

ANÁLISE DA PRODUÇÃO E APLICAÇÕES DO BIOGÁS

Fabricio Vitor Soares ¹
Marcelo Augusto Jacob da Silva Pina²
Victor Edson Neto de Araújo Pericoli ³

Resumo

Este projeto tem sua temática centrada na busca de estudar e analisar a importância do biogás, principal componente do metano, obtido a partir de resíduos agroindustriais. A geração de energia renovável desafia as empresas a expandir um processo que abrange toda a população. Uma justificativa a ser considerada é o controle dos danos gerados a biosfera pela ação humana, protegendo o meio ambiente e assim melhorando a vida das pessoas, pois, a geração de energia renovável enfatiza, neste caso, a melhoria e importância do consumo e produção do gás. O metano é um gás que tem fórmula molecular (CH_4), sendo um gás incolor de pouca solubilidade em água, que quando somado ao ar se torna altamente inflamável. Um fator importante neste projeto para o estudo e análise do biogás foi a avaliação qualitativa de um biodigestor desenvolvido com materiais alternativos e outro biodigestor industrial. Os dados obtidos conferem com o esperado, ou seja, qualificando o processo como alternativa para geração de combustível a partir de resíduos.

Palavras –Chave: Biometano. Gás metano. Biodigestor. Degradação.

ANALYSIS OF BIOGAS PRODUCTION AND APPLICATIONS

Abstract

This project focuses on the study of the importance of biogas, the main component of methane obtained from agro-industrial waste. Renewable energy generation challenges companies to expand a process that covers the entire population. A justification to be considered is the control of the damage generated by the biosphere by human action, protecting the environment and thus improving people's lives, since, in this case, the generation of renewable energy emphasizes the improvement and importance of the consumption and production of the gas. Methane is a gas that has a molecular formula (CH_4), being a colorless gas with little solubility in water, which when added to the air becomes highly flammable. An important factor in this project for the study and analysis of biogas was the qualitative evaluation of a biodigester developed with alternative materials and another industrial biodigester. The obtained data confer with the expected, that is, qualifying the process as an alternative for fuel generation from waste.

Keywords: Biomethane. Methane Gas. Biodigester. Degradation.

¹Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – fabricio-ratosoares@hotmail.com

²Cursode Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico–marcelojacob.pina@gmail.com

³Mestre em Ciências Moleculares –UEG, Brasil - Professor do Curso de Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – victorpericoli@gmail.com

1. Introdução

O biogás é produzido a partir de vários substratos, sendo um composto gasoso, muito utilizado na geração de energia elétrica, calor ou combustível veicular. Este é formado por metano (CH_4), onde a sua primeira identificação foi em meados dos anos de 1788 nos pântanos da Itália. Inicialmente, o biogás foi relatado como um gás inflamável, porém com os avanços tecnológicos foi possível a utilização deste na conversão de energia [18].

E foi no ano de 1800, que Louis Pasteur estudou a possibilidade de utilizar este gás como combustível, e que também poderia ser usado no aquecimento e iluminação. Essa experiência aconteceu em um hospital de Bombaim na Índia. Vários rumos foram percorridos, em especial, com a crise do petróleo na década de 70, iniciando assim a produção dos primeiros equipamentos no Brasil que produziram o Biogás a partir da utilização de matérias simples e de baixo custo. Esse foi o ponto de partida para que o governo nos anos 80 estimulasse a instalação desses equipamentos nas propriedades rurais, pois o gás natural produzido tinha a sua função associada a decomposição de vegetais e animais em ambiente com pouco oxigênio e condições elevadas de temperatura e pressão [18].

Miki (2018) afirma que:

O Biogás é uma fonte flexível de energia renovável e seu uso pressupõe a transformação da energia química nele presente. Pode ser usado para produzir energia térmica (combustão), energia elétrica e térmica[...], combustível veicular ou ser injetado na rede de gás natural e assim servir a qualquer um dos usos citados, desde que atenda as exigências de qualidade de gás para uso pretendido [23].

Já o biometano (metano obtido a partir do biogás) é o resultado do enriquecimento do biogás, que consiste na remoção de gases como o dióxido de carbono (CO_2) e de outros componentes existente no biogás, além do aumento do seu poder calorífico [14].

