

Concentração de Inóculo e Produção de Biogás em Reator de Batelada Alimentado com Água Residuária de Suinocultura



ISSN 1679-0154

Outubro, 2012

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 48

Concentração de Inóculo e Produção de Biogás em Reator de Batelada Alimentado com Água Residuária de Suinocultura

Márcia Cristina Ribeiro Oliveira
Ivanildo Evódio Marriel
Christiane A. Oliveira Paiva
Giovanna M. Calazans
José Carlos Cruz

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
Home page: www.cnpms.embrapa.br
E-mail: sac@cnpms.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Sidney Netto Parentoni
Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau
Membros: Flávia Cristina dos Santos Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, Guilherme Ferreira Viana e Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros
Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro
Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa
Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa
Foto(s) da capa: Márcia Cristina Ribeiro Oliveira

1ª edição

1ª impressão (2012): on line

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Milho e Sorgo**

Concentração de inóculo e produção de biogás em reator de batelada alimentado com água residuária de suinocultura / Márcia Cristina Ribeiro Oliveira... [et al.]. -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

22 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679- 0154; 48).

1. Biodigestor. 2. Dejetos. 3. Microorganismo. I. Oliveira, Márcia Cristina Ribeiro. II. Série.

CDD 333.79 (21. ed.)

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Metodologia	12
Resultados	14
Discussão	17
Conclusão	18
Referências	19

Concentração de Inóculo e Produção de Biogás em Reator de Batelada Alimentado com Água Residuária de Suinocultura

Márcia Cristina Ribeiro Oliveira¹

Ivanildo Evódio Marriel^{2}*

Christiane A. Oliveira Paiva³

Giovanna M. Calazans¹

José Carlos Cruz⁴

Resumo

Avaliou-se a influência da concentração de inóculos sobre a digestão anaeróbia de resíduos de suínos em biodigestores modelo batelada, operados à temperatura ambiente, por meio da caracterização do potencial de produção de biogás ao longo do tempo, redução de sólidos totais, oscilação de pH e temperatura. Os biodigestores foram constituídos de um reator de 35 L, construídos com tubo de PVC de 300 mm, e os gasômetros, de duas garrafas PET de 2 L. Os tratamentos foram constituídos de quatro concentrações de inóculo 0, 5, 10, 20% (v/v) feito de substrato estabilizado obtido de fermentação de dejetos de bovinos e de um inóculo de solução de açúcar cristal a 5% (p/v). O biogás produzido foi quantificado duas vezes por dia, durante 130 dias. Observou-se que o inóculo, na concentração de 5%, apresentou resultados similares ou superiores aos demais tratamentos,

¹Discente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário de Sete Lagoas- UNIFEMM, Avenida Marechal Castelo Branco, 2765 - Santo Antônio - Sete Lagoas, MG. Fone: (31) 9718-1998;

²Eng.-Agr., Doutor, Pesquisador em Microbiologia, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. imarriel@cnpms.embrapa.br

³Eng.-Agr., Doutora, Pesquisadora em Microbiologia, Embrapa Milho e Sorgo, christiane.paiva@cnpms.embrapa.br

⁴Eng.-Agr., PhD, Pesquisador em Fitotecnia e Manejo de Solos, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, zecarlos@cnpms.embrapa.br

independentemente da concentração e época de avaliação. Por outro lado, a ausência de inóculo retardou o tempo de partida, sendo configurada aos 28 dias após o início do experimento. A adição de açúcar resultou em aumento da produção de gás nas duas primeiras semanas e na falência do sistema, após esse período. Em relação aos valores de pH, detectaram-se valores de 7,46 a 7,5 nos tratamentos contendo inóculo. Observaram-se reduções para sólidos totais de 0 a 92,33%, dependendo do tratamento, sendo maior eficiência observada nos reatores com 5% de inóculo. Concluiu-se que a adição de inóculo torna-se indispensável para tratamento anaeróbio eficiente de águas residuárias na suinocultura. E que o uso de inóculo constituído de dejetos bovinos estabilizados em biodigestor, na concentração de 5% (v/v), pode ser recomendado como estratégia para a otimização deste processo.

