

## **BIODIGESTOR UNIFAMILIAR PARA TRATAMENTO DE DEJETOS COM APROVEITAMENTO DO BIOGÁS**

CLARISSA VITÓRIA BORGES DOS SANTOS<sup>1</sup>, KENEDY VIEIRA DOS REIS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Msa. em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade, IFG, Jataí-GO, Clarissav.brogues@gmail.com;

<sup>2</sup>Ms. Engenharia Aplicada e Sustentabilidade, kenedyv.r@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
15 a 17 de setembro de 2021

**RESUMO:** Ao passo em que a sociedade moderna se desenvolve é possível observar os inúmeros impactos ambientais causados pela mesma, de modo que assuntos envolvendo sustentabilidade e preservação ambiental tem ganhado cada vez mais atenção no cenário mundial. O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um biodigestor unifamiliar para assentados ou pequenas famílias de modo a permitir o aproveitamento do biogás obtido no processo de degradação anaeróbica como fonte energética para complementação do gás de cozinha convencional. Para o desenvolvimento do projeto foi dimensionado um biodigestor unifamiliar para pequenas propriedades rurais compostas por cinco pessoas no município de São Lourenço da Serra – SP. Através dos cálculos realizados no presente trabalho, conclui-se que a utilização de um biodigestor para tratamento dos dejetos sanitários de uma unidade familiar é um sistema viável servindo como tratamento para os dejetos ao mesmo tempo em que propicia uma economia de R\$ 200,00 na renda ao direcionar todo o biogás produzido para ser utilizado na cozinha.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biodigestores, biogás, sustentabilidade.

### **UNIFAMILIARY BIODIGESTOR FOR TREATMENT OF WASTE WITH THE USE OF BIOGAS**

**ABSTRACT:** As the modern society develops it is possible to observe the innumerable environmental impacts caused by it, so that subjects involving sustainability and environmental preservation have gained increasing attention in the world scenario. The present work aims to develop a single family biodigestor for settlers or small families in order to allow the use of the biogas obtained in the anaerobic degradation process as an energy source for the complementation of conventional cooking gas. For the development of the project a single family biodigestor was designed for small rural properties composed of five people in the municipality of São Lourenço da Serra - SP. Through the calculations made in the present work, it is concluded that the use of a biodigestor for the treatment of the sanitary waste of a family unit is a viable system serving as a treatment for the wastes at the same time that it provides a saving of R \$ 200.00 in income by directing all biogas produced to be used in the kitchen.

**KEYWORDS:** Biodigesters, biogas, sustainability.

### **INTRODUÇÃO**

Na sociedade atual, a exploração de energia é um dos insumos básicos para a continuidade da maioria das atividades, desde as mais simples as mais complexas, e grande parte de toda a energia utilizada pelo ser humano em seu cotidiano é derivada de recursos energéticos vindos de fontes não renováveis, sendo estes os chamados combustíveis fósseis, que são fontes limitadas e com previsão de esgotamento em um futuro próximo. Deste modo, considerando que todo processo de desenvolvimento exige uma grande demanda de energia, tem-se a necessidade de busca por fontes capazes de suprir a demanda energética cada vez mais crescente no cenário atual. Não obstante, conjuntamente ao processo de desenvolvimento, os problemas ambientais também têm sido intensificados em virtude da grande quantidade de resíduos resultantes deste processo, o que por sua

vez implica em uma grande pressão no meio ambiente, de modo a estimular a realização de pesquisas que abrangem parâmetros sustentáveis associados ao uso de fontes de energia renováveis na matriz energética. A utilização destes tipos de energia é uma opção tecnológica que possibilita certa independência das fontes agressivas ao meio ambiente ao passo em que exercem um papel importante para a sustentabilidade do sistema energético atual.