¹Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – fabricio-ratosaes@hotmail.com

²Cursode Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico–marcelojacob.pina@gmail.com

³Mestre em Ciências Moleculares –UEG, Brasil - Professor do Curso de Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – victorpericoli@gmail.com

Apesar do desenvolvimento tecnológico da produção do gás metano, conclui-se que ainda há muitos desafios para o seu uso de forma liberal, em especial, na escala doméstica e industrial [16].

Este projeto tem por objetivo analisar a produção e aplicações do biogás por meio de uma revisão bibliográfica, através das observações qualitativas da produção caseira de biogás [18].

2. Gases Naturais

O gás natural é por definição química uma mistura de hidrocarbonetos parafínicos leves, que em temperatura ambiente e pressão atmosférica permanece em estado gasoso, não apresenta cheiro e cor, atóxico, e mais leve que o ar [11]. Ele pode se compor de várias formas, e o gás metano é o seu componente principal. Nele pode conter em menores proporções etano, propano, butano e outros gases [8]. Um gás que apresenta baixos teores de contaminantes, tais como compostos de enxofre, dióxido de carbono, água, e nitrogênio [6].

As primeiras comercializações do gás natural foram registradas no início do século XVIII, na China. Eles usavam o gás de forma rudimentar no intuito de construir alto-fornos, que serviriam para produzir cerâmica e metalurgia [8].

O gás natural no Brasil começou nas terras tupiniquins, por volta de 1940. Porém as primeiras descobertas das jazidas de gás, foram na Bahia, depois no Rio de Janeiro, na Bacia de Campos. Atualmente, as jazidas são usadas para diversos fins no nosso país, podendo exemplificar a produção de energia elétrica e combustível [5].

Segundo MARQUES (2010):

O gás natural é utilizado como combustível, sendo um elemento mais limpo e que oferece uma vida mais longa aos equipamentos. Pode ser usada em substituição a gasolina ou o álcool (etanol) em automóveis sendo ainda menos poluentes que esses dois últimos e bem mais barato e rentável. O gás natural pode este incluso nas indústrias que produzem metanol, amônia e uréia [8].

¹Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – fabricio-ratosaes@hotmail.com

²Cursode Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – marcelojacob.pina@gmail.com

³Mestre em Ciências Moleculares –UEG, Brasil - Professor do Curso de Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – victorpericoli@gmail.com

O gás natural é usado como combustível automotivo e também no funcionamento industrial. É uma das fontes mais limpas e baratas, comparando, principalmente, com o petróleo e o carvão [8]. A sua composição depende muito do local onde é formado (composição do solo, clima, vegetação, fauna,...) [8]. Este gás é formado a partir da decomposição de matérias orgânicos que sofrem transformações devidas calor e pressão causada pelos anos [7]. O único problema a respeito da produção e aplicação envolve a dificuldade de transporte. Para sua liquefação é necessária baixa temperatura, da ordem de -160°C [7].

3. Biogás

O biogás - gás do pântano - é uma mistura gasosa, combustível, resultante da fermentação anaeróbica (decomposição) da matéria orgânica por bactérias denominadas metanogênico. Para SOARES (2010) afirma que [9]:

Biogás é um tipo de mistura gasosa de dióxido de carbono e metano produzido naturalmente em meio anaeróbico pela ação de bactérias em matérias orgânicas, que são fermentadas dentro de um determinado limite de temperatura, teor de umidade e acidez, que na verdade é o resultado de vários fatores da reação das matérias orgânicas [9].

A purificação do biogás resulta em um combustível gasoso que é o biometano, com elevado teor de metano em sua composição, que reúne características que o torna intercambiável com o gás natural em todas as suas aplicações e passível de ser transportado na forma de gás comprimido por meio de caminhões [3].

3.1 Composições, vantagens e desvantagens do biogás

Todo o processo tem início com a biogaseificação, denominada digestão anaeróbica da matéria orgânica biodegradável, como os resíduos e dejetos orgânicos agrícolas restam de comida e etc. Esse processo todo origina o biogás composto por [3]:

- Metano (CH_4) - 55 a 65%

¹Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – fabricio-ratosoares@hotmail.com

²Cursode Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – marcelojacob.pina@gmail.com

³Mestre em Ciências Moleculares –UEG, Brasil - Professor do Curso de Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – victorpericoli@gmail.com

- Gás carbônico (CO₂) - 35 a 45%
- Nitrogênio (N₂) - 0 a 3%
- Hidrogênio (H₂) – 0 a 1%
- Oxigênio (O₂) – 0 a 1%
- Gás sulfídrico (H₂S) – 0 a 1%

A respeito da composição do biogás, Magalhães (1986) afirma que:

Dentre os gases presentes no biogás destacam-se o gás metano (CH₄) e o gás sulfídrico (H₂S). O gás metano, além de presente em maior quantidade, é o componente que confere a característica de inflamável á mistura. O gás sulfídrico, mesmo em pequena quantidade, possui alto poder de corrosão sobre ligas metálicas [3].

