

Geração de biogás através de digestão anaeróbia utilizando substrato suíno e bovino

Generation of biogas through anaerobic digestion using swine and bovine manure

Odorico Konrad^[a], Nara Paula Schmeier^[b], Andrieta Terezinha Anater^[c], Camila Casaril^[d], Marluce Lumi^[e]

^[a] Engenheiro civil, doutor em Engenharia Ambiental, professor do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (UNIVATES), Lajeado, RS – Brasil, e-mail: okonrad@univates.br

^[b] Bacharel em Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (UNIVATES), Lajeado, RS – Brasil, e-mail: nara.sp@hotmail.com

^[c] Bacharel em Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (UNIVATES), Lajeado, RS – Brasil, e-mail: andrieta@dalia.com.br

^[d] Acadêmica de Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (UNIVATES), Lajeado, RS – Brasil, e-mail: camycasaril@gmail.com

^[e] Acadêmica de Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (UNIVATES), Lajeado, RS – Brasil, e-mail: marlucelumi@gmail.com

Resumo

O desenvolvimento e a implantação de alternativas tecnológicas visando à geração de energia a custo reduzido para o segmento rural podem gerar impactos positivos. Uma das alternativas tecnológicas mais promissoras diz respeito ao aproveitamento da biomassa para geração de energia, que pode ser realizado por meio da biodigestão anaeróbia, produzindo biogás e biofertilizante e possibilitando menores índices de contaminação decorrente da disposição inadequada dos dejetos. Neste contexto, objetivou-se avaliar, em escala laboratorial, a geração de biogás e metano utilizando substrato suíno de diferentes fases de produção (Unidade Produtora de Leitões - UPL, Creche - UC e Terminação - UT), ou substrato bovino misturado a substrato suíno de diferentes fases de produção (UPL, UC e UT). Concluiu-se que o teste em que ocorreu adição de substrato bovino elevou consideravelmente a geração de biogás e metano, principalmente da Unidade Produtora de Leitões.

Palavras-chave: Biomassa. Energia. Biodigestão.



Abstract

The development and deployment of alternative technologies with a view to generating energy at reduced cost for the rural sector can positive impacts. One of the most promising technological alternatives concerns the use of biomass for power generation, which can be performed by means of anaerobic digestion, generating biogas and fertilizer and making possible lower level of contamination resulting from improper disposal of waste. In this context, it was evaluated, in laboratory scale, biogas and methane generation using only pig substrate from different production phases (Unit Producing of Piglets - UPL, Nursery - UC, and Termination - UT) and using substrate beef mixed with pig substrate from different stages of production (UPL, UC and UT). It was concluded that adding bovine substrate significantly increased the generation of biogas and methane, mainly from the Producer Unit Piglets.

Keywords: Biomass. Energy. Biodigestion.

Introdução

Durante muito tempo, os recursos fósseis e hídricos foram as fontes energéticas propulsoras da civilização e da economia. O Brasil também se apoiou nessas fontes para o desenvolvimento de atividades industriais, agrícolas, de serviços e da sociedade. Entretanto, vive-se hoje uma crise no abastecimento energético em função da problemática geopolítica, econômica e ambiental concernente à extração e comercialização desses recursos, uma vez que possuem caráter não renovável, isto é, finito na natureza (MARCONATO; SANTINI, 2013). Nesse contexto, segundo Goldemberg (2008), tecnologias alternativas estão sendo desenvolvidas com o objetivo de resolver ou amenizar a crescente crise energética, buscando a utilização de energias abundantes, baratas e limpas. Dentre elas, destacam-se as fontes naturais de energia, como o biogás, que provêm da matéria orgânica de origem vegetal ou animal e tem por objetivo principal a geração de energia.

O Brasil, por possuir condições naturais e geográficas favoráveis à produção de biomassa, pode assumir posição de destaque no cenário mundial na produção e no uso do biogás como recurso energético. Por sua posição geográfica, o país recebe intensa radiação solar ao longo do ano, o que é fundamental para a produção de biomassa, quer seja para alimentação ou para fins agroindustriais. Outro aspecto importante advém do país possuir grande quantidade de terras cultiváveis com solo fértil sob condições climáticas favoráveis para a agricultura e para a produção animal. No entanto, é necessária a

conjugação de esforços para que essa produção ou o seu incremento seja feito de maneira sustentável, tanto do ponto de vista ambiental quanto social (MMA, 2013).

