

# POTENCIAL ENERGÉTICO DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DE BIOTÉRIO PARA A PRODUÇÃO DE BIOGÁS

[Energetic potential of the use of solid wastes from laboratory animal care facilities for the production of biogas]

Eliane Macedo Sobrinho Santos<sup>1\*</sup>, Anna Christina Almeida<sup>2</sup>, Fernando Colen<sup>2</sup>, Igor Viana Brandi<sup>2</sup>, Eduardo Robson Duarte<sup>2</sup>, Hércules Otacílio Santos<sup>3</sup>, Alex Sander Rodrigues Cangussu<sup>4</sup>

<sup>1\*</sup> Mestre em Ciências Agrárias, Professora do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - IFNMG, Fazenda do Meio Pé da Serra, S/N, BR 367, km 278, Araçuaí, MG.

<sup>2</sup> Professor da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Campus Regional de Montes Claros - Montes Claros, MG

<sup>3</sup> Supervisão da Produção de Vacinas Virais do Instituto Butantan – São Paulo, SP.

<sup>4</sup> Supervisor de Tecnologia de Vacinas - Laboratório de Tecnologia de Vacinas da Vallée S. A. - Montes Claros, MG.

**RESUMO** - O propósito deste trabalho foi avaliar a produção de biogás obtido com a biodigestão anaeróbia dos resíduos sólidos provenientes de biotério. Para tanto, foram confeccionados biodigestores a partir de bombonas plásticas com capacidade máxima para 200 L, providos de gasômetro com termômetro e orifício com mangueira para eliminação do biogás. Cada biodigestor foi carregado com 8% de sólidos totais de resíduo do biotério separadamente, isto é, resíduo de: coelho, cobaia, camundongo e hamster, sendo o restante completado com água para um volume final de aproximadamente 150 L. Em paralelo, foi montado um biodigestor carregado com a mistura de todos os dejetos do biotério. A biodigestão destas misturas de resíduos sólidos e água ocorreu sob temperatura ambiente de 30 ( $\pm$  5) °C e temperatura interna de 33 ( $\pm$  3) °C. Ao término do trabalho, a produção de biogás apresentou-se satisfatória, com produção mínima de 70,95 L.Kg<sup>-1</sup> de dejetos de hamster, sendo a produção máxima oriunda dos dejetos de camundongos com 101,51 L.Kg<sup>-1</sup>, seguida por dejetos de cobaias com 91,91 L.Kg<sup>-1</sup> e coelhos com 85,58 L.kg<sup>-1</sup>. Assim sendo, sugere-se que o processo de biodigestão anaeróbia aparenta ser eficiente para a produção de biogás.

**Palavras-Chave:** Metano, Poluição Ambiental, Animais de Laboratório.

**ABSTRACT** - The purpose of this study was to evaluate the production of biogas obtained from anaerobic digestion of solid waste from animal facilities. Plastic digesters with a capacity of 200 L, equipped with a thermometer and a hole with the gas hose for disposal were used. Each digester was loaded with 8% of total solid waste in the animal house separately, i.e., residues from rabbit, guinea pig, mouse and hamster, the remainder being completed with water to a final volume of about 150 L. Another digester loaded with a mixture of all the waste from the animal house was mounted in parallel. The bio digestion of such mixtures was conducted at room temperature at 30 ( $\pm$  5) °C, and internal temperature of 33 ( $\pm$  3) °C. At the end of the work, a satisfactory production of biogas was reached, with a minimum of 70.95 L.Kg<sup>-1</sup> of hamster waste and a maximum production derived from the mice waste, 101.51 L.Kg<sup>-1</sup>, followed by guinea pigs waste, 91.91 L.Kg<sup>-1</sup>, and rabbits waste, 85.58 L.Kg<sup>-1</sup>. Therefore, it is suggested that the anaerobic digestion process seems to be efficient for the production of biogas.

**Keywords:** Methane, Environmental pollution, Laboratory animals.

## INTRODUÇÃO

Como nos demais sistemas de criação de animais, a produção desses em laboratório gera uma quantidade muito grande de resíduos por meio de cama acrescida de fezes e urina que, se bem manejados, poderão tornar-se uma importante fonte de renda e

agregação de valor à atividade desenvolvida, do contrário, poderão ocasionar problemas ambientais e prejuízos incalculáveis. Para tanto, é necessário que haja a adoção de um sistema de aproveitamento desses resíduos, como a biodigestão anaeróbia. Esse sistema já está bem descrito na literatura para resíduos oriundos da produção de diversas espécies

\* Autor para correspondência: elianemsobrinho@hotmail.com

animais, contudo, são ainda escassas as informações acerca dos dejetos advindos de biotérios, para fins de pesquisa.

