

1349 - Aplicação de óxidos/hidróxidos de ferro naturais para o abatimento do sulfeto de hidrogênio em biodigestores de vinhaça

Emanuel Manfred Freire Brandt ⁽¹⁾

Químico Industrial pela Universidade Federal de Ouro Preto. Mestre e Doutor em Saneamento Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais. Diretor técnico na Brandt Meio Ambiente. Professor do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Juliana Mattos Bohrer Santos ⁽²⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Mestre e Doutoranda em Saneamento Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais. Coordenadora de Pesquisa & Desenvolvimento na Brandt Meio Ambiente.

Luciano Mattos Jardim Costa ⁽³⁾

Arquiteto e Urbanista pela PUC-MG e pós-graduado em gestão de projetos de engenharia pelo Instituto de Educação Continuada da PUC-MG. Diretor de operações da Óxido de Ferro Rio Acima.

Rodrigo Guimarães Wanderley Costa ⁽⁴⁾

Administrador pela PUC-MG com pós-graduação em análise de negócios e informações pelo Instituto de Educação Tecnológica (IETEC), e em economia das telecomunicações pelo (UNIEMP-USP). CEO da empresa Óxido de Ferro Rio Acima.

Wanderley Felício Leles ⁽⁵⁾

Graduando em ciências biológicas pela faculdade Estácio. Técnico em Química pela Escola Municipal Governador Israel Pinheiro. Técnico em Meio Ambiente na Brandt Meio Ambiente.

Endereço⁽¹⁾: Alameda do Ingá, 89 - Vale do Sereno, Nova Lima/MG - CEP: 34006-042 - Brasil - Tel: (31) 3071-7012 - e-mail: ebrandt@brandt.com.br

RESUMO

A presença de H₂S no biogás é uma das principais limitações do seu uso como fonte de energia renovável, necessitando, geralmente, de uma etapa de tratamento. No caso de plantas de biogás que realizam a biodigestão de substratos orgânicos da agroindústria, a adsorção química do sulfeto dissolvido na fase líquida dos biodigestores (lodo/digestato) se destaca como uma alternativa promissora. Apesar da inerente simplicidade operacional associada à aplicação dessa técnica, os elevados custos dos insumos químicos utilizados ainda são uma barreira à sua disseminação no Brasil. Nesse sentido, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de óxidos/hidróxidos de ferro naturais em pó (produto de baixo custo) na fase líquida de biodigestores para o abatimento do sulfeto dissolvido, visando reduzir os teores de sulfeto de hidrogênio no biogás gerado na biodigestão. Para tanto, foram avaliados os efeitos das seguintes variáveis sobre o abatimento do sulfeto dissolvido: (i) diferentes doses de óxido/hidróxido de ferro natural; (ii) diferentes condições de sobredose inicial do produto; (iii) frequências diferentes de aplicação do produto. A maior eficiência média de remoção foi observada para a condição de utilização da dose estequiométrica diária com aplicação de sobredose inicial de duas vezes a dose estequiométrica por um período de quatro dias. A aplicação de uma dose igual a três vezes a dose estequiométrica diariamente, não representou em ganhos significativos de eficiência, por isso, conclui-se que a aplicação de uma sobredose inicial de duas vezes a dose estequiométrica por quatro dias e a posterior manutenção da dose mínima igual à estequiométrica é suficiente. No que se refere à aplicação intercalada do adsorvente, foi verificado que é possível aplicar doses em dias alternados, desde que mantidas as condições anteriores de sobredose e manutenção da dose estequiométrica diária. Os resultados obtidos possibilitaram avanços importantes para a consolidação do know-how da aplicação de óxido de ferro em biodigestores. Nesse sentido, essa solução pode promover avanços tecnológicos nas áreas de tratamento de resíduos orgânicos e de geração descentralizada de energia, além de melhorar a competitividade das empresas de biogás, por ser uma solução nacional voltada para a eficiência e segurança energética.

PALAVRAS-CHAVE: Dessulfurização, Sulfeto dissolvido, Adsorção, Óxido de ferro, Biogás.

INTRODUÇÃO

O biogás é um biocombustível estratégico com grande potencial para participação na matriz energética brasileira, notadamente se considerada a capacidade de produção da agroindústria e do setor de saneamento. Estudos desenvolvidos no âmbito do Probiogás [1] apontam para a urgente necessidade de incentivo ao uso energético do biogás na agroindústria com vistas à sustentabilidade ambiental e competitividade do setor. No entanto, para a ampliação da participação do biogás na matriz energética brasileira, ainda existem diversos desafios de ordem política, econômica, regulatória e técnica [2].

