM SILVA

Doutor em Energia e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Professor da Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: edcohim@gmail.com

RESUMO

Tratamentos descentralizados de águas residuais tem se tornado cada vez mais populares atualmente, principalmente aqueles considerados mais simples e mais econômicos, como é o caso dos wetlands construídos. O objetivo principal desse trabalho é determinar o número de estudos que tem sido conduzidos sobre sistemas de leitos plantados para tratamento de lodo de esgoto, dentro dos parâmetros especificados, onde são considerados descritores específicos. De forma adicional, o trabalho mostra como os assuntos tem sido levantados ao longo do tempo, bem como quais são os temas que possuem maior relevância dentro de um intervalo de tempo de 10 anos. Baseado na revisão, constatou-se que, apesar do tratamento de lodo de esgoto ser um dos descritores utilizados na busca, não é um tema que aparece sendo estudado em conjunto com tecnologias de leitos plantados, já que o descritor “sludge” não aparece em posição de destaque como resultado da pesquisa.

Palavras-chave: Revisão bibliométrica, Leitos plantados, tratamento de lodo.

ABSTRACT

Decentralized wastewater treatments have become increasingly popular today, especially those considered simpler and more economical, such as constructed wetlands. The main objective of this work is to determine the number of studies that have been carried out on planted bed systems for sewage sludge treatment, within the specified parameters, where specific descriptors are considered. Additionally, the work shows how issues have been raised over time, as well as which topics are most relevant within a time span of 10 years. Based on the review, it was found that, although sewage sludge treatment is one of the descriptors used in the research, it is not a topic that appears to be trained in conjunction with planted bed technologies, as the descriptor “sludge” does not appear in a prominent position as a search result.

Keywords: Bibliometric review, Planted beds, sludge treatment.



INTRODUÇÃO

O mapeamento bibliométrico é trazido por diversos autores como uma forma de identificar o nível de importância de determinado assunto ou periódico. Segundo Café e Brasher, a bibliometria “pode ser definida como um conjunto de leis e princípios aplicados a métodos estatísticos e matemáticos que visam o mapeamento da produtividade científica de periódicos, autores e representação da informação.” (2008, p. 54), enfatizando a utilização da estatística na coleta e no tratamento dos dados obtidos. A bibliometria pode focar em determinadas áreas, grupos de pesquisa, periódicos, bases de indexação etc. (DAIM et al., 2006; THELWALL, 2008; MARTÍNEZ et al., 2015). Uma vez que o tema da pesquisa esteja estabelecido, através da análise do nível de abordagem e da qualidade dos materiais produzidos, é possível observar a relevância que a sociedade acadêmica atribui para este assunto e suas respectivas vertentes de estudo.

Segundo Silva; Barbosa; Mendes e Santos (2021), em uma pesquisa com 113 publicações da Ciência da Informação, apenas cinco se autodenominavam revisões bibliométricas. A partir daí, é notório que esta não é uma área predominante no campo de estudos de revisões.

Em contrapartida, analisar revisões bibliométricas é de extrema importância no que tange a elaboração de artigos e projetos de pesquisa, já que é essencial considerar o impacto de determinado assunto para, assim, produzir conteúdo científicos que virão a trazer contribuições significativas para a sociedade. Além disso, também é interessante saber do universo de possibilidades de consulta, tanto para desenvolver uma metodologia própria com base na literatura, quanto para comparar resultados de arguições.

Proporcionalmente ao crescente desenvolvimento urbano e a industrialização rural, os níveis de poluição emitidos por esses meios de interação humana estão cada vez mais altos e prejudiciais para a própria população planetária. Dito isso, é necessário pensar em abordagens diferentes de interação com a natureza, de modo a preservar a integridade do meio ambiente. Uma das formas de tratar os dejetos gerados a partir de consumos básicos de sobrevivência humana é o saneamento, que trata dos resíduos sólidos. Segundo a Aliança de Saneamento Sustentável (SuSanA), o saneamento ecológico é um sistema que é “economicamente viável, socialmente aceitável, técnica e institucionalmente apropriado e protege o meio ambiente e a natureza.”. Essa é uma maneira de gestão que busca maior aproveitamento de nutrientes expelidos por determinada porção populacional através, por exemplo, da alimentação. Esta vertente tem como finalidade a recuperação do que foi utilizado para gerar os próprios insumos consumidos, para que uma perda de substâncias (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) adquira uma dinâmica cíclica, onde os nutrientes podem ser aplicados no começo do processo alimentar e coletados ao fim deste.