O processo de biodigestão anaeróbia consiste de um sistema de tratamento no qual a matéria orgânica é degradada até a forma de metano ( $\text{CH}_4$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) em condições de anaerobiose (Demirer & Chen, 2005). O metano produzido pode ser utilizado como fonte de energia na substituição de combustíveis fósseis, podendo, dessa forma, agregar valor à produção e diminuir a emissão de dióxido de carbono (Silva et al., 2005; Orrico et al., 2007; Santos et al., 2007). As vantagens do processo são: redução de microrganismos patogênicos e odores, pequeno espaço físico ocupado para o tratamento dos resíduos, e a facilidade de controlar a liberação de gases ou efluentes. Em processos anaeróbios como este, a degradação da matéria orgânica envolve a atuação de micro-organismos procarióticos anaeróbios facultativos e obrigatórios, cujas espécies pertencem ao grupo de bactérias hidrolíticas, fermentativas, acetogênicas produtoras de hidrogênio e arqueas metanogênicas (Côte et al., 2006; Alvarez et al., 2006).

Apesar de possuir características semelhantes a dejetos de outras espécies animais, que sabidamente apresentam um elevado potencial de produção de

metano, os resíduos sólidos provenientes de biotério são pouco utilizados como fonte alternativa de energia e renda, principalmente na produção de biogás, devido à dificuldade de se encontrar na literatura dados que confirmem o valor que pode ser agregado a esse tipo de resíduo. Deste modo, este trabalho, teve por objetivo descrever o potencial de produção de biogás dos resíduos de animais de laboratório via biodigestão anaeróbia.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Instituto de Ciências Agrárias – ICA da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Foi avaliado o processo de biodigestão anaeróbia para o aproveitamento dos resíduos sólidos, maravalha e esterco de animais de laboratório (cobaio, coelho, camundongo e hamster), utilizando-se um biodigestor confeccionado a partir de bombonas plásticas (Figura 1), com capacidade máxima para 200 L, provido com gasômetro para armazenamento de biogás. No gasômetro foi instalado um termômetro para monitoramento da temperatura interna e orifício com mangueira para retirada do biogás.



Figura 1 – Biodigestor (1) e gasômetro (2) em bombonas plásticas, dotado de termômetro e orifício para saída de biogás.

Cada biodigestor foi carregado com dejetos e água, de maneira que o teor de sólidos totais permaneceu na ordem de 8% com resíduos de coelho, cobaia, camundongo e hamster, para um volume final de aproximadamente 150 L. Um quinto biodigestor foi montado e carregado com a mistura de todos os dejetos do biotério, numa quantidade de resíduos

ponderada em relação à produção no biotério. As quantidades de dejetos produzidas no biotério, bem como os teores de sólidos totais e os volumes de água adicionados à mistura para manter os reatores com 8% de sólidos totais estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de dejetos per capita para animais de biotério, teor de sólidos totais, quantidade de dejetos por biodigestor, volume de água adicionado para mistura final com 8% de sólidos totais.

Descrição	Animal				Mistura
	Cobaio	Coelho	Camundongo	Hamster	
Quantidade de dejetos per capita (kg dia <sup>-1</sup> )	0,049*	0,228**	0,071*	0,943*	-
Quantidade de dejetos por biodigestor (kg)	19,89	42,85	18,03	15,54	44,94
Teor de sólidos Totais (%)	60,32	28,72	66,60	77,20	26,87
Volume de água adicionado por biodigestor (L)	130,08	110,98	132,07	134,42	106,00

Fonte: Dados da Pesquisa. \* Fezes e cama de maravalha; \*\* somente fezes.

A homogeneização prévia do material foi realizada em baldes devidamente limpos e higienizados. A biodigestão dessas misturas de resíduos sólidos e água ocorreu sob temperatura ambiente de 30 (± 5) °C e temperatura interna de 33 (± 3) °C. Por se tratar de um experimento de campo, os reatores foram submetidos à variação da temperatura ambiental, por isso foi necessário o acompanhamento da temperatura interna nos gasômetros para posterior correção do volume de biogás. A correção do volume de biogás para as condições de 1 atm e 20 °C foi efetuada com base no trabalho de Caetano (1985).

