

Nota Técnica

DESSULFURIZAÇÃO BIOLÓGICA DE BIOGÁS NAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO BRASIL

R. Müller^{1*}, A. Feiden¹, F.S. Marques², L.T. Lucio³, A.G. Mari⁴

¹*Univ Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, 85819-110, Brasil.*

²*Bioplan Biogás, Parque Tecnológico de Itaipu, Diretor de Desenvolvimento.*

³*Centro Internacional de Energias Renováveis, CIBiogás, Parque Tecnológico de Itaipu.*

⁴*Univ Federal do Paraná.*

RESUMO

Os processos de produção de biogás estão bem solucionados comercialmente no Brasil. No entanto, o biogás não está robusto ao ponto de ser entendido pela agroindústria como um produto, que pode gerar energia elétrica, térmica ou veicular, pois seu processo de purificação ainda carece de tecnológicas de baixo custo, principalmente para as pequenas e médias agroindústrias. O objetivo deste trabalho é avaliar o uso do processo de dessulfurização biológica para o Brasil.

Palavras-chave: metano, gás sulfídrico, sistema de purificação.

BIOLOGICAL DESULFURIZATION OF THE BIOGAS IN ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF BRAZIL

ABSTRACT

Processes for biogas production are fine resolved commercially in Brazil. However, biogas is not robust to the point of being understood by agroindustry as a product, which can generate electrical, thermal or vehicular energy, because its purification process still lacks technology for low cost, especially for small and medium sized agroindustries. The objective of this study is to evaluate the use of biological desulfurization process in Brazil.

Keywords: methane, sulfidric gas, purification system.

* eng.ricardomuller@gmail.com

INTRODUÇÃO

A diversidade da matriz elétrica nacional vem tomando o interesse público e político, dada a preocupação com a oferta de energia, segurança energética e com a instabilidade tarifária. No entanto, a expansão da economia está descompassada com a capacidade de produção de energia, a qual demanda por fontes energéticas mais onerosas. O Brasil pode minimizar esses impactos estimulando outras fontes da matriz elétrica como biomassa, que representa 7,6% (BEN, 2014).

O Brasil é o quarto maior produtor de suínos mundial, com um rebanho aproximado de 38,4 milhões de cabeças (USDA, 2014). Somente o Estado do Paraná abate 6,6 milhões de animais/ano, sendo o terceiro maior produtor nacional de suínos (IPARDES, 2014). Este setor gera aproximadamente 3,96 milhões de toneladas/ano de biomassa residual, com potencial de produzir 202 mil m³ de biogás somente no estado do Paraná, sendo que 1 m³ de biogás é equivalente a 1,6 kg de

lenha, 0,6 litros de gasolina ou 6,5 kWh de eletricidade (SANTOS, 2000).

O biogás é obtido por meio de digestão anaeróbia em biodigestores e sua composição é uma mistura de gases, como o metano (CH₄, 50 – 70%), dióxido de carbono (CO₂, 25 – 45%) e pequenas quantidades de outros gases como o ácido sulfídrico (H₂S, 0.005 – 2%) (WELLINGER; LINDBERG, 2005). Com exceção do metano, os demais gases interferem negativamente no poder calorífico do biogás. Assim a filtragem do CO₂ e principalmente do H₂S se faz essencial para o aumento do poder calorífico e da não agressão às partes metálicas de motores e equipamentos (PORPATHAM et al., 2008).

Portanto, o principal objetivo deste estudo é estimular o processo de dessulfurização biológica de biogás na agroindústria, tomando como referência o efluente da suinocultura.

DESSULFURIZAÇÃO BIOLÓGICA DE BIOGÁS

O tratamento do biogás é o primeiro passo para a ampliação da utilização desta biomassa na geração de energia. Sua purificação contribui para o aumento da produção e, conseqüentemente, do consumo e comercialização do biogás, além de fortalecer a expansão da agropecuária brasileira.

