

**BIODIGESTOR EM PROPRIEDADES RURAIS: UMA  
ALTERNATIVA PARA CONFINAMENTOS BOVINOS**  
*BIODIGESTOR IN RURAL PROPERTIES: AN ALTERNATIVE FOR BOVINE  
CONFINMENTS*

Laíse Nathaine Medeiros da Silva<sup>1</sup>

Franciéli Lima de Sá<sup>2</sup>

**RESUMO**

As alternativas para uma maior eficiência em geração de energia são inúmeras, podendo ser obtidas de diversas maneiras. Diante disso, devemos considerar viável toda e qualquer forma de produção de energia, principalmente se a mesma vier de um meio onde, por distintas vezes, não há expectativa de destinação, como é o caso dos dejetos em um biodigestor. Ao saber disso, observa-se a necessidade de implantar alternativas que venham a melhorar a qualidade de vida em ambientes rurais devido às contaminações que os dejetos animais podem vir a produzir. Nesse caso a finalidade é utilizar-se de fezes de animais bovinos em confinamento para realização da produção de energia. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é mostrar alternativas no descarte de dejetos de animais através do biodigestor. Assim, além da geração de energia de baixo custo, existe também a preocupação com a preservação ambiental no meio rural.

**Palavras-chaves:** Geração de energia; Biodigestor; Eficiência; Propriedade rural.

**ABSTRACT**

*The alternatives for greater energy efficiency are numerous and can be obtained in a number of ways. Given this, we must consider any form of energy production feasible, especially if it comes from a medium where, on different occasions, there is no expectation of destination, as is the case of waste in a biodigester. Knowing this, there is a need to implement alternatives that will improve the quality of life in rural environments due to the contamination that animal waste may produce. In this case the purpose is to use feedlot cattle feces for energy production. Thus, the aim of this paper is to show alternatives in the disposal of animal waste through the biodigester. Thus, in addition to low-cost power generation, there is also concern with environmental preservation in rural areas.*

**Keywords:** Power generation; Biodigester; Efficiency; Rural property.

**1. INTRODUÇÃO**

A preocupação com o meio ambiente, as obstinações que provém do setor rural e as produções bovinas cada vez mais avançadas nesse meio, causam em muitos espaços, a preocupação mediante aos descartes corretos e ao não acúmulo de dejetos. Para isso, busca-se

---

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de Graduação em Engenharia Elétrica – UNIFACVEST. E-mail: lmedeiros167@gmail.com

<sup>2</sup> Dra. Eng. Eletricista e Coordenadora do curso de Engenharia Elétrica - UNIFACVEST. E-mail: francieli@inep.ufsc.br

uma forma de solucionar este problema, junto à necessidade da preservação ambiental. (KOZEN, 2000).

A ideia central nesse trabalho é justamente unir o descarte de dejetos à geração de energia, através do estudo da viabilidade de inserção de um biodigestor em uma propriedade rural de pequeno porte, com confinamentos de bovinos, tendo em vista essa crescente alternativa: cultura de bovinos, que ganha cada vez mais, espaço na serra catarinense, conhecida como o celeiro do gado de corte catarinense de acordo com a CIDASC (2018).

A tecnologia dos biodigestores rurais pode ser apropriada aos pequenos produtores (DOMINIAK, 2016), apresentando técnica, princípio de economia, cuidado ambiental e proporcionando autonomia de energia, não utilizando somente a que provem da distribuidora. (ANDRADE, 2002) Além de adaptar-se bem às condições climáticas da nossa região, contribuindo para a minimização dos impactos ambientais de atividades agropecuárias, que são uma preocupação recorrente na atualidade. Através de uma pesquisa acadêmica, realizar o estudo viabilidade da implantação de um biodigestor em uma propriedade rural que tem em seu meio um confinamento bovino, com levantamento de custos e a possibilidade de implantação considerando materiais necessários para tal.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1. BIODIGESTOR**

As primeiras informações que se tem são em 1884, Louis Pasteur, considerou que a fermentação podia constituir uma fonte de aquecimento e iluminação. Por volta de 1806, na Inglaterra, Humphrey Davy identificou um gás rico em carbono e dióxido de carbono, resultante da decomposição de dejetos animais em lugares úmidos. (GOMES, 2014). Nogueira (1986) ressalta que apenas em 1857, em Bombaim, na Índia, foi construída a primeira instalação operacional destinada a produzir gás combustível, para um hospital de hansenianos.

