



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

USO DA GLICERINA RESIDUAL NA GERAÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DO LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES E DEJETOS DE AVES POEDEIRAS

Cátia Vieira Minho¹, Odorico Konrad, Fábio Fernandes Koch², Adriana Bohn Kleinschmitt,
Camila Casaril³, Marluce Lumi⁴

RESUMO

Atualmente, as energias renováveis como o biogás tem ganhado espaço em consequência da busca por fontes energéticas menos poluidoras e que diminuam a dependência dos combustíveis fósseis, além disso, a geração de biogás é uma forma de tratamento de resíduos. O objetivo do estudo foi avaliar a geração de biogás a partir de lodo de estação de tratamento de efluentes de resíduos agroindustriais e dejetos de aves poedeiras, com suplementação de glicerina residual da produção de biodiesel. Para a realização do estudo foram preparadas três amostras de 600 mL cada, contendo uma mistura de lodo e dejetos de poedeiras, as quais foram suplementadas com 6% de glicerina em relação ao volume das amostras. As amostras foram acondicionadas em incubadora bacteriológica adaptada a temperatura de 35°C e conectadas a um sistema automatizado de medição de biogás. O experimento demonstrou que as amostras tinham potencial para geração de biogás com bom rendimento de metano, a adição de glicerina, incrementou a geração de biogás em 216,6% e o metano presente neste em 279,7%.

Palavras-chave: Biogás; Metano; Digestão Anaeróbia; Glicerina Residual; Dejetos de Aves.

USE OF WASTE GLYCERIN IN THE GENERATION BIOGAS FROM SLUDGE TREATMENT PLANT EFFLUENTS AND WASTE FOR LAYING BIRDS

ABSTRACT

Currently, renewable energy as biogas has gained space as a result of the search for less polluting energy sources and reduce dependence on fossil fuels, moreover, the generation of biogas is a form of waste treatment. The aim of this study was to evaluate biogas generation from sludge treatment plant effluents from agro-industrial residues and waste for laying birds, with supplementation of waste glycerin from production of biodiesel. For the study three samples were prepared from 600 ml each, containing a mixture of sludge and waste from laying, which were supplemented with 6% glycerin in the volume of the samples. The samples were stored in a bacteriological incubator adapted temperature of 35 ° C and and connected to an automated system to measure the biogas. The experiment showed that the samples had the potential to generate biogas with methane good revenue, the addition of glycerin increased the generation of biogas in 216,6% and methane present on this, 279,7%.

Keywords: biogas; methane; anaerobic digestion; waste glycerin; waste for birds.

Trabalho recebido em 13/12/2011 e aceito para publicação em 26/07/2012.

¹ Engenheira de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Pós Graduada em Tecnologia de Alimentos pelo Centro Universitário UNIVATES

² Doutor em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Montanuniversitat Leoben Austria, Professor do programa de Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento e do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Centro Universitário UNIVATES.

³ Mestre e Doutora em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Responsável técnica da empresa Ecocitrus

⁴ Graduada em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário UNIVATES, Estagiária do Laboratório de Gerenciamento de Resíduos UNIVATES

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade o interesse pelas energias renováveis vem crescendo a cada dia, pois elas são o caminho para a redução da dependência excessiva dos combustíveis fósseis, além de serem a solução mais segura para a diminuição das emissões dos gases do efeito estufa e para melhorar o abastecimento energético (EUROPEAN COMMISSION, 2011).

O biogás se enquadra nas energias renováveis sendo, uma interessante alternativa energética uma vez que é obtido através de um processo natural e sua produção necessita de pouco espaço, pouca energia, tem baixo custo de implantação, reduz os gases do efeito estufa e elimina odores (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA BIOENERGY, 2005; CHERNICHARO, 1997). O biogás é proveniente da degradação anaeróbia de uma fonte de biomassa.

A biomassa corresponde a matéria vegetal gerada através da fotossíntese e os seus derivados, como os resíduos florestais e agrícolas, dejetos animais e a matéria orgânica dos resíduos e efluentes industriais e domésticos (NOGUEIRA e LORA, 2003). A biomassa representa a matéria orgânica facilmente degradável e a sua digestão anaeróbia é um sistema de recuperação energética muito eficiente isto porque, os produtos finais do processo de

biodegradação geram biogás com uma parcela considerável de metano (CH_4) (BLASCHEK, EZEJI e SCHEFFRAN, 2010).