Após a montagem dos biodigestores e seu abastecimento com resíduo sólido provenientes de biotério acrescidos de água, foi realizada leitura diária de pH dentro de cada biodigestor.

A produção de biogás era retirada através do orifício dotado de cano e mangueira estrategicamente projetado para esse fim, na parte superior do gasômetro, quando então era queimado utilizando-se um bico de *Bunsen*. A retirada do gás foi realizada a cada 3 dias, ou de acordo com a necessidade, dependendo da quantidade de biogás produzido no

biodigestor, após a determinação do volume do mesmo.

O potencial de produção de biogás foi calculado utilizando-se os dados de produção total e das quantidades de material *in natura*. Os valores foram expressos em L de biogás por Kg de substrato utilizado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante 100 dias, foi verificada a produção de biogás de cada um dos biodigestores. Na Tabela 2 pode-se observar a quantidade de biogás, em L, produzida nos biodigestores abastecidos com resíduos sólidos de coelho, cobaia, camundongo, hamster e ainda um quinto biodigestor cujo substrato para a biodigestão anaeróbia foi a mistura de resíduos sólidos das quatro espécies de animais de laboratório anteriormente citadas. Cabe lembrar que, para esse biodigestor, foram utilizadas quantidades proporcionais à produção de dejetos para cada espécie de animais do biotério.

Tabela 2 – Produção de biogás nos biodigestores abastecidos com resíduos provenientes de biotério.

Biodigestor	Produção biogás (L)	Kg de dejetos	Litros kg <sup>-1</sup>
Biodigestor 1 – Coelho	3.667,02	42,85	85,58
Biodigestor 2 – Cobaia	1.828,00	19,89	91,91
Biodigestor 3 - Camundongo	1.830,20	18,03	101,51
Biodigestor 4 – Hamster	1.102,53	15,54	70,95
Biodigestor 5 – Mistura	3.181,91	44,94	70,80

Fonte: Dados da Pesquisa.

Em decorrência da quantidade de biogás produzida pelos biodigestores, principalmente aquele carregado com fezes de coelhos, verificou-se que a temperatura de 35 °C, à qual os mesmos foram submetidos, apresentou-se satisfatória para a decomposição do material presente em seu interior, promovendo a produção de biogás a partir do 17<sup>o</sup> dia de

funcionamento. Conforme relatado por Souza et al. (2005), as temperaturas de 35 e 40°C favoreceram a partida dos biodigestores, pois resultaram em maior produção acumulada de biogás (115,48 e 113,74 L, respectivamente), em menor tempo (28,13 e 21,75 dias, respectivamente), quando comparadas com a de 25 °C, na qual a produção foi de 22,03 L, em 64,38

dias. Os resultados aqui apresentados são menores que a produção oriunda de dejetos de suínos e superiores aos obtidos a partir de dejetos de bovinos e lixo urbano (Gorgati, 1996).

As diferenças nas quantidades de biogás produzidas nos biodigestores, alimentados com dejetos das diferentes espécies, devem ser atribuídas à concentração de matéria orgânica (diferentes composições dos substratos) que diferiu para cada uma das espécies. No biodigestor alimentado com dejetos de coelhos, observou-se uma maior produção de biogás, evidentemente por conta da maior quantidade de material, isto é, fezes e urina, e ausência de maravalha. Segundo Al-Masri (2001), o acréscimo de resíduos de origem animal ao processo de biodigestão anaeróbia promove aumento na produção de biogás quando comparado ao uso de resíduos de origem vegetal. Para Lucas-Júnior (1994), o potencial de produção de biogás a partir dos dejetos de ruminantes deve sofrer variações em função da qualidade nutricional da alimentação dos animais.

Nota-se que o total de biogás produzido foi proporcionalmente menor que os encontrados por Steil (2001) ao alimentar biodigestores com cama de frangos, obtendo 1,37; 1,48 e 1,46 m<sup>3</sup> de biogás em biodigestores de 60 L e três condições de inoculação. Tal resultado pode estar associado ao fato de que neste trabalho, em particular, havia grande quantidade de materiais de degradação lenta e difícil, como a maravalha utilizada como cama para os animais, e, finalmente, pelo maior período de operação dos biodigestores, que foi de 133 dias, enquanto neste trabalho foi de apenas 100 dias. Além das menores produções de biogás, em comparação com a cama de frangos, foi observada a queima do biogás a partir do 17<sup>o</sup> dia de produção, o que também pode ser atribuído à inexistência de uma pré-fase de tratamento, o que poderia acelerar a decomposição dos materiais de mais difícil degradação.