Segundo Pereira (2009), com o início da 2ª Guerra Mundial, a biodigestão começou a ser alastrada entre os países europeus, usando-se o biogás em substituição aos derivados de petróleo, por meio da queima direta e o uso em veículos. Porém, terminado o conflito, caiu o uso desta tecnologia, com exceção da Índia, China e África do Sul, regiões onde seu desenvolvimento permaneceu, mas mais restrito a propriedades de pequeno porte. (GASPAR, 2003).

O biodigestor é um recipiente fechado com condições para a fermentação da matéria orgânica realizada por bactérias metanogênicas. Essas bactérias do metano, na ausência de oxigênio, realizam a fermentação alcalina da matéria orgânica, com a produção de gás metano (ARAÚJO, 2017), agente colaborador do efeito estufa e principal constituinte do biogás. Podendo ser canalizado como gás residencial, e direcionado para produção de energia elétrica.

Ao fim da digestão da matéria orgânica, permanece o resíduo chamado biofertilizante, que deve ser retirado regularmente para o bom funcionamento do biodigestor, e pode ser embalado e comercializado como fertilizante e pesticida. A forma de abastecimento dos biodigestores os classifica em batelada, em que se armazena a máxima capacidade de carga, substituída somente após a digestão completa do material orgânico; e contínuos construídos para que o abastecimento de carga seja diário, existindo uma saída para material processado com volume de descarga proporcional ao de carga. Os biodigestores utilizam todo tipo de material que se decompõe sob ação das bactérias anaeróbicas, mas os resíduos animais são considerados o melhor alimento para ele, por serem carregados de bactérias anaeróbicas. (SILVA, 2013).

Figura 1. Ilustração de biodigestor canadense:



Fonte: Revista Fator Brasil, 2019.

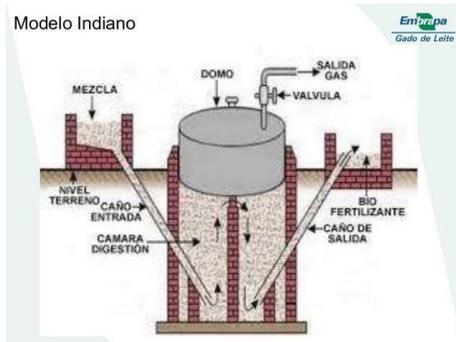
## **2.3 Tipos de Biodigestores**

### **2.3.1 Biodigestor modelo indiano**

Este modelo de biodigestor caracteriza-se por possuir uma campânula como gasômetro, a qual pode estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação, ou em um selo d'água externo. A função da parede divisória faz com que o material circule por todo o interior da câmara de fermentação. O modelo indiano possui pressão de operação constante,

ou seja, à medida que o volume de gás produzido não é consumido de imediato, o gasômetro tende a deslocar-se verticalmente, aumentando o volume e mantendo a pressão no interior constante. O fato de o gasômetro estar disposto sobre o substrato ou sobre o selo d'água reduz as perdas durante o processo.

Figura 2. Biodigestor Modelo Indiano:



Fonte: Embrapa (2010).

Figura 3. Biodigestor Modelo Indiano:

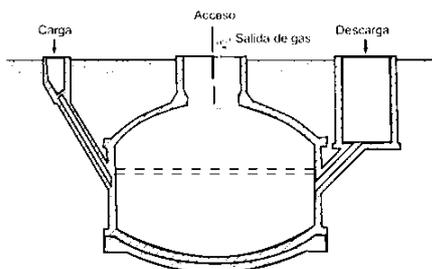


Fonte: UNESP (2016)

### 2.3.2 Biodigestor Modelo Chinês

É constituído quase que totalmente em alvenaria, dispensando o uso de gasômetro em chapa de aço, reduzindo os custos, contudo podem ocorrer problemas com vazamento do biogás caso a estrutura não seja bem vedada. Uma parcela do gás formado na caixa de saída é liberado para a atmosfera, reduzindo a pressão interna do gás, por isso as construções de biodigestor tipo chinês não são utilizadas para instalações de grande porte. O substrato deverá ser fornecido continuamente, com a concentração de sólidos totais em torno de 8%, para evitar entupimentos do sistema de entrada e facilitar a circulação do material. (BONTURI, 2012)

Figura 3. Biodigestor Modelo Chinês



Fonte: Embrapa (2010)

