



cbESF
Natal - RN

V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018

DIMENSIONAMENTO DE UM BIODIGESTOR RURAL PARA O ASSENTAMENTO TRANGOLA

Alyna R. Antunes de Araújo^{a,}, Carolina Barros Aquino^a, Daniel Arnaldo de Medeiros^a,
Hugo Reis de Moura^a & Iarin Medeiros Militao^a*

^a Núcleo Natal, Natal, RN

* araujo.alyna@gmail.com

Resumo: *O gás metano, presente no biogás através da transformação anaeróbica de resíduos orgânicos, é um gás cerca de vinte vezes mais poluente que o dióxido de carbono (CO₂), sendo um dos principais agentes do efeito estufa. Usualmente esse gás era visto apenas como um subproduto da decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos. Entretanto, a difusão das discussões sobre as questões ambientais, além das constantes elevações dos preços dos combustíveis tem incentivado a produção de energia a partir de novas fontes alternativas e economicamente viáveis. Nas comunidades rurais, isoladas e/ou de baixa renda a escassez de fontes energéticas para fins produtivos, de cocção e aquecimento, é um grande problema. Devido às condições, a população rural utiliza usualmente a lenha como fonte de calor na cozinha, mas é um recurso que deve ser preservado, tendo em vista que o desmatamento agrava a seca, a perda do solo por erosão e coloca em perigo a flora e a fauna do ecossistema, além de prejudicar a saúde das pessoas que ficam diariamente expostas à fumaça. Perante o exposto, este trabalho consiste no processo de dimensionamento e localização de um biodigestor rural do tipo indiano para a produção de biogás e biofertilizante utilizando como base a produção de dejetos pela criação de gado do assentamento Trangola, abordando desde a escolha do tipo de biodigestor a ser utilizado com base nas necessidades do assentamento até os aspectos que devem ser levados em conta para escolher o local onde o equipamento deverá ser construído.*

Palavras-chave: *Biogás. Biofertilizante. Tecnologia social.*

1 INTRODUÇÃO

Os biodigestores são tecnologias que tem o papel de acelerar o processo de decomposição da matéria orgânica através da ação de bactérias, que podem ser aeróbicas ou anaeróbicas a depender do tipo do biodigestor. A utilização de bactérias anaeróbicas caracteriza o biodigestor anaeróbico, levando o nome pela digestão acontecer com a ausência de oxigênio (O₂).

O biodigestor anaeróbico consiste em um equipamento fechado, construído de alvenaria, concreto, ou outros materiais, que deve funcionar em lugares relativamente quentes (15 °C e 45 °C) e sem a presença de oxigênio, não devendo haver de forma alguma a entrada de ar. A matéria orgânica utilizada neste equipamento pode ser proveniente da produção vegetal, humana ou animais, no caso deste projeto serão utilizados resíduos da produção animal, ou seja, os dejetos dos animais que são criados no local. Esses resíduos devem ser coletados e inseridos no equipamento diariamente, e misturados com água, para que ocorra a conversão



cbESF
Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018**

em uma mistura de gases, chamada biogás. Este é composto principalmente por gás metano e dióxido de carbono e em menor quantidade, gás sulfídrico e nitrogênio.

Como dito anteriormente, a decomposição desses dejetos dentro do biodigestor ocasiona a geração de um gás, que poderá ser usado para várias finalidades, no caso desse projeto será utilizado como combustível para as residências rurais próximas ao equipamento, evitando a necessidade de adquirir botijão de gás para abastecer a cozinha das residências.

Além do aproveitamento do biogás, tudo que for remanescente da decomposição do material orgânico colocado no biodigestor, servem como um excelente fertilizante, ou seja, depois de passar pelo biodigestor o esterco vira um fertilizante com mais qualidade, pela grande quantidade de nitrogênio que esses restos digeridos possui, essa característica auxilia a absorção de nutrientes. Então esse proveito garante mais uma economia para a comunidade, além da fonte de energia gratuita.

2 DIMENSIONAMENTO DO BIODIGESTOR

Para dimensionar o biodigestor primeiro é necessário escolher qual biodigestor será utilizado. Na literatura, existem diversos tipos de biodigestores, sendo que cada um é específico para a realidade do local onde será construído. Existem dois tipos operacionais mais comuns: biodigestor em batelada e o contínuo.