Os potenciais de produção de biogás obtidos podem ser considerados satisfatórios, principalmente ao se observar a composição dos substratos e a concentração de materiais de difícil degradação como a maravalha utilizada como cama. Os resultados obtidos no presente trabalho são importantes, pois sugerem uma satisfatória produção de biogás a partir de dejetos de animais de laboratório, podendo agregar valor aos resíduos, sendo interessante para as instituições que possuem biotérios. Um dos usos do biogás é dado pela substituição do gás liquefeito de petróleo (GLP), adquirido para diversos fins. A quantidade de biogás

produzida por um biodigestor abastecido com a mistura de dejetos corresponde a uma quantidade significativa de botijões de gás por semana, acarretando grande economia ao longo do ano. Podendo ser substituído em pontos de iluminação, nas salas dos animais, com lâmpadas incandescentes de 40 watts, utilizada durante doze horas por dia, o que acarretaria uma redução apreciável no consumo de energia elétrica, visto que, cada metro cúbico de gás equivale a 1,428 kWh (ALVES et al. 1980). Observa-se que os benefícios advindos do biogás apresentaram vantagem comparativa em relação ao uso de fontes convencionais, como energia elétrica e GLP, diminuindo significativamente o consumo de energia potencialmente impactante para o meio ambiente. Com a utilização do biogás seria possível também reduzir gastos com a utilização de autoclaves para a esterilização de dejetos, bem como com incineradores utilizados para a cremação dos animais.

## CONCLUSÃO

Após análise dos resultados, é possível sugerir que o processo de biodigestão anaeróbia utilizando resíduos de biotério é eficiente para a produção de biogás. Além de ser uma solução para os problemas dos resíduos sólidos de biotério, tornando uma fonte alternativa de energia, sem efeitos ambientais indesejáveis.

## REFERÊNCIAS

- Alvarez R., Villca S. & Lidén, G. 2006. Biogas production from llama and cow manure at high altitude. *Biomass and Bioenergy*, 30:66-75.
- Alves S.M., Melo C.F.M. & Wisniewski, A. 1980. *Biogás: uma alternativa de energia no meio rural*. Belém: EMBRAPA – CPATU, 23 p.
- Al-Masri M.R. 2001. Changes in biogas production due to different ratios of some animal and agricultural wastes. *Bioresource Technology*, 77:97-100.
- Caetano L. 1985. *Proposição de um sistema modificado para quantificação de biogás*. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 75 f.
- Côte C., Masse D.I. & Quessy S. 2006. Reduction of indicator and pathogenic microorganisms by psychrophilic anaerobic digestion in swine slurries. *Bioresource Technology*, 97:686-691.
- Demirer G.N. & Chen S. 2005. Two-phase anaerobic digestion of unscreened dairy manure. *Process Biochemistry*, 40:3.542-3.549.
- Gorgati, C. Q. 1996. *Fração Orgânica de Lixo Urbano como Substrato para biodigestor e como matéria prima para compostagem e vermicompostagem*. Dissertação (Mestrado em

Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 79 f.

Lucas-Júnior, J. 1994. *Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios*. Tese (Livre-Docência em Construções Rurais) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 137 f.

Orrico A.C.A., Lucas-Júnior J. & Orrico-Júnior M.A.P. 2007. Caracterização e biodigestão anaeróbia dos dejetos de caprinos. *Engenharia Agrícola*, 27:639-647.

Santos T.M.B., Lucas-Júnior J. & Silva, F.M. 2007. Avaliação do desempenho de um aquecedor para aves adaptado para utilizar biogás como combustível. *Engenharia Agrícola*, 27:658-664.

Silva F.M., Lucas-Júnior J., Benincasa M. & Oliveira E. 2005. Desempenho de um aquecedor de água a biogás. *Engenharia Agrícola*, 25:608-614.

Souza J.T., Haandell A. C. & Cacalcanti, P.F.F., et al. 2005. Tratamento de esgoto para uso na agricultura do semi-árido nordestino. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 10:260-265.

Steil L. 2001. *Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbia de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos*. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara. 109 f.