De acordo com COSTA (2005) as fontes renováveis de energia como a eólica, solar, hidrelétrica e de biomassa, têm se constituído em alternativa às fontes tradicionais, sendo um tipo de geração ambientalmente correta que permite a geração distribuída. Devida a sua versatilidade, tais formas de geração limpa de energia não têm sido somente aplicadas em grandes centros urbanos, mas também dentro de comunidades isoladas que não são contempladas com uma rede municipal. Um grande exemplo se dá na utilização da biomassa em propriedades rurais, que além de permitir a redução dos impactos ambientais, permite a utilização energética dos resíduos resultantes de atividades biológicas em criadouros, como por exemplo a utilização do biogás produzido a partir de dejetos de suínos e bovinos. O biogás é um combustível gasoso com potencial energético que pode ser utilizado para fornecimento de energia elétrica, térmica ou mecânica, auxiliando desta forma, para redução dos custos de produção em qualquer tipo de comunidade. Neste contexto, o aproveitamento da biomassa, oriunda de resíduos potencialmente energéticos, na forma de biogás é um recurso eficiente sendo uma fonte de energia, que auxilia na diminuição do CO<sub>2</sub> na atmosfera e na redução de resíduos com potencial poluidor. Deste modo, o presente estudo tem por objetivo desenvolver um biodigestor unifamiliar para assentados ou pequenas propriedades rurais que seja de fácil montagem e constituído por materiais de fácil aquisição e manipulação, de modo a permitir o aproveitamento do biogás obtido no processo de degradação anaeróbica como fonte energética para complementação do gás de cozinha convencional.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do projeto foi dimensionado um biodigestor unifamiliar para assentados ou pequenas propriedades rurais compostas por cinco pessoas no município de São Lourenço da Serra – SP. Para o dimensionamento do sistema, foi levado as considerações feita por Herrero (2008) que informa que uma pessoa adulta de 70 kg produz cerca de 280g de fezes diariamente, e que cada descarga consome cerca de 5l de água. Também foi considerado que cada usuário utiliza as sanitárias três vezes ao dia para urinar, urinando 300 ml por vez. Deste modo seguem os seguintes cálculos.

$$Q_{méd} = [N_p * (Q_F + 5000 \text{ ml})] + [N_p * N_i * (Q_U + 5000 \text{ ml})]$$

N<sub>p</sub> = Número de pessoas

Q<sub>F</sub> = Quantidade de Fezes

N<sub>i</sub> = Número de idas ao banheiro

Q<sub>U</sub> = Quantidade de urina

Q<sub>méd</sub> = Vazão média diária

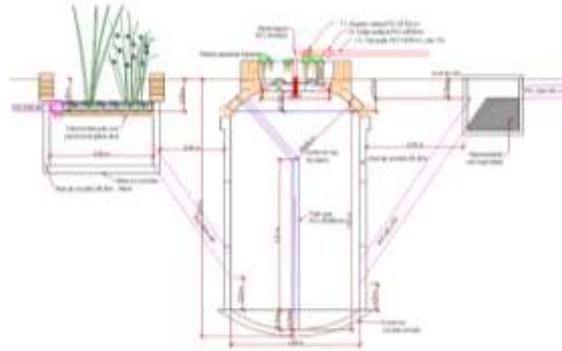
O dimensionamento do tamanho do volume do biodigestor se dará com a Fórmula 2, que consiste no produto da Vazão diária média (Q<sub>méd</sub>) pelo tempo de detenção hidráulica (TDH). O valor do TDH adotado será o de 45 dias, assim como o utilizado nos reatores anaeróbicos de lodo fluidizado de Zilotti (2012).

$$VB = Q_{méd} * TDH$$

VB = Volume do Biodigestor

O modelo de biodigestor utilizado foi o chinês cuja principal característica é ser uma peça única, o que diminui gastos em sua implementação em relação aos outros modelos. A Figura 1 a seguir apresenta o projeto arquitetônico com as partes integrantes do biodigestor.

Figura 1. Partes integrantes do sistema de biodigestor



Deste modo a entrada dos efluentes como apresenta a Figura 1, seguirá por gravidade até o campo 2, lugar em que ocorrerá o tratamento dos efluentes pelo processo de digestão anaeróbia. Com a liberação dos gases provenientes do processo de degradação da matéria orgânica, tem-se a captura deste biogás a partir do item 3. Após o tempo de retenção dos dejetos dentro do sistema e com o acúmulo de pressão vindouro dos gases liberados, o efluente tratado segue para o item 4, onde passará por um processo de polimento em um pequeno sistema de wetlands, que consiste na utilização de espécies vegetais para redução da carga orgânica e propiciar a absorção dos nutrientes que vêm no digestato. A Figura 2 abaixo, mostra etapas da construção do biodigestor desde a escavação, construção da cúpula e tubulação para captação do biogás.