Figura 4. Biodigestor Modelo Chinês

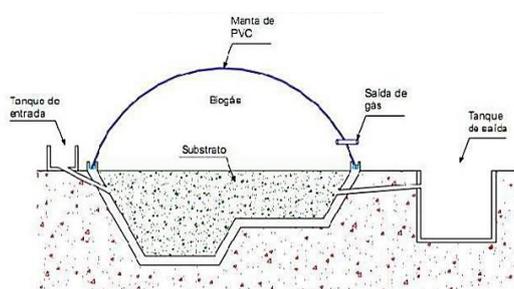


Fonte: UNESP (2016)

### 2.3.3 Biodigestor Modelo Canadense – Modelo da Marinha

O biodigestor modelo Canadense é um padrão tipo horizontal, sendo realizada sua montagem em uma caixa de carregamento em alvenaria e com a largura maior que a profundidade, tendo, através disso, uma área maior de exposição solar, o que possibilita uma grande produção de biogás e evitando o entupimento. Durante a produção de gás, a cúpula do biodigestor infla porque é feita de material maleável, podendo ser retirada.

Fig. 5: Modelo esquemático Biodigestor canadense



Fonte: Embrapa (2010)

Fig. 6: Imagem real biodigestor canadense



Fonte: UNESP (2016)

## 2.4. Biogás

De acordo com Oliveira (2004), o biogás proveniente da atividade dos microorganismos é composto por uma mistura de diversos gases, entre eles o metano, o dióxido de carbono, o hidrogênio e o dióxido de enxofre. O biogás é inflamável devido ao metano, gás mais leve que o ar, sem cor e odor. O que causa o odor no biogás é o dióxido de enxofre, que mesmo em quantidades pequenas é perceptível pelo olfato e bastante corrosivo.

A energia produzida a partir do biogás configura-se como uma das fontes disponíveis mais adequadas e facilmente disponibilizadas para a utilização no meio rural e não apenas como fonte de calor em dias frios ou para o preparo de comidas, mas também como alimentação energética de caldeiras e outros meios de produção energética. Além disso, a produção de biomassa com fins energéticos dentro da propriedade rural se exprime na fonte de energia que pode ser obtida com o menor impacto ambiental entre as demais, sendo dessa forma uma fonte que pode beneficiar muito em uma propriedade rural. (PEREIRA, 2009).

### **3. ESCOLHA DO MODELO E APLICAÇÃO EM PROPRIEDADE RURAL**

Para a escolha do modelo de biodigestor deve se levar em consideração a análise da qualidade de biomassa que estará disponível para utilização. Dessa maneira será possível calcular a capacidade de produção de biogás. O nível de consumo diário de biogás para a atividade a que está destinado se constitui noutra variável muito importante a se levar em conta, quando da definição acerca das dimensões do equipamento. (PEREIRA, 2009).

O biodigestor modelo Canadense, também conhecido no Brasil como Modelo da Marinha, apresenta baixo custo de implantação, facilidade de transporte, sua construção pode ser feita diretamente sobre o terreno ou pouco profunda, o que é uma importante vantagem para regiões com nível de lençol freático alto. Este modelo é de fácil limpeza, descarga e manutenção. (ANDRADE, 2010). A área onde será instalado o biodigestor deve ser considerada como região inflamável, não permitindo que se fume ou que se acenda qualquer fogo nas proximidades. Deve ser cercada para evitar a entrada de animais que podem danificar o sistema.

Para realização do estudo de implantação foi utilizada uma propriedade rural onde o produtor dispõe de 50 animais em regime de confinamento, forma de criação onde este tipo de animal tem uma produção média de 40 kg de esterco/dia, totalizando assim uma produção de 2.000 kg de esterco/dia para a quantidade de animais que há no local.

O planejamento é feito para que o sistema funcione, seguindo as seguintes etapas:

1. O esterco deverá ser recolhido do galpão do confinamento onde estão os animais, e canalizado para o biodigestor;
2. Dentro do biodigestor, há a necessidade de um processamento de 30 dias.
3. Na primeira carga do biodigestor, seria adicionado um percentual de lodo, acelerando a fermentação de forma que as bactérias se reproduzam com maior facilidade, garantindo a digestão anaeróbia à medida que fossem adicionados mais dejetos;
4. O processo da digestão anaeróbia formará o biogás, que terá o seguinte direcionamento: para o gerador, movido a gás natural, para a geração de energia elétrica, que alimentará toda a necessidade da propriedade rural;

5. Os restos do processo poderão ser utilizados como biofertilizante. Será gerado um volume considerável, como este é maior do que a demanda da propriedade necessita, o mesmo poderá ser vendido.