No que se refere aos aspectos técnicos, um dos desafios é a necessidade de remoção do sulfeto de hidrogênio (H_2S) presente no biogás, contaminante que pode provocar a corrosão dos elementos e equipamentos dos sistemas de aproveitamento energético [2, 3]. De maneira geral, pode-se afirmar que as técnicas de adsorção se ajustam bem a essa finalidade devido à sua simplicidade operacional, além de possibilitarem a remoção seletiva e eficiente do H_2S [4]. Entretanto, os custos elevados, a dependência da importação de tecnologias e o ambiente de negócio ainda incipiente para os projetos de biogás dificultam os investimentos e a consolidação de know-how brasileiro para a aplicação mais ampla dessas técnicas [2, 4].

No caso de plantas de biogás que realizam a biodigestão de substratos orgânicos da agroindústria, a adsorção química do sulfeto dissolvido na fase líquida dos biodigestores (lodo/digestato) se destaca como uma alternativa promissora [2]. Nessa técnica, sais de ferro são introduzidos juntamente com os substratos que alimentam os biodigestores, se ligando quimicamente e permitindo a precipitação in-situ do sulfeto presente na fase líquida, reduzindo por consequência as concentrações do H_2S no biogás [5, 6, 7, 8]. Apesar da inerente simplicidade operacional associada à aplicação dessa técnica, os elevados custos dos insumos químicos utilizados ainda são uma barreira à sua disseminação no Brasil.

Alternativamente, estudos mais recentes demonstraram a eficácia do uso de outras fontes de ferro, como argilas ou mesmo minério de ferro, embora tenham aplicado doses demasiadamente elevadas, impraticáveis sob o ponto de vista operacional [9, 10]. Os hidróxidos e os óxidos de ferro ($FeOOH$, $Fe(OH)_3$, $Fe(OH)_2$, Fe_2O_3) podem ser adicionados diretamente ao biodigestor para o abatimento do sulfeto de hidrogênio (H_2S) no biogás. O Fe^{3+} proveniente da goethita e da hematita reage rapidamente com o sulfeto dissolvido formando sulfato (principalmente) e enxofre elementar, sendo reduzido a Fe^{2+} . O ferro reduzido reage subsequentemente e lentamente com uma nova porção de sulfeto, sendo precipitado na forma de FeS , de acordo com as seguintes reações: $2Fe(OH)_3 + H_2S \rightarrow 2Fe(OH)_2 + S + 2H_2O$ e $Fe(OH)_2 + H_2S \rightarrow FeS + 2H_2O$. Uma vez precipitado, o sulfeto não será liberado para a fase gasosa, reduzindo os teores de H_2S no biogás. Nesse contexto, o presente estudo avaliou a aplicação de óxidos/hidróxidos de ferro naturais em pó na fase líquida de biodigestores para o abatimento do sulfeto dissolvido.

OBJETIVOS

Objetivo geral

A pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de óxidos/hidróxidos de ferro naturais em pó na fase líquida de biodigestores para o abatimento do sulfeto dissolvido, visando reduzir os teores de sulfeto de hidrogênio no biogás gerado na biodigestão da vinhaça.

Objetivos específicos

Avaliar a eficiência de remoção de sulfeto dissolvido em biorreatores de bancada tratando vinhaça em modo contínuo para:

- diferentes doses de óxido/hidróxido de ferro natural em pó;
- diferentes condições de sobredose inicial do produto;
- frequências diferentes de aplicação do produto.

