

Produção de biogás em escala real em unidade demonstrativa – Unidade Granja Colombari

Biogas production full-scale demonstration unit – Unit Colombari Farm

Ana Beatryz Prenzier Suzuki^{1(*)}
Dangela Maria Fernandes²
Rui Alexandre Pereira Faria³
Samuel Nelson Melegari de Souza⁴

Resumo

A cadeia produtiva de suínos tem se destacado no cenário agroindustrial brasileiro, fato decorrente dos avanços na escala de produção e dos investimentos tecnológicos do setor. A quantidade total de dejetos produzidos pelo suíno em determinada fase de seu desenvolvimento é um dado fundamental para o planejamento das instalações e equipamentos a serem utilizados para o transporte e distribuição do mesmo na lavoura. Este trabalho buscou viabilizar a utilização de biodigestores em escala real evidenciando o potencial deste na redução de carga orgânica e a produção equivalente em biogás, bem como a sua qualidade para obtenção de energia elétrica.

Palavras-chave: dejetos; suínos; bioenergia; biocombustíveis.

Abstract

The pork supply chain has emerged in Brazilian agribusiness scenario, a fact due to advances in productions scale and technological investments in the sector. The

1 MSc.; Engenheira Agrônoma; Professora da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE; Endereço: Rua Universitária, 1220, Jardim Faculdade, CEP: 85819-110, Cascavel, Paraná, Brasil; E-mail: beatryzsuzuki@gmail.com (*) Autora para correspondência.

2 MSc.; Engenheira Ambiental; Doutoranda em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE; Endereço: Rua Universitária, 1220, Jardim Faculdade, CEP: 85819-110, Cascavel, Paraná, Brasil; E-mail: dangelafer@hotmail.com

3 MSc.; Biólogo; Doutorando em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia na Universidade Federal do Paraná; Endereço: Rua Coronel Francisco H. dos Santos, 100, Centro Politécnico, Jardim das Américas, CEP: 81531-990, Curitiba, Paraná, Brasil; E-mail: r.alexandrefaria@hotmail.com

4 Dr.; Engenheiro Mecânico, Vice coordenador do Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Professor do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia da Universidade Estadual Oeste do Paraná, UNIOESTE / Universidade Estadual de Londrina, UEL; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; Endereço: Rua Universitária, 1220, Jardim Faculdade, CEP: 85819-110, Cascavel, Paraná, E-mail: melegsouza@hotmail.com

total amount of waste produced by the pig at a certain stage of its development is a key to the planning of facilities and equipment to be used for the transportations and distribution in the same Field. This study sought to enable the use of full-scale digesters showing the potential of the reduction of organic load and the equivalent in biogas production and its quality obtains electricity.

Key words: wast; swine; bioerngy; biofuels.

Introdução

A atual expansão da suinocultura tem como principal característica a alta concentração de animais por área, visando atender o consumo interno e externo de carne, produtos e derivados (OLIVEIRA, 2002).

A suinocultura é uma atividade presente predominantemente em pequenas propriedades rurais, empregando-se mão-de-obra familiar, constituindo importante fonte de renda e estabilização social. Os sistemas de produção de suínos em confinamento existentes resultam em elevada produção de dejetos líquidos, gerando problemas de manejo, armazenamento, distribuição e poluição ambiental (OLIVEIRA, 1993, SEGANFREDO, 2000; KOZEN, 1983).

“O desenvolvimento da suinocultura industrial com a política de integração e a produção em larga escala trouxeram consigo a alta concentração de animais por área e conseqüentemente uma grande produção de dejetos de forma centralizada, fazendo com que essa atividade seja enquadrada como de grande potencial poluidor e causadora de degradação ambiental” (IAP, 2007 apud FERNANDES, 2012, p. 12).

Comparativamente, a capacidade poluente dos dejetos suínos é superior à de outras espécies. Considerando o conceito de equivalente populacional, a capacidade

poluidora de um suíno, em média, equivale a 3,5 pessoas (DIESEL et al., 2002). Oliveira (2005) ressalta que cada matriz, em uma granja de ciclo completo, produz em média 25m³ de dejetos em um ano, composto por fezes, urina, resíduos de ração e água.