O desenvolvimento e a implantação de alternativas tecnológicas visando à geração de energia a custos reduzidos para o segmento rural podem gerar impactos socioeconômicos positivos. Uma das alternativas mais promissoras diz respeito ao aproveitamento da biomassa para geração de energia. Conforme a literatura, a tecnologia de biodigestão anaeróbia de dejetos animais (suínos, bovinos, aves) apresenta vantagens, entre elas a produção de biogás e biofertilizantes, produtos de elevado valor agregado que possibilitam redução da poluição dos recursos hídricos, além de promoverem energia limpa e de baixo custo (AMARAL et al., 2004; ARAÚJO et al., 2007; FACTOR; ARAÚJO; VILELA Jr., 2008; SILVA; CAMPOS, 2008).

Dentre as atividades do segmento rural, a suinícola vem se destacando pela sua qualidade técnica e elevada produtividade, gerando boas relações econômicas na indústria, comércio, prestação de serviço e no meio científico. No entanto, a viabilidade da atividade fica ameaçada quando se refere ao meio ambiente, sendo classificada pelos órgãos de controle ambiental como de alto potencial poluidor (CAMPOS et al., 2005).

Segundo Souza et al. (2008), até a década de 70, os dejetos suínos não representavam problema ao meio ambiente, uma vez que a suinocultura intensiva ocorria em menor escala. O desenvolvimento da suinocultura industrial trouxe consigo a produção

de grande volume de dejetos que, pela falta de tratamento adequado, vem se transformando em uma das maiores fontes poluidoras dos mananciais hídricos, principalmente nas regiões de intensa produção.

A produção industrial de suínos confinados em grande escala está dividida em três sítios de produção. O primeiro sítio é a Unidade Produtora de Leitões (UPL), seguido pela Unidade de Creche (UC) e finalizando com a Unidade de Terminação (UT). A UPL abriga matrizes e leitões até 21 dias de vida, com peso aproximado dos leitões desmamados de 6,5 kg. Depois de desmamados, os leitões são enviados para a UC, onde permanecem até atingirem idade entre 50 e 70 dias e peso variando entre 18 e 25 kg. A UT, por fim, é responsável por completar o ciclo de vida dos animais, onde permanecem até o abate, que ocorre por volta do 165º dia, quando os animais se encontram com peso aproximado de 112 kg (SOBESTIANSKY, 2002).

Além da atividade suinícola, atualmente o Brasil também tem se destacado na bovinocultura. Na última década, a produção de leite no país aumentou aproximadamente 54%, e o rebanho de vacas leiteiras cerca de 30% (EMBRAPA, 2010). Além disso, o Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, com mais de 212 milhões de cabeças de gado (IBGE, 2011). Este crescimento acarreta maior geração de resíduos provenientes da pecuária bovina, os quais necessitam de tratamento adequado devido a sua alta carga orgânica e por serem o nicho de desenvolvimento de agentes patogênicos. O manejo inadequado desses dejetos traz prejuízos ambientais, atuando como veiculadores de doenças e contaminando o solo, água e ar. No país, o equivocado manejo dos dejetos é prática comum, podendo acarretar problemas ambientais e deficiência nas plantas, uma vez que a grande quantidade de excreta animal sequestra nitrogênio e causa prejuízos em seu desenvolvimento (CAMPOS, 2011).

Como alternativa para diminuir o potencial poluidor dos dejetos de animais, destacam-se os tratamentos por meio de biodigestão anaeróbia em biodigestores, em que a porção sólida, o biofertilizante, pode ser usado como adubo e aumentar o rendimento agrícola, e a porção de biogás gera fonte de energia renovável (MEDEIROS; LOPES, 2006). O biogás consiste de 55-80% de metano (CH_4), 20-45% de dióxido de carbono (CO_2), com quantidades inferiores a 1% de gás sulfídrico (H_2S) e outras impurezas como os compostos de enxofre provenientes da matéria

orgânica e pequenas proporções de nitrogênio (N_2) e amônia (NH_3) (TRUONG; ABATZOGLOU, 2005).

No intuito de aumentar a velocidade do processo de biodigestão e reduzir o tempo de retenção hidráulica em um biodigestor, a adição de inóculo pode ser um método eficiente. A técnica consiste em utilizar uma porção de material em processo de biodigestão anaeróbica, para fornecer a um novo substrato uma população adicional de microrganismos típicos desse processo (XAVIER; JÚNIOR, 2010).

