

# Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás

Airton Kunz<sup>1</sup>  
Paulo Armando V. de Oliveira<sup>2</sup>

**Resumo:** As fortes transformações dos sistemas de produção de animais confinados (SPACs) têm trazido avanços significativos ao setor, no entanto isso também tem causado problemas ambientais fruto da concentração e aumento de escala da atividade. Isso cria a necessidade de busca de novas alternativas para mitigar o problema e também agregar valor aos resíduos gerados. A geração e o aproveitamento do biogás a partir desses resíduos se mostra como uma alternativa interessante, pois permite o aproveitamento do biogás gerado nas propriedades rurais como fonte de energia térmica e elétrica, reduzindo os custos provenientes da demanda energética das propriedades rurais.

**Palavras-chave:** impacto ambiental, energia, resíduos animais.

## Introdução

A produção de animais têm sofrido grandes modificações nas últimas décadas, passando de um sistema de criação extensivo para um modelo intensivo de confinamento. O sistema de produção de animais confinados (SPACs) visa principalmente reduzir os custos de produção e aumentar a eficiência do processo. O Brasil tem se destacado internacionalmente nesse contexto, aumentando suas exportações e gerando divisas para o País. No entanto, os problemas ambientais também têm se intensificado, em função dessa alta concentração, criando-se a necessidade de alternativas que permitam minimizar o problema e, na medida do possível, agregar algum valor aos resíduos dos SPACs. Nesse sentido, a geração e utilização de biogás apresenta-se como uma alternativa interessante para contribuir na mitigação desses problemas ambientais.

A biodigestão anaeróbia é um processo conhecido há muito tempo e seu emprego para a produção de biogás para a conversão em ener-

gia de cozimento, iluminação e como biofertilizante é muito popular nos países asiáticos, a exemplo da China e Índia.

O interesse pelo biogás, no Brasil, intensificou-se nas décadas de 1970 e 1980, especialmente entre os suinocultores. Programas oficiais estimularam a implantação de muitos biodigestores focados, principalmente, na geração de energia e na produção biofertilizante e diminuição do impacto ambiental. O objetivo dos programas governamentais era reduzir a dependência das pequenas propriedades rurais na aquisição de adubos químicos e de energia térmica para os diversos usos (cozimento, aquecimento, iluminação e refrigeração), bem como reduzir a poluição causada pelos dejetos animais e aumentar a renda dos criadores. Infelizmente, os resultados não foram os esperados e a maioria dos sistemas implantados acabaram sendo desativados.

A conjugação de uma série de fatores foi responsável pelo insucesso dos programas de biodigestores nesse período, entre os quais podemos citar:

<sup>1</sup> Químico industrial, Dr., pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Caixa Postal 21, 89700-000, Concórdia, SC., airton@cnpa.embrapa.br.

<sup>2</sup> Engenheiro agrícola, Dr., pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Caixa Postal 21, 89700-000, Concórdia, SC., paolive@cnpa.embrapa.br.

a) Falta de conhecimento tecnológico sobre a construção e operação dos biodigestores.

b) Custo de implantação e manutenção elevados (câmaras de alvenaria, concreto ou pedra, gasômetros de metal).

c) O aproveitamento do biofertilizante continuava a exigir equipamentos de distribuição na forma líquida, com custos de aquisição, transporte e distribuição elevados.

d) Falta de equipamentos desenvolvidos exclusivamente para o uso do biogás e a baixa durabilidade dos equipamentos adaptados para a conversão do biogás em energia (queimadores, aquecedores e motores).

e) Ausência de condensadores para água e de filtros para os gases corrosivos gerados no processo de biodigestão.

f) Disponibilidade e baixo custo da energia elétrica e do GLP.

g) Não resolução da questão ambiental, pois biodigestores, por si só, não são considerados como um sistema completo de tratamento. Outros fatores, como erros grosseiros de dimensionamento, construção e operação, foram determinantes para o insucesso dos biodigestores.

Passados aproximadamente 30 anos os biodigestores ressurgem como alternativa ao produtor, graças à disponibilidade de novos materiais para a construção dos biodigestores e, evidentemente, da maior dependência de energia das propriedades em função do aumento da escala de produção, da matriz energética (demanda da automação) e do aumento dos custos da energia tradicional (elétrica, lenha e petróleo). Sem dúvida, o emprego de mantas plásticas na construção de biodigestores, material de alta versatilidade e baixo custo, é o fator responsável pelo barateamento dos investimentos de implantação e da sua disseminação (OLIVEIRA, 2005).

