

## BIODIGESTORES: ESTUDO DE CASO

Eder Luiz Pellizzer<sup>1</sup>

Cleber Antônio Lindino<sup>2</sup>

Armin Feiden<sup>3</sup>

### Eixo temático: Energias Renováveis

### RESUMO

O crescente desenvolvimento do país tem levado à busca por novas fontes de energia e aprimorar estudos e projetos já existentes na área energética pode contribuir significativamente para o crescimento da produção de energiasendo que o biogás é um produto com grande potencial de expansão se proveniente de uma fonte renovável. Por meio da avaliação de três modelos de biodigestores buscou-se qualificar o melhor modelo para produção de metano e tratamento dos dejetos. Os biodigestores estudados foram o modelo circular de mistura completa com agitação, injeção de ar, aquecimento dos dejetos com temperatura constante; o modelo canadense retangular com agitação dos dejetos por bomba de recirculação e o modelo canadense retangular sem aquecimento e agitação. Os parâmetros avaliados foram a taxa de produção de biogás, o pH, a DQO, Sólidos Fixos, Sólidos Voláteis e Acidez. Os resultados encontrados mostram que a produção media de biogás foi de 64 a 70 % de metano (CH<sub>4</sub>), 30 a 36 % de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), entres outros. Sua composição varia de acordo com o tipo de resíduo utilizado para alimentação dos biodigestores e seu funcionamento. Os valores encontrados neste trabalho indicam que é possível melhorar a forma construtiva e operacional dos biodigestores para obter biogás com melhor qualidade, por meio da padronização dos resíduos na entrada dos biodigestores, observando a relação entre o material solido e liquido, pH e o dimensionamento do biodigestor para atender as necessidades de cada propriedade, sendo o biodigestor de mistura completa o que proporciona melhores resultados.

**Palavras-chave:** Projetos; Eficiência; Energia Renovável.

### INTRODUÇÃO

A criação de suínos no Brasil é realizada em sistema de confinamento, produzindo elevadas quantidades de dejetos líquidos e semissólidos. Sistemas de manejo e tratamentos adequados de dejetos podem evitar graves problemas de poluição, pois quando não são tratados adequadamente, os dejetos causam sérios problemas em cursos d'água, possuem altas concentrações de matéria orgânica, metais pesados, nutrientes e patógenos (OLIVEIRA et al., 1993; BIPERS, 2002).Henn (2005) caracteriza os dejetos de suínos como um resíduo escuro, de consistência pastosa, características físico-químicas e biológicas variáveis, com alta

---

<sup>1</sup>Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura; Universidade Estadual do Oeste do Paraná; [elppastor@gmail.com](mailto:elppastor@gmail.com).

<sup>2</sup>Prof. Dr. Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Departamento de Química; [lindino99@gmail.com](mailto:lindino99@gmail.com).

<sup>3</sup>Prof. Dr. Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Departamento de Química; [armin\\_feiden@yahoo.com.br](mailto:armin_feiden@yahoo.com.br)

concentração de matéria orgânica. O total de dejetos suínos corresponde entre 4,9 a 8,5% do peso do animal vivo/dia.

As águas superficiais são normalmente afetadas pela matéria orgânica, bactérias fecais e sedimentos, provenientes de dejetos não tratados. Águas subterrâneas são afetadas por bactérias presentes nos dejetos e nitritos. Outros problemas ambientais estão relacionados ao odor desagradável dos dejetos e compostos voláteis que prejudicam o bem estar humano e animal, como o metano, a amônia, ácidos voláteis, entre outros (BIPERS, 2002).

O uso de biodigestores anaeróbios como ferramenta de remediação da poluição por estes dejetos é importante, pois diminui a sua carga orgânica, elimina patógenos nocivos e gera o biogás como fonte energética seja no aquecimento seja na geração de energia elétrica por meio de motores estacionários.

Nos modelos de biodigestores utilizados atualmente no Brasil, o abastecimento normalmente é realizado por meio de bombas com acionamento manual ou por calha de desnível e não possuem agitação automática da biomassa, ocasionando uma variação significativa na temperatura interna. Esta variação de temperatura prejudica a biodigestão, devido aos microrganismos serem sensíveis às alterações acima de 2°C num período de um dia, paralisando a produção do biogás (MIRANDA, 2006). Já ausência de agitação forma sobrenadantes sólidos que dificultam a passagem do biogás. Comumente nestes biodigestores se observa uma divisão na qual a massa das bactérias encontra-se no fundo e o substrato em decomposição parado na parte superior, tornando menor o espaço para atuação das bactérias (GÜLZOW 2013).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a interferência da agitação e aquecimento na produção de biogás e na qualidade do biofertilizante em três modelos de biodigestores alimentados com dejetos suínos.