Um exemplo de saneamento ecológico é a utilização de *constructed wetlands* (sistemas alagados construídos), que consiste em operar leitões para a secagem do lodo (subproduto do tratamento de esgoto com porcentagens elevadas de umidade) por meio da gravidade, da radiação solar e temperatura.

A proposta desta revisão é mapear a importância da utilização dos leitões plantados com macrófitas no tratamento e mineralização do lodo de esgoto para a reaplicação na agricultura. Assim como as *constructed wetlands*, a aplicação dos leitões plantados tem como objetivo a secagem da matéria úmida para garantir a biossegurança e facilitar o manuseio desse resíduo e, assim, reaplicá-lo. Entretanto, a utilização de plantas potencializa a capacidade de secagem do lodo, porque além da gravidade e da radiação solar e temperatura, a presença das macrófitas traz a evapotranspiração e oxigenação do solo para que a secagem ocorra de maneira ainda mais eficiente. Segundo Nielsen e Willoughby, esses sistemas apresentam uma opção interessante de tratamento de lodo para comunidades que procuram alternativas aos sistemas convencionais de desidratação de lodo e podem ser usados como um método de tratamento em pequenas e grandes estações centralizadas. Essa afirmação possibilita analisar que os leitões plantados trazem, para países em desvantagem econômica, melhorias não só ecológicas, mas também sociais e financeiras, uma vez que é um sistema que se destaca por sua facilidade de operação, baixo custo de energia e manutenção e aplicação manipulável.

Estudar as formas de abordagem desse assunto é importante para nortear quais linhas de pensamento seguir ao produzir um conteúdo científico com esta temática e entender quais são as bases principais de abordagem dentro do sistema de leitões plantados com macrófitas.

METODOLOGIA

Uma questão importante a ser levantada é como a utilização de *wetlands* construídos tem sido priorizada em campos de pesquisa por acadêmicos ou cientistas, bem como tem sido a aplicação pela indústria ou agências governamentais, ou por partes interessadas na área de tratamento de efluentes e aproveitamento de resíduos. Para responder esse questionamento, uma análise de mapeamento bibliométrico foi realizada utilizando o software VOSviewer. O VOSviewer é um programa que gera mapas com base em dados de rede e explora e visualiza esses mapas, após análise de redes bibliográficas. A geração desses mapas se dá a partir da ligação entre redes de publicações científicas, investigadores, revistas, palavras-chave, conceitos, entre outros. O dado mais importante obtido no software é atribuído ao número de documentos onde uma mesma palavra-chave aparece, chamado de ‘ocorrência’ dessa palavra em diferentes arquivos. Além disso, o VOSviewer gera uma rede de coocorrência de palavras que são derivadas

de resumos, palavras-chave e títulos. Uma vez que duas palavras estão presentes na mesma linha, tem-se uma ocorrência simultânea de ambas (Van Eck & Waltman, 2013).

Para a pesquisa de revisão bibliográfica, base de dados online foram utilizadas, sendo elas: *Science Direct*, *LENS* e *Web of Science*. A fim de se obter melhores resultados, a aplicação de descritores em inglês foi utilizada, já que os resumos de trabalhos publicados, bem como suas palavras chaves, geralmente possuem a tradução para inglês. Os descritores utilizados foram, exatamente como procede: “constructed wetlands” or “constructed wetland” and “sludge treatment” and “planted drying bed” or “planted drying beds”. A utilização das aspas possibilitam a busca dos termos exatamente como são descritos e, como foi analisado durante pesquisa, há diferenciação de termos quando essas estão aplicados no singular ou plural. Por este motivo, o operador booleano “OR” foi utilizado para que a busca trouxesse resultados existentes, tanto no singular quanto no plural.

