

# **PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE DEJETOS DE ORIGEM ANIMAL**

## **BIOGAS PRODUCTION FROM WASTE TO ANIMAL**

EDVAL LUIZ BATISTA DOS SANTOS<sup>1</sup>

GERALDO DE NARDI JUNIOR<sup>2</sup>

Recebido em Junho de 2013. Aceito em Agosto de 2013.

---

<sup>1</sup>Graduando do curso de Tecnologia em Agronegócio da Faculdade de Tecnologia de Botucatu-SP, endereço para correspondência e-mail: [edvalbaptista@hotmail.com](mailto:edvalbaptista@hotmail.com)

<sup>2</sup>Prof. Dr. Disciplina de Produção Animal, Curso de Tecnologia em Agronegócio da Faculdade de Tecnologia de Botucatu-SP, Av. José Ítalo Bacchi, s/n, Jardim Aeroporto, CEP 18606-855, Telefone: (14) 3814-3004 \*autor para correspondência, e-mail: [gedenardijr@yahoo.com.br](mailto:gedenardijr@yahoo.com.br)

# PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE DEJETOS DE ORIGEM ANIMAL

## RESUMO

As mudanças climáticas são problemas atuais. A emissão de gases de efeito estufa (GEE) está alterando as características físico-químicas da atmosfera e comprometendo o equilíbrio natural da biosfera e da qualidade de vida no Planeta. A busca por fontes renováveis e limpas surge como alternativa para reverter, controlar e mitigar os problemas causados pelos GEE. A biomassa é uma das maiores fontes de energia disponíveis nas áreas rurais e agroindustriais. A degradação biológica anaeróbia da matéria orgânica, presente nos resíduos sólidos agropecuários, produz uma mistura gasosa de metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), chamada biogás. Pode-se aproveitar seu potencial energético por intermédio da queima e obtenção de energia térmica. A geração do biogás traz aos produtores uma opção energética renovável de ótimo rendimento, custeando os gastos em energia elétrica externa e proporcionando energia limpa e distribuição correta dos efluentes gerados. Seu uso nas propriedades caracteriza-se num grande potencial energético no que diz respeito a pequenas e médias propriedades rurais. Este artigo tem como foco estudar, como esta fonte de energia ajuda no controle das emissões de GEE, no destino correto dos dejetos animais, na diminuição de esterqueiras e, principalmente, na geração de energia limpa e renovável. Esclarecer dúvidas sobre a tecnologia, visando contribuir para que produtores possam usufruir desta técnica com diminuição do custo de energia elétrica de suas propriedades, proporcionando o desenvolvimento econômico e a melhoria do setor energético local e brasileiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biogás. Energia térmica. Matéria orgânica. Sólidos agropecuários.

## **BIOGAS PRODUCTION FROM ANIMAL WASTE**

### **ABSTRACT**

Climate change is a current issue. Greenhouse gas emissions (GGEs) are changing the atmosphere physio-chemical characteristics also affecting biosphere natural balance and life quality on Earth. The search for renewable and clean source is an alternative to reverse, control and attenuate the problems caused by greenhouse gases. Biomass is one of the major energy sources available in rural and agribusiness areas. Anaerobic biological degradation of organic material present in solid agricultural waste generates a gaseous mixture of methane (CH<sub>4</sub>) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), called biogas. It is possible to use its energy potential through the burning and obtaining of thermal energy. Biogas generation offers producers a renewable energy source of optimum performance which supports external electric expenses and provides clean energy as well as adequate distribution of generated effluent. Biogas usage is a large energetic potential concerning small and medium-sized farms. This paper aims at observing how this kind of energy can help the control of GGE emissions, adequate animal waste disposal as well dumping and especially the generation of clean and renewable energy. It also intends to answer questions about this technology aiming to help producers to take advantages of such technique by decreasing electric energy costs providing an economical development as well as improvement on local and national energetic area

**KEYWORDS:** Biogas, Organic matter, Solid farming, Thermal energy.

## 1 INTRODUÇÃO

A crise do petróleo na década de 70 no Brasil despertou o interesse em pesquisar fontes de energia inesgotáveis. Dentro destas fontes de energia conhecidas como limpas e abundantes, a bioenergia a partir de resíduos sólidos agrícolas como os dejetos de origem animal tornou-se alternativa viável (CLEAN ENERGY, 2004), diminuindo a capacidade poluidora desses resíduos, pois o gás emitido por eles na decomposição que antes iria para o meio ambiente agora se destina a produção de energia e a porção sólida utilizada como adubo orgânico (GASPAR, 2003).