Neste trabalho foi escolhido utilizar o biodigestor do tipo contínuo em função do local onde o biodigestor será instalado, os cuidados necessário com a operação desse tipo de biodigestor e o resultado da biodigestão que é gerado.

O biodigestor que trabalha pelo processo em batelada atua através de um tanque ou vários tanques em série, que é alimentado uma única vez, mantendo o substrato fechado até a fermentação ser efetuada, para depois ser descarregado. O seu desempenho é ideal para consumo baixo de biogás, o que para a realidade do assentamento Trangola não é vantajoso, pois o biogás poderia substituir o gás natural que eles compram para utilizar nas suas atividades do assentamento. Já o tipo contínuo, é preciso ser alimentado diariamente para gerar biogás e biofertilizante, que é o produto de interesse geralmente ao instalar um biodigestor desse tipo onde não apenas produz o biogás que pode ser utilizado nas atividades do assentamento mas também o biofertilizante que pode ajudá-los a melhores resultados em suas hortas.

Os modelos mais comuns de biodigestores contínuos são: o indiano, o chinês, modelo com câmaras separadas para líquido e gás, o tailandês, o paquistanês. Ainda existem outros tipo que também são utilizados pelo mundo.

2.1 Biodigestor do tipo indiano

Optamos por trabalhar com a construção do biodigestor do tipo indiano. Esse modelo é construído enterrado no solo por isso possui a aparência de um poço, porém coberto por uma tampa. O modelo indiano é caracterizado por possuir uma parede em sua base, que divide o tanque de fermentação em dois compartimentos, essa divisão tem a função de fazer com que o material colocado circule por todo seu interior. Esse tipo de digestor, por ser construído cravado no solo faz com que seu interior não sofra variação de temperatura, e isso favorece a ação da fermentação, tornando um processo mais rápido.



Outra característica importante desse modelo, é que ele apresenta pressão de operação constante. Então à medida que o gás é produzido, a sua tampa que atua como gasômetro, se desloca verticalmente para continuar com a pressão fixa.

O biodigestor indiano, resumidamente, é composto por:

- Caixa de carga: É o local onde o esterco diluído com água deve ser colocado diariamente;
- Tubo de carga: Por gravidade a matéria orgânica diluída vai ser conduzida até o interior do biodigestor;
- Câmara de biodigestão: Local onde a biomassa será fermentada sem a presença de ar. Essa câmara é uma espécie de tanque que possui uma divisão para poder separar o dejetos mais novo, daquele mais antigo que já foi fermentado.
- Gasômetro: Esse elemento é responsável por armazenar o gás produzido e manter a pressão constante do sistema. Quando o biodigestor se enche de biogás, o gasômetro sobe em volta do tubo-guia, e quando o volume de gás diminui conseqüentemente o gasômetro desce. Isso ocorre para manter a pressão do sistema constante.
- Tubo-guia: Este componente é muito importante, pois ele tem a função de regular o gasômetro, guiando para cima ou para baixo.
- Saída do Biogás: Uma tubulação vai canalizar o biogás até o ponto de consumo desse combustível (fogão), essa tubulação sairá da parte superior do gasômetro;
- Caixa de Saída: Onde vai ser conduzido o material já degradado, ou seja, o biofertilizante que vai ser retirado da caixa de saída e aplicado nas áreas de cultivo.

2.2 Dimensionamento para a capacidade do assentamento

Para realizar o dimensionamento deste biodigestor foram adotados parâmetros de projeto estimando-se que será tratado o esterco bovino. O gás gerado na decomposição deste resíduo será utilizado na cocção dos alimentos na cozinha.

Tabela 1 – Produção de esterco fresco diário.

