

**BIODIGESTOR ANAERÓBIO DE ESTERCO BOVINO COM PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE BIOGÁS**

Cledson Ferreira Cutrim Júnior<sup>1</sup>, Erica da Costa Melo<sup>1</sup>, Lohana Lima Oliveira<sup>1</sup>, Paulo Henrique Freitas da Silva<sup>1</sup>, Raimundo Rodrigues Damaso Filho<sup>1</sup>, Taynara Barbosa<sup>1</sup>, Carlos Alberto Andrade Serra dos Santos<sup>2</sup>

1. Acadêmicos do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental na Universidade Estadual Da Região Tocantina do Maranhão/Centro De Ciências Humanas, Sociais, Tecnológicas e Letras – Campus Açailândia;  
2. Professor orientador Mestre da UEMASUL/ CCHSTL - Campus Açailândia

**Resumo**

O presente trabalho teve como objetivo, a construção e implantação de um biodigestor anaeróbio de esterco bovino economicamente viável para a produção sustentável de biogás e biofertilizante natural, oriundos de uma propriedade rural no município de Açailândia- MA. A estimativa de geração do biogás foi baseada no percentual de sólidos voláteis (SV) da biomassa usada (esterco bovino). Após a realização de uma entrevista com roteiro semiestruturado, obteve-se que em média a geração diária é de 300 Kg de esterco por dia.

O modelo de biodigestor proposto utiliza 14 kg. Utilizando a metodologia gravimétrica presente na ABNT/NBR 10664 obteve-se um percentual de que 32,23% dos sólidos totais (ST) são sólidos voláteis (SV), uma produção de metano de 0,361 m<sup>3</sup>/dia. Com essa quantidade é possível manter a chama de fogão doméstico por 48 min/dia ou ser utilizado para gerar aproximadamente 2,33 kW/h por dia ou manter uma lâmpada a biogás acesa por 5h e 16 min/dia.

**Palavras-chave:** Carga orgânica; Biofertilizante; Metanização.

**Introdução**

A atividade agropecuária no Brasil tem tido um importante papel no Produto Interno Bruto - PIB e da geração de riqueza do País. A nível mundial o país vem se destacando na pecuária bovina, sendo considerado o possuidor de um dos principais rebanhos bovino do mundo. Observa-se que há um aumento nos indicadores tecnológicos de produtividade e de eficiência dos sistemas de produção. Acompanha esse aumento na produção, a exaustão do solo e dos recursos hídricos. Cresceu o número de dejetos produzidos diariamente, o que vem gerando inquietações sobre a disposição dos resíduos das instalações animais, uma vez que são potenciais poluidores, causando impactos negativos ao meio ambiente.

O tratamento adequado para cada tipo de resíduo é uma forma eficiente para a preservação de meio ambiente. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) lei 12.305/10. Dispõe como prioridade a não geração dos resíduos, além disso ela implica em reuso e reciclagem de forma que seja excluído apenas os rejeitos. Rejeito é o resíduo que depois de esgotado todas as possibilidades de tratamento e reuso, não é mais economicamente e ambientalmente viável, só restando a disposição final ambientalmente adequada. (PNRS, 2010).

Dessa forma, o biodigestor se apresenta como uma alternativa para a fermentação anaeróbia, com capacidade de reduzir concentração de matéria orgânica, permitindo valorizar um produto energético, o biogás, e obter um fertilizante cuja disponibilidade contribui para a rápida amortização dos custos de tecnologia instalada (PIRES, 1996). O gás metano (CH<sub>4</sub>) que é liberado pelo processo de decomposição do esterco bovino é 12 vezes mais poluente que o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ao utilizar esse gás para outros fins, está evitando a liberação dele no ambiente, contribuindo com as metas do protocolo de Quioto, além de estar podendo negociar créditos de carbono com outros países. Diante do exposto o objetivo desse projeto é a construção de um biodigestor de esterco bovino mais econômico e com itens reutilizáveis para a produção de biogás e biofertilizante natural como forma de redução do descarte inadequado do esterco bovino e redução da emissão de gases do efeito estufa em uma pequena propriedade do Município de Açailândia – MA.

**Metodologia**

Os dados para quantificação da carga orgânica de esterco bovino gerada na propriedade rural, no estado do Maranhão, município de Açailândia foram levantados baseado em entrevista com o proprietário, com roteiro semiestruturado, obteve se a informação de que possui um pasto com criação de 30 cabeças de gado. Na tabela abaixo tem se a produção média de dejetos animais produzidos diariamente:

Tabela 1 - Produção de dejetos por dia, de acordo com cada animal.