Palavras-chave: dejetos suínos, eficiência da biodigestão, GEE, tratamento anaeróbio, biodigestores

Inoculum Concentration and Biogas Production in Batch Reactors Fed with Swine Wastewater

Abstract

We evaluated the influence of inoculum concentration on the anaerobic digestion of swine waste digesters in batch model, operated at room temperature, through the characterization of the potential biogas production over time, reduction of total solids, pH, and wobble temperature. The digesters consisted of a reactor, 35 L, constructed with PVC pipe of 300 mm, and the two gasometers PET bottles of 2 L. The treatments were four inoculum concentrations 0, 5, 10, 20% (v / v) consisting of stabilized substrate obtained from fermentation of cattle manure and inoculated with a sugar solution of 5% (w / v) . The biogas produced was measured twice a day for 130 days. The results showed that the inoculum concentration of 5% showed results similar or higher than other treatments independently of concentration and time of evaluation. Moreover, the absence of inoculum delayed the starting time, set at 28 days after the start of the experiment. The addition of sugar resulted in increased gas production in the first two weeks and the failure of the system, after this period. Regarding the pH values were detected values from 7.46 to 7.5 in treatments containing inoculum. Reductions were observed for total solids from 0 to 92.33% depending on treatment. It was concluded that the addition of inoculum becomes indispensable for efficient treatment of

wastewater in pigs. And that the use of inoculum, consisting of cattle manure stabilized at a concentration of 5%, can be recommended as a strategy to optimize this process.

Keywords: pig manure, efficiency of biodigestion , greenhouse gases, anaerobic treatment, digesters

Introdução

O crescimento populacional torna inquestionável a necessidade de maior oferta de alimentos, principalmente nos países de economia emergente, que apresentam constantes aumentos na renda *per capita* dos habitantes. Neste contexto, o Brasil assume papel de destaque como produtor e exportador, especialmente de proteína animal, em razão de suas áreas extensas, disponibilidade de recursos hídricos, clima e capacidade de produção de grãos. Estes fatos, associados à qualidade de genética animal e à avançada tecnologia de produção, conferem ao país o quarto lugar como produtor mundial de carne suína, com mais de 38 milhões de animais (IBGE, 2011).

Entretanto, a elevada produção de água residuária gerada nesta cadeia produtiva (cerca de 10 litros dia^{-1} cabeça $^{-1}$), com alto teor de sólidos orgânicos e de nutrientes, exige estratégia adequada para tratamento ou disposição, visando à mitigação dos impactos negativos dessa atividade no ambiente (PAULA, 1982; SALOMON, 2007; STEIL, 2001). Esses impactos são oriundos principalmente da emissão de gás metano, associada ao aquecimento global (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2006). O metano tem potencial poluidor cerca de 21 vezes mais que o dióxido de carbono, constituindo um dos principais gases de efeito estufa (GEE) (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 1996). O incremento das emissões de GEE, principalmente como produto de ações antrópicas, tem despertado preocupações da pesquisa científica e da sociedade em geral quanto aos impactos na mudança do clima. Sabe-se que, no Brasil, aproximadamente 22% da emissão de GEE está associada às atividades da agropecuária, de acordo com o Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (2009). Portanto, torna-se imperativo o desenvolvimento de tecnologias para a gestão ambiental sustentável de cadeias produtivas agroindustriais, geradoras de subprodutos potencialmente poluentes.

Como estratégia para tratamento de resíduos orgânicos, a biodigestão anaeróbia apresenta uma série de vantagens já

descritas, em relação a outros métodos, principalmente devido aos seus custos e fornecimento de coprodutos (REICHERT, 2005; SALOMON, 2007).