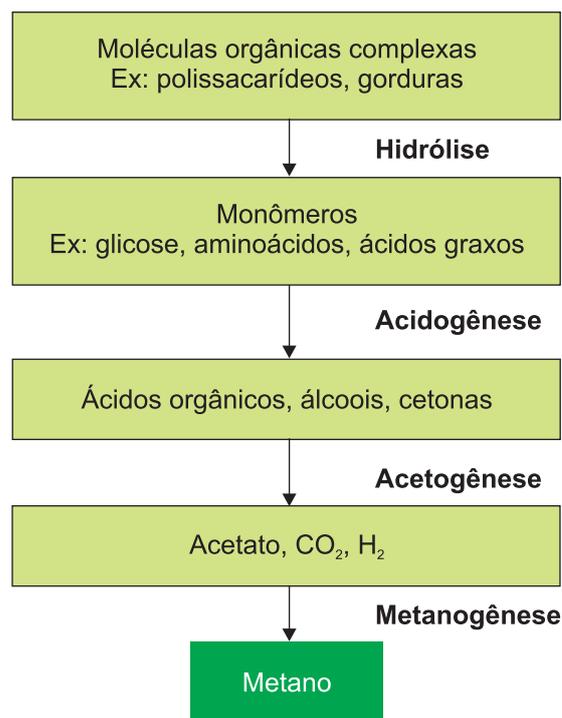
## Biodigestão anaeróbica

O entendimento do processo de obtenção do biogás é de grande importância para o suces-

so da tecnologia de aproveitamento do biogás, haja vista que são complementares e, caso não se tenham os devidos cuidados na geração, a utilização estará seriamente prejudicada.

O mecanismo de decomposição anaeróbica se desenvolve pela ação de um consórcio de microrganismos, em que um dos produtos finais da degradação é o metano (Fig. 1). O biogás, produto da degradação anaeróbica, é composto majoritariamente por metano (50%–70%) e  $\text{CO}_2$ . Esse gás pode ser coletado dos sistemas de degradação anaeróbica e utilizado como combustível (geração de calor ou energia). Os sistemas mais representativos para tratamento de dejetos animais via degradação anaeróbica são os biodigestores.

Os biodigestores são sistemas fechados de degradação anaeróbica em que os gases produzidos são coletados e armazenados em compartimentos chamados gasômetros para posterior utilização ou simples queima. Vários modelos de biodigestores têm sido desenvolvidos e adaptados para se buscar um aumento da eficiência des-



**Fig. 1.** Etapas da degradação anaeróbica.  
Fonte: Bitton, 2005.

ses sistemas aliado a uma redução de custos dos equipamentos (REUNIÃO TÉCNICA SOBRE BIODIGESTORES PARA TRATAMENTO DE DEJETOS DE SUÍNOS E USO DE BIOGÁS, 2006).

Os principais modelos de biodigestor são o indiano, chinês e canadense, sendo este último bastante utilizado recentemente, principalmente pelo desenvolvimento de geomembranas que facilitam a instalação dos biodigestores.

Os biodigestores podem apresentar problemas de eficiência influenciados por um manejo incorreto ou pela influência da temperatura ambiente. Esta última variável pode alterar a temperatura da biomassa no interior do biodigestor e, nos meses de inverno, reduzir a atividade dos microrganismos, já que estes apresentam uma temperatura ótima de crescimento por volta de 35°C (OLIVEIRA, 2005). No Brasil isso é mais significativo nos estados do Sul, que têm maior amplitude térmica e invernos mais rigorosos, conseqüentemente quando se tem as maiores demandas por energia térmica (KUNZ et al. 2005).

Um cuidado que deve ser tomado com a utilização de biodigestores diz respeito ao efluente líquido que sai do sistema (Tabela 1), não podendo ser descartado nos corpos receptores, pois ainda apresenta um alto potencial poluidor, principalmente quando considerado nitrogênio e fósforo.

**Tabela 1.** Médias (g L<sup>-1</sup>) das determinações de carga orgânica e nutrientes para a alimentação e o efluente do biodigestor.