Figura 2. Etapas construtivas



Já no Anexo 1, tem-se a relação dos materiais que serão utilizados na instalação e construção do biodigestor, assim como as suas medidas para cada uma das peças, bem como levantamento do orçamento necessário para a implantação do sistema.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a aplicação dos dados informados por Herrero (2008) nas fórmulas descritas, tem-se que o valor da vazão diária será de:

$$5 * (280g + 5000 ml) = 26,4 l$$

$$+ 5 * 3 * (300 ml + 5000 ml) = 79,5 l$$

$$Q_{méd} = 106 \frac{l}{d}$$

Deste modo, utilizando o tempo de detenção hidráulica (TDH) de 45 dias conforme o utilizado por Costa (2006), tem-se que o volume do biodigestor será de:

$$Volume = Q_{méd} * TDH$$

$$Volume = 106 \frac{l}{d} * 45 d$$

$$Volume = 4.770 l$$

$$Volume = 4,77 m^3$$

Considerando ainda que o volume do gás dentro do sistema é correspondente à 25% do volume de dejetos, tem-se que o volume total ( $V_t$ ) será de:

$$V_t = (Volume * 0,25) + Volume$$

$$V_t = (4,77 m^3 * 0,25) + 4,77$$

$$V_t = 5,96 m^3$$

$$V_t = 6 m^3$$

Para as dimensões de construção do sistema, foi adotada a profundidade 2 m, e uma vez que um biodigestor chinês é construído em um formato cilíndrico, tem-se a fórmula do volume para o cálculo do diâmetro utilizado.

$$Vt = \pi * \frac{D^2}{4} * h$$

$$6 \text{ m}^3 = \pi * \frac{D^2}{4} * 2 \text{ m}$$

$$D = 1,95 \text{ m}$$

Por questões de facilidade na construção, o valor do diâmetro será arredondado para:

$$D = 2 \text{ m}$$

Deste modo, implica em um novo volume de construção de:

$$V_{\text{volume real}} = 6,28 \text{ m}^3$$

Sendo assim, tem-se na Tabela 1, as dimensões calculadas para o biodigestor que será alimentado com os dejetos de uma família composta por 5 pessoas, com uma vazão de entrada de 0,106 m<sup>3</sup> por dia, tendo o tempo de detenção hidráulica de 45 dias.

Tabela 1. Dimensões do biodigestor chinês

Altura	2 m
Diâmetro	2 m

Dessa forma, adotando a relação dita por Costa (2006) de que 1m<sup>3</sup> de dejetos humanos tem o potencial de produção de 0,038 m<sup>3</sup> de biogás, temos que o volume de biogás (Vb) será:

$$Vb = \text{Volume} * 0,038 * 365 \text{ dias}$$

$$Vb = 4,77 \text{ m}^3 * 0,038 * 365 \text{ dias}$$

$$Vb = 66,16 \text{ m}^3 \text{ anual}$$

Em termos práticos, estabelecendo uma relação comparativa de equivalência de 1 metro cúbico de biogás com os combustíveis usuais segundo Deganutti (2002), temos que 1 m<sup>3</sup> de biogás corresponde:

- 0,61 litros de gasolina
- 0,57 litros de querosene
- 0,55 litros de óleo diesel
- 0,45 kg de gás liquefeito
- 0,79 litros de álcool combustível
- 1,538 kg de lenha
- 1,428 kwh de energia elétrica

De acordo com o autor, considerando uma família de 5 (cinco) pessoas em termos de uso doméstico temos:

Tabela 2. Consumo equipamento

Cozinha	2,10 m <sup>3</sup>
Iluminação	0,63 m <sup>3</sup>
Geladeira	2,20 m <sup>3</sup>
Banho quente	4,00 m <sup>3</sup>
Total de biogás necessário	8,93 m <sup>3</sup> / dia

Fonte: Deganutti (2002).

