

# PRODUÇÃO DE BIOGÁS E CARACTERIZAÇÃO DO BIOFERTILIZANTE USANDO DEJETOS DE CAPRINOS E OVINOS EM BIODIGESTOR DE PVC FLEXÍVEL\*

Daniilo Gusmão de Quadros\*\*, André de Paula Moniz Oliver\*\*\*, Ueliton Regis\*\*\*\*, Renata Valladares\*\*\*\*\*,  
Pedro Humberto Félix de Souza\*\*\*\*\*

\* Financiado pelo CNPq e USAID

\*\* Engenheiro Agrônomo, Doutor, Universidade do Estado da Bahia - campus IX / Núcleo de Estudo e Pesquisa em Produção Animal, [uneb\\_neppa@yahoo.com.br](mailto:uneb_neppa@yahoo.com.br)

\*\*\* Administrador, Instituto Winrock Internacional, [andre@oliver.adm.br](mailto:andre@oliver.adm.br)

\*\*\*\* Engenheiro Agrônomo, Mestre, Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola, [uregis@hotmail.com](mailto:uregis@hotmail.com)

\*\*\*\*\* Engenheira Mecânica, Instituto Winrock Internacional, [renata@ambientalpv.com](mailto:renata@ambientalpv.com)

\*\*\*\*\* Médico Veterinário, Doutor, Universidade do Estado da Bahia - campus III, [rbnsouza@bol.com.br](mailto:rbnsouza@bol.com.br)

## Resumo

A escassez de fontes energéticas e as altas taxas de mortalidade do rebanho, são dois grandes problemas para os agricultores familiares no semiárido brasileiro. De setembro de 2006 a abril de 2007 um biodigestor contínuo com gasômetro em PVC flexível, com 33 m<sup>3</sup> de volume, instalado na Estação Experimental da EBDA, Jaguarari, Estado da Bahia, foi monitorado quanto aos parâmetros bioquímicos, microbiológicos e parasitários do afluente e efluente, sendo avaliadas a produção e a composição do biogás, além da utilização do biofertilizante em capim-elefante. Com o manejo adequado, o poder poluente dos dejetos foi reduzido significativamente. Microbiologicamente, a eficiência de remoção de coliformes totais e fecais se manteve acima de 98% enquanto os ovos dos principais endoparasitos foram eliminados com o tratamento. A produção de biogás foi de 0,061 m<sup>3</sup> de biogás/kg de esterco. Basicamente, o biogás apresentou, em sua composição, 58 e 34% de metano e gás carbônico, respectivamente. O biofertilizante (pH 7,5) foi uma boa fonte de nutrientes, sobretudo de nitrogênio (64g 100/L, 80% na forma amoniacal) e potássio (214 g 100 /L), aumentando a produção de forragem.

## Abstract

### *Biogas production and biofertilizer traits using goat and sheep waste in a flexible PVC anaerobic digester*

The scarcity of energy resources and the livestock high mortality rates are perpetual problems for small farmers of the Brazilian semi-arid region. From September 2006 to April 2007 a continuous digester of 33 m<sup>3</sup> with gasometer in PVC flexible film, was installed at EBDA Experimental Station, Jaguarari, Bahia State and the affluent and effluent biochemical, microbiological, and parasitological traits characteristics were monitored, being evaluated the biogas production and composition, besides the use of the biofertilizer in elephantgrass. With adequate management, the pollution power of residues reduced significantly. Microbiologically, the efficiency of total and faecal coliforms remotion was above 98%, when the main endoparasites eggs were eliminated after treatment. The biogas production was 0.061 m<sup>3</sup> 100/kg of faeces. The biogas showed in its composition basically 58 and 34% of methane and carbonic dioxide, respectively. The biofertilizer (pH 7.5) was a great source of nutrients, mainly nitrogen (64 g 100/L, 80% ammoniacal form) and potassium (214 g/100 L), increasing forage production.

## INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro ocupa área de aproximadamente 900.000 km<sup>2</sup>, cerca de 10% do território do País. Neste contexto, a caprino-ovinocultura é uma das alternativas sócioeconômicas mais importantes, com destaque para a agricultura familiar.