Parâmetro	Entrada	Saída
DQO	66,9 ± 13,5	8,5 ± 1,0
DBO <sub>5</sub> <sup>20</sup>	34,8 ± 7,4	3,2 ± 1,2
N-NH <sub>3</sub>	2,6 ± 0,8	2,3 ± 0,7
N <sub>Total</sub>	4,8 ± 1,1	3,2 ± 0,5
P <sub>Total</sub>	1,60 ± 0,41	0,22 ± 0,14
Sólidos Voláteis	41,7 ± 15,6	9,7 ± 4,9

Fonte: Kunz et al. (2004).

## Capacidade de geração de biogás em função de diferentes resíduos

A geração de biogás a partir de resíduos animais é dependente, além da temperatura, pH, alcalinidade e do manejo adotado no SPAC, também da própria característica do resíduo, que é o substrato para o crescimento dos microrganismos no biodigestor (Tabela 2).

Essa diferença na capacidade de geração de biogás está associada a vários fatores, como dieta dos animais e sistema digestivo, que fazem com que sejam produzidos resíduos de características distintas com potencialidades distintas na produção de biogás.

Desenvolveu-se um trabalho para avaliação da produção de biogás, durante os meses de julho a dezembro de 2004, em propriedade com 400 suínos nas fases de crescimento e terminação e com um biodigestor modelo canadense, com volume da câmara de digestão para 100 m<sup>3</sup> de biomassa (OLIVEIRA, 2004; OLIVEIRA et al., 2005). No biodigestor, a câmara de biomassa foi escavada no solo e revestida com vinimanta de PVC com espessura de 0,8 mm, sendo o depósito de biogás coberto, também com vinimanta de PVC, com espessura de 1 mm. O biodigestor foi projetado para um Tempo de Retenção Hidráulico (TRH) de 30 dias, sendo então alimentado diariamente com 2,45 m<sup>3</sup> de dejetos. O biogás gerado foi registrado com um medidor modelo Liceu MG-4, com capacidade para a medição máxima de 4 m<sup>3</sup>/hora. Semanalmente, eram coletadas amostras de dejetos na entrada e na saída do biodigestor para análise físico-química dos dejetos. No período observado, a média e o desvio-padrão das medições semanais da densidade (kg/m<sup>3</sup>) dos dejetos de suínos na entrada do biodigestor foi de 1.032,15 ± 15,38, sendo, na saída do biodigestor, de 1.010,32 ± 2,24. A densidade média observada na entrada do biodigestor (sólidos totais de 8,77 %) pode ser considerada elevada quando comparada com os valores médios de sólidos totais 2,5%, observados em propriedades produtoras de suínos, no Oeste Catarinense. Essa densidade foi obtida em função de um manejo adequado dos dejetos de suínos nas instalações (raspagem a seco e limpeza somente na saída dos animais) e o uso de novos

**Tabela 2.** Potencial de geração de biogás a partir de diferentes resíduos orgânicos animais.

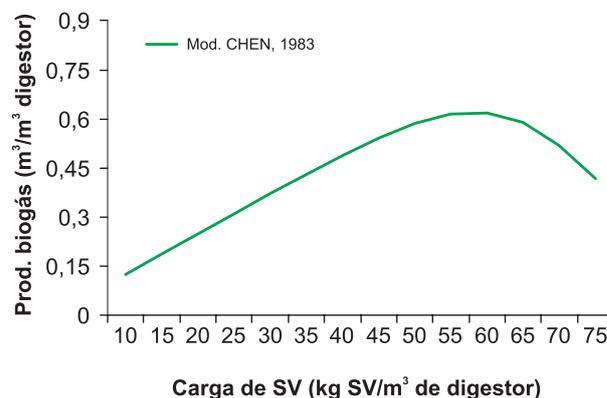
Animal (Peso vivo)	Kg esterco/Animal/dia	m <sup>3</sup> biogás/kg esterco	m <sup>3</sup> biogás/Kg SV	m <sup>3</sup> biogás/animal/dia
Bovino (500 kg)	10–15	0,038	0,094–0,31	0,36
Suíno (90 kg)	2,3–2,8	0,079	0,37–0,50	0,24
Aves (2,5 kg)	0,12–0,18	0,050	0,31–0,62	0,014

Fonte: Oliveira (1993). SV: Sólidos voláteis.