A digestão anaeróbia consiste na degradação dos materiais orgânicos por microrganismos capazes de utilizar moléculas diferentes do oxigênio como aceptores de hidrogênio (CHERNICHARO, 1997; NOVAES, 1986; PRICE; CHEREMISINOFF, 1981), isto é, as bactérias devem estar em um ambiente anóxico. Este processo de digestão envolve um consórcio de diferentes tipos de bactérias e algas competidoras, transformando material orgânico em metano, dióxido de carbono, hidrogênio e ácido sulfídrico (NOVAES, 1986; PRICE; CHEREMISINOFF, 1981).

O processo é dividido em quatro etapas, nas quais ocorrem as principais reações bioquímicas: hidrólise, fermentação, acetogênese e metanogênese (SALOMON, 2007). A hidrólise corresponde ao início da degradação da matéria orgânica, transformando-a em compostos mais simples, e é de grande importância para o desenvolvimento de microrganismos anaeróbios. A fermentação é a etapa de degradação da matéria orgânica até ácidos graxos voláteis via bactérias produtoras de ácido acético, propiônico e butírico. A oxidação desses produtos formados ocorre na acetogênese, etapa em que se tornam disponíveis compostos para a estimulação da população metanogênica, que, por fim, agem na transformação dos produtos em metano e dióxido de carbono.

Historicamente, tem havido demandas para o desenvolvimento de biodigestores em larga escala com inúmeras aplicações, incluindo: (i) melhoria das condições sanitárias pelo tratamento de resíduos com elevada taxa de sólidos orgânicos, de nutrientes, de resíduos biológicos e de águas residuárias; (ii) redução de aroma desagradável associado com dejetos animais; (iii) produção de energia; e (iv) produção de fertilizantes de alta qualidade (MARCHAIM, 1992). Atualmente, além destas aplicações, principalmente da utilização do biofertilizante como substituto de insumos químicos em sistemas agrícolas (KONZEN, 2003), a viabilidade da suinocultura tem sido alcançada com a utilização do metano na geração de calor. O potencial de aproveitamento

energético dos sistemas é intrínseco ao metano presente no gás produzido, que pode ser queimado abertamente no *flare* (sistema de queima de gases) ou usado em motores de combustão interna (MARCHAIM, 1992; MIRANDA, 2005). No caso de chama aberta, o biogás é simplesmente queimado e liberado para a atmosfera, sem qualquer intenção de geração de calor. Esse processo, que elimina situações de risco do metano à saúde, produz dióxido de carbono e água. E, embora pareça um contrassenso, em razão da situação real do aquecimento global, esta estratégia tem recebido apoio, por causa do menor risco ofertado pelo CO₂ (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2006). Em vários países, inclusive no Brasil, sistemas de créditos de carbono estão sendo implantados, e também podem contribuir para a sustentabilidade da atividade suinícola, baseada na combustão do gás gerado, devido às implicações ambientais mencionadas (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2006; GONÇALVES, 2008).

A eficiência e operação do processo de biodigestão anaeróbica dependem de uma série de fatores bióticos e abióticos, incluindo inóculo, composição da matéria-prima, pH, temperatura, umidade e nutrientes do substrato (PRICE; CHEREMISINOFF, 1981; STEIL, 2001). Pela facilidade de manuseio e controle, a utilização de biodigestores em batelada, onde o processo de digestão biológica ocorre a partir do carregamento de material orgânico no compartimento de fermentação de uma única vez, tem sido útil para ajustes e definição de parâmetros operacionais, para otimização do processo, em termos de produção de biogás e redução do poder poluente do substrato.

Em termos práticos, nota-se que a partida ou o início da operação do biodigestor, período compreendido entre o carregamento e início de produção de gás, torna-se relevante para o sucesso do processo de tratamento de afluentes por digestão anaeróbia (VILELA, 2005). Não raramente, a produção de biogás cessa totalmente em reatores que estavam funcionando adequadamente, e, nestes casos, precisam ser reiniciados com nova partida. Dependendo da origem do substrato ou dejetos, a partida do processo pode ser realizada de três formas diferentes: (i) utilizando lodo de inóculo adaptado ao afluente a ser tratado; (ii) lodo de inóculo

não adaptado ao afluyente a ser tratado e (iii) sem a utilização do lodo de inóculo. De acordo com Lucas Júnior (1994), resíduos de animais ruminantes apresentam quantidade e diversidade de microrganismos anaeróbios no trato digestivo que propiciam partida e produção de biogás mais rápidas, em relação aos resíduos de aves de postura, frangos e suínos. Nestes casos, além da quantidade e qualidade de dejetos, deve-se considerar o grau de estabilidade dos microrganismos no meio, objetivando reduzir o tempo de partida dos biodigestores e, conseqüentemente, o funcionamento adequado do reator anaeróbio.