Este artigo tem como foco estudar o uso de biodigestores como fonte de energia a partir de dejetos de origem animal que contribuirá com a diminuição da emissão de gases do efeito estufa, destino correto de dejetos de animais, diminuição de esterqueiras e proliferação de moscas melhorando, portanto, o meio ambiente rural onde instalado.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Produção de dejetos

A produção animal é uma das atividades de grande impacto ambiental, considerada pelos órgãos de controle ambiental como uma das causadoras de degradação, tendo um grande potencial poluidor no que diz respeito aos recursos hídricos. As implantações de biodigestores nas propriedades rurais criadoras de animais podem representar medidas eficazes no combate à poluição dos rios (GASPAR, 2003).

Na Tabela 1, pode-se observar a produção diária de biomassa animal, dejetos que podem contaminar o solo, lençol freático e aguadas com grande proliferação de bactérias.

Tabela 1 - Produção diária de dejetos por animal

Tipo de animal	Média de produção de dejetos (em kg por dia)
Bovinos	10,00
Suínos	2,25
Aviários	0,18
Equinos	10,00

Fonte: Sganzerla, (1983). Adaptado por Colatto e Langer (2012).

## 2.2 Produção de gás

A contribuição principal deste sistema é que os dejetos, produzidos nas propriedades, sejam transformados em gás, além de utilizar os resíduos como fertilizantes. Sendo o gás metano (CH<sub>4</sub>) participante na composição do biogás, tendo poder calorífico deste variando de 5.000 a 7.000 kcal por metro cúbico, pode chegar a 12.000 kcal por metro cúbico uma vez eliminado todo o gás carbônico da mistura, produzindo energia barata e aproveitando os resíduos animais, evitando que sejam despejados no meio ambiente (BATISTA, 1981).

Na Tabela 2, observa-se a capacidade de produção de biogás, assim como a concentração de metano, por espécie animal. Nota-se que dejetos suínos têm melhor rendimento, cerca de 560m<sup>3</sup>de biogás, com percentual de gás metano de 50%, demonstrando que a produção de biogás a partir de dejetos suínos é maior em relação aos dejetos citados. Salienta-se que a produção de CH<sub>4</sub> pode variar dentro das espécies devido a sua alimentação, visto que animais confinados tendem a produzir quantidades maiores de CH<sub>4</sub> (COLATTO e LANGER, 2012).

Tabela 2 - Expectativa de produção de biogás por biomassa

Biomassa utilizada (dejetos)	Produção de Biogás (a partir de material seco em m <sup>3</sup> .t <sup>-1</sup> )	Percentual de gás metano produzido
Bovinos	270	55%
Suínos	560	50%
Equinos	260	Variável
Ovinos	250	50%
Aves	285	Variável

Fonte: Sganzerla, (1983). Adaptado por Colatto e Langer (2012).

Quando os microrganismos são bem sucedidos no processo, o biogás é obtido de misturas com cerca de 60 ou 65% do volume total consistindo em metano, enquanto os 35 ou 40% restantes consistirem, principalmente, em gás carbônico e quantidades menores de outros gases (SEIXAS et al., 1980). Segundo Oliveira (2004), na região Oeste, a produção média de energia tendo como fonte o biogás é de aproximadamente 600 a 1800 Kwh mês<sup>-1</sup>, desta forma, os benefícios atribuídos aos biodigestores vão desde a preservação dos recursos locais, agregação dos valores econômicos nas

propriedades, diminuição de custos com energia elétrica até à autossuficiência em energia elétrica da propriedade.

### **2.3 Biodigestores**

Biodigestores são estruturas projetadas e construídas de modo a produzir a degradação da biomassa residual sem que haja qualquer tipo de contato com o ar. Isso proporciona condições para que alguns tipos especializados de bactérias, altamente consumidoras passem a predominar no meio e, com isso, provoquem uma degradação mais acelerada da matéria (JÚNIOR, 2009). Os biodigestores recebem alguns efluentes líquidos, criando um ambiente sem oxigênio e propiciando a liberação de gases. Devido à ação de microrganismos, a decomposição da matéria causa um gás chamado Biogás, que fica armazenado na área livre da cúpula do biodigestor; nesse caso, transformado em gasômetro ou com função de acumulação do gás no gasômetro. Após essa transformação, o biogás é canalizado e pode ser utilizado para diversos usos: Processos de aquecimento ou resfriamento e geração de energia elétrica da qual utilize esse combustível (JÚNIOR, 2009).

