

## USO E CONSUMO DE NITRATO COMO ACEPTOR DE ELÉTRONS NO PROCESSO DE DESSULFURIZAÇÃO DE BIOGÁS

**Thaís Cassiele Piovezan**

Universidade Federal Da Fronteira Sul  
thaispiovezan@gmail.com

**Ana Claudia Lazaroto**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
anaclazaroto@gmail.com

**Ricardo Luís Radis Steinmetz**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
ricardo.steinmetz@embrapa.br

**Airton Kunz**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e Universidade Federal Da Fronteira Sul

airton.kunz@embrapa.br

**Eixo 03: Engenharias**

### RESUMO

O sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ) faz parte da composição do biogás, sendo responsável por processos de redução de vida útil dos equipamentos pelo efeito da corrosão. Para a remoção do  $H_2S$  podem ser utilizados vários processos dentre estes os processos biológicos e uma das tecnologias amplamente utilizadas são os biofiltros percolador (BFP), devido ao baixo custo de implementação, dessulfurização eficiente e utilização da solução nutritiva com nitrato ( $NO_3^-$ ) proveniente do tratamento de efluente. O presente estudo investigou o comportamento de um BFP em escala piloto, o qual é o escalonamento do estudo de Pirolli et al, 2016. O BFP operou no período de 9 dias, ocorrendo a redução do pH de 7,0 para 5,0 devido a reação de oxidação da solução com  $NO_3^-$  com  $H_2S$  resultando em sulfato ( $H_2SO_4$ ). A máxima eficiência de remoção (ER) de ER= 99,8%

e Carga de Eliminação (CE) de  $0,5 \text{ g}_{\text{H}_2\text{S}} \text{ m}^{-3} \text{ h}^{-1}$  demonstrou que o sistema foi submetido a uma carga inferior a suportada baseando ao estudo de Pirolli et al., (2016).

**Palavras-chave:** Sulfeto de Hidrogênio. Eficiência de Remoção. Bactérias oxidantes de enxofre.

## INTRODUÇÃO

O biogás é uma mistura de gases que apresenta em média de 65% de  $\text{CH}_4$ , 35% de  $\text{CO}_2$  e concentrações na ordem de ppm<sub>v</sub> de outros gases como o sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ) que ocasiona a corrosão de aparelhos e equipamentos (BECKER et al., 2022). Partindo desta problemática, existem distintas tecnologias que visam remover o  $\text{H}_2\text{S}$  do biogás, dentre elas, destacam-se os processos biológicos como o biofiltro percolador (BFP), que apresenta baixo custo de implementação e facilidade na manutenção (ALMENGO, 2023).

A operação do BFP pode utilizar oxigênio ou nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ) como aceptores de elétrons para o crescimento de bactérias oxidadoras de enxofre (BOE) (ZHANG et al., 2020). Neste estudo, optou-se por operar o BFP em condições anóxicas com nitrato como acceptor de elétrons em substituição aos processos que usam oxigênio, pois utilizando oxigênio ocorre a diluição do biogás. (ZHANG et al., 2023).

Além disso, foi realizado o escalonamento operacional partindo dos dados de reatores de bancada, analisando-se o tempo do consumo total do  $\text{N-NO}_3^-$  e eficiência de remoção de  $\text{H}_2\text{S}$  (ER).

## MATERIAIS E MÉTODOS

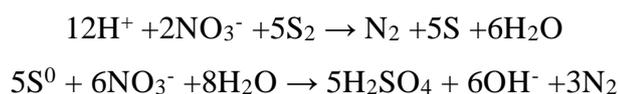
O biofiltro percolador (BFP) foi construído em escala real com volume útil  $2,6\text{m}^3$  e preenchido com polipropileno de diferentes diâmetros, sendo continuamente alimentado por biogás e em contrafluxo, o gotejamento intermitente da solução de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), com a vazão (Q) de  $1,9 \text{ m}^3 \text{ L}^{-1}$ . Este aparato experimental deriva-se do escalonamento operacional estudado anteriormente em Pirolli et al. (2016).

