

QUANTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS E DETERMINAÇÃO DO PERCENTUAL DE METANO A PARTIR DE DEJETOS SUÍNOS E LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES (ETE)

Odorico Konrad¹, Fernanda Bastiani², Michele Schmitz² e Gustavo Künzel³

RESUMO: Considerando o perfil econômico do Vale do Taquari, a produção de resíduos nas áreas de destaque da sua economia é significativa. Nesse contexto, o presente trabalho avalia a produção de biogás a partir de dejetos suínos e lodo proveniente de Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), por meio da digestão anaeróbia. Para o monitoramento da quantidade de biogás produzido, utilizou-se um equipamento desenvolvido pelo grupo de pesquisa, enquanto a avaliação do percentual metano presente no biogás deu-se por meio de um sensor específico.

PALAVRAS-CHAVE: Biogás. Dejetos suínos. Lodo.

1 INTRODUÇÃO

Os debates acerca das questões ambientais referem-se constantemente à geração de resíduos oriundos de todos os setores da economia, sendo a carência na área tecnológica um dos fatores agravantes da problemática. No Vale do Taquari, região na qual se insere o Centro Universitário UNIVATES, a produção pecuária e a indústria alimentícia apresentam significativa importância econômica, entretanto em ambos os setores a geração de resíduos é considerável. A produção pecuária se dá especialmente em pequenas propriedades rurais. Conforme abordado por CYRNE e SANTOS (2003) o vale “tem na agroindústria de alimentos e nas pequenas propriedades rurais a base de sua economia”. Além disso, destacam-se ainda a indústria de transformação, a indústria de couros, peles e similares (curtumes), a produção e industrialização de aves e de suínos, além da indústria de laticínios, de doces e de bebidas. Sendo a geração de algum tipo de resíduo inevitável nos setores mencionados, a sua utilização de forma a diminuir os impactos causados em decorrência de seu lançamento no ambiente possibilita a redução de custos de produção e manutenção.

O rebanho suíno compõe cerca de 5% do rebanho correspondente à Região Sul do país, que, por sua vez, engloba 17,3 milhões de cabeças (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2007). Sabendo-se que cada suíno produz em média 8,6 L de dejetos por dia (DAI PRÁ et al., 2009), em um ciclo de cerca de 120 dias⁴ e, aliado a isso, que o lodo de ETE usado neste estudo é proveniente basicamente de ETE de cervejarias, frigoríficos e borra de processo de retirada de sebo, sangue e carne de bovinos para a fabricação de farelo de sangue e farelo de carne, o que

1 Doutor em Engenharia Ambiental. Docente do curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário UNIVATES. Coordenador do Laboratório de Biorreatores – Centro Universitário UNIVATES. (okonrad@univates.br).

2 Acadêmicas do curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário UNIVATES. Bolsistas de Iniciação Científica no projeto Gerenciamento Integrado de Resíduos: Aplicação de Processos Oxidativos Avançados e Geração de Energia, desenvolvido no Laboratório de Biorreatores (febastiani@universo.univates.br) e (michele24@universo.univates.br).

3 Acadêmico do curso de Engenharia de Controle e Automação do Centro Universitário UNIVATES e estagiário do Laboratório de Biorreatores (gkunzel@gmail.com).

4 De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

resulta em média em 2000 m³/mês, verifica-se a necessidade da busca por soluções que visem a minimizar os problemas ambientais decorrentes dessas atividades na região.

Considerando o incremento na busca por formas alternativas de obtenção de energia, diferentes tipos de substratos apresentam-se com potencial para tal finalidade, dentre os quais se destaca a utilização de resíduos de origem animal por meio da digestão anaeróbia (processo de biorreação), no qual bactérias anaeróbias realizam a biodegradação da carga orgânica presente. Além de contribuir para o tratamento dos resíduos orgânicos, o processo de digestão anaeróbia produz metano (CH₄), o qual pode ser utilizado como energia renovável (YANG, 2004). Para AXAPOULOS e PANAGAKIS (2003), os resíduos orgânicos têm um potencial energético considerado, sendo vistos como uma promissora fonte de energia.