O fato de o Brasil ser um país com clima tropical se torna favorável a ciclos biológicos que promovem a degradação anaeróbia. Tanto em biodiversidade que nutre os detritos quanto às condições climáticas entre si, com temperaturas médias que garantem os processos biológicos. As altas temperaturas praticamente todo o ano e a intensa biodiversidade fazem com que os microrganismos que nutrem os detritos atuem continuamente (detritívoros) (JÚNIOR, 2009). Além disso, o processo de biodigestão transforma todas as características dos afluentes que recebe, para que este possa liberar afluente com redução do potencial poluidor entre 70% e 80% da carga orgânica – isso em DBO (demanda biológica de oxigênio), ou até mesmo em Demanda Química de Oxigênio (DQO); redução do potencial de contaminação infectocontagioso em mais de 90%, se acoplado a lagoas de estabilização; produção de efluente final estabilizado, apresentando baixa relação carbono/nitrogênio (10:1), indicando material praticamente inerte e PH entre 6,5 e 7,5 com ausência de cheiro e sem atração de moscas.

Devido à grande poluição, a área rural passa a ser vista com mais cuidado no que diz respeito à preservação do meio ambiente. Além de ter diversas regiões próximas a córregos, lagoas e rios, a contaminação dos lençóis freáticos, devido a dejetos de animais, é um ponto de suma importância. Várias propriedades rurais criadoras de aves,

bovinos, suínos e outros, utilizam parte dos dejetos desses animais para diversos fins. Segundo dados do censo agropecuário (1995/1996), realizado pelo IBGE, cerca de 60% das propriedades rurais brasileiras podem ser consideradas como pequenas com agricultura e pecuária totalmente voltada para o âmbito familiar.

A produção animal no Brasil tem grande demanda, o que reforça constantemente o pensamento para que novas tecnologias sejam instaladas dentro das propriedades rurais, justamente pelo potencial altamente poluidor que os dejetos destes animais apresentam para a sociedade e para o meio ambiente.

O biogás obtido pela fermentação dos resíduos sólidos agrícolas tem, segundo o site Clean Energy (2004), um poder calorífico que varia de 50000 a 7000 kcal m<sup>-3</sup> mudando conforme a porcentagem de metano. Isso decorre da maior ou menor quantidade de metano existente. Quando altamente purificado, o biogás pode gerar 12000 kcal m<sup>-3</sup>.

Entretanto, segundo Pereira (2005), para que se possa ter uma cogeração de energia elétrica, é preciso que se façam estudos de viabilidade. Sendo mais recomendáveis as pequenas e médias propriedades seu uso no aquecimento de aviários e leitões em creche, secagem de grãos e aquecimento de água.

Se pensar-se em produção energética em um biodigestor, na verdade, é variável em função do tamanho de cada propriedade, devido ao dimensionamento do biodigestor e também em função da quantidade de animais e do sistema de criação de cada propriedade; existe uma fórmula em que pode se estimar a quantidade de biogás a ser gerada. Esta fórmula é bastante complexa e com muitas variáveis (PEREIRA, 2005).

Mas, em termos práticos e mais simples, pode-se considerar a produção de biogás variando entre 0,5 – 0,7 m<sup>3</sup> biogás/dia por m<sup>3</sup> de biomassa (volume do biodigestor). Se considerar-se um biodigestor com 100m<sup>3</sup> de volume, este teria potencial para gerar entre 50 – 70 m<sup>3</sup> biogás/dia. Porém, a produção de biogás tem um fator determinante que é o tipo de esterco que será usado para a produção deste. Qualquer material orgânico pode ser utilizado na biodigestão, porém os que apresentam maior rendimento são os de aves e suíno, conforme observado na Tabela 3, porém os mais utilizados são os dejetos de suínos (Tabela 4) (PEREIRA, 2005).

Tabela 3 - Produção de biogás em função do tipo de esterco

<b>Material</b>	<b>Rendimento (m<sup>3</sup>) de biogás por kg de material orgânico</b>
Esterco fresco de bovino	0,04
Esterco seco de galinha	0,43
Esterco seco de suíno	0,35

Fonte: Nogueira (1986). Adaptado por Colatto e Langer (2012)

Tabela 4 - Cálculo da emissão anual de metano originário de dejetos da exploração

<b>CH<sub>4</sub> de dejetos</b>				
	Aves	Suínos	Bovinos	Soma
Mundo	970	8.380,00	7.490,00	16.840,00
Brasil	56,2	292,78	1.012,70	1361,7
Brasil / Mundo	6%	3%	14%	8%

Fonte: Agroenergia da Biomassa Residual (2009, tabela 2, p. 19). Adaptado por Colatto e Langer (2012).