Neste contexto e mediante a importância sanitária e econômica do tratamento de resíduos orgânicos provenientes da produção animal, este trabalho objetivou avaliar a influência da concentração de inóculo sobre a produção de biogás em reatores de batelada alimentados com água residuária de suinocultura, como estratégia para aprimoramento deste processo.

Metodologia

O experimento foi conduzido em reatores anaeróbios em batelada, instalados na Embrapa – CNPMS (Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo), localizada no município de Sete Lagoas, MG, sob as coordenadas geográficas: 44° 15' 08" de longitude e 19°28' de latitude e altitude de 762 metros. De acordo com os dados obtidos na estação meteorológica que está localizada nas instalações da Embrapa Milho e Sorgo, a temperatura média anual é de 22,9 °C e o índice médio pluviométrico anual médio é de 1.403 mm.

As águas residuárias (dejetos) foram coletadas na granja Barreirinho localizada na zona rural da cidade de Sete Lagoas. A granja possui 500 matrizes e adota o regime do ciclo completo. A alimentação dos animais é feita com ração balanceada, misturada na propriedade. O afluyente foi coletado na saída do tanque decantador, antes da entrada do biodigestor.

Para o presente estudo, foi projetado e construído, em escala reduzida (laboratorial), o sistema de biodigestão tipo batelada com capacidade de 35 L, confeccionado em tubo de PVC de 300 mm de

diâmetro e 50 cm de altura, fechado com placas, também em PVC, de 5 mm de espessura e vedantes de borrachas (Figura 1). Os gasômetros foram constituídos de duas garrafas PET de 2 L sendo uma utilizada como base e outra como campânula, contendo uma régua com escala de 1 cm. Os tratamentos foram constituídos de quatro concentrações de inóculo de dejetos de bovino (5, 10, 20% v/v), um inóculo de solução de açúcar cristal a 5% (p/v), e um sem inóculo (0%). O inóculo de dejetos de bovinos foi constituído de substrato estabilizado obtido de fermentação.

O biogás produzido foi avaliado inicialmente através de duas leituras diárias. A partir do deslocamento do gasômetro, a produção foi medida através de um medidor de fluxo de gás (*Flowmeter*), em que o gás foi direcionado através de mangotes para o medidor de fluxo instalado na parte superior do gasômetro.



Figura 1. Biodigestor e gasômetros utilizados.

Fonte: Márcia C. Oliveira. (Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG).

Os sólidos totais e o pH presentes nas amostras foram determinados, pelo acondicionamento dessas em béqueres (com peso desprezado) e posterior aferimento da massa úmida (Pu) produzida. Subsequentemente, os recipientes contendo as amostras foram levados a uma chapa elétrica e expostos à

temperatura de 65 °C, até completar-se a desidratação (cerca de 6 horas). Após isso, as amostras foram resfriadas em dessecador e repesadas, anotando-se assim o peso seco (Ps). O teor de sólidos totais foi determinado segundo metodologia descrita por Macêdo (2005).

Os valores de biogás obtidos pelo deslocamento da garrafa Pet (cm) foram convertidos para volume (mL) utilizando-se o medidor de fluxo de gás, *Flowmeter* Catalog No. F1200, de acordo com as recomendações do fabricante.

Resultados

Os dados da produção de biogás a partir da biodigestão anaeróbica, utilizando-se águas residuárias de suínos com diferentes concentrações de inóculo 0, 5, 10, 20% e a variação da temperatura durante o período de avaliação do experimento estão apresentados na Figura 2.