Nesse sentido, o objetivo geral deste estudo é analisar quantitativamente a produção de biogás a partir de dejetos suínos e lodo proveniente de uma ETE, por meio do processo de biorreação, bem como avaliar o percentual de metano contido no mesmo.

2 O PROCESSO DE BIODEGRADAÇÃO

O processo de digestão anaeróbia é cada vez mais atrativo para o tratamento de resíduos orgânicos. Dentre esses encontram-se os dejetos suínos, por possuírem potencial de geração de energia renovável por meio do gás metano, além de serem empregados como fertilizantes líquidos e condicionantes para o solo (CHAE, 2008).

Nesse tipo de sistema, de acordo com CHERNICHARO (1997, p. 17), “verifica-se que a maior parte do material orgânico biodegradável presente no despejo é convertida em biogás (cerca de 70 a 90%)”, o que valoriza a sua utilização. Conforme o mesmo autor, a característica do biogás muda rapidamente no período inicial do processo ou quando este é inibido, porém sua composição é geralmente uniforme para processos estáveis. Na digestão de esgotos domésticos, obtêm-se uma proporção de cerca de 70 a 80% de metano (CH₄) e 20 a 30% de dióxido de carbono (CO₂) (CHERNICHARO, 1997). Já para os dejetos de animais, TEIXEIRA (1985) afirma que a composição média em volume do biogás é de 54 a 80% de metano.

Nesse sentido, o estudo justifica-se pela busca de melhorias no sistema de tratamento de resíduos oriundos da atividade pecuária, já que os substratos destinados para um reator produzem biogás, sendo de fundamental importância possuir conhecimento técnico/científico com relação à quantidade de biogás e o percentual de metano contido no mesmo. Já a qualificação do biogás produzido é fundamental para se conhecer o seu potencial energético.

A medição de biogás proveniente da digestão anaeróbia pode se dar por meio de equipamentos em escala industrial, indicados para grandes quantidades de gás, porém eles não possuem a sensibilidade requerida para experimentos de pequeno porte. Dessa forma faz-se necessário um aparato técnico que determine de forma contínua a quantidade de biogás produzida em escala laboratorial (LIU, 2004). Para tal finalidade, processos e equipamentos já existentes, baseados no princípio de deslocamento de fluidos, foram adaptados e modificados a partir de experimentos desenvolvidos por VEIGA (1990) e LIU (2004).

A biodigestão de dejetos e resíduos se mostra como uma técnica promissora de tratamento, possibilitando a geração de biogás (CAMPOS et al., 2005; SOUZA et al., 2005), e o aproveitamento do CH₄ contido no mesmo, como uma fonte de energia renovável, podendo ser utilizada em diferentes sistemas (SILVA et al., 2005). O biogás SILVA et al. (2007) é uma fonte de energia gasosa semelhante ao gás natural, e pode ser utilizado para a geração de energia elétrica, térmica ou mecânica na propriedade rural, contribuindo para a redução de custos de produção.

