

Estudo de processo biológico de dessulfurização de biogás

Study of biological process of biogas desulfurization

RESUMO

Entre as principais técnicas empregadas para o tratamento de resíduos agrícolas, utilizam-se os tratamentos biológicos em condições aeróbicas ou anaeróbicas. A produção de combustíveis renováveis a partir da digestão anaeróbia de dejetos de animais pode ser uma opção atrativa para reduzir a emissão de gases do efeito estufa (GEE). Uma destas fontes de energias renováveis, que possui grande potencial de expansão na matriz energética em locais onde a principal atividade econômica é a agropecuária, é o biogás. O biogás produzido possui, principalmente, em sua composição o metano (CH_4). Entre as principais impurezas que compõem o biogás o sulfeto de hidrogênio (H_2S) mesmo em baixas concentrações, reage com a maioria dos metais, principalmente na presença de umidade e temperatura ambiente, o que torna imprescindível uma etapa de dessulfurização. O presente trabalho tem como objetivo avaliar por meio de filtração microbiológica, o potencial de um sistema de dessulfurização de biogás. Por meio da construção de um sistema de produção e purificação com o ar comprimido direto no sistema, em escala de bancada, para avaliar os parâmetros operacionais e os microorganismos quanto à eficiência de remoção de H_2S .

PALAVRAS-CHAVE: Microorganismos; Biofiltração; Sulfeto de hidrogênio.

ABSTRACT

Among the main techniques used for the treatment of agricultural waste, biological treatments are used in aerobic or anaerobic conditions. The production of renewable fuels from the anaerobic digestion of animal waste can be an attractive option to reduce the emission of greenhouse gases (GHG). One of these sources of renewable energy, which has great potential for expansion in the energy matrix in places where the main economic activity is agriculture, is biogas. The biogas produced has mainly methane (CH_4) in its composition. Among the main impurities that make up biogas, hydrogen sulfide (H_2S), even in low concentrations, reacts with most metals, mainly in the presence of humidity and ambient temperature, which makes a desulfurization step essential. The present work aims to evaluate, through microbiological filtration, the potential of a biogas desulfurization system. Through the construction of a production and purification system with compressed air directly in the system, on a bench scale to evaluate operational parameters and microorganisms regarding the efficiency of H_2S removal.

KEYWORDS: Microorganisms; Biofiltration; Hydrogen Sulfide.

Francine Nhoato Machado Peres Aguiar

faquiar@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná,
Medianeira, Paraná, Brasil

Laercio Mantovani Frare

laercio@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná,
Medianeira, Paraná,
Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

O biogás é uma fonte de energia que concede diversos benefícios ambientais, sociais e econômicos, considerado um aliado da energia limpa para um crescimento de mecanismos sustentáveis. Reduzir a emissão de gases poluentes na atmosfera é um obstáculo para os pesquisadores de novas alternativas. Isso porque é liberado, muitas vezes, indevidamente sem o mínimo de cuidado e respeito com os recursos naturais. Dentre os tratamentos disponíveis para a biomassa resultante da atividade humana encontra-se o tratamento aeróbio, cujo benefício é a produção de biogás. Abatzoglou e Boivin (2009) citam alguns processos, em escala de laboratório que utilizaram a microaeração em biofiltros, ou a injeção de O_2 , em reatores anaeróbios para reduzir a concentração de H_2S de um biogás contendo, também, N_2 e CO_2 . O biogás é uma mistura gasosa rica em metano, que pode ser utilizado para geração de energia elétrica e térmica o que colabora para a redução dos problemas com rejeitos orgânicos e a emissão de gases tóxicos.

O processo de formação do biogás acontece em três etapas diferentes, a hidrólise, acetogênese e metanização. Algumas biomassas disponíveis no Brasil são a vinhaça, palha e bagaço de cana-de-açúcar, espiga de milho, entre outros como resíduos urbanos, lixo, esgoto, dejetos de animais. Na região Oeste do Paraná, devido a vasta produção agropecuária e agroindustrial, a biomassa proeminente desta, colabora com a produção de biogás.

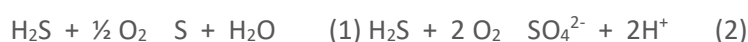
Neste ambiente, a utilização direta do biogás como combustível gera a emissão do poluente gasoso dióxido de enxofre (SO_2), devido à combustão do Sulfeto de Hidrogênio (H_2S), causador de danos à saúde. Quando combinado à umidade do ar, leva a formação da chuva ácida que causa danos consideráveis ao solo e à vegetação, inclusive no projeto de biodigestores levando a necessidade de etapas para purificação desse biogás.