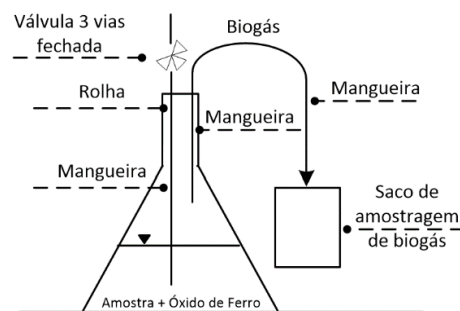
MATERIAIS E MÉTODOS

Diferentes dosagens de um mineral natural moído contendo óxidos e hidróxidos de ferro (adsorvente Iron-OX® ROM 8MM), fornecido pela empresa Óxido de Ferro Rio Acima, foram adicionadas a biodigestores de bancada alimentados diariamente com vinhaça (vide caracterização do produto no apêndice 1). Os ensaios

foram realizados em triplicatas em frascos erlenmeyers hermeticamente fechados contendo 250 mL de lodo (inóculo), mantidos em incubadora shaker a 45°C e 200 rpm (**Figura 1**). Diariamente foram retirados 25 mL de lodo e introduzidos 25mL de vinhaça, perfazendo um tempo de detenção hidráulica do substrato igual a 10 dias. O lodo utilizado como inóculo foi obtido em uma planta de biogás do setor sucroalcooleiro operada no Paraná, enquanto que a vinhaça foi obtida em uma usina de álcool operada em Minas Gerais. O lodo foi aclimatado por 8 dias seguindo os procedimentos acima descritos. Passado esse período, o adsorvente Iron-OX® ROM 8MM foi adicionado aos frascos seguindo as rotinas e doses apresentadas na **Tabela 1** a seguir.



(a)



(b)

Figura 1: Visão geral (a) e desenho esquemático (b) do experimento em andamento.

Tabela 1: Doses e frequência de adição do adsorvente Iron-OX® ROM 8MM.

Ensaio (triplicata)	Adição de adsorvente
Grupo controle	Sem adição
ESTE-Q-diária	Dose estequiométrica (0,01g) diária
ESTE-Q2-diária	Dose estequiométrica (0,01g) diária com dose inicial maior (2x estequiométrica - 0,02g - nos quatro primeiros dias)
ESTE-Q-intercalada	Dose estequiométrica (0,01g) adicionada a cada dois dias desde o início do teste
ESTE-Q2-intercalada	Dose estequiométrica (0,01g) adicionada a cada dois dias, com dose inicial maior (2x estequiométrica - 0,02g - nos quatro primeiros dias contínuos)
3xESTE-Q-diária	3x a dose estequiométrica (0,03g) diária
3xESTE-Q-intercalada	3x a dose estequiométrica (0,03g) adicionada a cada dois dias

A dose estequiométrica foi calculada para a obtenção de uma eficiência de 40% de remoção de H₂S dissolvido, que em condições de equilíbrio dada pela Lei de Henry, representa a mesma eficiência de remoção de H₂S no biogás. Ressalta-se que a eficiência de remoção é definida de acordo com as necessidades e exigências de cada planta de biogás. Os cálculos foram realizados a partir da demanda estequiométrica de íons de ferro, em gramas por dia, definida pela seguinte equação [11]:

$$Fe = \beta \cdot M_{Fe}/M_S \cdot (H_2S_{aq} / \int H_2S \cdot V_{Substrato} + \Delta H_2S_g / 1000 \cdot f_{H_2S} \cdot V_{Biogás})$$

Onde:

Fe = Íons de ferro (g/d);

β = Fator de sobredosagem;

M_{Fe} = Massa molecular do Ferro (Fe) (g/mol) – 55,85;

M_S = Massa molecular do Enxofre (S) (g/mol) – 32,00;

H_2S_{aq} = Sulfeto de Hidrogênio total dissolvido (g/m³);

$\int H_2S$ = Porção do Enxofre (S) total dissolvido como H₂Saq;

$V_{Substrato}$ = Fluxo de Substrato (m³/d);

ΔH_2S_g = Quantidade de H₂S removida do Biogás (ppm);

f_{H_2S} = Densidade do H₂S (g/l);

$V_{Biogás}$ = Fluxo de Biogás (m³/d).

O pH e as concentrações de sulfeto dissolvido total foram medidos no lodo/digestato ao longo do tempo [11], a fim de se avaliar o efeito da adsorção química. No caso da análise de sulfeto dissolvido total, optou-se pelo uso do método eletrodo íon seletivo (ISE) [12]. Durante os testes, observou-se declínio do pH e, com o intuito de mantê-lo na faixa de 6,5 a 7,5, adicionou-se bicarbonato de sódio diariamente em todos os frascos, conforme doses apresentadas na **Figura 2** e **Tabela 2**. Os ensaios foram finalizados após a obtenção de valores de pH e concentrações de sulfeto dissolvido estáveis durante cinco dias consecutivos, perfazendo 34 dias desde o início da aclimação da biomassa e 26 dias após início da aplicação do adsorvente.