Um grave problema enfrentado pelos agricultores familiares é a escassez de fontes energéticas para fins produtivos, cocção, resfriamento, aquecimento e iluminação. A lenha é fonte de calor comum para uso na cozinha porém é um recurso escasso e que deve ser preservado. Em 2004, o setor residencial consumiu cerca de 26 milhões de t de lenha e a demanda tem crescido nos últimos anos pelo aumento dos custos do seu substituto direto, o gás liquefeito de petróleo (GLP), vendido em botijões (GOLDEMBERG e LUCON, 2007). Na maioria das áreas rurais a disponibilidade dos combustíveis mais limpos para cocção (querosene, GLP e gás natural) é intermitente ou não existem, devido à falta de infraestrutura de distribuição e comercialização, além de serem relativamente mais caros que os tradicionais (lenha e carvão vegetal) disponíveis nessas áreas. Em países que não produzem petróleo ou gás natural, eles são importados e seus preços variam constantemente em consonância com o preço do petróleo no mercado internacional. A situação sócioeconômica precária e o baixo poder aquisitivo da população impedem a penetração desses combustíveis nessas áreas, levando a população a continuar utilizando combustíveis tradicionais em fogões ineficientes, que são disponíveis em abundância a custos menores e até nenhum (SANGA, 2004).

As principais fontes de energia para o consumo no segmento agropecuário foram: óleo diesel (58%), lenha (26%), energia elétrica (15%) e outros (1%), com elevação dos preços pagos pela energia, pois os preços do óleo diesel, da lenha e da energia elétrica, aumentaram 41, 52 e 36%, respectivamente, no triênio 2002-2004 (ESPERANCINI *et al.*, 2007).

A biodigestão anaeróbia consiste na fermentação com ausência de oxigênio de dejetos animais, plantas e lixo (doméstico e urbano) através de bactérias anaeróbias que sintetizam a matéria orgânica transformando-a em metano e dióxido de carbono, principais componentes do biogás. A utilização de biodigestores contribui para integração e sustentabilidade das atividades agropecuárias, aproveitando o dejetos ao qual, normalmente, é dado pouco ou mesmo nenhum valor comercial, convertendo-o em duas grandes fontes de desenvolvimento: em energia e adubo. Para cocção, o biogás é o combustível mais limpo de todos, seguido do GLP e querosene em fogão pressurizado, conforme a escada energética (SANGA, 2004).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o aproveitamento de dejetos de caprinos e ovinos em um biodigestor contínuo de PVC flexível, monitorando os aspectos bioquímicos, microbiológicos e parasitários do afluente e efluente, a produção e a composição do biogás, além da massa de forragem de capim-elefante adubado com biofertilizante.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Um biodigestor contínuo modelo canadense, também conhecido como da marinha, foi utilizado com gasômetro em laminado de PVC flexível, instalado na Estação Experimental de Caraíbas, da EBDA, em Pilar (Jaguarari, Bahia, latitude 9° 51' 43" S, longitude 39° 53' 50" W). A região apresenta precipitação anual de 400 mm com chuvas ocorrendo principalmente nos meses de novembro a abril e temperatura média anual de 25°C.

O reator, de 33 m<sup>3</sup>, apresentou dimensões de 9 m de comprimento por 1,5 m de profundidade, base menor e maior de 1,9 e 3,0 m, respectivamente. As caixas de entrada e de saída foram construídas em alvenaria com canos de PVC rígido de 150 mm, medindo 1 x 1 x 0,8 m de largura, comprimento e profundidade, respectivamente. O reator foi dimensionado para tempo de retenção de 45 dias.

Primeiro se retiraram os paus e pedras do aprisco de chão batido no qual os animais passaram as noites; em seguida, no manejo diário o esterco foi obtido por varreção, com cuidado para não trazer terra; após colocado na caixa de entrada, foi diluído na proporção 1:4, ou seja, 50 kg de esterco em 200 L de água, mantendo-o em imersão por 24 h, para amolecimento; no dia seguinte se recolheram as cıbalas sobrenadantes, com o auxílio de uma rede de metal, ou pá, que foram amassadas com ajuda de um pilão adaptado. Este processo foi possível com a divisão da caixa de entrada em dois compartimentos interligados na parte inferior; no segundo compartimento, o afluente tem acesso ao biodigestor; este procedimento de manejo foi fundamental, haja vista que as cıbalas integrais podem se acumular na superfície do conteúdo interno do biodigestor formando uma crosta não fermentada, impedindo a produção de biogás.