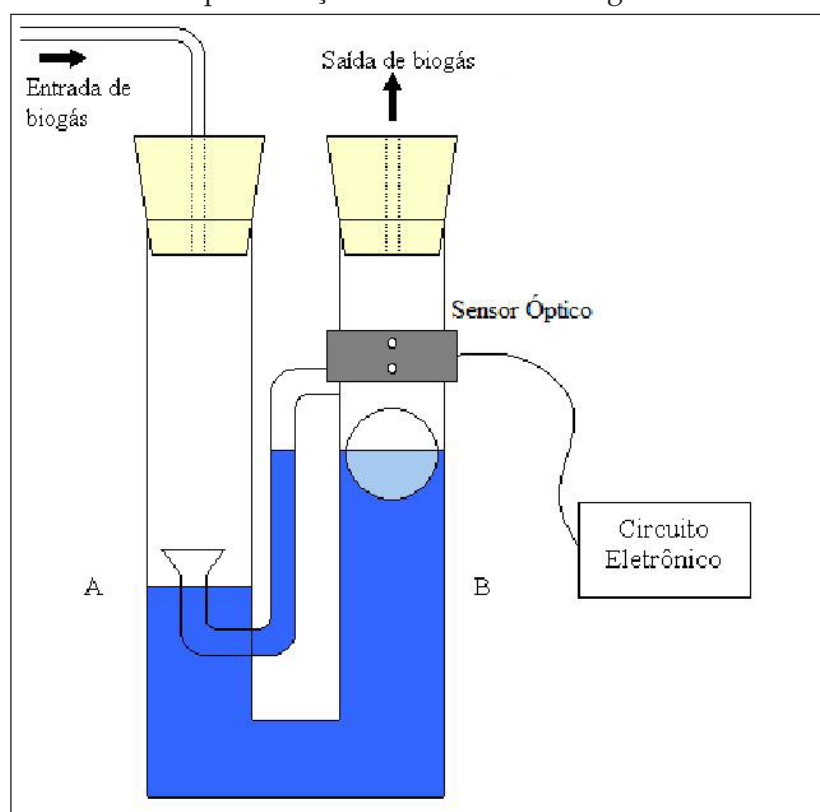
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

O equipamento utilizado no processo de quantificação do biogás é composto por um biorreator de vidro com capacidade máxima de 1 L, um coletor de biogás constituído por um tubo de vidro em forma de U, um sensor óptico, uma esfera de isopor e um circuito eletrônico que registra e armazena a passagem do biogás pelo sistema.

O princípio de funcionamento do dispositivo consiste no deslocamento de fluidos, sendo a quantificação do biogás gerado realizada quando este à medida que enche o tubo em forma de U, desloca o fluido nele contido (água) e eleva o nível de fluido no lado oposto, o que é detectado por um sensor óptico que envia essa informação a um circuito eletrônico. A FIGURA 1 representa o dispositivo responsável pela quantificação do biogás.

FIGURA 1 - Representação do medidor de biogás.



3.2 Descrição do procedimento

Completou-se cada reator com 600 mL de substratos já misturados e homogeneizados, os quais foram acondicionados os mesmos em banho-maria com circulação de água a uma temperatura controlada de 35°C, em função de resultados apresentados por CHAE (2008) e CHERNICHARO (1997).

Os experimentos foram realizados com as amostras em triplicata, o que confere confiabilidade ao teste. O primeiro e o segundo conjunto de amostras foram compostos por dejetos suínos e lodo, respectivamente, a uma proporção de 100% cada. No terceiro conjunto foi empregada a proporção

de 50% de dejetos suínos e 50% de lodo, enquanto a proporção de 75% de dejetos suínos e 25% de lodo constituiu a quarta triplicata. O período total de teste foi de 91 dias.

Fechou-se cada um dos reatores com uma rolha de borracha, a qual foi conectada, por meio de um tubo plástico de 3 mm de diâmetro, à outra rolha de borracha que fecha o lado A do tubo em forma de U, o que interliga o reator ao tubo, permitindo a passagem de biogás. O lado B do tubo também recebeu uma rolha de borracha, com uma abertura central de 3 mm de diâmetro, a fim de evitar a evaporação do fluido nele contido e permitir a saída do biogás.