### 3.1. Dimensionamento do Biodigestor canadense:

Consideramos os seguintes dados para esse dimensionamento (Pereira, 2009):

Quantidade de Lodo (usado para acelerar o processo de fermentação da biomassa) = 10% da massa de esterco fresco.

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \frac{\text{Quantidade (kg/dia)} \times \text{Tempo de Digestão (dias)}}{\text{Densidade (kg/m}^3\text{)}}.$$

**Quadro 1: Dimensionar o volume:**

Componentes da Biomassa	Quantidade (kg/dia)	Tempo de Digestão (dias)	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
Esterco Fresco	2.000	30	600	80,00
Água adicional	2.139	30	1000	64,17
Restos de Ração	16,6	30	700	0,71
Lodo	200	30	996,9	6,02
<b>TOTAL</b>				<b>170,90</b>
<b>TOTAL REAL</b>				<b>187,99</b>

Fonte: A Autora

### 3.2. Potencial Produtivo Mensal de Biogás (Energia Convertida):

$$\text{Produção de esterco } \left(\frac{\text{kg}}{\text{dia}}\right) = \frac{\text{Quantidade de animais} \times \text{Produção de Esterco (kg)}}{\text{Dia}}$$

Quantidade de esterco seco  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{dia}}\right)$  = Porcentagem de massa seca (16% - esterco bovino) x Produção de esterco (kg/dia).

Quantidade de Água adicionada (L/dia) = [Massa seca da solução (16% de 2000 kg esterco + 75% de 16,6kg\_ ração) /0,08 (8% de massa seca requerida na solução total)] – [Produção de esterco (kg/dia) + Resto de ração adicionado (kg/dia)].

Volume de Biomassa produzida (L/dia) = Quantidade de Água adicionada (L/dia) + Produção de esterco (kg/dia) + Resto de ração adicionado (kg/dia).

Volume de Biogás produzido (m<sup>3</sup>/dia) = Quantidade de esterco seco (kg/dia) x Potencial de Produção de biogás por quilograma de esterco seco.

Volume de Biogás produzido (m<sup>3</sup>/mês) = Volume de Biogás produzido (m<sup>3</sup>/dia) x 30 dias.

**Quadro 2: Quantidade de animais e produção de matéria prima:**

Espécie animal	Quantidade de animais	Produção de esterco (kg/dia)	Quantidade de esterco seco (kg/dia)	Resto de ração Adicionado (kg/dia)
Bovino (corte)	50	2000	320	16

Fonte: A autora.

**Quadro 3: Volumes produzidos:**

Quantidade de Água adicionada (L/dia)	Volume de Biomassa produzida (L/dia)	Volume de Biomassa produzida (L/mês)	Volume de Biogás produzido (m <sup>3</sup> /dia)	Volume de Biogás produzido (m <sup>3</sup> /mês)
2.139	4.156	124.669	86,40	2.592

Fonte: A autora

**4. INVESTIMENTOS UNITÁRIOS NECESSÁRIOS PARA CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR:**

**4.1 Valores dos materiais para construção do Biodigestor:**

<b>Discriminação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Despesas unitárias (R\$)</b>
Escavação manual: material de 1ª e/ou 2ª categorias até 2,0 m de profundidade	m <sup>3</sup>	39,77
Concreto simples FCK = 15 MPa, dosado conforme a condição "B" da norma NBR 12655, para lançamento convencional; preparo.	m <sup>3</sup>	306,32
Tubos De PVC Rígido Soldáveis, Diam. 100 mm, Para Colunas De Esgoto, Ventilação Ou Aguas Pluviais	m	16,06
Lona Sansuy	m <sup>2</sup>	17,50

Fonte: Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). 2016

#### **4.2 Construção e instalação do Gerador e da Bomba**

<b>Discriminação</b>	<b>Despesas unitárias (R\$)</b>
Gerador - Grupo Gerador - BRANCO - Linha Bioflex - B4T-10.000 Bioflex	14.859,00
Motobomba - BRANCO - B4T-817 CH Bio	5.590,00

Fonte: Torres, 2011.

#### **5. Considerações Finais**

Através do estudo dos biodigestores, podemos estimar e considerar que existe a possibilidade de implantação nessa propriedade, tendo em vista a quantidade de animais nesse confinamento, bem como a viabilidade ambiental para propriedades rurais, sendo dessa forma uma maneira de gerar energia elétrica e sanar problemas com o descarte indevido dos dejetos e restos de ração dos animais do confinamento, sendo dessa maneira, uma forma de garantir ao produtor rural mais eficiência segurança no setor ambiental. E também, uma maneira alternativa de energia, podendo ser cada vez mais explorada para que haja maior facilidade no meio rural se conjuntando ao setor de geração de energia elétrica alternativa, como uma fonte renovável.