No dia 29-10-2006 amostragens de 1,3 L do afluente e efluente foram realizadas em triplicata. As amostras foram refrigeradas e transportadas ao Laboratório do SENAI-CETIND, em Lauro de Freitas, Bahia para análise da

demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), sólidos totais (ST) e voláteis (SV) (SMEWW, 2000). Outras amostras, acondicionadas em coletores estéreis de 150 mL, foram refrigeradas e levadas ao Laboratório da UNEB, campus III, em Juazeiro, Bahia, para mensuração do pH e da condutividade elétrica (CE) (SMEWW, 2000).

Na mesma ocasião se colheram amostras de 150 mL em coletores estéreis do afluente e do efluente, seis repetições por estágio, refrigeradas e levadas para análise coproparasitológica com contagem de ovos de helmintos e oocistos de protozoários, no Laboratório de Parasitologia da Universidade Federal da Bahia, pela técnica adaptada de Gordon e Whitlock (1939). Os dados da contagem de ovos por grama de fezes (OPG) de *Strongyloidea* e *Trichuris spp.*, além de oocistos de *Eimeria spp.*, foram transformados em  $\log x + 5$ , enquanto os dados de *Moniezia sp.* (positivo ou negativo), pela distribuição binomial, foram transformados em arco seno da raiz quadrada de  $x/100$ .

No dia 30-11-2006, três amostras de aproximadamente 250 mL foram colhidas em frascos de vidro, conservadas em tiosulfato de sódio, EDTA e refrigeração, transportadas ao Laboratório do SENAI-CETIND para estimativa do número mais provável (NMP) de coliformes totais e fecais (SMEWW, 2000).

Quantificou-se a produção do biogás utilizando-se gasômetro da marca LAO modelo G1, seguindo as recomendações do fabricante. Para a colheita do biogás, se utilizaram seringas de polipropileno de 60 mL, com bico tipo slim, acoplada a válvula de três estágios e mangueira de silicone de 1400 mm conectada à mangueira de acesso do biogás ao fogão por meio de uma seringa de 5 mL. Logo após a colheita, em triplicata, as amostras foram acondicionadas em caixa de polietileno (isopor), para evitar alterações na temperatura e luminosidade, e enviadas ao Laboratório do Hidrogênio, na Universidade de Campinas (UNICAMP), para análise dos teores de metano (CH<sub>4</sub>), gás carbônico (CO<sub>2</sub>), nitrogênio (N<sub>2</sub>) e oxigênio (O<sub>2</sub>), por cromatografia gasosa (aparelho marca HP, modelo 5890a, limite de detecção de 0,1 mol mol<sup>-1</sup>) e microcromatografia gasosa (aparelho marca Agilent, limite de detecção de 0,01% mol mol<sup>-1</sup>).

Durante 12 meses uma capineira de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), irrigada por sulcos, localizada a cerca de 80 m do biodigestor recebeu, na metade da área de 0,5 ha, o biofertilizante, via solo na dose de 0,5 L (m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>. A distribuição na área foi progressiva, 100 m<sup>2</sup> dia<sup>-1</sup>, objetivando-se a produção de forragem para o rebanho da Estação. As amostragens foram realizadas na área que recebeu, ou não, biofertilizante.

Quatro amostras de solo foram retiradas por área, na profundidade de 0-20 cm, compondo uma amostra composta, as quais foram levadas ao Laboratório de Solos da UNEB – campus III, Juazeiro, para análises físico-químicas. As propriedades físicas e químicas do solo da área que recebeu, ou não, o biofertilizante, não variaram, exceto pelo acúmulo de fósforo na gleba adubada, na qual a densidade real foi ligeiramente menor. A declividade no sentido da área adubada à não-adubada e o sistema de irrigação por sulcos contribuíram, de certa forma, para o transporte de nutrientes solúveis, resultando equilíbrio das condições para o desenvolvimento do capim.