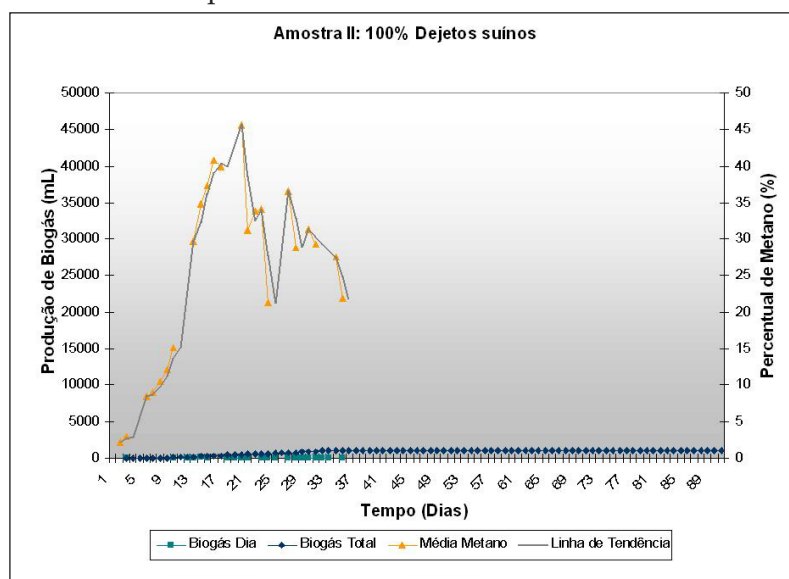
Completou-se o tubo de vidro em forma de U, responsável pela medição do biogás gerado pelo deslocamento de fluidos, com 150 mL de água. A calibração do sistema se deu pela injeção de ar nos tubos por meio de uma seringa graduada. Inseriu-se a média dos volumes obtidos após 10 injeções de ar no software do equipamento, que também afere a temperatura e a pressão atmosférica no momento da calibração e durante o experimento, ou seja, no momento do evento. O software do equipamento utiliza como equação a Lei Combinada dos Gases (RUSSELL, 1994), pela qual é possível determinar com exatidão o volume de biogás produzido em função da temperatura e da pressão atmosférica no momento da calibração e no momento em que determinada quantidade de biogás passa pelo tubo, ou seja, a temperatura e a pressão atmosférica inicial e final, respectivamente.

O percentual de metano contido nas amostras foi determinado a partir da injeção diária de 20 mL de biogás retirados diretamente de cada reator, por uma seringa, em um instrumento específico para a medição da concentração de metano em gases, denominado Advanced Gasmitter, desenvolvido pela PRONOVA Analysentechnik GmbH & Co.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira triplicata, composta unicamente por dejetos suínos, produziu-se em média 1069 mL de biogás por 600 mL de substrato, durante os 91 dias de experimento, conforme a FIGURA 2.

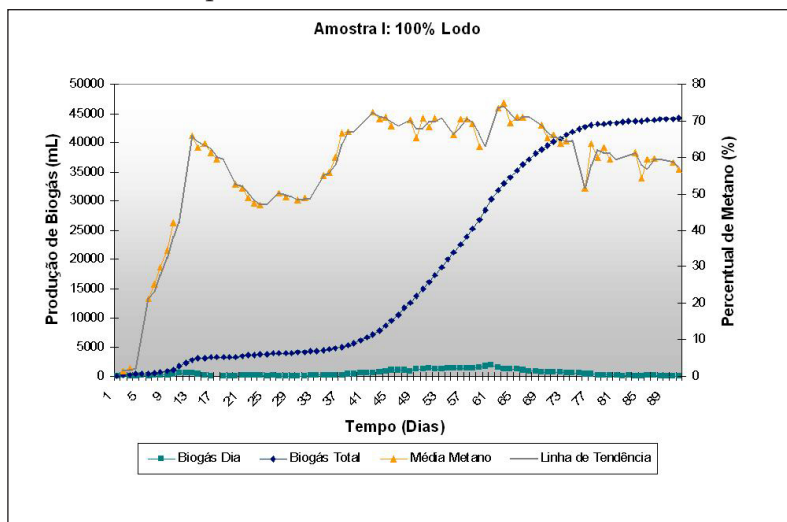
FIGURA 2 - Triplicata contendo 100% substrato suíno.



Nota-se que neste experimento a geração de biogás cessou no 37º dia, não tendo o percentual de metano contido no biogás ultrapassado 45%.

Na segunda triplicata, composta unicamente por lodo, atingiu-se a produção máxima média registrada neste experimento de 44.200 mL de biogás por 600 mL de substrato no período total do experimento. Os resultados para esta triplicata estão expressos na FIGURA 3.