Ele tem sido considerado Apesar se outros componentes além do metano, o biogás tem diversas vantagens, como:

- pelo mercado um combustível barato;
- Contribui para minimizar as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera;
- Tem alto poder energético como combustível;
- Bastante viável do ponto de vista ambiental com potencial para diversificar e enriquecer a matriz energética do país.

Contudo, tratando-se das desvantagens, pode enumerar:

- Polui o meio ambiente ainda que em menores proporções;
- Subaproveitamento dos gases durante o processo de produção;
- Difícil armazenamento, elevado volume que ocupa;
- Difícil para transportar, devido o grande volume dos recipientes

[3].

4. A composição, obtenção e importância do biometano

A geração de energia renovável desafia empresas a expandir o seu processo de proteção à danos gerados a biosfera, sendo também essencial a proteção humana quanto aos riscos provenientes da utilização incorreta deste gás. Da mesma forma a

¹Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – fabricio-ratosaes@hotmail.com

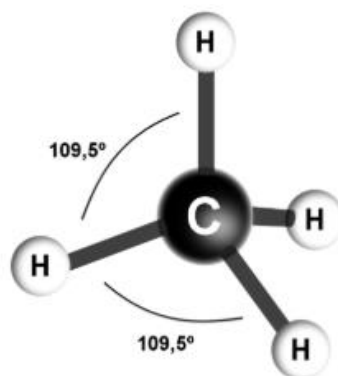
²Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – marcelojacob.pina@gmail.com

³Mestre em Ciências Moleculares – UEG, Brasil - Professor do Curso de Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – victorpericoli@gmail.com

energia renovável enfatiza a importância do consumo e produção responsável. Compreende-se dessa forma que a busca por inovação não é novidade e sim necessidade das pessoas [4].

O metano (CH₄), representado na Figura 1, foi identificado nos anos de 1788 nos pântanos da Itália e assim passou por vários processos, estudos e análise, no sentido de compreender toda sua estrutura e potencialidade. O biometano - termo usado para caracterizar o metano - é um biocombustível gasoso obtido a partir do processamento do biogás [18].

Figura 1 – Fórmula estrutural do metano



Fonte: [23]

O biogás pode ser utilizado em combustíveis promovendo o calorífico por unidade de massa e volume, sendo esta liberação de calor classificada em (PCI) pela energia no calor e (PCS) que é a soma da energia na vaporização da água na reação. Para que o combustível atinja pressões de abastecimento da ordem 200 a 220 bar este deve estar comprimido [20].

O gás metano tem como principais fontes: minas de carvão e gás natural, decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos, emanção através de vulcões e falhas geológicas, extração de combustível mineral, fontes naturais (ex: pântanos), bactérias, aquecimento ou combustão de biomassa anaeróbica e o processo de digestão de animais herbívoros, carnívoros e onívoros, sob as geleiras, na camada interna da terra – manto [11].

¹Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – fabricio-ratosaes@hotmail.com

²Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – marcelojacob.pina@gmail.com

³Mestre em Ciências Moleculares – UEG, Brasil - Professor do Curso de Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – victorpericoli@gmail.com

O metano como gás se evidencia nas regiões petrolíferas, mediante exalações naturais, e nas cavidades das jazidas de carvão mineral. Porém, a maioria da emissão mundial do metano vem da ação humana, principalmente em atividades agrícolas [12]. Nos dois últimos séculos, a concentração de metano na atmosfera subiu 0,9PPM [14].

Outras fontes são: o gado no processo de ruminação, que produz quantidades significantes de metano, na indústria, na natureza (campos geológicos e vulcões), em processos químicos, como processo Sabatier, Fischer-Tropsch, reforma de vapor e algumas experiências tem demonstrado que as plantas produzem metano, e que quanto mais quente for o clima mais elas produzem [16].