## **METODOLOGIA**

Estudaram-se três biodigestores em plena operação, sendo dois modelos canadenses de forma retangular, que entraram em funcionamento em julho de 2011 e um modelo de mistura completa (com agitação e aquecimento), que entrou em funcionamento em novembro de 2013, todos alimentados com dejetos suínos.

Cada biodigestor foi representado por uma letra e caracterizado como (A) Biodigestor de mistura completa com capacidade de 1700 m<sup>3</sup> de dejetos, possui alimentação diária sistemas de agitação mecânica e bombeamento dos dejetos, aquecimento mediante trocador

de calor e injeção de ar através de compressor, com temperatura interna mantida em 30 °C.(B) Biodigestor canadense retangular com capacidade de 360 m<sup>3</sup> com alimentação diária e agitação dos dejetos mediante bombeamento, que retira o dejetos num determinado ponto e retorna em outro ponto, com agitação de 15 minutos e intervalo de 30 minutos.(C) Biodigestor canadense retangular com capacidade de 270 m<sup>3</sup> com alimentação diária sem agitação e sem aquecimento.

Os biodigestores de modelo canadense estão instalados no Condomínio de Agroenergia para Agricultura Familiar da Micro Bacia da Linha Ajuricaba, projeto da Itaipu Binacional, em Marechal Cândido Rondon - PR, Latitude 24°34'50.05''S e Longitude 54°6'52.66''O.O biodigestor de mistura completa e circular possui agitador mecânico e trocador de calor para garantir que a temperatura permaneça em 30 °C, e está localizado na em Entre Rios do Oeste – PR, Latitude 24°43'9.39''S e Longitude 54°13'33.80''O.

Para comparação do desempenho entre os biodigestores foram determinados os parâmetros de acidez (mg L<sup>-1</sup>), DQO (mg L<sup>-1</sup>), pH, Sólidos Fixos e Voláteis (mg L<sup>-1</sup>) de acordo com os Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005) e foram realizadas no Laboratório de Limnologia Aplicada da Unioeste/Campus de Toledo.

A qualidade do biogás foi avaliada por meio das medidas de teores de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S coletados com equipamento de detecção de gases, marca Dräger, modelo: X-am7000, com faixas de atuação de CO<sub>2</sub> (0 a 100%), CH<sub>4</sub> (0 a 100%), H<sub>2</sub> (0 a 2000 ppm), O<sub>2</sub> (0 a 25%) e H<sub>2</sub>S (0 a 1000 ppm).

O período de coleta de dados foi de 245 dias com intervalos de 35 dias referentes ao tempo de retenção hidráulica (TRH) dos biodigestores, totalizando 10 coletas realizadas no experimento entre setembro a junho de 2016. Para realizar as coletas das amostras dos dejetos na entrada e na saída de cada biodigestor aguardou-se um tempo de 15 minutos após o início da alimentação dos mesmos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores da alteração em cada modelo de biodigestor (A, B e C) nos parâmetros Acidez, DQO, Sólidos Fixos, Sólidos Voláteis e pH. Valores negativos (-) indicam redução do parâmetro na saída dos biodigestores e valores positivos (+) indicam acréscimo na saída.

**Tabela 1.** Alteração média nos parâmetros estudados para as 10 amostras dos biodigestores e desvio padrão (DP) ao longo do período estudado.

Parâmetro	A	B	C	DP (%)*
Sólidos fixos	-71,23%	-13,13%	+107,15%	0,66
Sólidos voláteis	-82,00%	-51,44%	+192,72%	1,15
Acidez	-52,32%	-44,81%	-22,57%	0,12
pH	+5,37%	+2,75%	+1,10%	0,02
DQO	-37,20%	+5,03%	+291,96%	1,37

\*Desvio Padrão dos métodos (triplicata).

Na análise dos dados de pH, todos os modelos de biodigestor apresentam pH entre 6,8 e 7,5 que favorecem o crescimento das bactérias metanogênicas. Verificou-se aumento no pH (alcalinização) para todos os biodigestores, com ênfase para o biodigestor A. Utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade observou-se que não há diferença significativa entre as amostras de pH.

