



PROTÓTIPO DE UM BIODIGESTOR DE BAIXO CUSTO PARA ENSINO DE TERMODINÂMICA

Kamila Dias Bernardes – bernardes@tucuruui.ufpa.br
Universidade Federal do Pará- Faculdade de Engenharia Mecânica
Rodovia BR 422, S/Nº, Km 13
68464-000-Tucuruí-Pará

Andreia Pereira dos Santos – andreia.santos@tucuruui.ufpa.br
Universidade Federal do Pará- Faculdade de Engenharia Mecânica
Rodovia BR 422, S/Nº, Km 13
68464-000-Tucuruí-Pará

Herica Daniele Costa Araújo – hericadani@ufpa.br
Universidade Federal do Pará- Faculdade de Engenharia Mecânica
Rodovia BR 422, S/Nº, Km 13
68464-000-Tucuruí-Pará

Resumo: *O biogás é um combustível não fóssil, produto final da digestão anaeróbica de resíduos orgânicos, como esterco animal ou resíduo de processamento de alimentos. A proposta apresentada pelo presente projeto é produzir biogás em biodigestores (reator onde ocorrem as reações para a produção do biogás), em um processo em batelada. Este protótipo é utilizado como bancada para entendimento de alguns conceitos básicos de termodinâmica. O biodigestor é produzido a partir de materiais acessíveis e de custo relativamente baixo. A produção de biogás visa suprir parcial ou totalmente as comunidades em situação de vulnerabilidade social do município de Tucuruí. O biogás produzido tem a finalidade de gerar energia térmica através da combustão (queima) do combustível denominado gás metano, sendo empregado principalmente no cozinhando alimentos ou na iluminação de residências; reduzindo assim, o consumo de gás de cozinha (GLP) ou de outras formas de obtenção de energia*

Palavras-chave: *Biogás, biodigestor de baixo custo, esterco animal.*

1. INTRODUÇÃO

O biogás é o produto final da digestão anaeróbica de resíduos orgânicos, como esterco animal e resíduo de processamento de alimentos. A digestão anaeróbica é a decomposição dos resíduos em combustíveis gasosos pela ação de bactérias em um ambiente livre de oxigênio (HODGE, 2011).

O biogás é uma mistura de metano e dióxido de carbono, geralmente de 50 a 80% de metano e de 20 a 50% de dióxido de carbono, por volume, com traços de hidrogênio, monóxido de carbono



e nitrogênio. O biogás se difere do gás natural em que este último é composto em mais de 70% de metano, sendo os constituintes restantes outros hidrocarbonetos (HODGE, 2011).

Segundo (HODGE, 2011), a digestão anaeróbica ocorre em uma câmara estanque chamada digestor. Os biodigestores podem operar em um modo batelada ou em modo contínuo. Os digestores contínuos produzem um fluxo constante de biogás e estão associados tipicamente com a operação em larga escala.

E, de acordo com (AMARAL *et al.*, 2004), a biodigestão anaeróbia representa uma alternativa para o tratamento de resíduos, pois além de permitir a redução do potencial poluidor e dos riscos sanitários dos dejetos ao mínimo, promove a geração do biogás, utilizado como fonte de energia alternativa e permite a reciclagem do efluente, podendo ser utilizado como biofertilizante.

Dessa forma, existem diversos motivos para a elaboração de um biodigestor, que conforme apresentado por Neves (2010), argumenta que ocorreria a redução da carga de matéria orgânica lançada no meio ambiente, controlando-se assim a proliferação de moscas e emissão de odores ofensivos e desagradáveis, diminuiria a emissão de dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) na atmosfera através da queima.

Diante do exposto, um protótipo de biodigestor, em uma modelagem similar, porém, em escala menor que a apresentada por (AMARAL *et al.*, 2004), com processo em batelada, e confeccionado a baixo custo, usando principalmente esterco bovino como biomassa fermentada anaerobicamente para a produção de biogás, se mostra uma alternativa atraente para gerar energia as comunidades carentes em torno do lago do município de Tucuruí, além de reduzir a poluição ambiental, e a transmissão de inúmeras zoonoses, de doenças respiratórias, epidêmicas e intestinais.