bebedouros que desperdiçam o mínimo possível de água. Os valores de densidade estão correlacionados diretamente com os valores dos ST e SV, então quanto maior a densidade maior a concentração de ST e SV. A temperatura média da biomassa observada no biodigestor foi de 23°C, o que indica que na digestão anaeróbica da biomassa ocorreu predominantemente a presença de bactérias mesofílicas. A média e o desvio-padrão, na entrada do biodigestor para a concentração de ST, observados foi de 65,12 g/L ± 23,7, e para os SV foi de 53,1 g/L ± 20,8. A produção de biogás mínima registrada foi de 40 m<sup>3</sup> em agosto e máxima de 60 m<sup>3</sup> em dezembro (OLIVEIRA et al., 2005).

Utilizou-se o modelo matemático desenvolvido por Chen (1983), descrito em LA FARGE, 1995, com os valores de carga de alimentação do biodigestor, para estimar a produção de biogás para o biodigestor usado neste trabalho (100 m<sup>3</sup>). Na Fig. 2, pode-se observar os valores da produção de biogás estimada pelo modelo de Chen (1983), para a faixa de temperatura (23°C) de operação do biodigestor, para diferentes concentrações de carga.

O biodigestor instalado na propriedade produtora de suínos, quando manejado adequadamente, pode produzir biogás com uma eficiência de produção variando entre 0,35 a 0,60 m<sup>3</sup> de biogás por m<sup>3</sup> de biomassa. Para uma produção economicamente aceitável de biogás, o manejo dos dejetos na unidade produtora de suínos deve buscar obter a maior concentração possível de sólidos voláteis e evitar a diluição dos dejetos com a mistura de água de chuva, água desperdiçada pelos bebedouros e água de limpeza das instalações (OLIVEIRA et al., 2005).



**Fig. 2.** Produção específica de biogás (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de biomassa) estimada pelo Modelo de CHEN (1983), usando-se os valores observados de temperatura, sólidos voláteis (g/L), vazão de dejetos (litros/dia) e carga de alimentação do biodigestor.

Fonte: Oliveira et al. (2005).

## Utilização de biogás

### Geração de energia térmica

O grande desafio das regiões com alta concentração de animais é a redução dos Gases de Efeito Estufa (GEE) e principalmente a utilização do metano (CH<sub>4</sub>) como fonte de energia térmica em substituição ao Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) nos sistemas de produção de suínos e de aves. A Embrapa Suínos e Aves, uma das Unidades de pesquisa da Embrapa, desenvolveu um trabalho de utilização do biogás como fonte de aquecimento do ambiente interno de um aviário, em julho de 2004. A propriedade possui 400 suínos nas fases de crescimento e terminação e um aviário com 12 m x 100 m (1200 m<sup>2</sup>), com 14.400 aves (12 aves/m<sup>2</sup>) (OLIVEIRA; HIGARASHI, 2006).

A propriedade possui um biodigestor modelo canadense. No aviário, foram usadas oito campânulas, fabricadas para o uso do GLP, as quais foram adaptadas para o uso do biogás, em que modificou-se o diâmetro do injetor de gás para 1,50 mm (1,7672 mm<sup>2</sup>) e adotou-se o seguinte manejo das campânulas no aviário: durante o dia (12 horas), eram acionadas 5 campânulas e durante a noite, as 8 campânulas (12 horas). A pressão da linha de alimentação de biogás utilizada para as campânulas foi de 0,517 kg/cm<sup>2</sup> (523,85 Pa) (OLIVEIRA; HIGARASHI, 2006).

O calor gerado pelo biogás foi testado no aquecimento do ambiente interno de um aviário para a produção de frango de corte. As temperaturas foram observadas a cada 15 minutos, com o uso de datalogger modelo Testo-175. A temperatura da biomassa observada no biodigestor situou-se em 25°C. A média e o desvio-padrão da concentração de ST, observada na entrada do biodigestor, foi de 75,12 g/L  $\pm$  16,7, e para os SV foi de 56,31 g/L  $\pm$  18,8, sendo a produção média de biogás verificada no período de observação (julho, 2004) de 52  $\pm$  10 m<sup>3</sup>. O consumo médio de biogás registrado por campânulas foi de 0,226 m<sup>3</sup>/h (totalizando em média 35,256 m<sup>3</sup>/dia).