Houve redução da DQO de -37,20% na saída do biodigestor A; já o modelo B houve um aumento de 5,03% e para o biodigestor C um aumento significativo na saída com 291,96%, sendo este último devido ao longo período sem agitação e sem limpeza favorece a decantação da matéria orgânica e a formação de “torrões”, aumentando significativamente os resultados da DQO na saída do biodigestor. Há o surgimento de caminhos preferenciais no interior do biodigestor que diminuem significativamente o TRH, reduzindo significativamente a digestão da matéria orgânica, como pode ser visto nos resultados de sólidos voláteis e fixos.

A composição média do biogás obtido em cada biodigestor estudado, comparando-se os dados com os obtidos por Gleis e Groth (2012), pode ser vista na Tabela 2.

**Tabela 2.** Composição média do biogás gerado nos biodigestores estudados.

	A	B	C	Referência*
Composto	%	%	%	%
CO <sub>2</sub>	34,6 ± 1,7	29,4 ± 3,4	28,7 ± 1,9	<b>25-55</b>
CH <sub>4</sub>	64,2 ± 7,8	70,0 ± 1,9	70,5 ± 1,9	<b>40-75</b>
O <sub>2</sub>	1,1 ± 0,5	0,6 ± 0,4	0,8 ± 0,4	<b>0-2</b>
H <sub>2</sub>	>0,2	>0,2	>0,2	<b>0-1</b>
H <sub>2</sub> S	0,06	>0,1	>0,1	<b>0-3</b>

\*Publicação utilizada como referencial (GLEIS e GROTH, 2012)

Por meio da análise dos dados coletados obteve-se média de produção para cada modelo de biodigestor com resultados comparáveis à literatura. Foram obtidos teores de  $H_2$  e  $H_2S$  mais elevados para os modelos B e C. A presença de altas concentrações de gás sulfídrico inviabiliza seu uso em motores, devido à sua reatividade, situação agravada quando está sob pressão e temperaturas elevadas e presença de umidade (GÜLZOW, 2013). Neste caso, o biodigestor A com menor teor de  $H_2S$  favorece o uso do biogás em motores estacionários para geração de energia elétrica sem que haja comprometimento devido à corrosão das partes metálicas e acúmulo de borra. A baixa concentração de  $H_2S$  ocorre devido à injeção de ar.

O biodigestor A apresentou menor teor e variabilidade maior ( $CV = 12,1\%$ ) na produção de  $CH_4$  do que os biodigestores B e C ( $2,7\%$ ) e a queda no rendimento está mais relacionada às cargas orgânicas e o pH do substrato, do que à temperatura.

## CONCLUSÃO

O correto dimensionamento e manutenção dos biodigestores proporcionam alta produção e qualidade do biogás e, consecutivamente, biofertilizante de melhor qualidade agrônômica. Este fato reforça a ideia de que biodigestores necessitam de manejo contínuo e cuidadoso e a importância da agitação e controle de temperatura para eficientemente tratar os dejetos.

## REFERÊNCIAS

- APHA. American Public Health Association. **Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater**. Washington. 21<sup>th</sup> edition, 2005.
- BIPERS. Boletim Informativo Pesquisa e Extensão. **Coletânea de Tecnologia sobre dejetos de Suínos**. 2002.
- GLEIS, S.; GROTH, M. **Renewable Energy Concepts – Biogas**. Basics, Key Industries, Digester Technology and Power Generation. Disponível em: <<http://www.renewable-energy-concepts.com/biomass-bioenergy/anaerobic-methane-digester.html>>. Acesso em 11 out. 2014.
- GÜLZOW, O. **Guia Prático do Biogás: Geração e Utilização**. 5. ed. Gülzow-prüzen Alemanha: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe E.v. (fnr), 2013.
- HENN, A. Avaliação de dois sistemas de manejo de dejetos em uma pequena propriedade produtora de suínos – condições de partida. 2005, 157p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.
- MIRANDA, A. P.; AMARAL, L. A.; LUCAS JUNIOR, J. Influência da temperatura na biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos e suínos. In: **X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação**. Universidade do Vale do Paraíba. 2006.
- OLIVEIRA, P.A.V. et al. **Manual de Manejo e utilização de Dejetos de Suínos**. Concórdia, Santa Catarina, CNPSA- EMBRAPA (Documento 27), 1993.