As fontes de biomassa passíveis de serem degradadas anaerobicamente são chamadas de substratos. Em geral, todos os tipos de biomassa podem ser usados como substratos se tiverem como componentes principais carboidratos, proteínas, gorduras e celulose (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2008). A degradação anaeróbia é muito aplicada no tratamento de efluentes de indústrias agrícolas, alimentícias e de bebidas, dejetos animais, lodo de esgoto e lixo urbano e constitui-se de um delicado sistema ecológico onde atuam bactérias anaeróbias fermentativas, sintróficas e metanogênicas. Este último grupo de bactérias é responsável pela geração do biogás, pois são elas que produzem metano e dióxido de carbono (CO_2) (CHERNICHARO, 1997).

A digestão anaeróbia pode tratar vários tipos de substratos, isto porque as bactérias anaeróbias apresentam características especiais como a pequena taxa de utilização de energia para conversão em massa celular, sendo que grande parte se destina à formação de biogás (LEITE; POVINELLI, 1999). Além disso, na digestão anaeróbia dos substratos há um resíduo remanescente (maturado) que é constituído por eventuais materiais

orgânicos não digeridos, materiais inorgânicos como metais e minerais e biomassa recém formada (ou seja, microorganismos que cresceram durante o processo de digestão). Este resíduo anaeróbio, o biofertilizante, é rico em nutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), e pode ser utilizado como adubo agrícola, o que torna o tratamento ainda mais interessante sob o ponto de vista econômico e ambiental.

O biogás, formado a partir da digestão anaeróbia, é constituído basicamente por 55 a 70% de metano (CH_4) e 30 a 45% de dióxido de carbono (CO_2) com traços de alguns outros gases como gás sulfídrico (H_2S), amônia (NH_3) e nitrogênio (N_2) (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2008). Dentre os componentes do biogás, o de maior importância para a questão energética é o metano, pois este representa o poder calorífico do biogás que se situa na faixa de 22.400 kJ/m^3 , quando o percentual de metano se encontra na faixa de 65%, porém com a remoção do dióxido de carbono o poder calorífico pode chegar a 35.800 kJ/m^3 (JORDÃO; PESSÔA, 2011).

O rápido crescimento populacional verificado atualmente acarreta em uma demanda cada vez maior de alimentos, sobretudo os de origem animal, com isto, grandes volumes de resíduos com potencial poluidor são gerados. A produção de ovos

é uma importante atividade do setor de alimentos onde a geração de resíduos tem crescido, devido às novas tecnologias que possibilitam a criação de um número cada vez maior de aves (AUGUSTO, 2005). Segundo Moreng e Avens apud Santos, Escosteguy e Rodrigues (2010) 100 mil aves poedeiras geram 12 ton/dia de dejetos. No ano de 2009 o plantel de animais no Brasil foi de 77.910.275 aves poedeiras, as quais produziram 61.612.596 caixas de 30 dúzias de ovos (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, 2009).

O esterco de aves poedeiras é rico em nutrientes com fósforo, potássio e nitrogênio, devido a ração concentrada que as aves recebem, destaca-se entre esses nutrientes o nitrogênio, proveniente do alto teor de proteína das rações. O esterco é frequentemente aplicado no solo agrícola, no entanto, necessita de um tratamento prévio, pois o alto teor de nitrogênio do esterco não tratado pode queimar as plantas. Além disso, a aplicação contínua de grandes quantidades de dejetos em uma mesma área satura o solo e contamina a água (AUGUSTO, 2005). Portanto, uma alternativa para o tratamento dos dejetos de poedeiras é a digestão anaeróbia com consequente geração de biogás, obtendo-se como subproduto o biofertilizante que pode ser aplicado no solo de forma ambientalmente segura.

A glicerina residual é um co-produto do processo de transesterificação dos óleos vegetais e animais na produção de biodiesel que segundo Robra *et al.* (2010) possui o carbono necessário para a realização dos processos anaeróbios microbiológicos, mas precisa de um substrato rico em nitrogênio para gerar biogás. De acordo com Amon *et al.* (2004) a glicerina tem potencial para melhorar o desempenho da geração de biogás, uma vez que é constituído por mais de 20 % de metanol, um meio de cultura para certas bactérias metanogênicas.

O objetivo do estudo foi avaliar a geração de biogás a partir de lodo de estação de tratamento de efluentes de resíduos agroindustriais e dejetos de aves poedeiras, com suplementação de glicerina residual da produção de biodiesel, avaliando de que maneira a glicerina pode incrementar a geração de biogás.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo avaliou a geração de biogás através do processo de digestão anaeróbia de amostras contendo lodo de estação de tratamento de efluentes de resíduos agroindustriais e dejetos de aves poedeiras, suplementadas com a adição de glicerina residual do processo de fabricação de biodiesel.