2. MATERIAIS E METODOLOGIA

Foi efetuada a montagem de um protótipo de pequeno porte, para evidenciar a existência da geração do biogás no momento de fermentação da biomassa (esterco) selecionada.

2.1. Material

- 05 kg de esterco úmido;
- 01 Galão de água de 20 L;
- 05 L de água potável;
- Dura Epóxi;
- 06 abraçadeiras;
- 1,5 m de mangueira trançada;
- 01 balão de alumínio;
- 02 válvulas.

2.2. Metodologia

- Pesou-se 05 Kg (cinco quilos) de esterco de gado úmido;
- Adicionou-se 05 L (cinco litros) de água potável junto ao esterco e foi executado a mistura até que o mesmo estivesse homogêneo.
- Após feito a homogeneização do esterco com a água, foi inserido no galão de 20 L para posterior vedação do sistema.
- Foi realizado a criação de um sistema (Figura 01) de saída do gás para o balão laminado (armazenamento) e para o uso comum.

- Após 20 (vinte dias) no sistema descrito pela Figura 1, o produto da primeira fermentação foi liberado para o ambiente.

Figura 1 – Biodigestor de baixo custo em escala teste.



3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1.Resultados obtidos

Observando diariamente a maturação da matéria orgânica visando à fermentação anaeróbica para a produção do biogás, esta parte do projeto teve a duração de quatro semanas.

Posteriormente, a fase de testes foi iniciada, a fim de se constatar a aplicabilidade do sistema, culminando assim com a verificação do objetivo esperado o biogás apto ao uso.

Deste ponto em diante foi possível se constatar a viabilidade do biogás produzido com a fermentação de material orgânico (estrupe) para queima e que se corretamente for executado o dimensionamento da qualidade de biomassa/esterco e biodigestor, o mesmo tenderá a dispor resultados positivos de acordo com o desejado para o projeto em maior escala.

Os cálculos referentes à elaboração do trabalho basearam-se nos seguintes princípios físicos:

Segundo (ARRUDA *et al.*,2002), 1 m³ de biomassa produz em média 30 m³ de metano (CH₄), levando em conta a quantidade e qualidade de matéria seca e da quantidade de água, justificando-se assim o fato de que não se pode ter um valor exato da quantidade de biogás produzida, podemos apenas chegar a valores aproximados. Portanto:

$$V = (VC \times VM) / VB$$

Sendo assim:

$$V = (0,1 \text{ m}^3 \times 30 \text{ m}^3) / 1 \text{ m}^3$$

$$V = 3 \text{ m}^3$$

Onde:

- VB = Volume de biomassa;
- VM = Volume de metano produzido para cada 1 m³ de biomassa;
- VC = Volume da carga inicial;
- V = Volume de biogás produzido.

A tabela a seguir relaciona comparativamente 1 m³ de biogás com os combustíveis mais usuais.

Tabela 1- Relação comparativa de 1m³ do biogás com os combustíveis usuais.

TIPO DE COMBUSTÍVEL	QUANTIDADE
Gasolina	0,6 L
Querosene	0,57 L
Óleo diesel	0,55 L
Gás liquefeito	0,45 Kg
Etanol	0,79 L
Lenha	1,538 Kg
Energia elétrica	1,428 Kwh

Fonte: Deganutti *et al.* 2002, p. 25

3.1.RESULTADOS ESPERADOS

Após a primeira etapa de produção de biogás, deve-se dar continuidade ao projeto de acordo com o trabalho de (NEVES, 2010), em um tambor de 200 L (0,2 m³) de capacidade, com 0,83 m de altura, 0,56 m de diâmetro e um raio de 0,28 m, foi feito um orifício de aproximadamente 12 cm de diâmetro na região superior vertical, com um cano ultrapassando a altura média do tambor, atingindo o fundo do mesmo, destinado ao abastecimento de biomassa. Este mesmo cano após o abastecimento com a biomassa, deve ter uma tampa vedante em sua extremidade superior. Também na região superior do tambor, será inserido um orifício por onde será introduzida uma válvula esférica, destinada ao alívio de pressão do reator, com a finalidade de regular a pressão interna do sistema. A esta válvula será conectada uma mangueira para gás e em sua extremidade será instalado um queimador, servindo como fonte de calor.