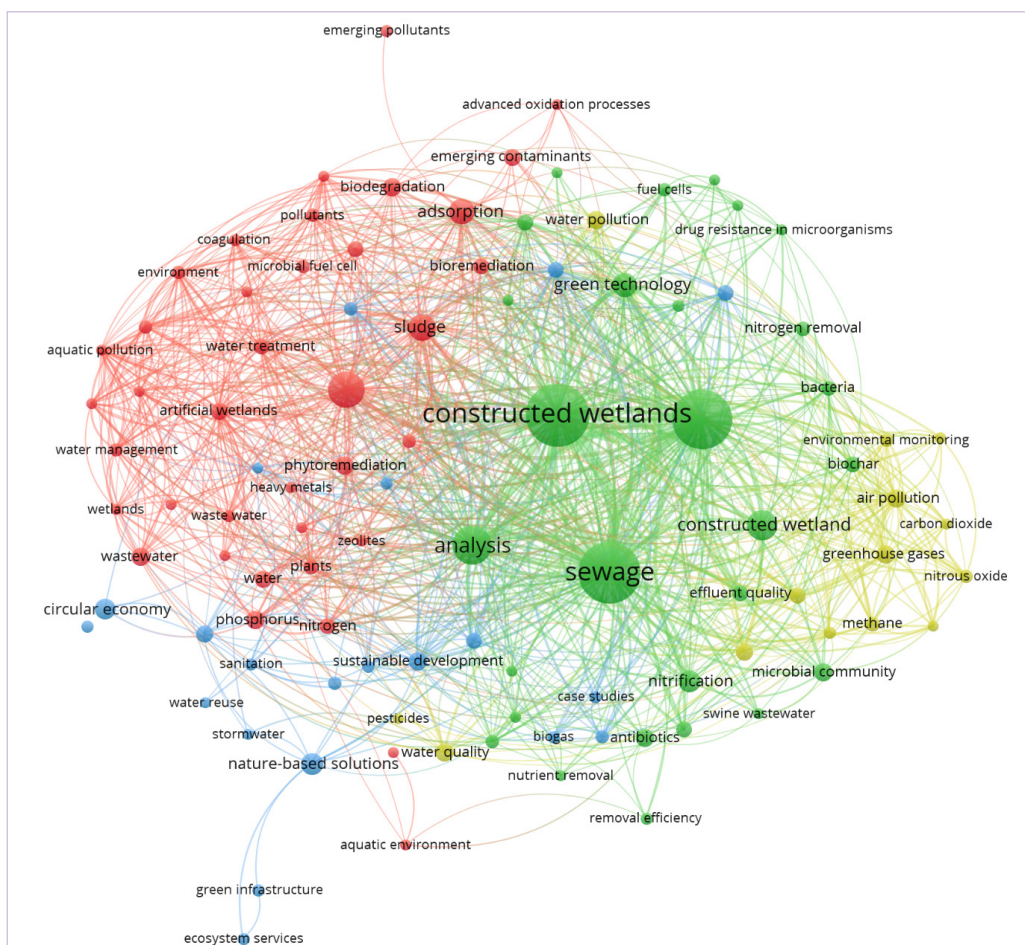
Todos os dados levantados foram filtrados por data (apenas trabalhos de 2015 à 2023 foram considerados), e por outros fatores relevantes para pesquisa, como a

consideração apenas de artigos de revisão e de acesso livre. Além disso, existe a possibilidade de exclusão de palavras chave que não devem aparecer nos resultados. Essa ferramenta está disponível na plataforma *Web of Science*, e foi aplicada para excluir trabalhos que abordassem tratamento de águas residuais. Embora a problemática do tratamento de águas residuais seja de extrema importância, não é o enfoque deste trabalho de revisão, que busca avaliar apenas o lodo de esgoto sendo tratado a partir da aplicação de wetlands construídos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado da pesquisa por palavra-chave, 454 publicações foram encontradas e extraídas em 24 de agosto de 2023. A análise do VOSviewer mostra os termos relacionados com “constructed wetland(s)”, “sludge treatment” e “planted drying bed(s)”, de todas as partes dos documentos pesquisados e agrupa-os em 4 grandes grupos principais. A Figura 1 mostra os conjuntos observados (cada cor corresponde a um conjunto), juntamente com a co-ocorrência de termos aplicados na literatura para os descritores utilizados.