No momento do corte o capim-elefante apresentou idade de rebrotação de 40 d, com altura média de 1,20 m. Para quantificação da massa verde (MV) e seca (MS) foram cortadas, rente ao solo, duas amostras em 1 m linear por área; essas amostras foram pesadas e retiradas subamostras para quantificação do teor de matéria seca (MS).

Calculou-se o rendimento de massa verde e seca por hectare considerando-se a massa por metro linear multiplicado pela quantidade de metros lineares por hectare, sendo o espaçamento entre linhas de 0,9 m.

Os dados foram tabulados no programa Excel, o qual foi utilizado no cálculo das médias, desvios, erro padrão e coeficiente de variação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção média de biogás foi de 0,061 m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup> de esterco, ou 0,003 m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup> de substrato (Tabela 1). Considerando a produção diária de esterco de 50 kg (100 animais presos à noite), resultaria em 3,0 m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup> de biogás, ou 91,9 m<sup>3</sup> mês<sup>-1</sup>, equivalente a 2,8 botijões de 13 kg de GLP (33 m<sup>3</sup> de biogás = 1 botijão). No ano, a produção foi estimada em 1.118 m<sup>3</sup> de biogás, que correspondem a 33,9 botijões de GLP. Se o valor de cada botijão é R\$ 33,00, a produção anual de biogás corresponderia a 1.118 reais. A produção de biogás convertida em eletricidade, numa eficiência de 5,5 kWh (m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> de biogás, segundo Magalhães *et al.* (2004), resultaria em 505 kWh mês<sup>-1</sup>, ou 6.151 kWh ano<sup>-1</sup>.

Tabela 1. Produção de biogás em biodigestor contínuo de PVC flexível usando dejetos de caprinos e ovinos.

*Table 1. Biogas production in continuous digester of flexible PVC using goat and sheep waste.*

Parâmetro	Produção de biogás (m <sup>3</sup> )	
	Por kg esterco	Por L substrato
Média	0,061	0,003
EP <sup>1</sup>	0,011	0,002
CV <sup>2</sup> (%)	45,5	133,6

<sup>1</sup>EP = erro padrão da média

<sup>2</sup>CV = coeficiente de variação

Os resultados obtidos no presente trabalho estiveram dentro da faixa de 0,043 a 0,103 m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup> de esterco (corrigidos para 20 °C e 1 atm), relatada por Amorim (2005), considerando caprinos da raça Saanen com 90 a 150 d de idade recebendo dietas com proporção volumoso:concentrado variando de 80:20 a 40:60.

O biogás apresentou na sua composição, 57,8; 34,4; 5,0, e 2,8% de CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, respectivamente (Tabela 2). Em biodigestores batelado tratando dejetos de caprinos, o percentual de metano no biogás foi maior nas primeiras duas semanas após o abastecimento, atingindo 73,0 e 56,3%, para verão e outono, com queima após os 4º e o 12º d, respectivamente, o que só ocorreu na 6ª semana para os abastecimentos realizados nas estações de inverno e primavera, cujos valores foram de 43,2 e 56,1% de CH<sub>4</sub>, com queima após 42 e 31 d, respectivamente (AMORIM *et al.*, 2004).

Tabela 2. Composição do biogás produzido pela biodigestão anaeróbia de dejetos de ovinos e caprinos em biodigestor de PVC flexível.

Table 2. Biogas composition produced by anaerobic digestion of goat and sheep waste in digester of flexible PVC.

Gases	Unidade	Média	EP <sup>1</sup>	CV <sup>2</sup> (%)
CH <sub>4</sub>	% mol mol <sup>-1</sup>	57,8	0,26	0,8
CO <sub>2</sub>	% mol mol <sup>-1</sup>	34,4	0,93	4,7
N <sub>2</sub>	% mol mol <sup>-1</sup>	5,0	0,82	28,4
O <sub>2</sub>	% mol mol <sup>-1</sup>	2,8	0,27	16,7

<sup>1</sup> EP = erro padrão da média

<sup>2</sup> CV = coeficiente de variação

As proporções de CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> mensuradas neste trabalho estiveram na faixa de 50-70% e 30-40%, respectivamente, relatadas por Breton *et al.* (2004) para composição do biogás, que contém pequenas quantidades de outros gases, como 5-10% de hidrogênio (H<sub>2</sub>), 1-2% de nitrogênio (N<sub>2</sub>) e 0,3% de vapor d'água.