O H₂S é um gás incolor, tóxico e com o mau odor característico de ovo podre. Devido à sua natureza corrosiva, este deve ser removido no estado inicial do processo de purificação do biogás. Sua separação pode ocorrer por dois meios: remoção por processos biológicos, durante a digestão, e a remoção por processos não biológicos, após a digestão por meio de absorção, adsorção ou oxidação a seco (KRICH et al., 2005)(FRARE et al.,

2006)(WELLINGER; LINDBERG, 2005). A Tabela I apresenta as vantagens e desvantagens dos principais processos de remoção do H₂S.

A principal vantagem dos processos biológicos é o baixo custo de implantação e operação, enquanto o tratamento não biológico pode atingir até R\$ 0,34 por m³ de biogás para baixas vazões e entre R\$ 0,10 - 0,15 para altas vazões, além dos altos custos de implantação do sistema (FRARE et al., 2006). A remoção de base biológica torna-se competitiva, pois opera em condições de temperatura e pressão nominal do biodigestor, sem consumo de reagentes, tornando-o viável economicamente (SYED et al., 2006)(RYCKEBOSCH et al., 2011).

Tabela I. Comparativo entre processos de remoção do H₂S

Processos biológicos	Vantagens	Desvantagens
Injeção de oxigênio/ar no biodigestor	Baixo custo de instalação e operação; Sem consumo de produtos químicos; Dispensa de sistema complementar.	Concentração de H ₂ S < 300 ppm; Excesso de nitrogênio; O oxigênio pode causar uma mistura explosiva com o biogás.
Dosagem de cloreto/sulfato de ferro no biodigestor	Baixo custo de instalação; Operação e manutenção simples; Não injeta ar no biodigestor.	Concentrações de H ₂ S < 150 ppm; Alto custo de operação; Altera o pH e a temperatura; Difícil operação.
Processos não biológicos	Vantagens	Desvantagens
Oxidação em lâ de aço com lascas de madeira	Baixo investimento; Operação simples.	Alto custo de operação; Risco de ignição espontânea; Produz poeira tóxica.
Absorção por água	Concentração de H ₂ S < 15 ppm; Também remove o CO ₂ .	Alto custo de instalação e operação; Risco de entupimento do sistema.
Absorção química	Instalações compactas; Baixa perda de CH ₄ .	Alto custo de instalação e operação; Difícil de operar; Solução não regenerativa.
/Adsorção por carvão ativado	Alta eficiência; Concentração de H ₂ S < 3 ppm; Estrutura compacta.	Alto custo de instalação e operação; Perda de CH ₄ no processo.

Fonte: Adaptado de RYCKEBOSCH *et al* (2011).

A injeção controlada de oxigênio/ar no biodigestor é denominada como dessulfurização biológica, onde microrganismos onipresentes, como a *Thiobacillus* e *Sulfolobus*, oxidam o H₂S e o converte em enxofre (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2011). Além de um tratamento mais barato, este atinge eficiência superior a 90% na remoção do H₂S (LEE *et al.*, 2011), sendo que o enxofre produzido um importante componente de proteínas e aminoácidos para as leguminosas, além de também aumentar a produtividade de grãos, como a soja (BROCH *et al.*, 2011).

No entanto, esse processo está associado a dois atributos importantes: a relação estequiométrica ideal para injeção de ar, ou seja, o teor de oxigênio em função do volume de produção de biogás, e da membrana instalada na parte superior do biodigestor, utilizada para fixação dos microrganismos que promovem a

conversão do H₂S (NAEGELE *et al.*, 2013).

Segundo Brizio (2012), a estequiométrica ideal para injeção de ar é de 4 - 6% por volume biogás produzido. Já Mollekopf *et al* (2006) recomenda uma taxa de fluxo de ar mais elevada para degradação de resíduos orgânicos, a fim de fornecer a quantidade suficiente de oxigênio, sendo entre 8-12% de ar por volume de biogás. Botheju *et al* (2010) estudou os efeitos de diferentes volumes de ar e oxigênio em biodigestores de batelada alimentados com amido, onde observou resposta positiva com estequiométrica de até 16%.