TIPO DE ANIMAL	MÉDIA DE PRODUÇÃO DE DEJETOS (EM Kg POR DIA)
<b>Bovinos</b>	10,00
<b>Suínos</b>	2,25
<b>Aviários</b>	0,18
<b>Equinos</b>	10,00

Fonte: Colatto e Langer (2012)

Para a caracterização da concentração de Sólidos Totais (ST), Sólidos Fixos (SF) e sólidos Voláteis (SV) do esterco bovino, foi coletada uma amostra de 10 gramas (g) nos 14 Kg que foram separados para a deposição no biodigestor, efetuando a sua homogeneização. A amostra foi encaminhada para o laboratório do IFMA (Instituto Federal do Maranhão) localizado no município de Açailândia para a realização das análises.

As definições de ST, SF e SV foram efetuadas seguindo o método gravimétrico, presente na ABNT/NBR 10664 (1989), com os seguintes procedimentos:

- Determinação de Sólidos Totais (ST)
  1. Foi separado a amostra de 10g de esterco, fazendo a pesagem na balança de precisão, utilizando recipientes com tara conhecida;
  2. Foi repassada a amostra para a balança determinadora de umidade, durante 30 minutos com uma temperatura constante de 105 °C;
  3. Após a evaporação da amostra secamos o resíduo em estufa a temperatura entre 103 a 105 °C durante 12 horas;
  4. Deixando esfriar em dessecador a temperatura ambiente e pesamos em seguida.
  
- Determinação de Sólidos Fixos (SF)
  1. Submetemos os sólidos totais obtidos no procedimento anterior a calcinação em uma mufla a 550 °C durante 1 hora;
  2. Deixando esfriar em dessecador e efetuando a pesagem logo seguido.
  
- Determinação de sólidos voláteis (SV)
  1. Efetuar a diferença dos valores obtidos de sólidos totais (ST) e Sólidos Fixos (SF), o valor encontrado é os Sólidos voláteis.

Para calcular os sólidos voláteis utilizamos a seguinte equação:

$$SV = (ST - SF)$$

Equação (1)

Podemos definir os biodigestores anaeróbios como sendo uma câmara fechada, onde são colocados os substratos orgânicos para serem degradados na ausência de oxigênio molecular, tendo como produto a formação do biogás e um efluente rico em nutrientes (FILHO, 2014). Os biodigestores necessitam de um ambiente controlado que requer custos, biodigestores industriais possuem um ótimo desempenho, mas um auto custo de construção e manutenção. Dessa forma, para a construção do biodigestor mais econômico foram reutilizados alguns itens como a bomba de armazenamento, para que a construção se torne mais viável.

## Resultados e Discussão

Na figura 1, o sistema está completo em sua fase final, com reator e bomba de armazenagem de gás:

Figura 1 - Biodigestor montado estágio final



Fonte elaborada pelos autores

Após um período de geração de gás o reator começa a inchar com a quantidade de gás interna que já ocupou todo espaço livre, fazendo assim que seja liberado o gás pela válvula de retirada, ou que seja acionada a válvula para passagem do gás para a bomba de armazenagem.

Baseado nos dados coletados na metodologia o empreendimento possui 30 cabeças de gado e de acordo com o Tabela 1, os bovinos têm uma taxa de produção diária de esterco de 10kg, tendo isso como base a produção diária da fazenda é de 300 kg de esterco bovino por dia, a amostra coletada para a adição no biodigestor foi de 14kg.

Seguindo a metodologia supracitada da ABNT, obtemos que o teor de ST da amostra de 10g é de 1,986 g indicando que 80% da amostra era água e 20% de sólido. Após a calcinação do ST, obtivemos 1,3469g, e seguindo a Equação 1 obtivemos 0,640g de SV uma taxa de 32,23% dos sólidos totais são sólidos voláteis. Tendo isso em mente, a carga orgânica de 14 Kg posta no biodigestor tem 20% de ST, equivalente a 2800g, sendo assim 32,23% de SV cerca de 902,44g De acordo com a metodologia do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) a escolha do fator de emissão pode ser feita seguindo um dos três tiers propostos, o que mais se encaixa seria o tier 2, uma tonelada de SV equivale a uma produção de 400 m<sup>3</sup> de metano (CH<sub>4</sub>), (IPCC, 2006). Com a carga de sólido volátil do biodigestor de 902,44 g pode se afirmar utilizando os dados bibliográficos já citados que a produção diária do biodigestor será de 0,361 m<sup>3</sup>/dia ou 361 litros de gás, isso para a carga de suporte do biodigestor proposto para teste.

Tendo conhecimento que a produção diária da fazenda é de 300 kg de esterco e utilizando a mesma metodologia anterior, e colocando em uma situação hipotética com a construção de um ou vários biodigestores para suportar essa carga de matéria orgânica, a produção de gás seria de 7,735 m<sup>3</sup> / dia ou 7735 litros / dia.