## 6. Referencias

- [1] Bonturi, G. L. Instalação De Biodigestores Em Pequenas Propriedades Rurais: Análise De Vantagens Socioambientais. 2012. Monografia – Faculdade de Engenharia Mecânica/UNICAMP.
- [2] Gonçalves, M. N. Os Efeitos Da Temperatura Na Produção De Biogás Em Biodigestores. 2018. Universidade federal de Uberlândia - UFU Faculdade de Engenharia Elétrica.
- [3] Pereira, G. Viabilidade econômica da instalação de um biodigestor em propriedades rurais. 2009. Universidade Regional Do Noroeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul – Unijuí.
- [4] Pesquisa comprova eficiência econômica de biogás na pecuária de leite. Rubens Neiva. 11/03/19 <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/41719708/pesquisa-comprova-eficiencia-economica-de-biogas-na-pecuaria-de-leite>
- [5] Silva, E. S. Oliveira, G. S. Biodigestor: Uma proposta de aproveitamento do lixo orgânico no município de Santarém. Universidade federal do oeste do Pará. 2012.
- [6] Gomes, W. IX simpósio Internacional qualidade ambiental. Benefícios Da Biodigestão: Uma Técnica Sustentável. 2014
- [7] Andrade, M. A. N. Biodigestores Rurais No Contexto Da Atual Crise De Energia Elétrica Brasileira E Na Perspectiva Da Sustentabilidade Ambiental. Gestão Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC-
- [8] Arruda, M. H. Revista Científica Eletrônica De Agronomia Periodicidade Semestral – Ano I – Número 2 – Dezembro De 2002- Dimensionamento de Biodigestor para Geração de Energia Alternativa.
- [9] Dominiak, A. L. Projeto e implantação de sistemas de geração de biogás em pequenas propriedades rurais como fonte alternativa de energia. Universidade tecnológica federal do Paraná campus Curitiba. 2016
- [10] Modelos de biodigestores e viabilidade econômica, 28/12/2018. Educapoint. <https://www.milkpoint.com.br/colunas/educapoint/modelos-de-biodigestores-e-viabilidade-economica-211848/>
- [11] Calza, L.F. Revista Engenharia Agrícola, Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering, Avaliação Dos Custos De Implantação De Biodigestores E Da Energia Produzida Pelo Biogás 2015.
- [11] Coldebella, A. Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais. 2006. Universidade Estadual do oeste do Paraná – Unioeste.
- [12] ARAUJO A. P. C. Produção de biogás a partir de resíduos orgânicos utilizando biodigestor anaeróbico. 2017. Universidade Federal de Uberlândia - Faculdade De Engenharia Química.
- [13] Andrade, M. P. Eficiência de biodigestores canadenses no tratamento de dejetos de suínos em diferentes fases de produção. 2018 - Universidade Federal de Lavras.

- [14] Castanho D. S. VI Semana de Tecnologia em Alimentos. 2008. BIODIGESTORES. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa – Paraná.
- [15] KONZEN, E. A. Aproveitamento energético de biogás: a experiência da suinocultura no tratamento de efluentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. Saneamento ambiental: compromisso ou discurso: anais... Belo Horizonte: ABES 2007.
- [16] Nascimento, R. Santos, Fontes Alternativas E Renováveis De Energia No Brasil: Métodos E Benefícios Ambientais, XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba. Centro Universitário Ingá
- [17] [https://servicos.compesa.com.br/wpcontent/uploads/2016/02/TABELA\\_COMPESA\\_2016\\_COM\\_DESONERACAO\\_E\\_COM\\_ENCARGOS\\_COMPLEMENTARES.pdf](https://servicos.compesa.com.br/wpcontent/uploads/2016/02/TABELA_COMPESA_2016_COM_DESONERACAO_E_COM_ENCARGOS_COMPLEMENTARES.pdf)
- [18] TORRES A. Fundamentos De Implantação De Biodigestores Em Propriedades Rurais, Universidade De Pernambuco- Escola Politécnica De Pernambuco. 2011
- [19] Feiras de gado movimentam milhões nas Serra Catarinense. Publicado por JV Ascom em 29/11/2018. <http://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2018/11/29/feiras-de-gado-movimentam-milhoes-nas-serra-catarinense/>