O gás metano é usado como parte do gás natural que alguns veículos usam como combustível, para a fabricação em escala industrial de etanol (CH₃CH₂OH), dióxido de carbono (CO₂), cloreto de metila (CH₃Cl), amônia (NH₃), diclorometano (CH₂Cl₂) e acetileno (CH₂=CH₂) [13]. Industrialmente, como combustível para fornecer calor, produzir eletricidade, a força motriz, e como matéria-prima nos setores de fertilizantes, químico e petroquímico [18].

No aspecto relacionado a segurança é considerado viável por ser mais leve que o ar, se dissipando de forma rápida na atmosfera após possível vazamento. Esse é o grande diferencial comparado com o gás de cozinha (GLP), que é mais pesado que o ar e que se acumula no local onde há vazamento, o que facilita que se forme uma explosiva mistura [19].

Como as aplicações do biometano envolvem aquecimento e produção de energia elétrica, a combustão se torna crucial para ser estudada, pois para as finalidades citadas, o biometano deve ser queimado. Diversas etapas estão envolvidas no processo de combustão: formação de um radical metila (-CH₃), reação para formação do formaldeído (HCHO), o qual reage para formar o radical (-CHO), que enfim libera o monóxido de carbono (CO) [1].

O processo é chamado pirólise:

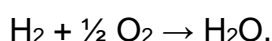


¹Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – fabricio-ratosaes@hotmail.com

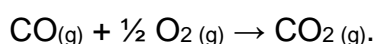
²Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – marcelojacob.pina@gmail.com

³Mestre em Ciências Moleculares – UEG, Brasil - Professor do Curso de Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – victorpericoli@gmail.com

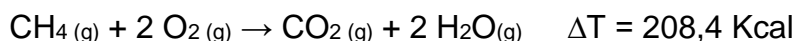
Seguindo a pirólise oxidativa, o H₂ oxida, formando H₂O, reabastecendo a espécie ativa, e liberando calor. Isto acontece muito rapidamente, geralmente em menos de um milissegundo [1].



Finalmente, o CO oxida-se, formando CO₂ e liberando mais calor. Este processo é geralmente mais lento que o outro processo químico e precisa de alguns poucos milissegundos para acontecer [1].



A combustão completa do metano é altamente exotérmica e libera 280,4 Kcal/mol de metano queimado [1]:



Quando a combustão é incompleta, devido a quantidade de ar atmosférico ser limitada, há produção de carvão finamente dividido como sendo de alta pureza (a matéria-prima é um gás, facilmente isento de impurezas), usado na produção de eletrodos, na vulcanização de borracha, como pigmento e preparação de tintas [1].

6. Biodigestores

Os biodigestores são compartimentos fechados nos quais ocorre decomposição de matéria orgânica como: resíduos de produção vegetal (folhas, palhas, restos de cultura), de produção animal (como esterco e urina), de atividades humanas (fezes, urina, lixo doméstico) e resíduos indústrias [3].

Existem diversos tipos de biodigestores, cada um com características próprias de operação, que dependem do tipo de material utilizado, das condições locais, etc.

¹Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – fabricio-ratosaes@hotmail.com

²Cursode Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico–marcelojacob.pina@gmail.com

³Mestre em Ciências Moleculares –UEG, Brasil - Professor do Curso de Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – victorpericoli@gmail.com

Mas basicamente um biodigestor é composto por um recipiente que abriga e permite a digestão da matéria, cujo interior é protegido do contato com o ar atmosférico para que a biomassa seja metabolizada por bactérias anaeróbias, um sistema de entrada do material que será digerido, um sistema de descarga do efluente (biofertilizante) e um armazenador de biogás (gasômetro) [17].

O biodigestor demora em torno de 30 dias para iniciar a fabricação do biogás [3]. A produção é equivalente a um botijão de gás por mês, podendo variar dependendo do tipo de biomassa (resíduo), temperatura, tamanho das partículas e movimentação do resíduo [17]. Além disso, o biodigestor deve ser agitado pelo menos duas vezes por semana, balançando manualmente o galão [17]. A agitação é importante para manter um contato total e permanente das bactérias com os dejetos, uniformizando a temperatura e as camadas que existem dentro do biodigestor. A agitação também destrói micro bolhas de gases formadas no interior da mistura e que aprisionam as bactérias, impedindo sua atuação na degradação dos dejetos e formação do biogás [22].

O biodigestor doméstico é uma solução rápida, eficiente, e de baixo custo para o tratamento de resíduos orgânicos domésticos. Ele é ideal para residências e/ou propriedades rurais, e pode ser montado pelo próprio usuário [22].