A temperatura média de bulbo seco observada no interior do aviário foi de 28,09°C, sendo observada uma máxima de 32,86°C e mínima de 21,68°C. No exterior do aviário, a temperatura média de bulbo seco observada foi de 11,29°C, sendo registrada uma máxima de 22,5°C e mínima de 2,47°C. O fluxos de calor foram estimados em função dos valores observados das temperaturas, umidade relativa e velocidade do ar e a massa corporal dos animais, sendo o fluxo de calor total de 42,52 W/m<sup>2</sup>, o fluxo de calor sensível de 76,51 W/m<sup>2</sup> e o fluxo de calor latente de 23,17 W/m<sup>2</sup> (OLIVEIRA; HIGARASHI, 2006).

Na Fig. 3, pode-se observar as temperaturas de bulbo seco (°C), interna e externa, verificadas no aviário de produção de frango de corte, dos 14 aos 21 dias de criação.

O trabalho desenvolvido por Oliveira e Higarashi (2006) demonstrou que o biogás produzido diariamente pelos dejetos gerados por 400 suínos na fase de crescimento e terminação pode

substituir o GLP que é utilizado como fonte de calor, sendo capaz de gerar energia térmica suficiente para aquecer o ambiente interno de um aviário, mantendo a temperatura na faixa de conforto térmico, para a produção de 14.400 frangos de corte.

### Geração de energia elétrica

Os sistemas de produção de suínos geram grandes quantidades de dejetos que podem ser tratados convertendo-se matéria orgânica em biogás, que é uma fonte alternativa de energia, para alimentação de geradores de eletricidade. Salienta-se, porém, que, apesar das perspectivas favoráveis, a utilização de biodigestores em propriedades rurais não foi bem difundida, em virtude da falta de conhecimento e de informações tecnológicas a seu respeito.

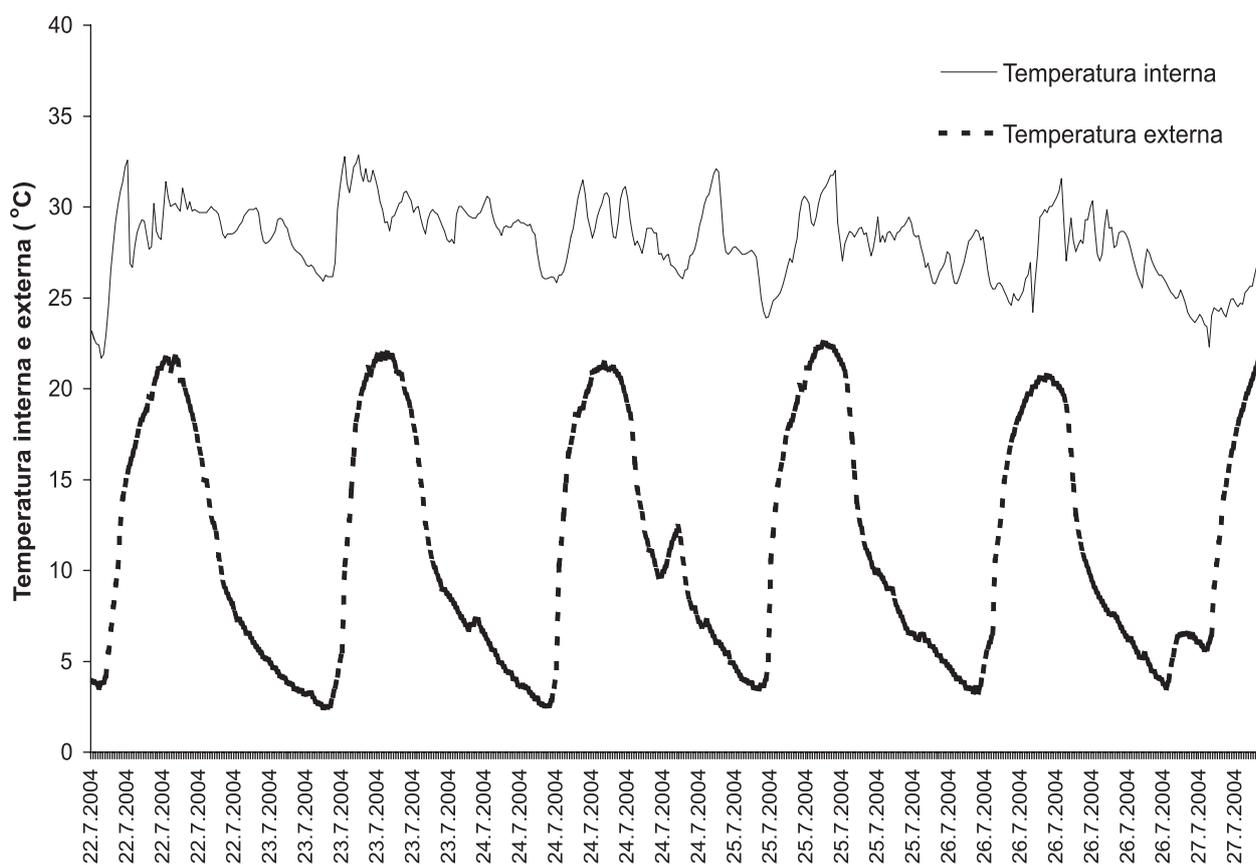
Estudos desenvolvidos por La Farge (1995) e Bleicher (2000), que avaliaram a geração de energia elétrica com o uso do biogás, em propriedades produtoras de suínos, concluíram a viabilidade técnica e econômica deste tipo de geração de energia.