A concentração da DBO apresentou diminuição de 50%, com a passagem do material pelo biodigestor (Tabela 3), eficiência de redução inferior a 75% observada por Campos *et al.* (2005), tratando laboratorialmente dejetos da suinocultura em reator de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB).

Tabela 3. Parâmetros bioquímicos e microbiológicos do dejetos de caprinos e ovinos e no biofertilizante do biodigestor de PVC flexível.

Table 3. Biochemical and microbiological traits of goat and sheep waste and biofertilizer of the digester of flexible PVC.

Parâmetro <sup>1</sup>	Dejeto			Biofertilizante		
	Média	EP <sup>3</sup>	CV <sup>4</sup> (%)	Média	EP	CV (%)
Parâmetros bioquímicos						
DBO (mg O L <sup>-1</sup> )	1831	56,5	5,34	916	62,5	11,8
DQO (mg O L <sup>-1</sup> )	17808	719	6,99	2833	784	47,9
ST (g L <sup>-1</sup> )	143,7	17,4	20,9	202,7	64,7	55,3
SV (g L <sup>-1</sup> )	82,5	41,5	87,2	171,0	63,1	63,9
N (mg L <sup>-1</sup> )	721	93,3	22,4	557	74,2	23,1
P (mg L <sup>-1</sup> )	33,4	5,34	27,7	28	1,03	6,49
K (mg L <sup>-1</sup> )	2178	54,3	4,0	2103	46,7	3,84
N-NH <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	576	194	58,4	526	106	35,0
pH	6,13	0,00	0,00	7,50	0,06	1,33
CE	5,33	0,26	8,33	5,43	0,07	2,13
Parâmetros microbiológicos						
Coliformes totais (NMP <sup>2</sup> x 10 <sup>5</sup> )	500	115	40,00	6,33	1,67	45,6
Coliformes fecais (NMP <sup>2</sup> x 10 <sup>5</sup> )	433	66,7	26,6	5,33	1,45	47,2

<sup>1</sup> DBO-demanda bioquímica de oxigênio; DQO-demanda química de oxigênio; ST-sólidos totais; SV-sólidos voláteis; N-nitrogênio; N-NH<sub>3</sub>-N amoniacal; P-fósforo; K-potássio; pH-potencial hidrogeniônico; CE-condutividade elétrica

<sup>2</sup> NMP-número mais provável

<sup>3</sup> EP - erro padrão da média

<sup>4</sup> CV-coeficiente de variação

Houve redução de 84% na DQO com o tratamento (Tabela 3), valor superior aos 78% encontrados por Campos *et al.* (2005) tratando laboratorialmente dejetos suínos em reator UASB. Como na DBO se mede apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais facilmente biodegradável será o efluente. A relação DQO:DBO do afluente, quanto ao efluente, diminuiu de 9,7 para 3,0, respectivamente.

As amostras colhidas nas caixas de entrada e saída foram bem heterogêneas quanto à concentração de ST e SV, com média de 140 e 111 g L<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 2); entretanto, Amorim *et al.* (2004) observaram redução de 36% de SV no efluente em comparação com o afluente, quando avaliaram a digestão anaeróbia de dejetos de caprinos em biodigestores modelo batelada, adotando tempo de permanência entre 12 e 20 semanas, conforme as estações do ano.

Considerando os teores de ST obtidos neste trabalho, a taxa de diluição adotada na rotina de manejo do biodigestor mostrou-se adequada pois, segundo Breton *et al.* (2004), antes da colocação do esterco no biodigestor é importante a mistura com água suficiente para atingir conteúdos de 80 a 160 g L<sup>-1</sup>, mantendo a produção de gás.