Na altura média e lateral do tambor, foi feito um orifício de aproximadamente 4 cm de diâmetro, acoplado a este um flange interligado a uma torneira de registro, para posterior saída de biofertilizante. Para vedar totalmente o tambor, oferecendo assim condições anaeróbicas para o processo, foi usada uma câmara de bicicleta, adesivo a base de resina epóxi, silicone e veda rosca, esses últimos foram utilizados após o fechamento da tampa e em todos os locais onde foram instaladas as conexões.

Durante os primeiros dez dias, a válvula de alívio foi cuidadosamente aberta para saída de dióxido de carbono.

O abastecimento do biodigestor será feito com fezes de bovinos leiteiros, na medida de 40 kg de esterco para 60 litros de água, aproximadamente, ocupando assim metade do biodigestor, deixando a outra metade livre para a formação do biogás. Antes de abastecer o mesmo, será tomado o devido cuidado para misturar bastante o substrato com a água, deixando a mistura totalmente

uniforme. A produção de biogás será de para cada 1 m^3 de biomassa, em média 30 m^3 de biogás é obtido.

Figura 2- Sistema de biodigestor de baixo custo.



4. CONCLUSÃO

Até o dado momento pode-se concluir parcialmente que o projeto é viável do ponto de vista produtivo.

É interessante observar ainda que, os biodigestores não tem sua aplicação restrita a substituinte do GLP, mais também pode ter um sistema adaptado para a utilização do gás como produto para geração de energia elétrica e sistemas de aquecimento, por exemplo, porém neste projeto todos os dados obtidos foram para sua utilização em complemento e/ou substituição ao gás de cozinha.

As próximas etapas do projeto serão:

- Testar a fermentação de resíduos alimentares e comparar o rendimento de gás com o esterco fermentado.
- Expandir o protótipo para uma escala laboratorial, que deve ser elaborada conforme o trabalho de (NEVES,2010), em um tambor de 200 L ($0,2\text{ m}^3$) de capacidade, conforme a Figura 2.



Após a produção de biogás, o mesmo deverá ter a composição química analisada. E sequencialmente, o poder calorífico do biogás deve ser observado.

Finalizada a caracterização físico-química do biogás, uma planta de biodigestor piloto deverá ser implantada para fins de fornecer o mesmo a uma comunidade do município de Tucuruí.

5. REFERÊNCIAS

AMARAL, C. C, *et al.* Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. Revista Ciência Rural, v. 34, n.6, p. 1897-1902, 2004.

ARRUDA, M. H., *et al.* Dimensionamento de Biodigestor para geração de energia Alternativa. Revista científica eletrônica de Agronomia. v.1, n.2, 2002.

HODGE, B. K. Sistemas e Aplicações de Energia Alternativa. 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

NEVES, Vera. L. V. . FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ARAÇATUBA, Curso de Tecnologia em Biocombustíveis. Construção de biodigestor para redução de biogás a partir da fermentação de esterco bovino, 2010. 56p., il. Tcc (Graduação).

PROTOTYPE OF A BIODIGESTER LOW COST FOR TEACHING OF THERMODYNAMICS

Abstract: *Biogas is a non-fossil fuel end product of anaerobic digestion of organic waste, such as animal manure, or food processing waste. The proposal presented by this project is to produce biogas digesters (reactor where reactions occur to produce biogas) in a batch process. This prototype is used as a workbench for understanding some basic concepts of thermodynamics. The digester is made from affordable materials and relatively low cost. Biogas production aims to supply part or all of the communities in situations of social vulnerability of the municipality of Tucuruí. The biogas produced is intended to generate thermal energy by burning (burning) of the fuel called methane gas being used mainly for cooking food or for lighting of homes; thereby reducing the consumption of cooking (LPG) or other ways of obtaining energy*

Key-words: *Biogas, digester low cost, animal manure.*