A geração de energia elétrica com o uso de biogás como combustível pode ser dividida nas seguintes tecnologias disponíveis no momento, segundo OLIVEIRA, 2004:

**1- Conjunto Gerador de Eletricidade** – Consiste em um motor de combustão interna Ciclo Otto (álcool, gasolina ou diesel) adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um gerador de eletricidade, independente da rede de energia elétrica da concessionária local.

**2- Conjunto Gerador Economizador de Eletricidade** – Consiste em um motor de combustão interna Ciclo Otto (álcool, gasolina ou diesel) adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um motor assíncrono, de dois ou quatro pólos, que passa a gerar energia ao ser conectado à rede de energia elétrica da concessionária local.

No primeiro caso, o conjunto é independente da rede de energia elétrica local, gerando energia dentro de propriedade com o sistema de



Observações da temperatura no período de 6 dias (Julho de 2004)

**Fig. 3.** Temperatura de bulbo seco interna e externa (°C), observada no aviário de produção de frango de corte, dos 14 aos 21 dias de criação.

Fonte: Oliveira e Higarashi (2006).

distribuição interno isolado. No segundo caso, o equipamento gera energia somente se estiver conectado à rede de distribuição da concessionária de energia elétrica, deixando de funcionar se a mesma sofrer interrupção, o que elimina possibilidades de acidentes quando técnicos estiverem trabalhando na manutenção nas redes elétricas externas. Neste caso, a energia gerada é distribuída na propriedade e na rede externa até o transformador mais próximo.

Estudo desenvolvido por Zago (2003), avaliando o potencial de produção de energia integrada por meio do biogás, na Região do Meio-oeste Catarinense, concluiu que o consumo médio de energia nas propriedades é de (600 a 1.800 kWh/mês), tomando como base apenas a criação

de suínos, (produção média de 50 m<sup>3</sup> de biogás/dia). Teoricamente, a capacidade de gerar energia por propriedade é de 2.700 KVA/mês, o que equivale aproximadamente a 2.160 kWh/mês. Com essa produção, as propriedades podem se tornar auto-suficientes em energia elétrica, adotando um sistema que seja capaz de gerar 25 KVA/h de potência elétrica.

Em alguns países da Comunidade Européia e também na Austrália existe legislação específica para a produção de energia de fonte renovável. Na Austrália, por exemplo, as concessionárias de energia elétrica devem contabilizar no mínimo 2% de energia de fonte renovável. Isso faz com que o valor de mercado para esse tipo de energia seja melhor remunerado.

O consumo de biogás observado gira entre 16 e 25 m<sup>3</sup>/hora no sistema gerador/motor estacionário para a geração de energia elétrica, dependendo da potência elétrica gerada.

Deve-se salientar que o rendimento, quando existe transformação da energia contida no biogás em energia elétrica, gira em torno de 25% contra 65%, quando transformada em energia térmica. A seu favor, a energia elétrica tem o fato de ser um tipo de energia de fácil utilização e também, no caso, o biogás tem seu custo de produção bastante baixo.