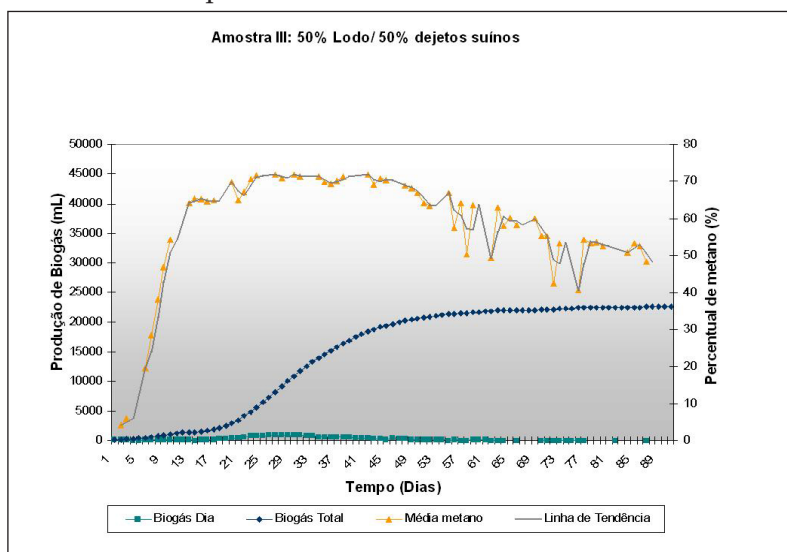
FIGURA 3 - Triplicata contendo 100% lodo.



O percentual de metano variou entre 45 a 70% nas amostras de biogás analisadas, mantendo-se acima de 50% na maior parte do experimento. Neste experimento, os maiores níveis diários de biogás foram notados entre o 50º e o 65º dia.

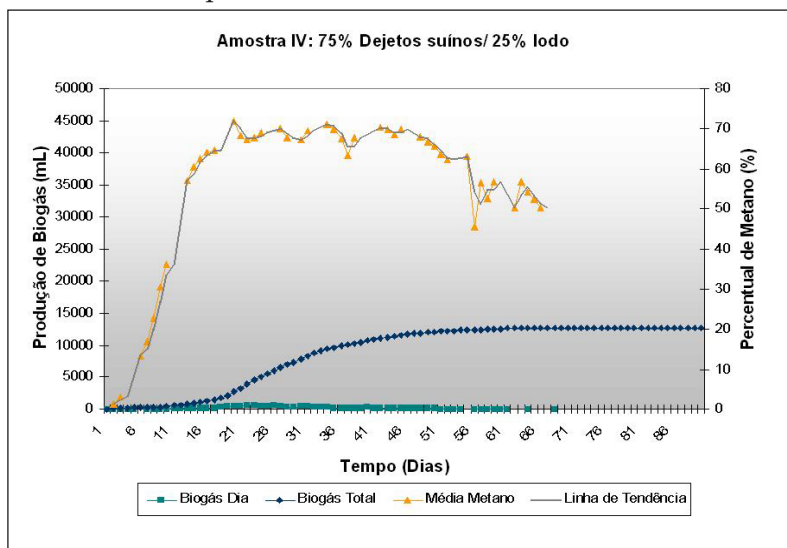
Na terceira triplicata, na qual a concentração de substratos foi 50% de dejetos suínos e 50% de lodo, produziram-se 22.500 mL de biogás por 600 mL de substrato no período de experimento, com o pico da produção entre o 20º e 35º dia, conforme pode ser observado na FIGURA 4. Referente ao percentual de metano analisado, observa-se que a partir do 10º dia se manteve acima dos 40%.

FIGURA 4 - Triplicata contendo 50% de substrato suíno e 50% de lodo.