A quantidade total de dejetos produzidos pelo suíno em determinada fase de seu desenvolvimento é um dado fundamental para o planejamento das instalações e equipamentos a serem utilizados para o transporte e distribuição do mesmo na lavoura. A quantidade e qualidade dos dejetos são afetadas por fatores zootécnicos (tamanho, sexo, raça e sistema de criação), ambientais (temperatura e umidade) e dietéticos como digestibilidade, conteúdo de fibra e proteína (DARTORA et al., 1998).

No entanto, vêm se buscando alternativas para redução desse impacto ambiental, através da fermentação metanogênica, pois o tratamento de dejetos por meio de biodigestores tem inúmeras vantagens, deste pode-se obter fertilizante rico em nitrogênio, fósforo e potássio e o biogás (OLIVEIRA, 1993; KONZEN, 1983; SEGANFREDO, 2000). O biogás é uma fonte atraente de energia devido a sua alta concentração de metano (HORIKAWA, 2004). Este pode ser convertido em energia elétrica contribuindo para uma amortização dos custos da tecnologia instalada.

Os dejetos de suínos possuem grande quantidade de sólidos biodegradáveis, mas também uma fração inerte, que ocupará volume dentro do biodigestor, e não será degradada.

Este trabalho buscou viabilizar a utilização de biodigestores em escala real evidenciando o potencial deste na redução de carga orgânica e a produção equivalente em biogás bem como a sua qualidade para obtenção de energia elétrica.

Materiais e Métodos

A Unidade Granja Colombari (UGC) está localizada no município de São Miguel do Iguaçu, no Oeste do Paraná, sendo considerada como a primeira Microcentral Termelétrica a Biogás monitorada pela Companhia Paranaense de Energia (COPEL).

Atualmente a granja apresenta capacidade para a criação de cinco mil suínos em fase de terminação, que podem permanecer por até um ciclo de quatro meses em cada criadouro. A ração utilizada para alimentação dos suínos é produzida no próprio local, sendo que os suínos iniciam o processo de engorda com aproximadamente 24 kg e com 120 a 140 kg no fim do ciclo.

O sistema de tratamento empregado dos efluentes gerados é composto por dois biodigestores em paralelo, do modelo canadense, e um tanque de armazenagem do biofertilizante. Os biodigestores instalados na Granja Colombari (UGC) têm capacidade de 1200 m³ de biomassa, sendo alimentado com águas residuárias de suinocultura.

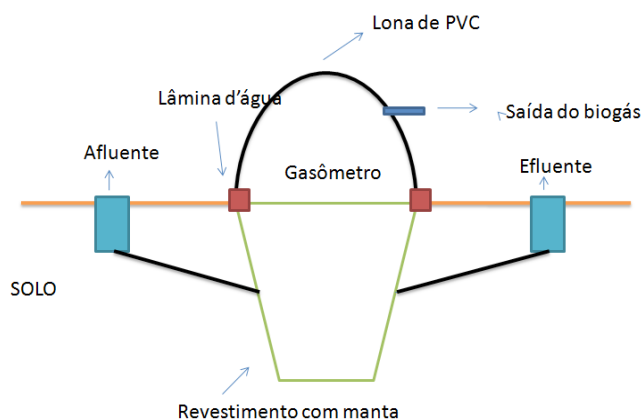
Os biodigestores operados estão dispostos em série, sendo o primeiro biodigestor com capacidade de 800 m³, e o segundo com aproximadamente 400 m³, sendo efetuadas duas coletas semanais de amostras durante o período de outubro de 2010 a maio de 2011. As coletas dos efluentes foram realizadas em três pontos; na entrada e saída do primeiro biodigestor e na saída do segundo digestor.