O gás gerado no biodigestor pode ser utilizado para a geração de calor e posteriormente energia elétrica, que tem aplicações em diversas áreas. Além de poder ser utilizado na sua forma gasosa para alimentar fogões adaptados lâmpadas e geradores. O gás de biodigestores com teor de 50% a 80% terá uma eficiência de 4,95KWh / m<sup>3</sup> a 7,92 KWh / m<sup>3</sup>. Isso implica que o biodigestor proposto tem uma taxa de produção de 2,33KW/dia. Com um total de 69,85KW / mês e 850,45KW / ano.

O biogás pode ser utilizado para alimentar um fogão, de acordo com a BGS equipamento para biogás o fogão modelo COOKTOP QUEIMADOR DUPLO consome 0,45m<sup>3</sup> / hora, isso quer dizer com uma taxa de produção de 0,361 m<sup>3</sup> do biodigestor, pode-se manter a chama de um fogão acesa por um período de 48 minutos por dia. Já as lâmpadas de acordo com BGS equipamento para biogás, com potência equivalente a 100W, tem uma taxa de consumo de 0,07 m<sup>3</sup> /h, com a taxa de produção diária do biodigestor é possível manter essa lâmpada acesa por 5 horas e 16 minutos diários. Além disso pode estar se fazendo uso de geradores ou até mesmo destinar a geração para a rede pública e obter descontos na tarifa, dependendo da destinação disse gás, pode se exigir maiores tratamentos.

Levando em consideração uma situação hipotética que houvesse a construção de um ou vários biodigestores para suportar a carga de 300Kg geradas por dia na fazenda. Com 7,735m<sup>3</sup> / dia a produção teria a capacidade de manter a chama do fogão acesa por 17 horas / dia. E conseguiria manter uma lâmpada acesa por 110 horas.

Essas medidas podem e trazem benefícios para quem as utilizam, é o caso da economia na conta de energia caso o biogás seja utilizado para geração e utilização na própria residência, de acordo com a CEMAR, 2018 o KW/h no estado do maranhão com tarifa residencial normal é de 0,56091 Centavos/ KW. Com a taxa de produção de KW do biodigestor proposto resultaria em uma economia de R\$ 1,30/dia, R\$ 40,3 / mês e R\$ 483,60 / por ano, uma economia considerável e apenas com um modelo de baixa capacidade.

## Conclusões

A partir deste trabalho, foi possível observar que 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. Utilizando-se um biodigestor em uma propriedade tem-se como vantagens, segundo PEREIRA (2009).

- Fornecimento de combustível no meio rural mediante o biogás e adubo por intermédio do biofertilizante;
- Valorização dos dejetos para uso agrônomico;
- 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.

Como desvantagens pode ser citado o 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, 2009). Havendo produção excedente de energia o produtor pode vender esse excedente para uma concessionária de energia, segundo o que dispõem a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Conclui-se que a proporção entre vantagens e desvantagens é bastante aceitável e que, a construção e geração de biogás é uma prática que pode trazer muitos benefícios sejam eles financeiros, ou de reconhecimento ambiental por se tratar de uma medida que beneficia o meio ambiente, além de ser uma questão de consciência das pessoas.

## Referências bibliográficas

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnica, NBR10664, Águas - Determinação de resíduos (sólidos) - Método gravimétrico - Método de ensaio, 1998.

ANELL, Agência Nacional de Energia Elétrica, Procedimentos de Distribuição de Energia elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, módulo 3 – acesso aos Sistemas de Distribuição. Documento: PND1A-DE8-0399 Rer.:1, 2005.

BGS, Equipamentos para biogás, encontrado em:< [http://bgsequipamentos.com.br/produto/listar/?id\\_c=2&m=2](http://bgsequipamentos.com.br/produto/listar/?id_c=2&m=2)> , acesso em: 24 JAN. 2018.

CEMAR, Agencia WEB, Cobrança de tarifas, encontrado em:<<http://www.cemar116.com.br/residencial/informacoes/cobranca-de-tarifas>>. Acesso em: 2 out. 2017.

COLATTO, L; LANGER, M. Unoesc & Ciência – ACET, Joaçaba, v. 2, n. 2, 2012.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 1: General Guidance And reporting. 2006. Disponível em: < <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html> >. Acesso em: 25 NOV. 2017.

PNRS, Política Nacional de Resíduos Sólidos, lei 12.305/2010. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. Encontrado em:<<http://www.planalto.gov.br/ccivil/03/ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>>, acesso em: 2 OUT. 2017.

FILHO, I., O., S. Avaliação da Toxicidade e Remoção de Matéria Orgânica de Efluente de Biodigestor de Resíduos Sólidos Orgânicos Tratado em Wetlands. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Caruaru, 2014.

PEREIRA, E. R.; DEMARCHI, J. J. A. A.; BUDIÑO, F. E. L. Biodigestores- Tecnologia para o manejo de efluentes da pecuária. 2009 Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1255981651.pdf>> Acesso em 10 OUT. 2017.