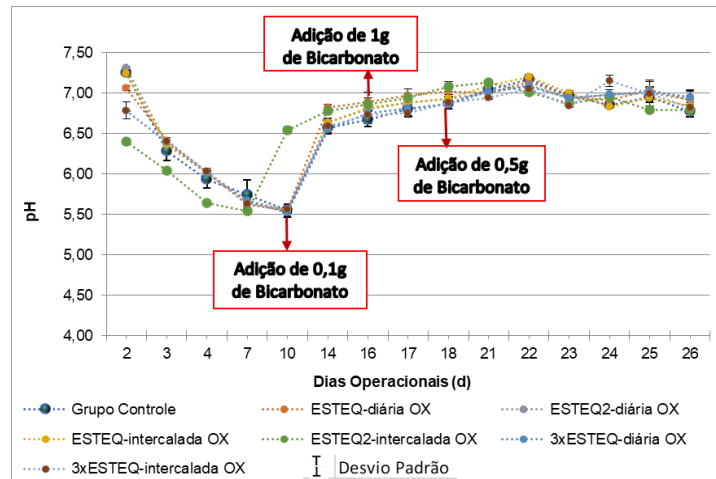


Figura 2: Início e rotinas de aplicação de doses diárias de bicarbonato de sódio.

Tabela 2: Doses de Bicarbonato de Sódio aplicadas.

Tempo de teste (d)	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	30
Massa (g)	0,1	0,1	0,1	1	1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

A comparação estatística dos resultados do abatimento do sulfeto dissolvido foi realizada pela aplicação do teste estatístico Kruskal-Wallis seguido do teste Turkey de comparações múltiplas a um nível de significância de 95% ($\alpha = 0,05$). Toda análise estatística foi feita utilizando o software Statistica® 10.0.

RESULTADOS

A concentração de sulfeto dissolvido total é fortemente influenciada pelo pH e, diante das variações de pH relatadas na metodologia, não foi possível realizar a comparação das concentrações de sulfeto dissolvido entre o grupo controle e os grupos experimentais (ensaios com adição do adsorvente Iron-OX® ROM 8MM) antes do 22º dia operacional, quando houve o reestabelecimento e a estabilização dos valores de pH e também das concentrações de sulfeto dissolvido (**Figura 3**).

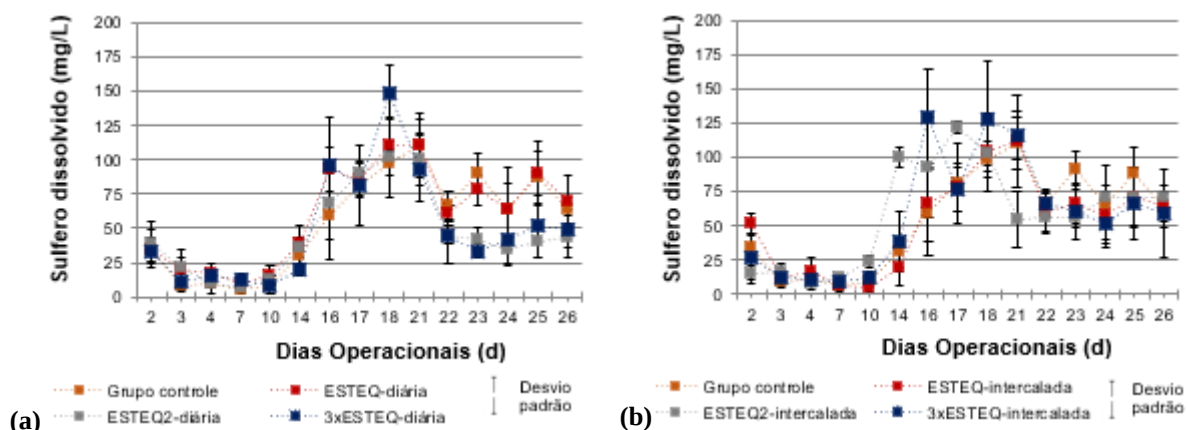


Figura 3: Concentração de sulfeto dissolvido para os testes com aplicação de doses diárias (a) e intercaladas (b).