O metano é um gás cujo efeito estufa é estimado em, no mínimo, 21 vezes a do CO<sub>2</sub>. Desse modo, o sequestro de CH<sub>4</sub> realizado no processo da biomassa residual seria de 16,6 milhões de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> (PEREIRA, 2005).

As vantagens desse processo são: fornecimento de combustível no meio rural mediante o biogás e adubo por intermédio do biofertilizante; valorização dos dejetos para uso agrônômico; redução do poder poluente e do nível de patógenos; exigência de menor tempo de utilização hidráulica e de área em comparação com outros sistemas anaeróbios e geração de créditos de carbonos. Os créditos de carbono são certificados emitidos para um agente que reduziu a sua emissão de gases do efeito estufa (GEE) (PEREIRA, 2005).

Quando é despejado dejetos de origem animal em rios, lagos ou no meio ambiente, são liberados gases do efeito estufa para a atmosfera, como o dióxido de carbono. Uma tonelada de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) corresponde a um crédito de carbono. Utilizando a técnica de biodigestores o produtor estará contribuindo com o meio ambiente e ganhando créditos (crédito de carbono) dos quais podem ser negociados no mercado internacional, conforme o protocolo de Kyoto (PEREIRA, 2005).

As desvantagens são: processo de fermentação anaeróbia demorado que depende de bactérias metanogênicas cuja velocidade de crescimento é lenta, refletindo num

tempo longo de retenção dos sólidos e necessidade de homogeneização dos dejetos para garantir a eficiência do sistema (PEREIRA, 2005).

O potencial de geração de energia hoje é baseado na produção diária de biogás, em termos teóricos 1m<sup>3</sup> biogás teria potencial para gerar 1,3 kWh. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em 1996 regulamenta a compra de energia produzida mediante biodigestores assegura que se houver excedente de produção elétrica, o produtor pode vender esse excedente para uma concessionária de energia.

Devido ao fato de não haver uma cadeia industrial internacional de biodigestores, o protocolo de Kyoto impulsionou a sua implantação a cerca de seis anos, o que possibilitou ao produtor a geração de créditos de carbono por intermédio da queima do biogás. A emissão mundial de CH<sub>4</sub>, originários da decomposição natural de dejetos suínos, chega a cerca de 1,3 milhões de toneladas de metano/ano, esses dejetos representam cerca de 50% das emissões/ano de CH<sub>4</sub>. Considerando-se apenas a digestão anaeróbica desses dejetos, a qual ocorre nos cursos d'água, lagos naturais ou artificiais, biodigestores ou lagoas de decantação, estas correspondem 58,2% do total, chegando a cerca de 10 milhões de toneladas anuais mundiais de metano. O Brasil, usando a mesma proporção a emissão do gás metano atingiria 792,5 mil toneladas/ano (IBGE, 2006)

O suíno gera aproximadamente 2,25 kg de resíduos por dia, uma propriedade suinícola de 104 matrizes comporta aproximadamente 1115 animais por mês, portanto, 2508,75 Kg de dejetos por mês.

Utilizando a fórmula e a tabela abaixo calcula-se a quantidade por mês de metano em m<sup>3</sup>:

$$\text{CH}_4 = 30 \text{ dias} \times \text{cabeças} \times \text{Et} \times \text{Pb} \times \text{Conc. CH}_4 \times \text{VE}^{-1},$$

onde:

**Et** - Esterco total [kg esterco t (dia.unidade geradora)<sup>-1</sup>].

**Pb** - Produção de biogás [kg biogás kg esterco<sup>-1</sup>];

**Conc. CH<sub>4</sub>** - Concentração de metano no biogás [%];

**VE<sup>-1</sup>** - Volume específico do metano [kgCH<sub>4</sub><sup>-1</sup>m<sup>-3</sup>CH<sub>4</sub><sup>-1</sup>], sendo este igual a 0,670kg CH<sub>4</sub><sup>-1</sup>m<sup>-3</sup>CH<sub>4</sub><sup>-1</sup>.