Uma propriedade, produtora de suínos, com capacidade de gerar de 80 a 100 m<sup>3</sup>/dia de biogás, poder transformar essa quantidade de biogás em energia elétrica, produzindo entre 120 e 150 KVAh/dia. Considerando que uma propriedade gaste em média 1.000 kWh/mês, teria uma capacidade ociosa em torno de 3.000 kVAh/mês, isso com o conjunto trabalhando 6 horas/dia, em média. Para viabilizar o investimento, o agricultor teria que encontrar formas de gastar esse excesso de energia produzida, ou vender o excesso para a concessionária de energia, o que tecnicamente é possível. Segundo estimativas, o empreendimento passa a ser viável economicamente quando a propriedade possui capacidade de produção de 200 m<sup>3</sup>/dia de gás, o que daria uma produção aproximada de 300 kVAh/dia (ZAGO, 2003). Como a grande maioria dos suinocultores não se enquadra nessas condições, para esse tipo de empreendimento os equipamentos poderiam ser adquiridos em forma de cooperativas de produtores, gerando, neste caso, uma situação em que todos sairiam ganhando. Os suinocultores, como uma forma de agregar valor à sua produção, como mais uma fonte de renda; o governo, como alternativa em momentos de crise do setor energético; o meio ambiente, pela redução da poluição. O uso de biodigestores com geração de energia elétrica pode servir de incentivo aos pequenos suinocultores, para o manejo e tratamento mais adequado dos dejetos dos animais produzidos na propriedade (OLIVEIRA, 2004).

## Considerações finais

A utilização de biodigestores para geração de biogás nas propriedades rurais e para geração

de calor e energia é uma alternativa viável e tem despertado a atenção dos produtores rurais, pela possibilidade de agregação de valor aos resíduos animais. No entanto, as questões envolvendo a disposição final dos efluentes dos biodigestores devem ser abordadas dentro de critérios técnicos, para se evitar o impacto ambiental deste no meio ambiente, haja vista que o resíduo final ainda apresenta um alto potencial poluidor.

## Referências

- BITTON, G. **Wastewater microbiology**. New York: Ed. Willey-Liss, 2005., New York, NY.
- KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M. Biodigestor para o tratamento de dejetos de suínos: influência da temperatura ambiente. **Comunicado Técnico**, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 416, 1-5, 2005. 5 p. (**Comunicado Técnico, 416**).
- KUNZ, A.; OLIVEIRA, P.A.V.O Reunião técnica sobre biodigestores para tratamento de dejetos de suínos e uso de biogás. **Documentos**, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, n. 106, 1-53, 2006.
- KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R; BORTOLI, M.; MENOZZO, G. F. **Utilização de biodigestão anaeróbia para o tratamento de dejetos de suínos**. Trabalho apresentado na 28ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Poços de Caldas, 2004.
- LA FARGE, B. de. **Le biogaz: procédés de fermentation méthanique**. Paris: Masson, 1995. 237p.
- OLIVEIRA, P. A. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1993. 188 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos nº 27).
- OLIVEIRA, P. A. V. de. Produção e aproveitamento do biogás. In: OLIVEIRA, P. A. V. de. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. Cap. 4, p.43-55.
- OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M.; MATEI, R. M.; MENDES, G. L. Uso dos resíduos de sistema de crescimento e terminação de suínos para a produção de biogás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 12., 2005, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: Associação Brasileira dos Veterinários Especialistas em Suínos, Fortaleza, CE, 2005. p. 512-513.
- OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M. Utilização do biogás no aquecimento ambiental de aviário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., julho/agosto, 2006, João Pessoa, PB. **Anais...** Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, João Pessoa, PB. João Pessoa: SBEA, 2006.

OLIVEIRA, P. A. V.. Projeto de biodigestor e estimativa da produção de biogás em sistemas de produção. **Comunicado Técnico**, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 416, 1-6, 2005.

REUNIÃO TÉCNICA SOBRE BIODIGESTORES PARA TRATAMENTO DE DEJETOS DE SUÍNOS E USO DE BIOGÁS, 2006, Concórdia. Anais... Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 53 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 106). Coordenação de: Airton Kunz e Paulo A. V. de Oliveira.

ZAGO, S. **Potencialidade de produção de energia através do biogás integrada à melhoria ambiental em propriedades rurais com criação intensiva de animais, na região do meio oeste catarinense**. 2003. 103 f. Dissertação de (Mestrado). Universidade Regional de Blumenau, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Blumenau, SC, 2003. 103 p.

---