Paralelamente às coletas, também foram avaliadas a produção diária do biogás, utilizando medidores de gás, bem como medições do volume diário de dejetos, através do volume de biomassa acumulada na caixa de dejetos do sistema. Para a análise da qualidade do gás foi utilizado o seguinte equipamento: Dränger X-am 7000 de detecção contínua de gás e simultânea de até 5 gases, sendo avaliado com ele a concentração de CH₄ e CO₂ do biogás na saída do biodigestor e na entrada do motor durante 45 dias.

Para quantificar o volume de dejetos produzidos foram armazenados os resíduos de duas baias contendo uma média de 84 animais.

As variáveis quantificadas foram: alcalinidade, sólidos totais, sólidos voláteis, sólidos fixos, DBO, DQO, pH, nitrogênio total (NKT) e amônia (em NH₃). As amostras coletadas foram analisadas no laboratório de divisão de Alimentos e Água do Grupo São Camilo e os métodos utilizados seguiram o preconizado pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20th edition. O biogás foi conduzido por uma tubulação de aço localizadas entre os dois biodigestores dispostos em série, onde é encaminhado a um motor gerador de 100 kw/h.

Figura 1 - Modelo de biodigestor da Granja Colombari (UGC)



Fonte: Autor (2011).

A quantidade de dejetos animal varia em função da ração consumida, da criação, da espécie e do desenvolvimento do animal. O sistema de criação determinará a quantidade total de dejetos produzidos, incluindo as fezes e a urina dos animais, como também a água desperdiçada nos bebedouros e na higienização das instalações. A produção de biogás está relacionada com os combinantes citados acima.

O afluente constitui-se dos dejetos dos suínos e água de lavagem das baias que são canalizadas para os biodigestores, que ficam retidos nos biodigestores por um período de aproximadamente 90 dias.

Resultados e Discussões

Os valores médios dos parâmetros físico-químicos dos afluentes e efluentes do biodigestor, obtidos durante os meses de outubro de 2010 a maio de 2011 em que ocorreram o monitoramento, são apresentados na tabela 1. A faixa de entrada do pH ao biodigestor manteve-se entre 6,5 a 8,5, com uma média de 7,7 enquanto a variação do efluente do biodigestor apresentou uma média de 7,7.

Tabela 1 - Valores médios dos parâmetros físico-químicos, obtidos durante o experimento

Mês	Vazão média de biomassa (L/dia)	ST adicionado (mg/L)	ST adicionada (kg /dia)	Produção medida de biogás (m³/dia)	Produção de biogás m³/kg ST
nov/10	29.306,8	32252,3	945,2	561,70	0,594
dez/10	33.761,4	31878,4	1076,3	386,92	0,360
jan/11	35.285,2	24423,4	861,8	678,21	0,787
fev/11	33.811,4	34515,7	1167,0	702,25	0,602
mar/11	36.587,4	30882,4	1129,9	702,25	0,622
abr/11	39.363,4	36482,3	1436,1	520,81	0,363
mai/11	35.182,3	55931,4	1967,8	526,36	0,267

Fonte: Autor (2011).

O biogás é um produto gerado a partir da decomposição anaeróbia (sem presença de oxigênio) de resíduos orgânicos (biodigestão). Sua composição e porcentagem de gases varia de acordo com o substrato a ser biodigerido, bem como o tipo de biodigestor a ser utilizado.

Segundo Castanon (2002) apud Salomon (2007), a composição média dos gases produzidos a partir da biodigestão anaeróbia está descrita conforme a tabela 2.

A tabela 3 mostra valores médios de sólidos totais e demanda química de oxigênio na biomassa residual produzida na UIA nos meses de abril e maio de 2011. Também apresenta a vazão média diária de efluente.

Tabela 3 - Características físico químicas e vazão de efluente na UGC nos meses de novembro de 2010 a maio de 2011

Mês	Vazão média de biomassa (L.dia ⁻¹)	ST – Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	DQO – Demanda química de oxigênio (mg.L ⁻¹)
nov/10	29307	32252	31592
dez/10	33761	31878	37466
jan/11	35285	24423	32165
fev/11	33811	34515	30117
mar/11	36587	30882	28100
abr/11	39363	36482	32043
maio/11	35182	55931	37374

Fonte: Autor (2011).