A condutividade elétrica não variou expressivamente com o estágio, antes ou depois do tratamento, com média geral de 5,38 (Tabela 2), destoando das observações de Fregoso *et al.* (2001). Por outro lado, o pH aumentou cerca de 20% com a passagem dos dejetos pelo reator, atingindo pH 7,5 (Tabela 3). Mudanças no pH do meio afetam sensivelmente as bactérias envolvidas no processo de digestão. A faixa de pH na operação dos biodigestores é de 6,0 a 8,0, tendo como ponto ideal pH 7,0, que ocorre normalmente quando o reator está funcionando bem.

Não houve diferenças marcantes na concentração de N, P e K nas amostras do afluente e do efluente; e considerando-se, portanto os dados médios, o biofertilizante apresentou conteúdos de N, P e K, de 639; 30,5 e 2141 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente; considerando a produção de 250 L d<sup>-1</sup>, resultaria em: 58,3 kg N ano<sup>-1</sup>, que equivaleria a 291 kg de sulfato de amônio (20% de N); 2,8 kg ano<sup>-1</sup> de P, correspondente a 35 kg de superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), e 195 kg de K ano<sup>-1</sup>, 404 kg de cloreto de potássio (58% de K<sub>2</sub>O). Os teores de N, P e K no biofertilizante encontrados neste trabalho foram considerados satisfatórios (Tabela 2), e superiores aos observados por Fregoso *et al.* (2001), que trataram dejetos da suinocultura em biodigestor de polietileno tubular, com caixa de entrada e saída (tipo FAO), em 10, 77 e 488%, respectivamente para N, P e K. Os efeitos da utilização de biofertilizantes provenientes de biodigestores são benéficos na produção de culturas agrícolas, como ficou demonstrado por Villela Júnior *et al.* (2003).

Do total do N, cerca de 80% foi na forma amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) (Tabela 3), que oferece vantagens para absorção pela planta, já que ela é capaz, sobremaneira, de utilizar o N na forma de amônio (Breton *et al.*, 2004). A proporção de N-NH<sub>3</sub> de obtida no presente trabalho foi de 80%. Fries e Aita (1990), testando a aplicação de esterco e biofertilizante em sorgo, observaram aumento nos teores de N prontamente disponível, refletindo em maior absorção pelas plantas, quando aplicaram o biofertilizante.

Foi significativa a diminuição no NMP de coliformes totais (98,7%) e fecais (98,8%) no efluente, em relação ao afluente (Tabela 2). Os valores de NMP de coliformes fecais e totais no efluente observados neste trabalho, foram considerados dentro da normalidade observando-se os resultados de Amaral *et al.* (2004) e tratando dejetos de bovinos leiteiros em biodigestores modelos Indiano e Chinês; contudo, a eficiência de redução foi menor

que os 99,99% encontrados por Amorim *et al.* (2004) e de 99,8 a 100%, por Amorim (2005), tratando dejetos de caprinos em biodigestores modelo batelado por 24 a 29 semanas.

A contagem de OPG dos nematódeos da superfamília *Strongyloidea* que mais acometem o rebanho, reduziu significativamente com o tratamento dos dejetos no biodigestor, ou seja, cerca de 96% de eficiência (Tabela 4).

Tabela 4. Contagem de ovos por grama de fezes (OPG) de *Strongyloidea* e *Trichuris spp.*, de oocistos por grama de fezes (OOPG) de *Eimeria spp.* e prevalência de *Moniezia sp.* do dejetos de caprinos e ovinos e biofertilizante do biodigestor de PVC flexível.

Table 4. Faecal egg count (FEC) of *Strongyloidea* and *Trichuris spp.*, of oocistes per gram of faeces (OOPG) of *Eimeria spp.* and *Moniezia sp.* prevalence of goat and sheep waste and biofertilizer of digester of flexible PVC.