O lodo utilizado no experimento é composto por resíduos de frigoríficos,

cervejarias e indústrias de laticínios, sendo proveniente da Usina de Compostagem de Resíduos Agroindustriais da Ecocitrus - Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Caí, que trata este efluente visando à produção de biofertilizante líquido. Anualmente, a Ecocitrus produz 15 mil toneladas de biofertilizante em três lagoas, uma para recebimento (1.200 m³), outra para maturação (1.700 m³) e outra para expedição (1.000 m³) em uma área de aproximadamente 3.000 m²⁵. Os dejetos de poedeiras são provenientes da produtora de ovos Naturovos, que produz diariamente 1,8 milhões de ovos e conta com um plantel de 2,5 milhões de aves poedeiras. A glicerina utilizada no experimento é subproduto do biodiesel fabricado pela empresa BSBios.

Para a realização do estudo foram preparadas três amostras de 600 mL cada, em reatores de vidro com capacidade de um 1L, contendo uma mistura de lodo e dejetos de poedeiras. Os reatores foram acondicionados em incubadora bacteriológica adaptada (figura 1) a temperatura de 35°C (faixa ideal para as bactérias anaeróbias mesófilas) e conectadas a um sistema automatizado de medição de biogás. Avaliou-se a geração de biogás nestas amostras por um período de 28 dias, até que geração de biogás se

⁵ Apenas parte da Usina, a área total é de 12 ha.

estabilizasse, então procederam-se aplicações sequenciais de glicerina em cada reator, até completar um volume de glicerina correspondente a 6% do volume de amostra no reator. O volume de

glicerina adicionado foi definido em função do estudo de Konrad *et al.* (2011), que obteve considerável incremento de geração de biogás e metano com a adição de 6% de glicerina.



Figura 1 - Biodigestores acondicionados em incubadora bacteriológica adaptada.

O sistema automatizado de medição de biogás que é composto por 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 é o deslocamento de fluidos, sendo a quantificação do biogás realizada quando o mesmo, 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, que é detectado por um sensor óptico o qual envia essa informação a um circuito eletrônico. O volume de biogás gerado é determinado através da equação combinada dos gases ideais, que descreve que a relação entre a temperatura, a pressão e o volume de um gás é constante (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2009). Na figura 2, visualiza-se o sistema de medição de biogás descrito.



Figura 2 - Amostras incubadas conectadas ao sistema de medição de biogás

Para a avaliação qualitativa do biogás, verificou-se o percentual de metano presente no mesmo através de um sensor específico para a medição de metano em misturas gasosas, denominado Advanced Gasmitter, produzido pela empresa PRONOVA Analytentchnik

GmbH & Co (figura 3). Com o conhecimento do volume de biogás gerado e qual a porcentagem deste que correspondia ao metano, pode-se calcular o volume de metano e outros gases presente no biogás.



Figura 3 - Sensor específico para a medição de metano

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico abaixo (figura 4) representa a produção diária de biogás nos

53 dias de experimentação, nas fases com e sem glicerina.