No que tange a respeito da membrana instalada na parte superior do biodigestor, a literatura científica é muito incipiente. No entanto eventos de caráter técnico e comercial, como: a Feira Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente (FIEMA); o Fórum Brasil-

Alemanha de Biogás; e o II Encontro Brasil Alemanha de Biogás, apontam sua necessidade no desenvolvimento dos

microrganismos oxidantes, estando diretamente relacionado com a eficiência do sistema.

CONCLUSÃO

A literatura científica ainda carece de dados do processo de dessulfurização biológica, principalmente em relação a sua aplicação nas condições ambientais do Brasil. O melhor entendimento deste processo pode, além do biogás, viabilizar a expansão do setor agropecuário nas

pequenas propriedades rurais, impactando socialmente no desenvolvimento do país já que a dessulfurização biológica de biogás é um processo baixo custo e fácil de operar, tornando-o acessível aos produtores rurais de suínos e bovinos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEN - Balanço Energético Nacional. **Relatório síntese**, ano base 2013. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética. 2014. 54 p.

BOTHEJU, D.; SAMARAKOON, G.; CHEN, C.; BAKKE, R. An experimental study on the effects of oxygen in biogasification - Part 1. **Renewable Energies & Power Quality Journal**. Granada, v. 8, p. 690-692, 2010.

BRIZIO, E. **Ecosustainable Biomethane and fertilizer production through anaerobic co-digestion of animal manure and energy crops**. Tese (XXIII PhD in Chemical Engineering) – Dipartimento Scienza Applicata e Tecnologia DISTA, Politecnico Di Torino, Turim, Itália. 2012. 122 p.

BROCH, D. L. et al. Produtividade da soja no cerrado influenciada pelas fontes de enxofre. **Revista Ciência Agronômica**. Maracaju, v. 42, p. 791-796, 2011.

DEUBLEIN, D.; STEINHAUSER, A. **Biogas from waste and renewable resources**. 2° ed. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. 2011. 532 p.

FRARE, M. L.; GIMENES, L. M.; PEREIRA, C. N. Correlações para estimativas de custos na remoção de ácido sulfídrico de biogás. **Acta Scientiarum. Technology**. Maringá, v. 28, p. 29-37, 2006.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Paraná em números**. Curitiba: IPARDES. 2014. 37 p.

KRICH, K. et al. **Biomethane from Dairy Waste - A Sourcebook for the Production and Use of Renewable Natural Gas in California**. California: Clear Concepts. 2005. 282 p.

LEE Y. et al. Pilot-scale study of horizontal anaerobic digester for biogas production using food waste. **World Academy of Science, Engineering and Technology**. Suwon, v. 5, p. 1605-1608, 2011.

MOLLEKOPF, N.; POLSTER, A.; BRUMMACK, J. **Verbesserung von Entschwefelungsverfahren in landwirtschaftlichen Biogasanlagen**. Dresden: Dresden University of Technology. 2006. 112 p.

NAEGELE et al. Effects of temperature, pH and O₂ on the removal of hydrogen sulfide from biogas by external biological desulfurization in a full scale fixed-bed trickling bioreactor (FBTB). **International Journal Agricultural and Biological Engineering**. v. 6, p. 69-81, 2013.

PORPATHAM, E.; RAMESH, A.; NAGALINGAM B. Investigation on the effect of concentration of methane in biogas when used as a fuel for a spark ignition engine. **Fuel**. Chennai, v. 87, p. 1651-1659, 2008.

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

SANTOS, P. **Guia Técnico de Biogás**.

CCE - Centro para a Conservação de Energia. Portugal: AGEEN, 2000. 117 p.

SYED, M. et al. Removal of hydrogen sulfide from gas streams using biological processes – a review. **Canadian Biosystems Engineering**, v. 48, p. 2.1–2.14, 2006.

USDA – United States Department of Agriculture. **Foreign Agricultural Service**. Washington: United States Department of Agriculture. 2014. 37 p.

WELLINGER, A.; LINDBERG, A. **Biogas Upgrading and Utilisation**. IEA Bioenergy Task 24: Energy from Biological Conversion of Organic Waste. 2005. 20p.