Parasito	Dejeto			Biofertilizante		
	Média	EP	CV <sup>2</sup> (%)	Média	EP	CV (%)
<i>Strongyloidea</i>	383	0,04	3,66	16,7	0,22	51,4
<i>Eimeria spp.</i>	1417	0,08	6,26	592	0,12	10,5
<i>Trichuris spp.</i>	66,7	0,28	43,2	16,7	0,22	58,7
<i>Moniezia sp.</i> <sup>1</sup>	66,7%			50,0%		

<sup>1</sup> Percentual de amostras positivas (+)

<sup>2</sup> EP-erro padrão da média

<sup>3</sup> CV-coeficiente de variação

Os poucos ovos encontrados no biofertilizante se apresentaram com as larvas mortas. A viabilidade de ovos de nematódeos *Strongyloidea* foi de 35 d, em experimento com tanques cilíndricos de 200 L atuando como biodigestores, tratando 83 kg de dejetos de bovinos leiteiros, no qual a infectividade das larvas dos gêneros *Haemonchus*, *Cooperia* e *Oesophagostomum*, foi controlada após 14 d de retenção enquanto os gêneros *Trichostrongylus* e *Ostertagia*, após 35 d (MENTZ *et al.*, 2004a).

Para Amaral *et al.* (2004), o processo de biodigestão promoveu a redução da contagem de ovos de helmintos em dejetos bovinos; entretanto, 40 d de retenção foram insuficientes para impedir a sobrevivência das larvas, após a coprocultura do efluente; para o trematódeo *Fasciola hepatica* dos bovinos, o período de retenção do material em biodigestão anaeróbia não deve ser inferior a 42 d, antes do seu retorno ao ambiente (MENTZ *et al.*, 2004b).

A biodigestão de dejetos reduziu significativamente a contagem de oocistos no efluente, com valores médios 58% menores (Tabela 4), em comparação com o afluente. Encontraram-se poucos ovos do nematódeo *Trichuris spp.*, que vive na mucosa do cólon (intestino grosso), tanto no afluente quanto no efluente (Tabela 4). Porém, ovos do cestódeo *Moniezia sp.*, parasito do intestino delgado que geralmente ocorre em animais jovens, foram identificados em 58,3% das amostras, independente do local da amostragem, caixa de entrada ou saída (Tabela 4).

O capim-elefante colhido na área que recebeu o biofertilizante, apresentou MV e MS, 24 e 15% maiores em relação ao sem adubo, diferenças essas correspondentes a 6,6 e 0,6 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Massa verde (MV) e seca (MS), em t ha<sup>-1</sup>, de capim-elefante adubado com biofertilizante de biodigestor de PVC flexível usando dejetos de caprinos e ovinos.

*Table 5. Green (MV) and dry mass (MS), in t ha<sup>-1</sup>, of elephantgrass fertilizer with biofertilizer of digster of flexible PVC using goat and sheep waste.*

Parâmetro	Sem Biofertilizante			Com Biofertilizante		
	Média	EP <sup>1</sup>	CV <sup>2</sup> (%)	Média	EP	CV (%)
MV	19,6	1,6	11,2	26,2	0,88	4,80
MS	3,4	24,2	1,00	4,0	0,34	12,0

<sup>1</sup>EP- erro padrão de média

<sup>2</sup>CV- coeficiente de variação

Pereira (2006) testando a aplicação de dejetos líquidos de suínos na adubação de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.), obteve aumentos da MV e MS, na ordem de 200 e 300%, respectivamente. O aumento da produção de forragem é um dos principais motivos para o convencimento dos produtores rurais em utilizarem fertilizantes orgânicos líquidos, em virtude do vigor aparente e da coloração verde escuro que aparece nas plantas nas parcelas adubadas. O biofertilizante apresenta consistência líquida que facilita a sua aplicação, promovendo em gramíneas forrageiras a aparência tenra e coloração verde escuro. Em razão da maior disponibilidade de nutrientes, o biofertilizante aumentou o rendimento de MS em relação à aplicação do esterco (Fries e Aita, 1990).

## CONCLUSÕES

A eficácia da biodigestão dos dejetos de caprinos e ovinos no saneamento ambiental e na produção de biogás foi satisfatória, considerando-se os parâmetros bioquímicos, microbiológicos e parasitológicos do afluente e do efluente; entretanto, o NNP de coliformes fecais ainda foi alto, necessitando de maiores estudos em relação ao tempo de retenção. O biofertilizante foi equilibrado para aplicação em pastagens estabelecidas de capim-elefante, com considerável concentração de nutrientes.