Animal	Dejeto (kg/dia)	Biogás (m ³ /kg _{esterco})	GLP (kg/dia)
Suíno	2,5	0,075 – 0,089	0,084
Bovino de corte	10	0,040	0,180
Bovino de leite	10	0,040 – 0,049	0,221
Caprino/Ovino	0,5	0,040 – 0,061	0,014
Equino	10	0,048	0,216

FONTE: Adaptado de OLIVER et al., (2008) e FARRET (2010)

Se a produção diária de esterco é 10 kg por animal, então :

$$P_{esterco} = 10 \text{ vacas} * 10 \text{ kg} = 100 \frac{\text{kg}}{\text{dia}}$$

(1)



Entretanto os animais passam o dia pastando e só são recolhidos ao final do dia, de acordo com o líder comunitário Seu Luís. Assim apenas um terço do esterco diário produzido é coletado, dessa forma temos que:

$$P_{esterco} = 33,33 \frac{kg}{dia} \quad (2)$$

Para o cálculo da produção do biogás, de acordo com a Tabela 1, a produção será:

$$P_{biogás} = P_{esterco} * 0,04 \therefore P_{biogás} = 1,33 m^3/dia \quad (3)$$

e a produção de GLP será de:

$$P_{GLP} = \frac{33,33kg/dia * 0,180 kg/dia}{10kg/dia} = \frac{0,60 kg}{dia} de GLP \quad (4)$$

O volume do biodigestor pode ser obtido através do produto do tempo de retenção hidráulica pela carga diária, conforme a fórmula:

$$V_b = VC * TRH \quad (5)$$

A carga diária (VC) consiste na soma do volume de esterco diluído em água que será inserido no biodigestor.

$$\rho = \frac{M}{V} \therefore V = \frac{M}{\rho} \quad (6)$$

Se a densidade do esterco é em média $600kg/m^3$ (FREITAS, 2008), o volume de esterco será:

$$V = \frac{33,33kg}{600kg/m^3} \quad (7)$$

$$V = 0,0556 m^3/dia \quad (8)$$

Além disso, biomassa deverá ser misturada na proporção de 1:1 com água, segundo Faustino et al., (2009), logo, VC será $0,111 m^3/dia$.

O tempo de retenção hidráulica (TRH) adotado foi e 30 dias (AMARAL et al., 2004; QUADROS et al., 2007).

Aplicando na equação, teremos:

$$V_b = 0,111 m^3 * 30 dia \therefore V_b = 3,33 m^3 \quad (9)$$

$$V = A_{base} * h \quad (10)$$



Adotando a altura h como 1,5 m, o diâmetro do tanque de fermentação será:

$$D_{\text{tanque}} = \sqrt{\frac{3,33 \cdot 4}{1,5 \cdot \pi}} \quad (11)$$

$$D_{\text{tanque}} \sim 1,68 \text{ m} \quad (12)$$

As dimensões da caixa de entrada devem ser suficientes para que seu volume suporte o volume de carga diária. Logo, o volume tanque de alimentação será calculado pela seguinte equação:

$$VC = h * \frac{\pi * D^2}{4} \quad (13)$$

Adotando uma altura de 0,5m para a caixa de carga, teremos:

$$D_{\text{carga}} = \sqrt{\frac{0,111 \cdot 4}{0,5 \cdot \pi}} \quad (14)$$

$$D_{\text{carga}} \approx 0,53 \text{ m} \quad (15)$$

A caixa de carga deverá ser construída com o piso a 20 centímetros de altura acima do nível da borda do tanque de fermentação.

Diferentemente do tanque de digestão e da caixa de carga, que possuem formato cilíndrico, a caixa e descarga apresenta formato retangular e será dividida em dois compartimentos. De acordo com VALLARDES et al., (2008), ela deve ser dimensionada com no mínimo três vezes o volume da carga diária para permitir o armazenamento do biofertilizante. De modo que,

$$V_{\text{descarga}} \geq 3 * V_{\text{carga}} \therefore V_{\text{descarga}} \geq 0,333 \text{ m}^3 \quad (16)$$

$$V_{\text{descarga}} = H * L * C \quad (17)$$

Adotando uma altura de 0,5 m e uma largura de 0,6 m, obtemos um comprimento de:

$$C = \frac{V_{\text{descarga}}}{H * L} = \frac{0,333}{0,6 * 0,5} \therefore C \approx 1,11 \text{ m} \quad (18)$$

A borda da caixa de descarga deve ficar 20 cm de altura abaixo do nível da borda do tanque de fermentação. A caixa de descarga será dividida em dois compartimentos.