Já na quarta triplicata, composta por amostras com 75% de dejetos suínos e 25% de lodo, notou-se que a produção média nas três amostras foi de 12.700 mL no período de teste, sendo o pico de produção entre o 20° e o 30° dia e a paralisação na produção de biogás no 70° dia. O percentual de metano obtido na amostra foi superior a 40% a partir do 12° dia de experimento. Os resultados estão expressos na FIGURA 5.

FIGURA 5 - Triplicata contendo 75% de substrato suíno e 25% de lodo.



5 CONCLUSÕES

Pela análise geral dos gráficos, observa-se que a amostra composta somente por lodo apresentou a produção mais significativa de biogás e maior produção de metano, quando comparada às demais. Nota-se que do 1° ao 5° dia de experimento a produção de metano apontou níveis inferiores a 6%, ficando acima de 40% nos demais dias em três amostras, exceto na primeira triplicata, composta por 100% de dejetos suínos.

Os resultados obtidos com a aplicação desta técnica indicam que a metodologia é eficiente para o conhecimento do potencial energético dos diferentes substratos analisados. Diante dos resultados alcançados, o processo de biorreação apresenta-se como uma técnica com real possibilidade de aplicação em escala piloto, sendo que representando nova concepção na obtenção do biogás para a utilização como uma fonte alternativa de energia.

REFERÊNCIAS

AXAOPOULOS, P.; PANAGAKIS, P. Energy and economic analysis of biogas heated livestock buildings. *Biomass & Bioenergy*, v. 24, p. 239-248, 2003.

CAMPOS, C. M. M.; MOCHIZUKI, E. T.; DAMASCENO, L. H. S.; BOTELHO, C. G. Avaliação do potencial de produção de biogás e da eficiência de tratamento do reator anaeróbio e manta de lodo (UASB) alimentado com dejetos de suínos. *Ciência agrotec., Lavras*, v. 29, n. 4, p. 848-856, jul./ago., 2005.

CHAE, K. J., JANG, A., YIM, S. K. e KIM, I. S. The effects of digestion temperature and temperature shock on the biogas yields from the mesophilic anaerobic digestion of swine manure. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 1-6, 2008.

CHERNICHARO, C. A. L. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. UFMG, Minas Gerais, 1997.

CYRNE, C. C. S. e SANTOS, C. H. Cinco indicadores de desempenho em empresas certificadas ISO 9000 no Vale do Taquari. **Estudo & Debate**, Lajeado, v. 10, n. 1, p. 39-54, 2003.

DAI PRÁ, M. A., et al. **Compostagem como alternativa para gestão ambiental na produção de suínos**. Porto Alegre: Evangraf, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/suinos/planejamento.html>>. Acesso em: 25 set. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal, 2007.

LIU, J., OLSSON, G. E MATTIASSON, B. A volumetric meter for monitoring of low gas flow rate from laboratory-scale biogas reactors. **Sensor and Actuators**, v.97, p. 369-372, 2004.

Russell, J. B. **Química Geral**. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994.

SILVA, F. M. et al. Desempenho de um aquecedor de água a biogás. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n.3, p. 608-614, set./dez, 2005.

SILVA, C.P. et al. Biodigestão anaeróbica de dejetos de suínos sob efeito de diferentes temperaturas. SEMINÁRIO DE TECNOLOGIAS LIMPAS, 2., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2007.

SOUZA, C. F.; LUCAS JR, J; FERREIRA, W. P. M. Biodigestão anaeróbia de dejetos suínos sob efeito de três temperaturas e dois níveis de agitação do substrato – considerações sobre a partida. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 530-539, mai./ago., 2005.

TEIXEIRA , E. N. **Adaptação de estruturas existentes (esterqueiras) em biodigestores**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos e Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1985.

VEIGA, M. C. Kinetics of anaerobic treatment of landfill leachates combined with urban wastewaters. **Waste Management & Research. Res.** v. 24. p. 1551-1554, 1990.

YANG, Y. et al. Performance of a fixed-bed reactor packed with carbon felt during anaerobic digestion of cellulose. **Bioresource Technology**, v. 94. p. 197-201, 2004.