Tabela 5 - Valores de Conversão energética para alguns efluentes

Origem do Material	Kg de esterco (dia.unidade geradora) <sup>-1</sup>	Kg de biogás Kg de esterco <sup>-1</sup>	Concentração de Metano
Suíno	2,25	0,062	66%
Bovinos	10	0,037	60%
Equinos	12	0,048	60%
Aves	0,18	0,055	60%
Abatedouro (Kg)	1	0,1	55%
Vinhoto (Kg)	1	0,018	60%

Fonte: CENBIO (Centro Nacional de Referência em Biomassa). Adaptado por Colatto e Langer (2012).

Como cálculo, temos:

$$\text{CH}_4 = 30 \text{ dias} \times 1115 \text{ cabeças} \times 2,25\text{kg} \times 0,062\text{kg} \times 0,66 \times 0,670$$

$$\text{CH}_4 = 2.063,426 \text{ m}^3 \text{ mês}^{-1}$$

Considerando-se que 1 MWh (=1000kWh) equivalem a 94,962 metros cúbicos de CH<sub>4</sub>, assim cada kWh vale  $94,962/1000 = 0,094962$  metros cúbicos de CH<sub>4</sub>. Ou seja, 1 metro cúbico de CH<sub>4</sub> é igual  $1000/94,962 = 10,5305$  kWh (MACEDO, 2008). Dessa forma, aplicando os valores padrões anteriormente estabelecidos, obtêm-se um total de 21.728,907 kWh mês<sup>-1</sup> de energia.

Em média, uma residência comum com sala, cozinha, dois quartos, área de serviço e um banheiro consomem aproximadamente 100 a 150 kWh mês<sup>-1</sup>. Considerando-se um consumo médio de energia elétrica em 150 kWh, a produção de biogás, considerada acima, poderia suprir um total de aproximadamente 145 casas por mês. O uso de biodigestores produz energia limpa e renovável, o que garante uma tecnologia benéfica, econômica e socioambiental sustentável.

### 3 CONCLUSÃO

O biodigestor pode atender as exigências de tratamento dos dejetos, reduzindo em grande parcela os possíveis impactos ambientais sobre o solo, água e ar da região.

A produção do biogás e do biofertilizante pelo sistema de biodigestão agrega valor à propriedade rural, seja pelo fator financeiro, como pela integração às mais variadas atividades que se desenvolvem no meio rural, trazendo geração de energia

renovável, reciclagem de nutrientes para as plantas e saneamento ambiental.

## REFERÊNCIAS

- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Lei nº 9.427**. Brasília, DF, 1996. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id\\_area=50](http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=50)>. Acesso em: 20 nov. 2012.
- BARRERA, P. **Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural**. 2. ed. São Paulo: Cone, 2007.
- BATISTA, L.F. **Manual técnico construção e operação de biodigestores**. Brasília, DF, 1981, (Manuais, 24).
- CENBIO – **Centro Nacional de Referência em Biomassa**. Disponível em: <<http://cenbio.iee.usp.br/download/metodologiabiomassa.pdf>>. Acesso em: 24 fev. de 2013.
- CLEAN ENERGY. **Biogás – Parte 1**. Disponível em: <<http://cleanenergy.blogspot.com/2004/11/obiogsparte-1-introduo-o-biogs-tem.html>>. Acesso em: 24 fev. 2013.
- COLATTO, L.; LANGER, M. **Unoesc & Ciência – ACET**, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 119-128, jul./dez. 2011
- GASPAR, R. **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo-PR**. 2003.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home>>/ Acesso em: 10 fev. 2013.
- JÚNIOR, B. C. **Embrapa – Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais**. 2. ed. Foz do Iguaçu: FAO. 2009.
- MACEDO, M. J. M. **Erros de números (2008)**. Disponível em: <<http://errosdenumeros.blogspot.com/2008/07/os-metros-cbicos-de-gs-expressos-em-kwh.html>>. Acesso em: 24 fev. 2013.
- NOGUEIRA, L. A. **Biodigestão: a alternativa energética**. São Paulo: Nobel, 1986.
- OLIVEIRA, P.A. V.; **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004.
- PEREIRA M. L. **Biodigestores: opção tecnológica para a redução dos impactos ambientais na suinocultura**. São Paulo, SP, 2005; Disponível em: <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em: 10 fev. 2013.
- SEIXAS, J. **Construção e funcionamento de Biodigestores**. Brasília, DF, 1980
- SGANZERLA, E. **Biodigestor, uma solução**. Porto Alegre, RS, 1983.