Dentre os benefícios ambientais destaca-se a redução de emissão de gases poluentes na atmosfera, substituição de combustíveis fósseis assim como o biofertilizante produzido no processo da digestão anaeróbia. Na parcela social e econômica, leva para os agricultores novas possibilidades de tecnologia, qualidade de vida na redução de odores além da possibilidade de usar o digestato para fertilizar o solo, ou seja, outra política de reutilização.

Para o uso do biogás, como fonte de energia, é necessário reduzir o seu potencial de corrosão, eliminando o sulfeto de hidrogênio (H_2S), e aumentar o seu poder calorífico (removendo dióxido de carbono). O Plano Nacional de Agroenergia (MAPA, 2005) incentiva o desenvolvimento de sistemas e projetos para purificação do biogás. Essa purificação objetiva reduzir a concentração ou completa eliminação do sulfeto de hidrogênio e a concentração do dióxido de carbono.

O tratamento biológico é utilizado para remoção de H_2S do biogás a partir da oxidação realizada por bactérias específicas (RYCKEBOSCH et al., 2011). O H_2S pode ser oxidado por microrganismos das espécies *Thiobacillus* e *Acidithiobacillus*. A degradação requer O_2 e, portanto, uma quantidade adequada de ar deve ser adicionada para que a dessulfurização biológica possa acontecer (PETERSSON; WELLINGER, 2009). Eles crescem na superfície ou na estrutura do digestor e não requerem inoculação.

O H_2S reage no biofilme da seguinte forma: $H_2S \rightarrow S^{2-} + 2H^+$. O íon S^{2-} por sua vez, em função da disponibilidade de O_2 no meio pode reagir formando enxofre sólido ou sulfato de acordo com as reações (1) e (2):

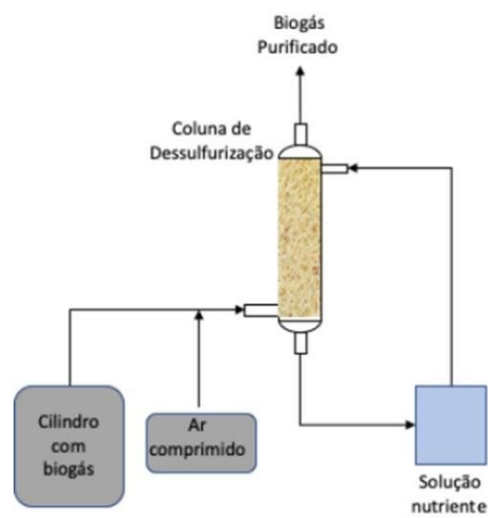


Dessa forma, para remover 1g de H_2S é preciso uma quantidade, estequiométrica, de 0,4705 g O_2 ou 1,882 g O_2 pelas reações (1) e (2), respectivamente. Portanto, uma adequada injeção de O_2 pode reduzir a concentração de H_2S mas, por sua vez, pode resultar na inibição na produção de CH_4 . O presente trabalho teve como objetivo avaliar, por meio de filtração microbiológica, o potencial de um sistema de dessulfurização de biogás.

MATERIAL E MÉTODOS

A ilustração do aparato experimental, montado na bancada do laboratório I33, para desenvolver o sistema de purificação de biogás está ilustrado na Figura 1. O sistema é composto por uma coluna de PVC. No interior da coluna de PVC foi adicionado um recheio de bucha orgânica (*Luffa aegyptiaca*) para o crescimento e fixação dos microrganismos. Na parte inferior, por uma das entradas, serão adicionados o biogás e o ar comprimido. Na parte superior, o biogás será coletado para análise em cromatografia. No interior da coluna, para manter as condições adequadas para o desenvolvimento dos microrganismos, será recirculada uma solução de nutrientes com pH controlado.

Figura 1 – Aparato experimental para dessulfurização do biogás



Fonte: Autoria própria (2020).

Na Tabela 1 pode-se observar os parâmetros que serão monitorados durante a realização dos experimentos de biodessulfurização de biogás.