Diante da importância econômica e ambiental da reciclagem de dejetos, o objetivo deste estudo foi avaliar, em escala laboratorial, por meio de biodigestão anaeróbia, a geração de biogás e metano utilizando-se substrato suíno de diferentes fases de produção (UC, UPL e UT), e a geração de biogás e metano de substrato bovino misturado a substrato suíno de diferentes fases de produção.

Materiais e métodos

Para a realização do estudo, inicialmente foram preparados 18 reatores (biodigestores) com capacidade de 1L, contendo 600 mL de amostra e subdivididos em 3 grupos: substrato suíno oriundo de UC, UPL e UT. Os mesmos reatores continham 70% de substrato suíno e 30% de inóculo proveniente de estação de tratamento de efluentes de sistema *Upflow anaerobic sludge blanket digestion* (UASB).

Para o experimento onde se utilizou substrato bovino também foram utilizados 18 reatores com capacidade de 1L, contendo 600 mL de amostra e subdivididos em 3 grupos: substrato bovino adicionado ao substrato suíno oriundo de UC, UPL e UT. Nesse experimento, os percentuais de mistura corresponderam a 50% de substrato suíno, 30% de inóculo (proveniente de estação de tratamento de efluentes de sistema UASB) e 20% do substrato bovino. Os substratos utilizados foram obtidos em três propriedades rurais e em uma indústria localizada no Vale do Taquari (RS). O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Biorreatores do Centro Universitário UNIVATES.

Os reatores permaneceram acondicionados em incubadora bacteriológica, ajustada a temperatura constante de 35 °C durante 13 dias. A quantificação do biogás foi realizada por meio de um sistema de medição de biogás, desenvolvido no Laboratório de Biorreatores da Univates. O mesmo consiste em

conectar as mangueiras dos biodigestores a um sistema automatizado de medição de biogás, composto por um coletor de biogás constituído por um tubo de vidro em forma de U, um sensor óptico e um circuito eletrônico que registra e armazena a passagem do biogás pelo sistema (Figura 1).

O princípio de funcionamento do sistema de medição de biogás é o deslocamento de fluidos, sendo que a quantificação do biogás é realizada quando o mesmo, à medida que enche um dos lados do tubo, desloca o fluido contido dentro dele (água) e eleva o nível do fluido no lado oposto. Este deslocamento é detectado por um sensor óptico, que envia a informação a um circuito eletrônico responsável por armazenar todos os deslocamentos que ocorreram no sistema. O volume de biogás gerado foi determinado através da equação combinada dos gases ideais, que descreve relação constante entre temperatura, pressão e volume de um gás (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).



Figura 1 - Sistema automatizado de medição de biogás acoplado a incubadora bacteriológica

Fonte: Dados da pesquisa.

Para caracterização do biogás, considerou-se a concentração de metano (CH_4), monitorado diariamente a partir da sua injeção em um sensor específico de medição de misturas gasosas, denominado Advanced Gasmeter, produzido pela empresa PRONOVA Analysentechnik GmbH & Co.

Resultados e discussão

Os resultados referentes à geração de biogás e metano das amostras avaliadas são apresentados nas Figuras 2, 3 e 4. A Figura 2 apresenta os valores das amostras que continham substrato suíno da UC, a Figura 3 apresenta os valores referentes às

amostras de substrato da UPL e a Figura 4 os valores referentes às amostras de substrato da UT.

Analisando a Figura 2, pode ser observada a geração de biogás e metano da UC com e sem substrato bovino na amostra. A geração de biogás na amostra sem substrato bovino foi de 1.364 mL, onde o metano representou 767 mL, enquanto na amostra com substrato bovino a geração de biogás foi de 1.931 mL, com 1.092 mL de metano. Consta-se um incremento de 41,6% na geração de biogás com a adição do substrato bovino e a produção de 42,4% a mais de metano.