Tomando como base o período dos cinco últimos dias em que foi observado o reestabelecimento do pH e a estabilização dos resultados de sulfeto dissolvido, verificou-se que a aplicação diária de uma dose estequiométrica do adsorvente Iron-OX® ROM 8MM não apresentou efeito significativo sobre o abatimento do sulfeto dissolvido (estatisticamente igual ao grupo controle) (**Figura 4**). Por outro lado, a mesma dose estequiométrica diária aplicada após a sobredose inicial removeu em média 43% do sulfeto dissolvido, estando de acordo com a eficiência esperada para a dose aplicada. Semelhantemente, o uso de uma dose diária do adsorvente Iron-OX® ROM 8MM equivalente ao triplo da dose estequiométrica, sem aplicação de sobredose inicial, removeu em média 38% do sulfeto dissolvido. Quando aplicada a sobredose inicial para a condição anterior, seria esperada uma eficiência próxima de 100%. Assim, verifica-se que a aplicação da sobredose inicial é essencial para o abatimento do enxofre acumulado no sistema/lodo e, conseqüentemente, para garantir a eficiência do adsorvente. Esse resultado é corroborado por outros autores, que relatam a importância de se avaliar o fator de sobredose de ferro, especialmente nos primeiros dias [7, 8].

Nota-se que a utilização de uma sobredose com o dobro da dose estequiométrica durante 4 dias foi suficiente para promover a remoção do enxofre acumulado, visto que não foi observada diferença estatística entre essa condição e a aplicação de uma sobredose com o triplo da dose estequiométrica (**Figura 4a**). Outra informação importante que pode ser extraída da comparação entre essas duas condições é a de que a manutenção da dose estequiométrica após os 4 dias de sobredose iniciais é suficiente para atingir as eficiências esperadas (**Figura 4b**). Garantida a sobredose inicial, a dose estequiométrica apresentou uma performance interessante sob o ponto de vista do controle do H₂S em biodigestores de vinhaça, embora não elimine a necessidade de adoção de outras medidas para o abatimento do H₂S remanescente no biogás. Outros estudos desenvolvidos com materiais baseados em óxidos/hidróxidos de ferro naturais apontam para eficiências superiores (50-98%), embora tenham considerado a aplicação de doses muito maiores (20 a 120 vezes a estequiometria) e impraticáveis em plantas operadas em escala real [9, 10].

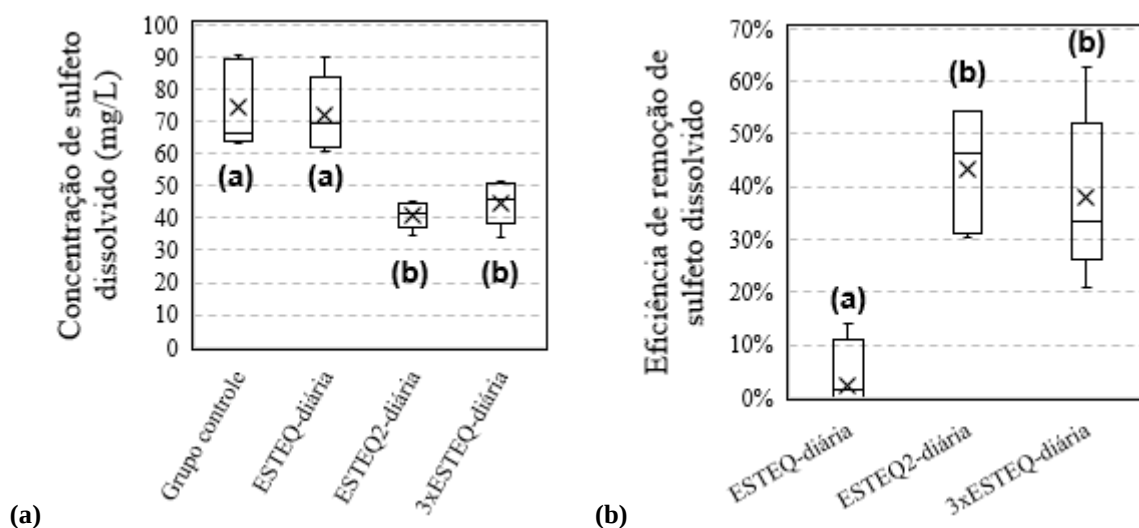


Figura 4: Concentração de sulfeto dissolvido (a) e eficiência de remoção (b) para os testes com aplicação de dose diária.