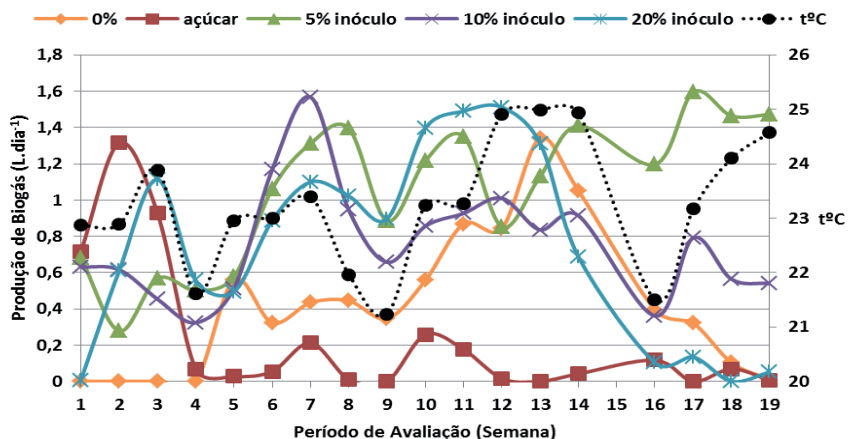


Figura 2. Taxa média de produção de biogás em biodigester de batelada alimentado com água residuária de suinocultura, com diferentes concentrações de inóculo. Valores médios quinzenais de dois reatores.

De acordo com os resultados obtidos, observou-se que no tratamento correspondente à ausência de inóculo (0%) a produção

de biogás teve início somente aos 28 dias (4ª semana) após o início do experimento e atingiu valor mais elevado, 2,4 L dia⁻¹, aos 105 dias, até cessar a produção aos 130 dias.

O tratamento com adição de açúcar cristal apresentou produção de gás mais elevada na primeira semana, entretanto, ocorreu decréscimo acentuado até 45 dias, quando o processo praticamente foi paralisado e assim mantido no período restante do experimento. Por outro lado, o tratamento constituído de 5% de inóculo teve eficiência crescente na sua produção inicial na primeira semana, na base taxa diária de produção de gás durante o experimento, atingindo valor máximo aos 60 dias. A partir deste período houve estabilização de produção de biogás com valores médios de 2,9 L dia⁻¹. O comportamento da produção de biogás nos tratamentos com 10% e 20% de inóculo foi similar ao observado no tratamento com 5% de inóculo até aproximadamente 60 dias, mas, a partir desta data, em ambos os casos, a taxa diária média de biogás produzido começou a diminuir até cessar após 120 dias.

Os dados observados para a temperatura ambiente em local próximo ao do experimento também estão representados na Figura 2. Nota-se variação de 22,2 a 25,0 °C, mas com oscilação durante o período de avaliação do experimento.

O comportamento dos diferentes tratamentos podem também ser observados na Figura 3, com base na produção acumulada de biogás durante o período de avaliação. Os resultados demonstram claramente o atraso no início e o volume de biogás produzido nos reatores que não receberam a adição de inóculo, em relação aos demais tratamentos. Não se observaram diferenças significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos contendo inóculos, independentemente das concentrações testadas.

Em relação ao pH e a teores de sólidos totais do afluente e efluente, apresentados na Tabela 1, observaram-se variações em função dos tratamentos. Para o pH, houve uma redução para valores entre 5,0 e 7,6, considerando-se o valor inicial de 8,8 apresentado pelo afluente. Nos tratamentos contendo inóculos, esses valores oscilaram entre 7,46 e 7,50, que, de modo geral, estão na faixa adequada para o processo de biodigestão anaeróbia.

No parâmetro teor de sólidos totais, observou-se maior teor no efluente do tratamento com adição de açúcar que, por sua vez, foi similar ao afluente bruto. Os demais tratamentos (5, 10 e 20% de inóculo) apresentaram concentração variando de 2 a 5,73 g L⁻¹, com reduções entre 0 e 92%, em relação ao afluente utilizado no carregamento do biodigestor.