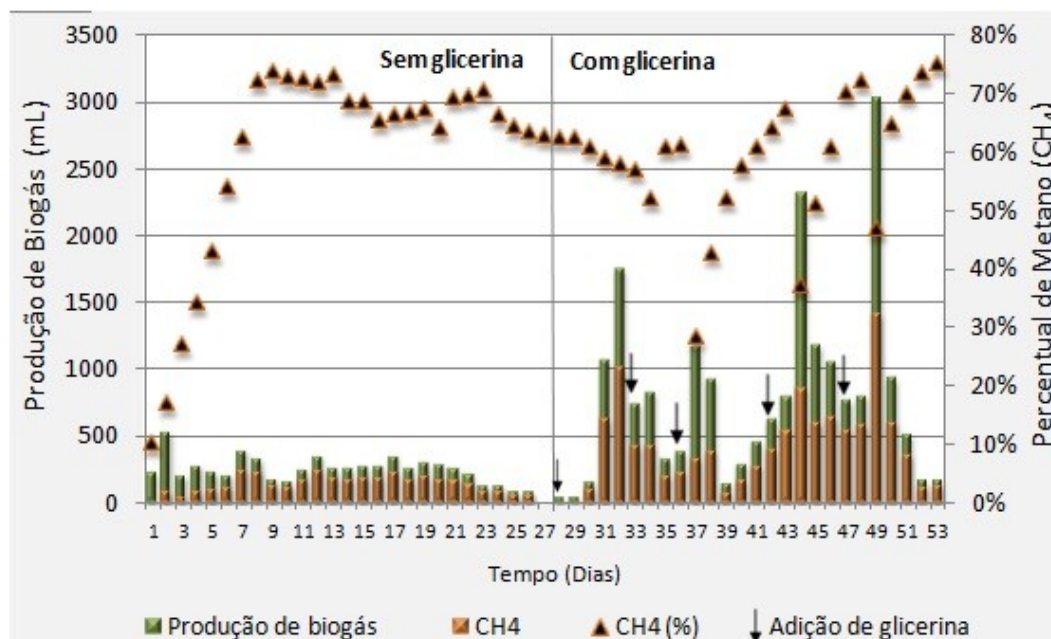


Figura 4- Produção diária de biogás nas fases com e sem glicerina

A primeira fase representa o período sem adição de glicerina, o qual foi de 28 dias, totalizando uma geração de 6.565 mL de biogás e 3.816 mL de metano. Nota-se o crescimento gradual do percentual de metano na primeira semana, o qual se estabilizou no 8º dia em 72% e manteve-se nesta faixa até cessar a geração de biogás na primeira fase. Neste momento (28º dia) realizou-se a primeira aplicação de glicerina, com resultados visíveis de aumento de produção de biogás no terceiro e quarto dia após a adição, com volumes diários de biogás de 1.065 mL e 1.755 mL, respectivamente. Observa-se que as bactérias anaeróbias precisaram de um

tempo de três dias para se adaptarem as novas condições impostas pela carga orgânica adicionada (glicerina).

No 33º dia de experimentação a amostra recebeu a segunda adição de glicerina percebeu-se então, melhora no percentual de metano que aumentou de 52% para 60%. Com a terceira aplicação de glicerina houve queda do percentual de metano, porém obteve-se maior produção de biogás em relação à segunda adição. Percebe-se que houve aumento gradual da produção diária de biogás entre o 38º e 43º dia, onde se registrou também aumento do percentual de metano.

No período da quarta adição, entre o 42º ao 46º o dia, o maior rendimento de biogás ocorreu no 44º dia (2.317mL), porém com baixo percentual de metano no biogás, cerca de 37%. Nos dias subsequentes observou-se queda na produção de biogás, mas aumento do percentual de metano neste. Nota-se que esta última adição de glicerina resultou no maior pico de geração de biogás e de metano de todo o período de experimentação, no 49º dia, com produção diária de 3.032 mL biogás e 1.416 mL de metano.

Em relação aos percentuais de metano nas duas fases, nota-se que na fase sem glicerina a curva do percentual de metano foi crescente até o 8º dia de

experimentação, sofrendo poucas variações após este período, situando-se na faixa entre 62% e 73%. Na fase com glicerina, a curva do percentual de metano obteve maiores variações, nota-se que as quedas do percentual de metano registradas ocorreram após aplicações de glicerina, o que evidencia que as bactérias precisam adaptar-se a presença da glicerina para produzir biogás com boa quantidade de metano.

A produção total de biogás e metano durante todo o período de experimentação está representada no gráfico abaixo (figura 5).

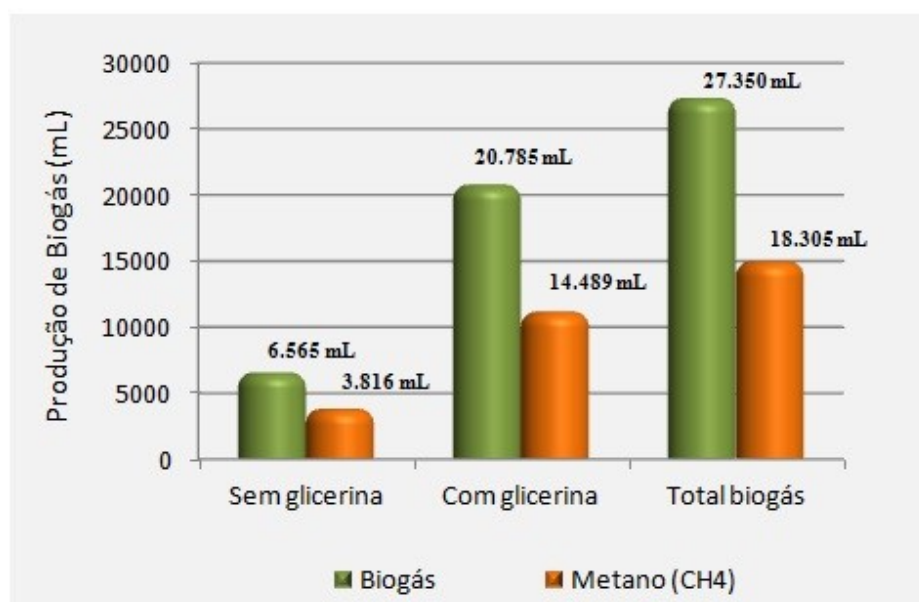


Figura 5- Produção acumulada de biogás e metano (CH₄)