As letras indicam os valores estatisticamente iguais ou diferentes (análise de variância – Kruskal-Wallis ANOVA seguida do teste Turkey de comparações múltiplas; $\alpha = 0,05$).

As concentrações de sulfeto dissolvido nos frascos em que se aplicou doses intercaladas do produto Iron-OX® ROM 8MM foram estatisticamente iguais às concentrações observadas nos frascos do grupo controle (**Figura 5a**). É importante destacar que quando a aplicação intercalada do produto foi utilizada, a dose prevista inicialmente foi dividida pela metade, ou seja, teve uma redução proporcional. Dessa forma, ao se comparar as duas primeiras condições (dose estequiométrica intercalada com e sem sobredose inicial), não foi possível observar diferença significativa entre os resultados (**Figura 5a**). Isso porque mesmo aplicando uma sobredose nos primeiros 4 dias, a dose mantida após esse período foi o equivalente à metade da dose estequiométrica.

Comparando-se as **Figuras 4 e 5**, a dose diária do adsorvente Iron-OX® ROM 8MM equivalente ao triplo da dose estequiométrica apresentou uma performance aproximadamente duas vezes superior (38%) à mesma dose

aplicada de forma intercalada (17%), cuja dose diária virtualmente foi reduzida pela metade. A dose estequiométrica aplicada de forma intercalada não apresentou efeito significativo sobre o abatimento do sulfeto dissolvido, mesmo após a aplicação da sobredose inicial (virtualmente metade da dose estequiométrica diária). Assim, garantidas as condições mínimas (estequiometria e sobredose inicial), a dose intercalada reduz proporcionalmente a eficiência do adsorvente Iron-OX© ROM 8MM.

A aplicação de uma dose equivalente a 1,5 vezes a dose diária estequiométrica durante todo o período do teste, atendeu ao requisito de manter a dose estequiométrica diária após o período inicial de 4 dias, porém, não forneceu a sobredose inicial mínima necessária (dobro da dose estequiométrica). Por isso, essa condição apresentou um desempenho inferior se comparado à que foi aplicada a dose estequiométrica diária com sobredose inicial adequada, 17% e 43% de eficiência de remoção, respectivamente. Nesse caso, ressalta-se, novamente, a importância da aplicação de uma sobredose inicial com uma massa que represente no mínimo o dobro da dose estequiométrica calculada para atingir a eficiência de remoção desejada. Na literatura existem divergências sobre os valores definidos para o fator de sobredosagem, tendo sido reportados valores entre 1,7 e 5 [11,7]. No entanto, um fator de sobredose de 3 a 5 tem sido considerado mais adequado [7].