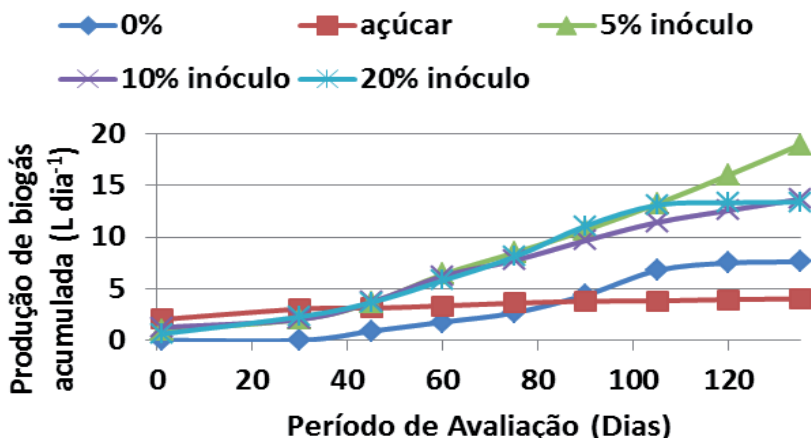


Figura 3. Taxa média de produção de biogás acumulada, a cada quinze dias, em biodigestores de batelada alimentado com água residuária de suinocultura.

Tabela 1. Teor de sólidos totais do afluente e efluente de água residuária de suinocultura tratada em biodigestor em batelada. Valores médios de duas repetições.

Tratamentos	pH	Sólidos Totais (g L ⁻¹)	% Redução
Afluente	8,87	26,93	-
Inóculo 0%	7,6	5,73	78,71
Inóculo 5%	7,46	2,07	92,33
Inóculo 10%	7,5	2,73	89,85
Inóculo 20%	7,5	4,33	83,91
Inóculo+Açúcar	5,09	26,93	0,00

Discussão

A gestão ambiental sustentável de resíduos agroindustriais torna-se importante como estratégia de mitigação de impactos resultantes da emissão de gases do efeito estufa. Considerando o potencial poluidor apresentado pelos dejetos de suínos (STEINMETZ et al., 2009; PERDOMO et al., 2003; KUNZ et al., 2006), estudou-se o papel da adição de inóculo na eficiência do tratamento destes resíduos em biodigestores em batelada, com base na produção de biogás, variação de pH e de teores de sólidos totais do efluente.

A definição da quantidade de inóculos para partida ou reinício de biodigestores para tratamento de resíduos de suinocultura, que constituem aspectos operacionais importantes para o sucesso deste processo (PRETTO, 1985), foi estudada através da avaliação de quatro concentrações de inóculo oriundos de efluente estabilizado do mesmo tipo de biodigestor, alimentado com dejetos de bovinos.

De acordo com os resultados obtidos (Figura 2) para a taxa diária de biogás produzido, observou-se estreita relação entre os valores obtidos e os valores de temperatura média do dia no período do experimento. Embora a temperatura do substrato no interior do biodigestor não tenha sido monitorado, os resultados indicam que houve uma estreita correlação entre a temperatura ambiente e a do interior do reator, considerando que em alguns casos, os biodigestores apresentam baixa taxa de perda de calor, conforme discutido por Kunz et al. (2005).

Com base nas Figuras 2 e 3, fica evidenciada a importância do inóculo na partida de reatores anaeróbio e, conseqüentemente, na eficiência do tratamento de águas residuárias de suinocultura. O atraso no início da produção de biogás no tratamento sem adição de inóculos deve-se à inexistência ou baixa população de microrganismos importantes para o processo, em dejetos de suínos. Assim, a adição de inóculos ricos neste consórcio de microrganismos antecipa e aumenta a produção de biogás. Resultados similares têm sido relatados na literatura (STEIL, 2001; PRETTO, 1985).