Figura 1 – Mapeamento bibliográfico de pesquisa sobre wetlands contruídos



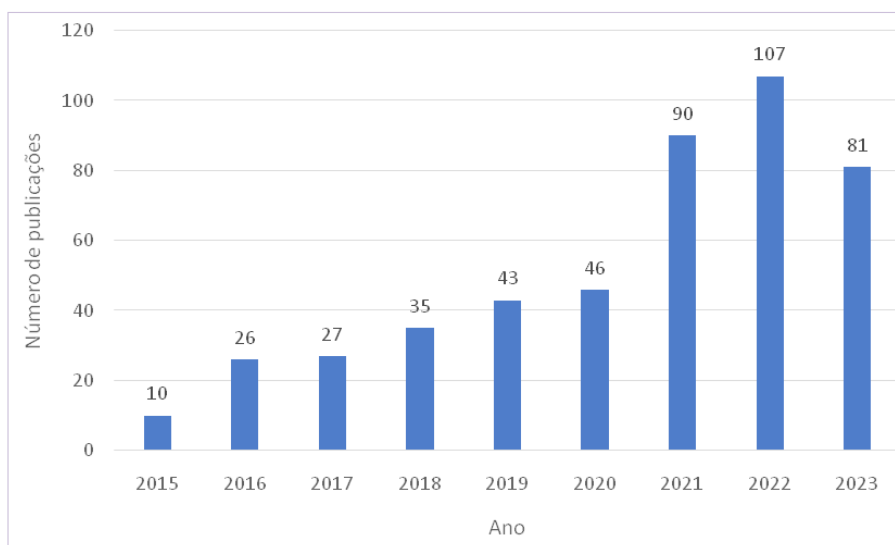
Fonte: Os autores (2023).

A Figura 3 mostra o número de publicações (apenas artigos revisados), sobre wetlands construídos, com enfoque em tratamento de lodo onde o termo “planted drying bed” também aparece, por ano, desde 2015 até 2023. É notável que o número de artigos sobre o tema abordado tem crescido continuamente, uma vez que desde 2015 todos os anos aumenta, sendo o maior crescimento ocorrido entre os anos de 2020 e 2021.

Quando se é realizada uma análise por densidade, os temas que possuem maior relevância e aparecem mais frequentemente nos trabalhos são “constructed wetlands”, “sewage” e “purification” (Figura 4).

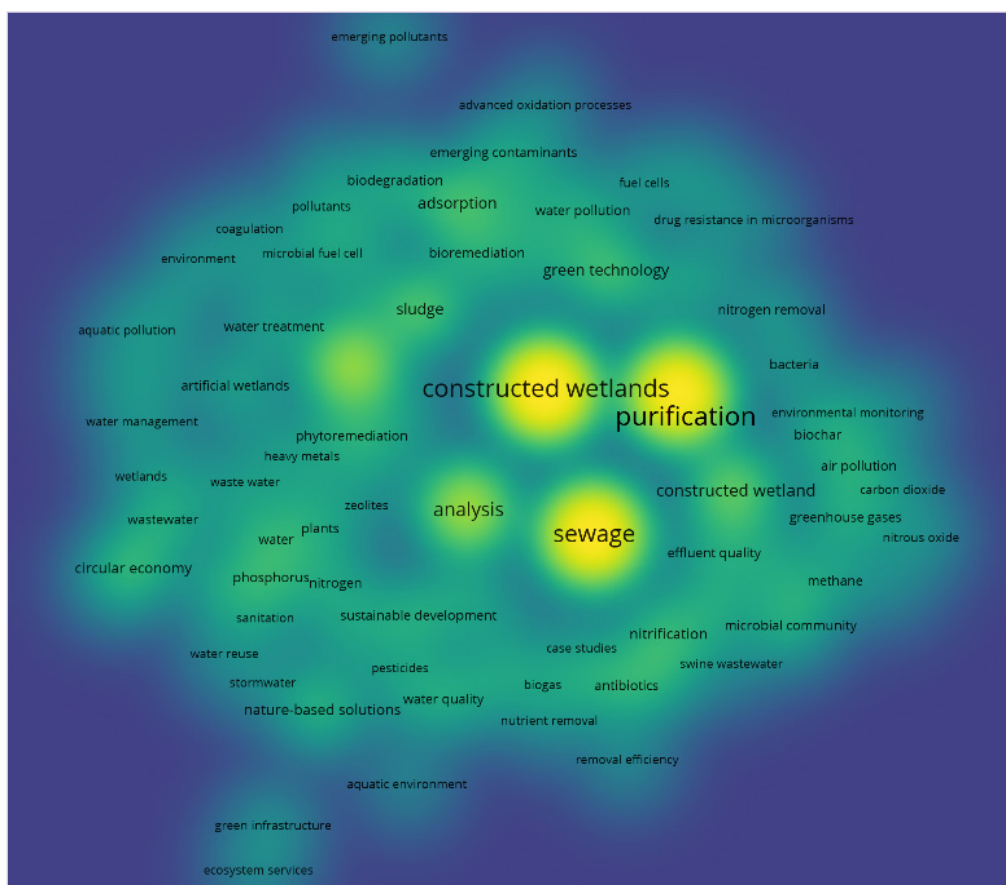
O gráfico de densidade acaba sendo de extrema importância para auxiliar a visualização de tendências, onde assuntos começam a emergir com mais força. É notável que, além dos temas principais já citados, assuntos como análise

Figura 3 - Número de publicações por ano (2015 – 2023)



Fonte: Os autores (2023).

Figura 4 - Mapeamento bibliográfico de pesquisa sobre wetlands contruídos por densidade



Fonte: Os autores (2023).

e tratamento de água possuem um crescente número de ocorrência nos trabalhos, maior ainda que estudos voltados para lodo, por exemplo.

CONCLUSÃO

Sistemas descentralizados de tratamento de águas residuais tem-se tornado cada vez mais populares nos dias atuais, como é o caso dos wetlands construídos. Isso se dá principalmente devido a capacidade de remoção de poluentes orgânicos e inorgânicos do material tratado. Desta revisão, pode-se obter as seguintes conclusões:

1. Os temas principais tratados em trabalhos científicos com relação a wetlands construídos tratam principalmente do tratamento de esgoto, uma vez que a palavra chave “sewage” foi uma das que apareceu com maior intensidade como resultado da pesquisa. Além disso, a purificação e análise também se apresentam como resultados relevantes, junto com o próprio termo principal da pesquisa, que é “constructed wetlands”.

2. Mesmo “sludge treatment” sendo um dos descritores utilizados na busca por palavras-chave, não foram identificados resultados relevantes na pesquisa. O tratamento de água acaba sendo mais evidente dentro do contexto de busca pesquisado que o tratamento de lodo.

3. Apesar das wetlands construídas serem o resultado mais relevante e impactante obtido como resposta para pesquisa, nota-se que os tipos de wetlands construídos existentes não são tão abordados e não aparecem nenhuma vez, nem mesmo como termos emergentes.

4. Alguns temas tem ganhado relevância e começado a ser estudados mais recentemente, como é o caso de antibióticos. Segundo a análise bibliográfica, esse tema surge em 2022, e acaba sendo o mais recente estudado dentre os obtidos como resposta do levantamento.

As descobertas indicam que as wetlands construídas acabam tendo uma maior relevância e aplicação em estudos de tratamento de esgoto, e não necessariamente do lodo gerado pelo tratamento de esgoto. Nota-se inclusive que o tratamento de água aparece mais que o tratamento de lodo.

O termo “planted drying bed” também não aparece como resultado para buscas de palavras-chave, o que indica que a aplicação desse termo não é tão comum e não tende a estar presente nos trabalhos científicos. Isso pode ser devido sua substituição pelo termo wetland construído, que refere-se ao mesmo tipo de tratamento.

REFERÊNCIAS

CAFÉ, Lígia; BRÄSCHER, Marisa. **Organização da Informação e Bibliometria**. Encontros Bibli: Revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, Florianópolis, v. 13, n. esp., p. 54-75, 2008. <https://doi.org/10.5007/1518-2924.2008v13nesp1p54>

DAIM, Tugrul, RUEDA, Guillermo, MARTIN, Hilary, GERDSRI, Pisek. **Fore casting emerging technologies: Use of bibliometrics and patente analysis**. Technological Forecasting and Social Change, v. 73, n. 8, p. 981-1012, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.04.004>

Nassar, A.M., Smith, M. and Afifi, S. (2006) Sludge Dewatering Using the Reed Bed System in the Gaza Strip, Pales Nielsen, S. and Willoughby, N. (2005) **Sludge Treatment and Drying Reed Bed Systems in Denmark**. *Water and Environment Journal*, 19, p. 296-305. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-6593.2005.tb00566.x>

Nielsen, S. (2003). **Sludge drying reed beds**. *Water Sci. Technol.* 48(5), p. 101-109.

SILVA, Fernando Xavier; BARBOSA, Elizabete Pereira; MENDES, Valdelaine da Rosa; FELIX, Ana Lúcia. **TRÊS TIPOS DE ESTUDOS DE REVISÃO NAS PESQUISAS EDUCACIONAIS: CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE**. Scielo preprints, 2021. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.2897> Sustainable Sanitation Alliance (SuSanA). Sustainable Sanitation-The Definition. Disponível online: <https://www.susana.org/en/about/vision-mission/sustainable-sanitation>

VAN ECK, N. J., & WALTMAN, L. **Vosviewer Manual**. Leiden: Univeriteit Leiden, 1(1), p. 1-53, 2013.