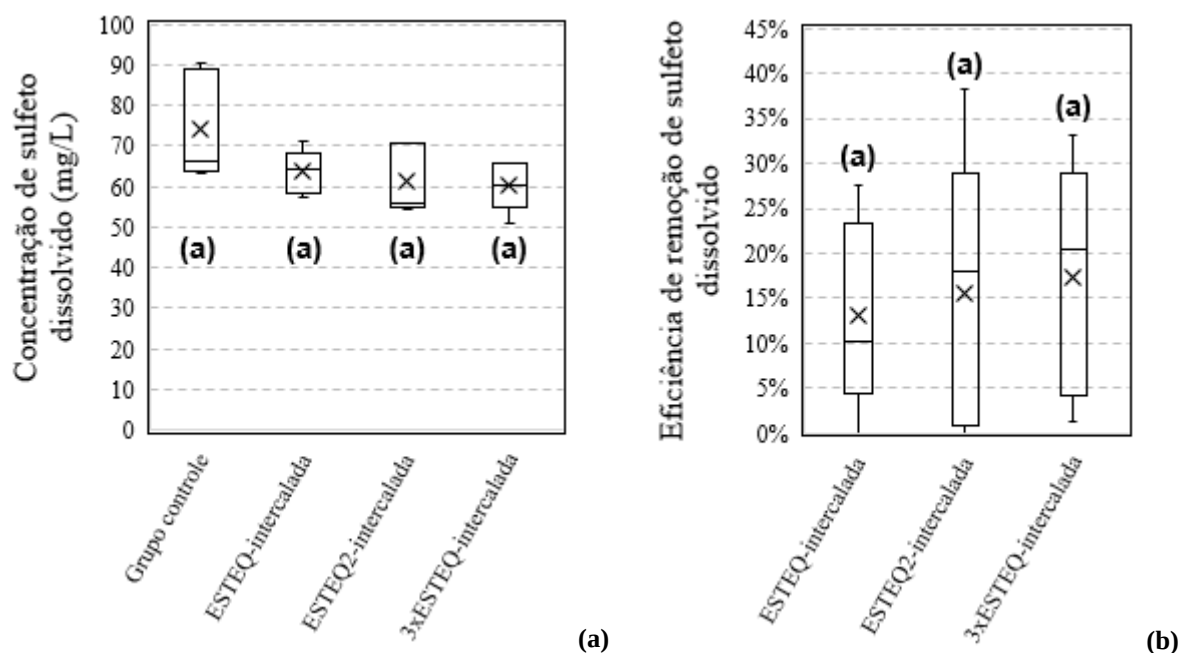


Figura 5: Concentração de sulfeto dissolvido (a) e eficiência de remoção (b) para os testes com aplicação de dose intercalada.

As letras indicam os valores estatisticamente iguais ou diferentes (análise de variância – Kruskal-Wallis ANOVA seguida do teste Turkey de comparações múltiplas; $\alpha = 0,05$).

CONCLUSÕES

Os resultados dos ensaios realizados com o adsorvente Iron-OX© ROM 8MM em biodigestores de bancada permitiram concluir sobre aspectos importantes para o *scale up* da técnica em plantas de biogás de vinhaça operadas em escala real, tais como: necessidade da sobredose inicial; valor da sobredose utilizada; período de aplicação da sobredose; valor da dose aplicada após o período de sobredose; e efeito da aplicação intercalada do adsorvente. Nesse sentido, os resultados indicaram que:

- É necessário aplicar sobredose inicial do adsorvente para o abatimento do enxofre acumulado no sistema;
- A aplicação de uma sobredose inicial equivalente a duas vezes a dose estequiométrica é suficiente para atingir resultados efetivos;
- Um período de 4 dias de aplicação de sobredose do adsorvente é o bastante para garantir o abatimento de enxofre presente no sistema;
- É imprescindível aplicar uma dose maior ou igual à estequiométrica após o período de sobredose inicial para atingir a eficiência de remoção esperada;

- É possível aplicar doses em dias alternados, desde que mantidas as condições anteriores;
- A aplicação da dose intercalada reduz proporcionalmente a eficiência do adsorvente quando comparada a aplicação da mesma dose diariamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM. Guia técnico ambiental de biogás na agroindústria. Belo Horizonte: FEAM-MG, Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais, Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável (GIZ). 160 p, 2015.
2. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). Guia Prático do Biogás, Geração e Utilização. Gülzow-Prützen: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável (GIZ). Revisão e tradução J. Giersdorf, L. C. Costa Jr., V. P. Garcilasso, V. B. Valente, 236 p., 2013.
3. SANTOS, J.M.B.; SOUZA, C.L.; BRANDT, E.M.F.; POSSETTI, G.R.C.; CHERNICHARO, C.A.L. Avanço nas ferramentas e técnicas para estimativa de produção e tratamento de biogás em ETEs com reatores anaeróbios. Nota Técnica 1 - Tópicos de interesse. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 1, p. 5-20, 2021.
4. SANTOS, J.M.B.; BRANDT, E.M.F.; CHERNICHARO, C.A.L. Avanço nas ferramentas e técnicas para estimativa de produção e tratamento de biogás em ETEs com reatores anaeróbios. Nota Técnica 4 - dessulfuração de biogás por adsorção em adsorventes de baixo custo. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 1, p. 47-58, 2021.
5. STABNIKOV, V.P.; IVANOV, V.N. The Effect of Various Iron Hydroxide Concentrations on the Anaerobic Fermentation of Sulfate-Containing Model Wastewater. Applied Biochemistry and Microbiology, v. 42, n. 3, p. 321–326, 2006.
6. JIANG, H.; LI, T.; STINNER, W.; NIE, H.; DING, J.; Zhou, H. Selection of in-situ Desulfurizers for Chicken Manure Biogas and Prediction of Dosage. Polish Journal of Environmental Studies, v. 26, n. 1, p. 155-161, 2017.
7. MOLLEKOPF, N. Verbesserung von Entschwefelungsverfahren in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Dresden: Technische Universität Dresden. 112 p., 2006.
8. ALLEGUEM, L.B.; HINGE, J. Biogas upgrading: evaluation of methods for H₂S removal. Taastrup: Danish Technological Institute., 31 p., 2014.
9. ZHOU, Q.; JIANG, X.; LI, X.; JIANG, W. The control of H₂S in biogas using iron ores as in situ desulfurizers during anaerobic digestion process. Appl Microbiol Biotechnol, v. 100, p. 8179–8189, 2016.
10. IVANOV, V.; STABNIKOV, V.; STABNIKOVA, O.; SALYUK, A.; SHAPOVALOV, E.; AHMED, Z. Iron-containing clay and hematite iron ore in slurry-phase anaerobic digestion of chicken manure. AIMS Materials Science, v. 6, n. 5, 2019.
11. Ries, T.: Reduzierung der Schwefelwasserstoffbildung im Faulraum durch Zugabe von Eisenchlorid. Schriftenreihe der Siedlungswasserwirtschaft Bochum 25, 1993.
12. American Public Health Association - APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 23 ed. Washington: LMC, 1504 p., 2017.