Entretanto, neste trabalho, a concentração de inóculo de 5% apresentou resultados similares ou superiores às demais concentrações, dependendo do período de avaliação, embora sem diferença significativa. Diferentes de outras pesquisas que sugerem concentrações acima desse valor, de 10 e 20% (PRETTO, 1985; STEIL, 2001; EL-MASHAD et al. 2006, XAVIER; LUCAS JUNIOR, 2010). A redução da quantidade de inóculo para partida eficiente do biodigestor torna-se relevante para o processo de tratamento, pois permite a incorporação de maior quantidade de efluente a ser tratado.

Quanto aos valores de pH, notou-se que os intervalos observados para o efluente dos tratamentos com inóculos, que apresentaram maior eficiência quanto à produção de biogás e redução de sólidos totais, situaram-se entre 7,46 e 7,50, dependendo da concentração de inóculo. Por conseguinte, o reator apresentou condições ótimas de tamponamento do substrato no interior do reator para a atividade microbiológica envolvida no processo de biodigestão, considerando-se que os valores de pH devem ser mantidos entre 7,0 e 7,5, de acordo com recomendação de Pereira et al. (2009) e Campos et al. (2006). Por outro lado, os resultados para o tratamento com adição de açúcar, que apresentou inicialmente alta produção de gás, seguida de falência do sistema após duas semanas podem ser explicados pela redução de pH. Sabe-se que em valores de pH abaixo de 6, há acúmulo de ácidos graxos voláteis em forma ionizáveis que são tóxicas às arqueas metanogênicas e, conseqüentemente, causa a falência do sistema de biodigestão anaeróbia.

Conclusões

A partida de biodigestor alimentado com águas residuárias de suinocultura deve ser estimulada com a adição de inóculo constituído de efluente estabilizado.

A adição de efluente estabilizado de biodigestor alimentado com dejetos de bovinos na concentração de 5% (v/v) pode ser recomendada para a partida de biodigestor de batelada no

tratamento de águas residuárias de suinocultura.

A adição de açúcar cristal, na concentração de 5%, não deve ser utilizada para partida de biodigestores visando tratamento de águas residuárias de suinocultura.

Referências

CAMPOS, C. M. M.; CARMO, F. R. do; BOTELHO, C. G.; COSTA, C. C. da. Development and operation of na upflow anaerobic sludge blanket reator (UASB) teating liquid effluent from swine manure in laboratory scale. **Revista Ciencia Agrotecnica**, v. 30, p. 140-147, 2006.

CANTRELL, K. B.; DUCEY, T.; RO, K. S.; HUNT, P. G. Livestock waste-to-bioenergy generation opportunities. **Bioresource Technology**, Essex, v. 99, n. 17, p. 7941-7953, 2008.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**: princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 8. ed. Belo Horizonte: SEGRAC, 1997. 246 p.

EL-MASHAD, H. M.; VAN LOON, W. K. P.; ZEEMAN, G.; BOT, G. P. A.; LETTINGA, G. Effect of inoculum addition modes and leachate recirculation on anaerobic digestion of solid cattle manure in an accumulation system. **Biosystems Engineering**, London, v. 95, n. 2, p. 245-254, 2006.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Methane**. Washington, 2006. Disponível em: <<http://www.epa.gov/methane>>. Acesso em: 30 maio 2011.

GONÇALVES, V. K. O mercado de carbono e a suinocultura no oeste catarinense. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 4., 2008, Brasília. **Mudanças ambientais globais**: a contribuição do ANPPAS ao debate. Brasília, 2008. p. 14-22.

HESSAMI, M. A.; CHRISTENSEN, S.; GANI, R. Anaerobic digestion of household organic waste to produce biogás. **Renewable Energy**, v. 9, n. 1/4, p. 954-957, 1996.

IBGE. **Indicadores IBGE**: estatística da produção pecuária. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>

estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201004_publ_completa.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2011.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE.

Guidelines for national greenhouse gas inventories: reference manual revised. United Kingdom, 1996. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>>. Acesso em: 02 jun. 2011.

ITODO, I. N.; AWULU, J. O. Effects of total solids concentrations of poultry, cattle and piggery waste slurries on biogas yield.