Tabela 1 – Plano amostral de monitoramento do experimento

Parâmetro	
Fase Gasosa	Fase Líquida
Metano (CH ₄)	Enxofre (S)
Dióxido de Carbono (CO ₂)	Sulfato (SO ₄ ²⁻)
Sulfeto de Hidrogênio (H ₂ S)	pH
Oxigênio (O ₂)	Sólidos Totais (ST)
	Sólidos Voláteis (SV)
	Alcalinidade

Fonte: Autoria própria (2020).

O biogás a ser utilizado será coletado em uma propriedade agrícola de suinocultura por ter uma elevada concentração de H_2S . O biogás será comprimido no cilindro e transportado para o laboratório. Inicialmente, será realizada a análise da composição do biogás para avaliar, posteriormente, a eficiência de remoção do H_2S . Ao mesmo tempo, será injetada uma vazão conhecida de ar comprimido a fim de manter as bactérias aeróbias em atividade no interior da coluna de biofiltração. As vazões de biogás e ar comprimido serão controladas por meio de rotômetros. Uma solução será preparada a fim de manter a umidade e os nutrientes necessários no interior do biofiltro. A recirculação será feita por meio de uma bomba peristáltica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com este projeto de pesquisa espera-se dar continuidade às pesquisas sobre biogás, auxiliar o desenvolvimento tecnológico da utilização de biogás como fonte alternativa de energia visto que o estudo é promissor e introduzir e disseminar a pesquisa na graduação.

Estimular a atividade de pesquisa a envolverem os alunos de graduação no processo acadêmico, otimizando o potencial de orientação de pesquisa da instituição, contribuir para a formação de recursos humanos para a pesquisa, proporcionar ao bolsista a aprendizagem de técnicas e métodos científicos, bem como o desenvolvimento do pensar cientificamente, da curiosidade e da criatividade decorrentes das condições criadas pelo confronto direto com os problemas de pesquisa.

Contribuir para o desenvolvimento processos de purificação de biogás de acordo com as condições locais, ou seja, utilizar da região Oeste do Paraná, alta produção agropecuária e agroindustrial. Além de incentivar a transferência de tecnologias e competências entre Universidade, indústria e agricultura, contribuindo para ideias inovadoras e sustentáveis.

CONCLUSÃO

Em vista da situação em que se encontra, não foi possível a realização completa desse experimento. Portanto além de não ser possível a demonstração de resultados, também não é possível mostrar conclusões sobre o estudo. No entanto, existe o objetivo de dar continuidade à pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela bolsa de estudos e incentivo à pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABATZOGLOU, N.; BOIVIN, S. Review of biogas purification processes. **Biofuels**, v. 3, p. 42-71, 2009. Disponível em:<

<https://eclass.duth.gr/modules/document/file.php/TMC233/%CE%92%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1/A%20review%20of%20biogas%20purification%20processes%202006.pdf>>.

Acesso em: 18 de ago. de 2020.

ANDRIANI, D.; WRESTA, A.; ATMAJA, T. D.; SAEPU DIN, A. A Review on Optimization Production and Upgrading Biogas through CO₂ Removal Using Various Techniques. *Appl. Biochem. Biotechnol.*, v.172, p.1909-1928, 2014. Disponível em: <
<https://doi.org/10.1007/s12010-013-0652-x>>. Acesso em 10 Agosto de 2020.

CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O. Biomassa para energia. Campinas: Editora da Unicamp, 2008. Disponível em: <
<https://www.nipe.unicamp.br/docs/publicacoes/intebiomassaenergia070814.pdf>>. Acesso em 18 de ago de 2020.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Plano nacional de agroenergia 2006-2011. 2005. Disponível em: <
<http://antigo.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos/pna-2ed-portugues.pdf>>. Acesso em: 19 set 2019.

PETERSSON, A.; WELLINGER, A. **Biogas upgrading technologies – developments and innovations**. Task 37 – Energy from biogas and landfill gas. IEA Bioenergy. 20p., Outubro, 2009. Disponível em: <
https://www.researchgate.net/profile/Arthur_Wellinger/publication/285649841_Task_37_-

[_Biogas upgrading to vehicle fuel standards and grid injection/links/5ebe29e9458515626ca85559/Task-37-Biogas-upgrading-to-vehicle-fuel-standardsandgrid-injection.pdf](#) >. Acesso em: 17 de ago. de 2020.

RYCKEBOSCH, E.; DROUILLON, M.; VERVAEREN, H. Techniques for transformation of biogas to biomethane. **Biomass and Bioenergy**, v. 35, p. 1633 – 1645, 2011.

Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953411001085>>

Acesso em: 20 de ago. de 2020