APÊNDICE 1 – Caracterização do adsorvente



FICHA TÉCNICA DO PRODUTO

ÓXIDO DE FERRO RIO ACIMA LTDA – EPP
CNPJ: 18.611.537/0001-53
RUA FAZENDA DO VIANA, S/N, BAIRRO MORGAN
RIO ACIMA – MINAS GERAIS – BRASIL

F: +55 (31) 3545-1242

E-MAIL: contato@oxidodeferriorioacima.com.br

SITE: www.oxidodeferriorioacima.com.br

<https://www.linkedin.com/company/oxido-de-ferro-rio-acima-ltda>

Iron-Ox® Bio

“**Iron-Ox® Bio**” é um composto inorgânico natural de coloração amarelada cuidadosamente explorado sob um rigoroso processo de identificação e seleção em minas de exploração de minério de ferro em Minas Gerais – Brasil e manipulado nas instalações fabris da Óxido de Ferro Rio Acima Ltda – EPP respeitando estritos parâmetros de controle para garantir a qualidade e a confiabilidade do produto acabado, sempre de forma ambientalmente responsável. É constituído principalmente pelo mineral Goethita. Apresenta teores de metais pesados em níveis muito inferiores aos admitidos pela Organização Mundial de Saúde – OMS. É um produto utilizado em aplicações técnicas nas áreas de controle ambiental como tratamento de água e esgoto e dessulfurização de gás. É comercializado na sua apresentação natural, composto por material em pó, aglomerado e em grãos com granulometria verificada em análises de Controle da Qualidade na peneira de Mesh #2,5 (8,00mm) em embalagens de 25 Kgs., 1.000 Kgs. e 1.250 Kgs..

Identificação do Produto	Pigmento Amarelo de Óxido de Ferro Natural
Substância	Óxi-hidróxido de Ferro Natural
Nome Químico / N° CAS do Componente Predominante	Goethita / 1310-14-1
Fórmula Molecular / Peso Molecular	α -FeOOH / 88,85 g/mol
Forma	Pó, Aglomerado e Grãos

Especificações – Físico-Químico			
Índices Controlados	Unidade de Medida	Parâmetros	Métodos de Análise
Teor de Ferro (Fe)	% (m/m)	≥ 54	NBR – 8577/2011
Teor de Sílica (SiO ₂)	% (m/m)	≤ 4	NBR – 2598-1/2008
Teor de Alumina (Al ₂ O ₃)	% (m/m)	≤ 6	ISO – 6830/2015
Teor total de Sílica (SiO ₂) + Alumina (Al ₂ O ₃)	% (m/m)	≤ 8	-
Teor de Umidade (H ₂ O)	% (m/m)	≤ 16	Determinador de Umidade Marte – ID-200
Índice de Retenção (Peneira #2,5)	% (m/m)	≤ 6	NBR ISO – 4701/2020
pH	-	4,0 – 8,0	Papel Indicador Universal
Densidade Relativa	(g/cm ³)	3,5 – 4,0	-

Esta Ficha Técnica do Produto indica as características gerais dos nossos produtos e os seus parâmetros controlados. Independentemente das suas características gerais, nossos produtos devem ser testados e validados pelos nossos clientes conforme as suas aplicações, usos e processamentos pretendidos.

Iron-Ox® Bio

Versão 2 – 18/01/2023

Página 1 de 1