Na fase sem glicerina obteve-se geração de 6.565 mL biogás das quais 3.816 mL eram metano, já na fase com

glicerina foram produzidas 20.785 mL de biogás sendo que 14.489 mL correspondiam ao metano, o que representa

incremento de 216,6% em relação à geração de biogás e 279,7% no que se refere ao volume de metano. Ao final dos 53 dias de experimentação, o volume total de biogás gerado foi de 27.350 mL, sendo que 67 % deste volume correspondia ao metano (18.305 mL).

4. CONCLUSÕES

Através do estudo se pode observar que a glicerina residual da produção de biodiesel é uma fonte interessante de carbono para incrementar a produção de biogás, nota-se através dos resultados que a produção de biogás foi consideravelmente maior, na fase com glicerina do que na fase sem glicerina (incremento de 216,6%). Em termos energéticos o biogás da fase com glicerina foi de excelente qualidade já que, 70% do volume de biogás gerado nesta fase correspondia ao metano.

Salienta-se a necessidade de realizar novos estudos para avaliar de forma mais criteriosa o comportamento das bactérias diante da adição de glicerina residual, pois se observou no presente estudo que na fase sem glicerina o comportamento da geração de biogás e metano foi mais estável do que na fase com adição de glicerina.

5. AGRADECIMENTOS

UNIVATES, CNPq, FAPERGS, ECOCITRUS, NATUROVOS e BSBios.

6. REFERÊNCIAS

- AMON, T.; AMON, B.; KRYVORUCHKO, V.; BODIROZA, V.; PÖTSCH, E.; ZOLLITSCH, W. Optimising methane yield from anaerobic digestion of manure: Effects of dairy systems and of glycerine supplementation. **International Congress Series**, v.1293, p.217–220, jul.2006.
- AUGUSTO, K. V. Z. Manejo de dejetos em granjas de postura comercial. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, p. 24 - 30, jul.2005.
- BLASCHEK, H. P.; EZEJI, T. C.; SCHEFFRAN, J. **Biofuels from agricultural wastes and byproducts**. Wiley-Backwell, 2010
- CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores Anaeróbios**. Belo Horizonte: UFMG, 1997.
- COMASTRI FILHO, J. A. **Biogás: Independência energética do Pantanal Mato Grossense**. Corumbá: Embrapa, 1981.
- DEUBLEIN, D.; STEINHAUSER, A. **Biogas from waste and renewable resources: an introduction**. Wiley-Backwell, 2008
- EUROPEAN COMMISSION. **Renewables make the difference**. EUROPEAN COMMISSION, 2011. Disponível em: <http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2011_renewable_differences_en.pdf>. Acesso em: dez.2011.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física 2**. 8.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA BIOENERGY. **Biogas productions and utilisation**. Disponível em: <http://www.biogasmax.eu/media/2_biogas_production_utilisation_068966400_1207_19042007.pdf>. Acesso em: dez.2011.

- JORDÃO, P. J.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 6 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011.
- KONRAD, O.; ENDLER A. E.; CASARIL, C. E.; SECCHI, F. J.; CHAVES, H. A. T.; SANTOS, L. A.; LUMI. M.; SCHMITZ, M. Aproveitamento do Substrato Bovino com Adição de Glicerina Residual para Geração de Biogás. In: WORKSHOP DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA, 6, 2011, Lajeado. **Anais...** Lajeado: 2011.
- LEITE, V. D.; POVINELLI, J. Comportamento dos sólidos totais no processo de digestão anaeróbia de resíduos sólidos urbanos e industriais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.2, p.229-232, 1999.
- NOGUEIRA, L. A. H.; LORA, E. E. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.
- ROBRA, S.; SANTOS, J. V. S.; OLIVEIRA, A. M.; CRUZ, S. R. Usos alternativos para a glicerina proveniente da produção de biodiesel: Parte 2 - Geração de biogás. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 1, 2006, Brasília. **Anais...** Brasília, 2006.
- SANTOS, F. G.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; RODRIGUES, L. B. Qualidade de esterco de ave poedeira submetido a dois tipos de tratamentos de compostagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n. 10, p.1101-1108, 2010.
- UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – UBA. **Relatório Anual 2009**. Disponível em: <<http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiababef.php?notcodigo=204>>. Acesso em: dez.2011.