Diversos são os fins para utilização do biogás, porém, considerando que o uso mais comum em residências está na utilização como gás de cozinha, que um botijão de gás usualmente utilizado nas residências contém 13 kg de gás, e que de acordo com a circular técnica n° 9 da Embrapa (1981) 1 Kg de GLP corresponde a 2,20 m<sup>3</sup> de biogás. Tem-se que a quantidade de biogás gerada no sistema corresponde a 30 Kg de GLP, sendo equivalente a aproximadamente 2 botijões P-13. Ao passo em que o preço médio da compra de um botijão de gás gira em torno de R\$ 100,00 tem-se que, com o acúmulo de biogás em um período de um ano, o proprietário do referido sistema poderá ter uma economia equivalente a R\$ 200,00 nas despesas caso seja destinado todo o biogás gerado no sistema para a utilização em cozinha.

Outro fator de importância é o prazo de retorno do investimento, que pode ser estimado de acordo com a seguinte formulação abaixo, que mensura em quanto tempo o proprietário terá o retorno do investimento:

$$PRI = \frac{\textit{investimento total}}{\textit{lucro}}$$

$$PRI = \frac{1876,52}{200,00}$$
$$PRI = 9,4$$

De acordo com a formulação, em aproximadamente 9 anos e 4 meses o valor investido será compensado. Por mais que tal dado pareça demandar muito tempo para se ter o retorno dos investimentos, ao observarmos os dados obtidos por Santos (2010), pode-se perceber que o mesmo se equipara a alguns dados como payback para casas beneficiadas com instalações fotovoltaicas, podendo chegar a 11,5 anos.

Deste modo, além de permitir uma redução nos impactos ambientais vindouros dos dejetos produzidos por uma família que não é contemplada com rede de tratamento de esgoto, esta aplicação de um biodigestor unifamiliar permite um certo aproveitamento da energia do biogás capaz de pagar os investimentos iniciais com o tempo. Não apenas isto, mas o dejetos líquido tratado também será utilizado na caixa de compensação como um sistema de wetlands para crescimento de plantas de jardinagem como o Lírio. Após este procedimento, o dejetos líquido que sai de tal caixa de compensação vai ser aplicado em bananeiras como fertilização.

## CONCLUSÃO

Através dos cálculos realizados no presente trabalho, conclui-se que a utilização de um biodigestor para tratamento dos dejetos sanitários de uma unidade familiar é um sistema viável, de modo que, além de servir como tratamento para os dejetos e reduzir assim o impacto ambiental do mesmo, tal sistema propicia uma economia de R\$ 200,00 na renda ao direcionar todo o biogás produzido para ser utilizado na cozinha, e propiciar a utilização do dejetos tratado como fertilizante para crescimento de biomassa.

## REFERÊNCIAS

- AVACI, A. B. et al. Financial economic scenario for the microgeneration of electric energy from swine culture-originated biogas. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 25, p. 272-276, 2013.
- COSTA, D. F. Geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento de esgoto. 2006.176 p. 2006. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia)-Universidade de São Paulo, São Paulo.
- COSTA, R. C. da; PRATES, C. P. T.. O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado. 2005.
- DEGANUTTI, Roberto et al. Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada. *Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural*, 2002.
- GARCIA, R. et al. Energias renováveis frente à crise energética brasileira. *ETIC-ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-ISSN 21-76-8498*, v. 11, n. 11, 2015.
- GOLDEMBERG, J .Série Energia e Susten-tabilidade: Energias Renováveis. São Paulo: Blusher,2012. p.p.24-26.
- HODGE B.K. *Sistemas e Aplicações de Energia Alternativa*.1ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- OKINKWOA, U. C.; ONOKPITEA, E.; ONOKWAIB, A. O. Comparative study of the optimal ratio of biogas production from various organic wastes and weeds for digester/restarted digester. 2016.
- SANTOS, F. F. et al. Utilização de Energia Fotovoltaica para a eficiência energética de uma moradia. 2010.
- ZILOTTI, H. A. R.. Potencial de produção de biogás em uma estação de tratamento de esgoto de Cascavel para a geração de energia elétrica. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, 2012.