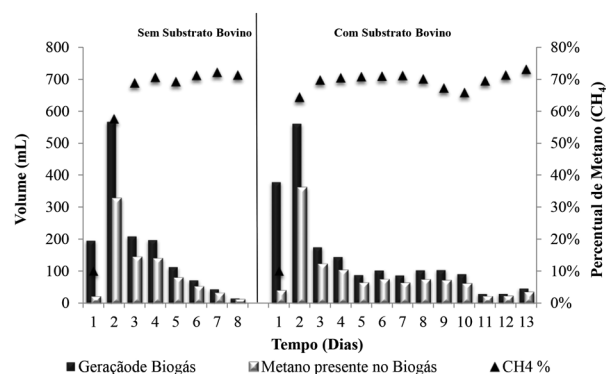


Figura 2 - Geração de biogás e metano da UC

Fonte: Dados da pesquisa.

Na avaliação das amostras preparadas com substrato suíno da UPL (Figura 3), também pode ser observado aumento de 202,8% na geração de biogás e de 247,1%, no caso do metano. A geração de biogás na amostra sem substrato bovino correspondeu a 774 mL, enquanto na amostra com substrato bovino foi de 2.344 mL. A proporção de metano na amostra sem substrato bovino equivaliu a 397 mL, enquanto a amostra com o substrato gerou 1.378 mL.

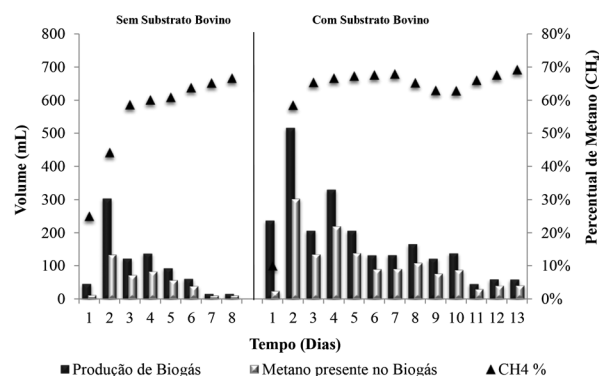


Figura 3 - Geração de biogás e metano da UPL

Fonte: Dados da pesquisa.

Semelhante às amostras da UC e UPL, a UT também apresentou maior geração de biogás e metano quando comparado ao experimento contendo bovino nas amostras (Figura 3). Sem substrato bovino ocorreu geração de 899 mL de biogás, no qual 301 mL corresponderam a metano, enquanto com substrato bovino os valores equivaleram a 1.895 mL e 977 mL, respectivamente. O incremento neste caso foi de 110,8% da geração de biogás e 224,6% na geração de metano.

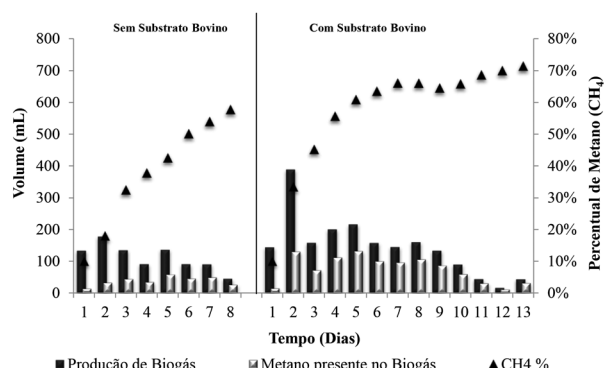


Figura 4 - Geração de biogás e metano da UT

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme pode ser observado, a geração de biogás e metano das amostras que não continham substrato bovino transcorreu ao longo de 8 dias, enquanto o das amostras que continham o substrato transcorreu durante 13 dias. Percebe-se que a adição de substrato bovino possibilitou incremento na geração de biogás e metano, além de aumentar o tempo de atividade biológica, o que permite a redução do potencial poluidor e dos riscos sanitários dos substratos, segundo estudo de Amaral et al. (2004). Para Souza et al. (2008), sendo o objetivo o saneamento, deve-se considerar empregar períodos com atividade biológica maiores. No entanto, caso a demanda seja energética, sem a preocupação com a melhor estabilização podem ser adotados períodos menores, que são também os que permitem menor volume útil de biodigestor por volume de biogás produzido, ou seja, construções mais econômicas. Com relação à geração acumulada de biogás e metano nas amostras avaliadas, de acordo com a Figura 5, nota-se que a unidade que apresentou maior incremento com a incorporação de substrato bovino foi a UPL. O percentual foi superior na geração de biogás, correspondendo a 202,8%, e o percentual de metano nessa condição foi de 247,1%.