Transactions of the ASAE, St. Joseph, v. 42, n. 6, p. 1853-1855, 1999.

KONZEN, E. A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 31).

KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. O. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil.

Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-665, 2005.

KUNZ, A.; MIELE, M.; STEINMETZ, R. L. R. Advanced swine manure treatment and utilization in Brazil. **Bioresource Technology**, Essex, v. 100, n. 22, p. 5485-5489, 2009.

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

MACÊDO, J. A. B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 3. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2005. 601 p.

MARCHAIM, U. **Biogas process for sustainable development**. Rome: FAO, 1992. (FAO. Agricultural Services Bulletin, 95).

MICALLI, J. R.; GALBIATTI, J. A.; PEREZ, H. L.; RAGAZZI, M.; GALBIATT, R. **Produção de biogás a partir de dejetos de ruminantes e monogástrico com e sem inóculo**. Disponível em: <<http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A2-129.pdf>>. Acesso

em : 19 maio 2011.

MIRANDA, A. P. **Influência da temperatura e do tempo de retenção hidráulica em biodigestores alimentados com dejetos de bovinos e suínos**. 2005. 113 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

NOGUEIRA, L. A. H. **Biodigestão**: a alternativa energética. São Paulo: Nobel, 1986. 122 p.

NOVAES, R. F. V. Microbiology of anaerobic digestion. **Water Science and Technology**, Oxford, v. 18, n. 12, p. 1-14, 1986.

PAULA, I. F. **Tratamento biológico de águas residuárias de abatedouro de suínos**. 1982. 206 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. de; KUNZ, A. **Metodologia sugerida para estimar o volume de carga de poluentes gerados em uma granja de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 6 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 332).

PEREIRA, E. L.; CAMPOS, C. M. M.; MOTERANI, F. Efeitos de pH, acidez, e alcalinidade na microbiota da um reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) tratando efluentes de suinocultura. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 4, n. 3, p. 157-168, 2009.

PRETTO M. **O esterco de suíno como substrato de biodigestores contínuos: observações quanto ao início de operação**. 1985. 53 p. Monografia (Graduação) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

PRICE, E. C.; CHEREMISINOFF, P. N. **Biogas production and utilization**. Ann Arbor: Ann Arbor Science, 1981.

REICHERT, G. A. Aplicação da digestão anaeróbia de resíduos sólidos urbanos: uma revisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande, MS. **[Anais]**. Campo Grande, MS: [s.n.], 2005.

SALOMON, K. R. **Avaliação técnico-econômica e ambiental da**

utilização do biogás proveniente da biodigestão da vinhaça em tecnologias para geração de eletricidade. 2007. 219 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG.

STEIL, L. **Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbia de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos.** 2001. 127 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara.

STEINMETZ, R. L. R.; KUNZ, A.; DRESSLER, V. L.; FLORES, E. M. M.; MARTINS, A. F. Study of metal distribution in raw and screened swine manure. **CLEAN - Soil, Air, Water**, v. 37, n. 3, p. 239-244, 2009.

VEDRENNE, F.; BÉLINE, F.; DABERT, P.; BERNET, N. The effect of incubation conditions on the laboratory measurement of the methane producing capacity of livestock wastes.

Bioresource Technology, Essex, v. 99, n. 1, p. 146-155, 2008.

VILELA, F. S. **Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reatores anaeróbios de batelada:** eficiência de fermentação e diversidade microbiana. 2005. 69 f. Dissertação (Mestrado em Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

XAVIER, C. A. N.; LUCAS JUNIOR, J. Parâmetros de dimensionamento para biodigestores batelada operados com dejetos de vacas leiteiras com e sem uso de inóculo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 212-223, 2010.

YADVIKA, S.; SREEKRISHNAN, T. R.; KOHLI, S.; RANA, V. Enhancement of biogas

production from solid substrates using different techniques: a review. **Bioresource Technology**, Essex, v. 95, n. 1, p. 1-10, 2004.

Embrapa

Milho e Sorgo



Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA