



ECONOMIA CIRCULAR NO TRATAMENTO DE LODO DE ESGOTO: APLICAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO QUÍMICA DE ESTRUWITA

Santuza Silvério Hermes Dias; Jéssica de Oliveira Mota; Anelise Leal Vieira Cubas

Universidade do Sul de Santa Catarina

Pós graduação em Administração, campus Continente; anelisecubas@gmail.com

Introdução

O lodo de esgoto, resíduo das estações de tratamento de esgoto é um material cujo seu destino são os aterros sanitários. A mudança de paradigma, do lodo resíduo para lodo como recurso, é o primeiro passo para uma aplicação prática da economia circular uma vez que diferentes usos podem ser realizados com esse material. Um desses usos é a utilização do lodo de esgoto na precipitação por estruvita. A estruvita é um mineral estável a pH alcalino e promissor como fertilizante de liberação lenta em solos de pH ácido. Ela solubiliza lentamente e pode ser aplicada com menos periodicidade nas plantas, ou seja, há um melhor aproveitamento na absorção dos nutrientes antes que sejam perdidos no solo (Silva et al., 2025). O processo de precipitação de estruvita aplicado ao lodo de esgoto possibilita a recuperação eficiente de fósforo, um nutriente essencial e limitado, transformando resíduos em fertilizantes reutilizáveis e promovendo a sustentabilidade ao reduzir a dependência de fertilizantes químicos e minimizando os impactos ambientais da disposição inadequada de resíduos (Santos et al., 2020).

Objetivos

Verificar o que a literatura apresenta em relação ao uso do lodo de esgoto na precipitação de estruvita e sua relação com a economia circular.

Metodologia

Na base de dados Science Direct buscou-se os termos “sludge” and “destination” and “circular economy” and “struvite” entre os anos de 2024 e 2025. Foram encontrados 52 artigos. Os artigos selecionados foram avaliados por meio dos seus resumos, reduzindo os resultados para 22 trabalhos.

Resultados

A importância da economia circular é ressaltada desde o Acordo de Paris de 2015, com metas em que as promessas atuais ainda estão longe de serem atingidas (Wang et al., 2023). Métodos que contribuem para essa mudança são cada vez mais necessários, e o trabalho com estruvita corrobora para isso, pois nitrogênio e fósforo são nutrientes muito utilizados na agricultura.

A recuperação de estruvita a partir do lodo reduz a carga de nutrientes nos efluentes, ajudando a prevenir a eutrofização dos corpos hídricos e promovendo um ciclo mais sustentável de nutrientes.

Trabalhos encontrados:

•Silveira et al. (2024): remoção de 90% da DQO, juntamente com uma recuperação de 99% do teor de nitrogênio no efluente ao analisar o lixiviado de aterro sanitário e a precipitação de estruvita com o objetivo de remover da poluição por matéria orgânica e/ou metais pesados e a recuperação dos nutrientes contidos no efluente;

•Blumenthal et al., (2025) numa região da Itália, formaram um hub logístico em que os resíduos da cidade eram direcionados para ele e compararam com o sistema descentralizado de destino dos resíduos. Os autores avaliaram a recuperação combinada de estruvita e biopolímeros e os resultados indicaram que a redução das emissões foi o equivalente a 176 indivíduos por dia no hub em relação ao sistema tradicional de destino.

Resultados

•Bagheri et al., (2024) avaliaram a viabilidade econômica e emissões diretas de gases de efeito estufa de diferentes métodos de recuperação de fósforo em plantas de tratamento de águas residuais suecas e verificaram uma redução de 30-50% nas emissões comparado a tratamento convencional com descarte.

Foi observado que há um desconhecimento dos produtores sobre os benefícios da estruvita, mostrando que há um potencial para uso que ainda pode ser explorado. Uma parceria entre academia, órgãos envolvidos com a extensão agrícola e governo são de fundamental importância para o acesso a esse produtor e a construção de sistemas de saneamento mais sustentáveis.

A estruvita representa convergência entre tratamento de águas residuais e agricultura sustentável, fechando ciclos de nutrientes e contribuindo para múltiplos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6). Isso favorece a reutilização dos recursos presentes no sistema de saneamento, alinhando-se aos princípios da economia circular, que buscam minimizar resíduos e maximizar a reutilização de materiais.

Conclusões

O sucesso da implementação em larga escala dessa técnica da aplicação da precipitação química de estruvita requer abordagem que integre: tecnologia para otimizar os processos, modelos de negócios viáveis, regulamentações e um trabalho na sociedade para conhecimento e aceitação de técnicas novas e ambientalmente sustentáveis de produção. Para que isso ocorra, são necessárias ações coordenadas entre pesquisa, indústria, política e sociedade para aproveitar plenamente o potencial da estruvita e de outras técnicas que vão ao encontro aos princípios da economia circular.

Bibliografia

- Bagheri, M., Gómez-Sanabria, A. Höglund-Isaksson, L. (2024). Economic feasibility and direct greenhouse gas emissions from different phosphorus recovery methods in Swedish wastewater treatment plants. *Sustainable Production and Consumption*, 40, 229-244. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.07.007>
- Blumenthal, E., Foglia, A., Piasentin, A., Andreola, C., Eusebi, A. L., Frison, N., & Fatone, F. (2025). Resource recovery strategies and schemes: A regional case study on sewage sludge hub centres in Italy. *Journal of Water Process Engineering*, 73, 107696–107696. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2025.107696>
- Silva, R. L., Campos, D. V. B., Lima, F. L. O., Freire, P. M. L. A., & Inácio, C. T. (2025). Precipitação de estruvita em laboratório (Relatório Técnico, Embrapa Solos). Embrapa Solos.
- Silveira, J. E. et al. An approach to highly polluted wastewater management for zero liquid discharge: The case of landfill leachate. *Process Safety and Environmental Protection*, v. 184, p. 672–679, 16 fev. 2024.
- Wang, L., Liu, J., & Li, H. (2023). Simultaneous degradation of microplastics and sludge during wet air oxidation. *Environmental Pollution*, 335, 122348. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122348>

Agradecimentos

Ao Programa Pró-Ciência do Ecossistema Ânima