O biogás gerado pelo processo é armazenado no gasômetro e é transportado por meio de uma mangueira do gasômetro até o local em que ele será utilizado. O equipamento que receberá o biogás poderá ter que ser adaptado para receber o mesmo. Por exemplo: se você for utilizar o biogás no fogão tradicional, o bico de entrada do fogão terá que ser adaptado, pois o bico de passagem do biogás é de maior diâmetro, pois o biogás possui uma pressão menor que o gás natural [17].

Ao confeccionar um biodigestor deve-se tomar cuidado, pois o biogás é composto em sua maior parte por metano, um gás altamente inflamável e explosivo. Portanto, o biodigestor deve ser mantido longe de chamas e descargas elétricas. Além disso, o biodigestor também deve ser instalado em um local ventilado, pois outros gases presentes no biogás podem provocar asfixia ou danos ao sistema respiratório.

¹Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – fabricio-ratosaes@hotmail.com

²Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – marcelojacob.pina@gmail.com

³Mestre em Ciências Moleculares – UEG, Brasil - Professor do Curso de Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – victorpericoli@gmail.com

E a chama produzida pela queima do biogás possui a coloração azul-claro, podendo ser de difícil visualização, portanto é preciso tomar cuidado [3].

Já o biogás é significativo para o processo de digestão anaeróbica, onde cada material orgânico é decomposto por bactérias metanogênicas, mesmo na ausência de oxigênio. Esta bactéria exerce sua função de decomposição em quatro etapas:

- Hidrolise a partir da fermentação hidrolítica fazendo com que a molécula se reduza em tamanhos menores e possa atravessar as paredes celulares das bactérias fermentativas;
- Após esta etapa é realizada a acidogênese onde é formado diversos compostos, como ácidos graxos voláteis, álcoois, ácido láctico, gás carbônico, hidrogênio, amônia e gás sulfídrico;
- A etapa da acetogênese é feita em seguida no qual ocorre a oxidação dos produtos gerados em hidrogênio, dióxido de carbono e acetato;
- O processo final é a metanogênese onde se realiza a degradação da matéria orgânica [22].

7. Metodologia

Além da revisão bibliográfica a respeito das aplicações e produção do biogás, o projeto envolve a criação de um biodigestor com materiais alternativos (caseiro). A parte experimental do projeto foi realizada no Centro Tecnológico do Centro Universitário de Anápolis-UniEvangélica [22].

Para execução do projeto do biodigestor caseiro, foi utilizado, conforme a Figura 2, como recipiente para produção de biogás um galão de 20 l (galão de água mineral), e para armazenamento do biogás utilizou-se uma câmara de pneu comum de moto, e os demais materiais foram: mangueira de botijão de gás, uma válvula com registro de diâmetro, tubo PVC (policloreto de vinil), areia fina, um rolo de fita adesiva, e uma lata de esprei pequena de tinta cor preta. No teste realizado, foram utilizados 12 L de resíduos alimentares com água durante duas semanas[12].

¹Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – fabricio-ratosaes@hotmail.com

²Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – marcelojacob.pina@gmail.com

³Mestre em Ciências Moleculares –UEG, Brasil - Professor do Curso de Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – victorpericoli@gmail.com

Figura 2 – Biodigestor caseiro



Fonte: próprio autor

Para garantir o bom funcionamento do biodigestor e a produção de biogás é necessário observar algumas condições. Após o início da geração de biogás, alimente diariamente o biodigestor com matéria orgânica fresca e água na proporção de 1:1 (em volume), para manter a produção de biogás constante. A temperatura é outro fator muito importante para o funcionamento do sistema, pois as bactérias que atuam na primeira fase da biodigestão anaeróbia se desenvolvem em temperaturas de 20°C a 25°C, enquanto as bactérias que produzem o gás metano se multiplicam em temperatura mais elevada- 35°C. Uma maneira simplificada e não onerosa de manter a temperatura elevada dentro do biodigestor é a adição de água aquecida dentro do mesmo.