Tabela 4 - Índices de produção de biogás na Unidade Granja Colombari

Mês	Animais. dia ⁻¹	m ³ de biogás.animal ⁻¹ . dia ⁻¹	m ³ de biogás.kg ST ⁻¹	m ³ de biogás.kg DQO ⁻¹
nov/10	4400	0,13	0,59	0,61
dez/10	4400	0,09	0,36	0,31
jan/11	4400	0,15	0,79	0,6
fev/11	4400	0,16	0,60	0,69
mar/11	4400	0,16	0,62	0,68
abr/11	4865	0,11	0,36	0,41
mai/11	4865	0,11	0,27	0,4
Média	4533	0,13	0,51	0,53

Fonte: Autor (2011).

Tabela 2 - Composição média do biogás

Gases	Intervalo (%)
Metano (CH ₄)	40 - 75
Dióxido de Carbono (CO ₂)	25 - 40
Hidrogênio (H ₂)	1 - 3
Nitrogênio (N ₂)	0,5 - 2,5
Oxigênio (O ₂)	0,1 - 1
Ácido Sulfídrico (H ₂ S)	0,1 - 0,5
Amônia (NH ₃)	0,1 - 0,5
Monóxido de Carbono (CO)	0 - 0,1

Fonte: Castanon (2002) apud Salomon (2007).

Esses dados foram utilizados para realizar as correlações.

A tabela 4 mostra os índices de produção de biogás por parâmetros obtidos nas análises físico-químicas e por animal confinado.

Observa-se, por meio do monitoramento da produção de biogás, número de animais confinados e parâmetros físico-químicos, índices que correlacionam a produção de biogás por animal confinado, sólidos totais e demanda química de oxigênio da biomassa adicionada nos biodigestores.

Esses índices são importantes, pois mostram o desempenho do processo de biodigestão anaeróbia na UGC com a utilização de biodigestores, modelos canadenses, com tempo de retenção hidráulica de 30 dias.

Conhecendo-se os parâmetros físico-químicos, (ST e DQO) da biomassa resultante do processo de criação de suínos de uma propriedade agrícola e utilizando-se os índices mostrados na tabela 4, é possível estimar com confiabilidade o potencial de produção de biogás para fins de geração distribuída numa propriedade de criação de suínos.

Feiden et al. (2004), avaliando um biodigestor tubular (semelhante ao

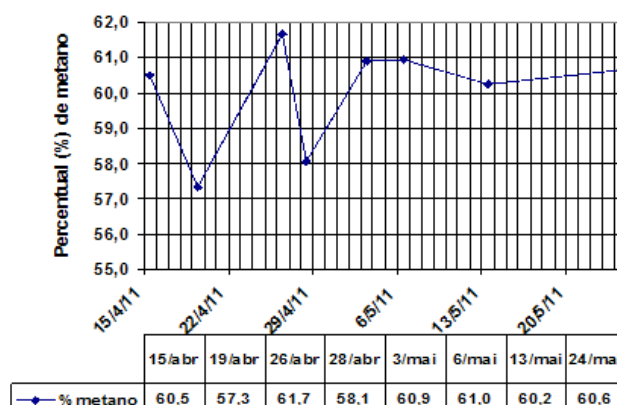
canadense) de tratamento de água residuária da suinocultura verificou uma produção de biogás de $0,470 \text{ m}^3 \cdot \text{kg ST}^{-1}$ sem agitação do biodigestor e $0,571 \text{ m}^3 \cdot \text{kg ST}^{-1}$ com agitação do mesmo.

Segundo Angelidaki, Ellegaard (2003) e Astals et al. (2011), a produção de biogás específica em função da demanda bioquímica de oxigênio adicionada está entre $0,275$ e $0,583 \text{ m}^3 \cdot \text{Kg DQO}^{-1}$, ou seja, o valor encontrado neste estudo está entre o encontrado pelos autores.

A qualidade do biogás produzido na UGC foi avaliada em função da concentração de metano (%). A concentração de metano foi obtida com a utilização de um medidor portátil de metano, modelo Dräger X-am 7000.