2.3 Localização da construção

Para a escolha do local onde o biodigestor será instalado, alguns aspectos devem ser levados em conta para que o gás seja produzido da na melhor condição possível e consiga ser utilizado pelo assentamento, para isso os aspectos observados para escolher o local onde o biodigestor deverá ser instalado são:

- Haverá o manuseio de esterco fresco e a produção de uma quantidade considerável de metano;
- Se o local for muito distante da cozinha pode haver redução na eficiência do transporte do biogás;
- O calor é importante para o processo de produção do biogás;
- Raízes de árvores podem provocar futuros vazamentos no Tanque de Fermentação;
- A alimentação deverá ser realizada diariamente.

Dessa forma, o local não pode ser sombreado e deve respeitar a distância mínima de 15 m da residência. Além disso, para facilitar o trabalho de alimentação diária do biodigestor, o local deve ser próximo ao ponto de coleta dos dejetos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos através do dimensionamento demonstram que o biodigestor rural é uma alternativa tecnológica viável e acessível para a produção de energia através do tratamento de resíduos bovinos.

O biodigestor projetado neste trabalho proporcionará ao assentamento Trangola uma nova dinâmica tendo em vista que os dejetos do gado do assentamento serão utilizados para produção do biogás e biofertilizante. O biogás irá diminuir a demanda do uso de gás natural (GLP) e da lenha, que são atualmente utilizados para atividades diárias do assentamento. Além disso, produzirá o biofertilizante, um insumo necessário para o tratamento e enriquecimento do solo.

REFERÊNCIAS

AMARAL, C. M. C.; AMARAL, Luis Augusto Do ; LUCAS JÚNIOR, Jorge de ; NASCIMENTO, Adjair Antônio Do ; FERREIRA, Daniel de Souza ; MACHADO, Márcia Rita Fernandes . **Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica**. Revista do Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria (Cessou em 1990. Cont. ISSN 0103-8478 Ciência Rural (Impresso)), v. 34, n.6, p. 1897-1902, 2004.

FARRET, Felix A. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica**. 2ª edição. Santa Maria - RS. Editora UFSM, 2010.

FAUSTINO, L. S. M.; TRAJANO, M. F.; JUNIOR, I. B. M.; MELLO, V. S. & TORRES, T. F. O. T., 2009. **Tratamento de resíduo orgânico e produção de biogás**. Trabalho apresentado no 2º Simpósio Nacional de Biocombustíveis, Recife, 2009. Disponível em:



cbESF

Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras**

2018

<http://www.abq.org.br/biocom/2009/trabalhos/-5-5457.htm>. Acesso em 12 Dezembro de 2014.

FREITAS, Jader Zacharias. **Esterqueiras para dejetos bovino**. Niterói: Programa Rio Rural, 2008.

HERRERO, Jaime Martí. **Biodigestores familiares: guia de diseño y manual de instalación**. La paz: GTZ-Energia. Bolivia, 2008.



cbESF

Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras**

2018

DIMENSIONING AND LOCALIZATION OF A RURAL BIODIGESTER FOR THE SETTLEMENT TRANGOLA

Abstract: *Methane gas, present in biogas through the anaerobic transformation of organic waste, is a gas about twenty times more polluting than carbon dioxide (CO₂), being one of the main agents of the greenhouse effect. Usually this gas was only seen as a by-product of the anaerobic decomposition of organic waste. However, the diffusion of the discussions on environmental issues, in addition to the constant fuel prices has encouraged the production of energy from new sources alternative and economically viable. In rural communities, isolated and / or low income from the lack of energy sources for productive, cooking and heating purposes, it is. A big problem. Due to the conditions, the rural population usually uses firewood as a source of heat in the kitchen, but it is a resource that must be preserved, since deforestation aggravates drought, soil erosion and endangered flora and fauna. the fauna of the ecosystem, as well as harming the health of people who are exposed daily to smoke. In view of the above, this work consists in the process of designing and locating a rural biodigester of the Indian type for the production of biogas and biofertilizer using as base the production of manure by the cattle of the settlement Trangola, approaching from the choice of the type of biodigester to be used based on the needs of the settlement to the aspects that must be taken into account to choose the place where the equipment should be built.*

Keywords: *Biodigester. Biogas. Biofertilizer.*