A solução de  $\text{NO}_3^-$  é proveniente do efluente de um reator biológico aeróbio (RBA) e o biogás procedente de um reator continuamente agitado (CSTR) com  $43\text{m}^2$ , instalados no Sistema de Tratamento de Dejetos Suínos (ETDS) da Embrapa Suínos e Aves.

O experimento foi realizado em batelada com acompanhamento diário e finalizada após o consumo total do  $\text{NO}_3^-$  na solução. Os dados avaliados neste estudo foram a Eficiência de remoção (ER %) =  $(([\text{H}_2\text{S}]_{\text{entrada}} - [\text{H}_2\text{S}]_{\text{saída}}) / [\text{H}_2\text{S}]_{\text{entrada}}) \times 100$ , onde  $[\text{H}_2\text{S}]$ : Concentração  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e Carga de Eliminação (CE) =  $(([\text{H}_2\text{S}]_{\text{entrada}} - [\text{H}_2\text{S}]_{\text{saída}}) * Q / V)$ , onde V: Volume do reator ( $2,4 \text{ m}^3$ ) e Q= vazão.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O BFP operou no período de 9 dias, mantendo as concentrações constantes de  $\text{H}_2\text{S}$  em 1500 ppm, nestas condições o pH do líquido diminuiu de 7,0 para 5,0 devido a oxidação do sulfeto em enxofre ( $\text{S}^0$ ), seguido da re-oxidação do enxofre em sulfato ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), como descrita na reação a seguir (AI-JIE WANG,2005):



Além disso, obteve-se uma CE de  $0,5 \text{ g}_{\text{H}_2\text{S}} \text{ m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ , e uma ER máxima de 99,5%. A ER ocorreu a diminuindo constantemente até zerar, esse fator é diretamente proporcional ao consumo do  $\text{NO}_3^-$  (BECKER *et al.*, 2022). Comparando com o estudo desenvolvido por Pirolli et al. (2016), houve compatibilidade na ER (99,8%). Entretanto, ao analisarmos CE ( $4,8 \text{ g}_{\text{H}_2\text{S}} \text{ m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ ), percebe-se que Pirolli et al (2016), obteve-se aproximadamente 10 vezes maior que a encontrada neste estudo, ou seja, o sistema estava trabalhando em subcarga.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstraram uma alta ER de  $\text{H}_2\text{S}$  pelo sistema BFP com  $\text{NO}_3^-$ , no entanto o sistema foi submetido a uma carga inferior à suportada quando comparados ao estudo de Pirolli et al, (2016).

## AGRADECIMENTOS

KEMIA tratamento de efluentes, TECNOVA/FAPESC e CAPES

## REFERÊNCIAS

AI-JIE WANG , DA-ZHONG DU , NAN-QI REN & JOHAN W. VAN GROENESTIJN  
(2005) Um Processo Inovador de Dessulfurização e Desnitrificação Simultânea por *Thiobacillus denitrificans* , Journal of Environmental Science and Health, Parte A, 40:10, 1939-1949, DOI: 10.1080/10934520500184590

ALMENGLO, F. et al. Recent advances in biological technologies for anoxic biogas desulfurization. Chemosphere, [s. l.], v. 321, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004565352300351X>. Acesso em: 25 ago. 2023.

BECKER, C M et al. Technologies or biogas desulfurization - An overview o recent studies. [s. l.], v. 159, n. January, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032122001289>. Acesso em: 25 ago. 2023

PIROLI, Mateus et al. Methane production from a field-scale biofilter designed for desulfurization of biogas stream. Journal of Environmental Management, [s. l.], v. 177, p. 161-168, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479716301761> . Acesso em: 25 ago. 2023

ZHANG, Jingmiao et al. Effects of oxytetracycline on mesophilic and thermophilic anaerobic digestion for biogas production from swine manure. [S. l.: s. n.], 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236123006671>. Acesso em: 25 ago. 2023

ZHANG, Yuyao et al. Simultaneous removal of siloxanes and H<sub>2</sub>S from biogas using an aerobic biotrickling filter. Journal of Hazardous Materials, [s. l.], v. 391, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389420301758>. Acesso em: 25 ago. 2023