O gráfico 1 mostra os resultados do monitoramento da concentração de metano no biogás produzido nos biodigestores da UGC, obtidos entre 15 de abril e 24 de maio de 2011.

Gráfico 1 - Variação do percentual de metano na UGC



Fonte: Autor (2011).

O percentual de metano encontrado no biogás da UGC tem 60% de concentração, em média, o que corresponde a um poder calorífico de $5,97 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-3}$

(IANNICELLI, 2008). Com esse valor energético o biogás da UGC, atualmente é convertido em energia elétrica em motor gerador, levando em consideração que

1m³ de biogás produz 5,5kWh de energia, portanto, temos que a UGC produz, em média, 96136 kWh de energia elétrica por mês.

Conclusão

As principais conclusões apresentadas neste documento são:

1. As análises dos dejetos da granja, utilizando biodigestores dispostos em

série, demonstram eficiência de remoção dos principais parâmetros físico-químicos analisados, (DQO e DBO) resolvendo um passivo ambiental e agregando valor à propriedade com a utilização do efluente biodigerido;

2. A produção de biogás em função da remoção da carga orgânica também se tornou evidente durante os meses de monitoramento, dando respaldo a futuros projetos de geração distribuída de energia com saneamento ambiental.

Referências

ANGELIDAKI, I.; ELLEGAARD, L. Codigestion of manure and organic wastes in centralized biogas plants. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 109, n.1-3, p. 95-105, 2003.

ASTALS, S.; ARISO, M.; GALI, A.; MATA-ALVAREZ, J. Codigestion of pig manure and glycerine: Experimental and modelling study. **Journal of Environmental Management**, v.92, p. 1091-1096, 2011.

DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L. **Manejo de dejetos de suínos**. Porto Alegre: EMATER/RS, 1998. 41p. (Boletim Informativo Pesquisa- Embrapa Suínos e Aves/Extensão EMATER/RS).

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO C. C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos**. Porto Alegre: EMATER, 2002.

FEIDEN, A.; REICHEL, J.; SCHWAB, J.; SCHWAB, V. Avaliação da eficiência de um biodigestor tubular na produção de biogás a partir de águas residuárias de suinocultura. In: AGRENER GD 2004 - ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL E GERAÇÃO DISTRIBUÍDA, 5.; 2004, Campinas. **Anais...** Campinas: Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético da UNICAMP/NIPE, 2004. v.1, p.1-7.

FERNANDES, D. M. **Biomassa e biogás da suinocultura**. 2012. 209 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Universidade do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel, 2012.

HORIKAWA, M. S.; ROSSI, F.; GIMENES, M. L.; COSTA, C. M. M.; SILVA, M. G. C. Chemical absorption of H₂S for biogas purification. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, São Paulo, v.21, n.3, jul./set. 2004.

- IANNICELLI, L. A. **Reaproveitamento energético do biogás de uma indústria cervejeira.** 2008. 83 f. Taubaté. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté, DEM/UNITAU, 2008.
- KONZEN, E. A. **Manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia: Embrapa/CNPSA, 1983. 36p. (Embrapa Suínos e Aves, Circular Técnica, 6).
- OLIVEIRA, P. A. V. (Coord.). **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia: Embrapa/CNPSA, 1993. 188p.
- OLIVEIRA, P. V. A. **Curso de capacitação em práticas ambientais sustentáveis: treinamentos 2002.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. 112p.
- OLIVEIRA, P. A. V. Aspectos construtivos na produção de suínos visando os aspectos ambientais de manejo dos dejetos. In: SEGANFREDO, M. A. (Org.). **Gestão ambiental da suinocultura.** 1. ed. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005. v. 1, p. 131-157.
- 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 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.
- SEGANFREDO, M. A. **Análise dos riscos de poluição do ambiente, quando se usa dejetos de suínos como adubo no solo.** Concórdia: Embrapa/CNPSA, 2000. (Embrapa Suínos e Aves, Comunicado técnico, 268).