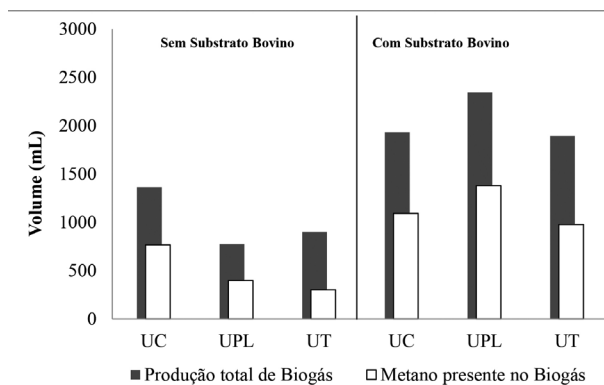


Figura 5 - Geração acumulada de biogás e metano presente no biogás

Fonte: Dados da pesquisa.

Conclusão

A adição de substrato bovino ao substrato suíno elevou consideravelmente a geração de biogás, principalmente da Unidade Produtora de Leitões, que sofreu maior incremento tanto na geração de biogás quanto na de metano. Portanto, o uso simultâneo de substrato bovino e suíno em biodigestores, além de proporcionar maior potencial energético, possibilita a destinação adequada de duas fontes de biomassa geradas no processo de produção de alimentos, bem como potencializa a sua utilização como biofertilizante após o processo de digestão anaeróbica.

Referências

- AMARAL, C. M. C. et al. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. *Ciência Rural*, v. 34, n. 6, p. 1897-1902, 2004. doi:10.1590/S0103-84782004000600035
- ARAÚJO, E. N. et al. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, n. 5, p. 466-470, 2007. doi:10.1590/S1415-43662007000500003
- CAMPOS, C. M. M. et al. Avaliação do potencial de produção de biogás e da eficiência de tratamento do reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) alimentado com dejetos de suínos. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, n. 4, p. 848-856, 2005. doi:10.1590/S1413-70542005000400018
- CAMPOS, A. T. **Tratamento e manejo de dejetos de bovinos**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. (Instrução Técnica para o Produtor de Leite, 52).

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Produção de leite, vacas ordenhadas e produtividade animal no Brasil – 1980/2010**. 2011. Disponível em: <<http://www.cnpgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/tabela0230.php>>. Acesso em: 09 set. 2013.
- FACTOR, T. L.; ARAÚJO, J. A. C.; VILELA Jr., L. V. E. Produção de pimentão em substratos e fertirrigação com efluente de biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 143-149, 2008. doi:10.1590/S1415-43662008000200006.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física 2**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- GOLDEMBERG, J. Potencialidades da energia Solar no Brasil. **Scientific American Brasil**, v. 6, n. 69, p. 44-45, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal – 2011**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2011/default.shtm>>. Acesso em: 09 set. 2013.
- SOBESTIANSKY, J. **Sistema intensivo de produção de suínos**: programa de biossegurança. Goiânia: Gráfica, 2002.
- MARCONATO, M; SANTINI, G. Alternativas para a geração de energia renovável no Brasil: a opção pela biomassa. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008. Acre. **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2008.
- MEDEIROS, M. B; LOPES, J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Revista Bahia Agrícola**, v. 7, n. 3, p. 24-26, 2006.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Biomassa**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/biomassa>>. Acesso em: 09 set. 2013.
- SILVA, T. N.; CAMPOS, L. M. S. Avaliação da produção e qualidade do gás de aterro para energia no aterro sanitário dos Bandeirantes – SP. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 88-96, 2008.
- SOUZA, C. F. et al. Produção volumétrica de metano – dejetos de suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32 n. 1, p. 219-224. 2008. doi:10.1590/S1413-70542008000100032.
- XAVIER, C. A. N., JÚNIOR, J. L. Parâmetros de dimensionamento para biodigestores batelada operados com dejetos de vacas leiteiras com e sem uso de inóculo. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 2, p. 212-223. 2010. doi:10.1590/S0100-69162010000200003.
- TRUONG, L. V. A.; ABATZOGLOU, N. A H₂S reactive adsorption process for the purification of biogas prior to its use as a bioenergy vector. **Biomass Bioenergy**, v. 29, n. 2, p.142-151, 2005. doi:10.1016/j.biombioe.2005.03.001.

Recebido em: 21/03/2013

Received in: 03/21/2013

Aprovado em: 18/12/2014

Approved in: 12/18/2014