## LITERATURA CITADA

- AMARAL, C. M. C.; AMARAL, L. A.; LUCAS JÚNIOR, J.; NASCIMENTO, A. A.; FERREIRA, D. S.; MACHADO, M.R.F. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. **Ciência Rural**, v.34, n.6, p.1897-1902, 2004.
- AMORIM, A. C. **Avaliação do potencial de impacto ambiental e do uso da compostagem e biodigestão anaeróbia na produção de caprinos**. Jaboticabal: UNESP, 2005. 107p. Tese Doutorado
- AMORIM, A. C.; LUCAS JUNIOR, J.; RESENDE, K. T. Biodigestão de dejetos de caprinos obtidos nas diferentes estações do ano. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.1, p.16-24, 2004.

- BRETON, J.; KARLSSON, M. F.; LA ROCCA, F.; MIRANDA, P. M. S.; POULIOT, M. Renewable energy sources and technologies on farm systems: focusing on Danish scenario. Copenhagen: **The Royal Veterinary and Agricultural University**, 2004. 126p.
- 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 de manta de lodo (UASB) alimentado com dejetos de suínos. **Ciência Agrotécnica**, v.29, n.4, p.848-856, 2005.
- ESPERANCINI, M. S. T.; COLEN, F.; BUENO, O. C.; PIMENTEL, A. E. B.; SIMON, E. J. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do estado de São Paulo. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.1, p.110-118, 2007.
- FREGOSO, M. J. S.; FERRERA-CERRATO, R.; BARRA, J. E.; GONZÁLEZ, G. A.; SANTOS, J. T.; GÓMEZ, L. B.; PÉREZ, G. P. Producción de biofertilizantes mediante biodigestion de excreta líquida de cerdo. **Terra**, v.19, n.4, p.253-362, 2001.
- FRIES, M. R.; AITA, C. Aplicação de esterco bovino e efluente de biodigestor em um solo Podzólico vermelho-amarelo: efeito sobre a produção de matéria seca e absorção de nitrogênio pela cultura do sorgo. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.20, n.1-2, p.137-145, 1990.
- GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avançados**, v.21, n.59, p.7-20, 2007.
- GORDON, H. M.; WHITLOCK, H. V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of the Council of Scientific and Industrial Research**, v.12, n.1, p. 50-52, 1939.
- MAGALHÃES, E. A.; SOUZA, S. N. M.; AFONSO, A. D. L.; RICIERI, R. P. Confecção e avaliação de um sistema de remoção do CO<sub>2</sub> contido no biogás. *Acta Scientiarum*, v.26, n.1, p.11-19, 2004.
- MENTZ, M. B.; WIEST, J. M.; GONÇALVES, P. D. Viability of bovine's *Strongyloidea* eggs in a system of anaerobic biodigestion. **Parasitologia Latinoamericana**, v.59, n.3, p.148-152, 2004a.
- MENTZ, M. B.; WIEST, J. M.; GONÇALVES, P.D. Viabilidade de ovos de *Fasciola hepatica* de bovinos em sistema de biodigestão anaeróbia. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.4, p.550-553, 2004b.
- PEREIRA, E. R. **Qualidade da água residuária em sistemas de produção e de tratamento de efluentes de suínos e seu reuso no ambiente agrícola**. Piracicaba: USP. 2006. 129p. Tese Doutorado
- SANGA, G. A. **Avaliação de impactos de tecnologias limpas e substituição de combustíveis para cocção em residências urbanas na Tanzânia**. Campinas: UNICAMP. 2004. 125p. Dissertação Mestrado
- SMEWW - **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Public Health Association (APHA)/American Water Works Association (AWWA)/Water Environment Federation (WEF). 20.ed. Washington: American Public Health Association. 2000. 1368p.
- VILLELA JÚNIOR, L. V. E.; ARAÚJO, J. A. C.; FACTOR, T. L. Estudo da utilização do efluente de biodigestor no cultivo hidropônico do meloeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.72-79, 2003.