8. Resultados e discussão

O trabalho envolveu a confecção de um biodigestor caseiro e a fonte do biogás foram 12 L de resíduos alimentares com água. Como um dos objetivos foi realizar o procedimento de obtenção de biogás, o teste realizado para caracterização envolve a queima do gás produzido. Os 12 L de resíduos alimentares com água produziram uma quantidade de gás que deixou a câmara de pneu comum de moto pela metade,

¹Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – fabricio-ratosaes@hotmail.com

²Cursode Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico–marcelojacob.pina@gmail.com

³Mestre em Ciências Moleculares –UEG, Brasil - Professor do Curso de Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – victorpericoli@gmail.com

aproximadamente. O teste foi positivo, já que a análise foi qualitativa e não, quantitativa, permitindo concluir que o biodigestor, realmente, gerou o biogás.

Com base na proposta de revisão bibliográfica do processo de produção e aplicação de biogás e as observações experimentais qualitativas realizadas na construção de um biodigestor caseiro, é nítido que o biogás pode ser mais evidenciado nos debates e pesquisas sobre energias renováveis, tendo em vista seu amplo campo de produção e aplicação, inclusive seu potencial energético. Essa alternativa elucidada neste projeto aborda um vasto campo para novas pesquisas, principalmente no setor agropecuário, em aterros sanitários (devido à quantidade de lixo orgânico), nas áreas urbanas como método alternativo.

9. Conclusão

Os resultados do experimento permitiram concluir que os resíduos alimentares são eficientes para produção caseira de biogás, pois foi visto que a partir de, aproximadamente, 12 L de resíduos em biodigestão anaeróbica durante duas semanas possibilitaram que uma câmara de ar comum de moto ficasse com gás pela metade, sendo este gás inflamável, caracterizando qualitativamente a presença de biometano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUIAR, M, SCHAFFNER, R. A, FORTES, A. M, ALVES, H. J. **Síntese de Catalisadores de níquel suportados em SI-MCM-41 a partir de diferentes fontes de sílica e sua aplicação no metano para produção de gás de síntese.** Revista Brasileira de Energia Renováveis, v.7. n.3, 2018.
2. BARIN, A.; CANHA, L. N.; ABAIDE, A. R.; MARTINS, L. F. G. **Análise crítica dos atuais incentivos ao uso de fontes renováveis de energia no cenário energético nacional – O caso do biogás.** Universidade Federal de Santa Maria: Santa Maria – RS, 2009.
3. PALHARES, J. C. P. **Biodigestão Anaeróbia de Dejetos de Suínos: Aprendendo com o Passado Para Entender o Presente e Garantir o Futuro.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Brasília, 2008.

¹Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – fabricio-ratosaes@hotmail.com

²Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – marcelojacob.pina@gmail.com

³Mestre em Ciências Moleculares – UEG, Brasil - Professor do Curso de Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – victorpericoli@gmail.com

4. VALLE, M. A. N. do.; FARIAS FILHO, J. R. de. **O gás natural como um dos retratos da gestão energética brasileira.** In: IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão - Responsabilidade Socioambiental das Organizações Brasileiras. Niterói, agosto, 2008.
5. BURGHEITI, B. S. **Perspectivas estratégicas para grandes consumidores industriais frente às mudanças regulatórias com a inclusão do livre acesso às redes de distribuição de gás natural.** Dissertação (Mestrado em Energia) - São Paulo: EP/USP, 2010.
6. COSTA, H. K. de M. **A regulação do livre acesso na distribuição de gás natural canalizado: o caso de São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Energia) - São Paulo: PIPGE/USP, 2006.
7. FERREIRA, R. S. **Desenvolvimento de materiais poliméricos uretânicos para purificação de gás natural: remoção de mercúrio e compostos à base de enxofre.** Dissertação (Mestrado em Química) - Curitiba: UFPR, 2006.
8. FAVENNEC, J. P. **Petróleo e Gás Natural - como produzir e a que custo.** In: Fontes de Energia, Gás Natural, Petróleo, Engenharia, Química. Synergia, São Paulo, 2011.
9. FRIGO, K. D. A.; et al. **Biodigestores: seus modelos e aplicações.** Cascavel, 2015, 57-65, 2316-4093.
10. GOLDEMBERG, J; L, O. **Energia e meio ambiente no Brasil.** Estudos Avançados, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007.
11. KOZERSKI, G. R.; HESS, S. C. **Estimativa dos poluentes emitidos pelos ônibus e micro-ônibus de Campo Grande/MS, empregando como combustível diesel, biodiesel ou gás natural.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro; v. 11, n. 2, p. 113-117, abr./jun. 2006.
12. LAUREANO, F. H. G. C. **A Indústria de Gás Natural no Brasil e a Viabilização de seu Desenvolvimento.** Monografia (Bacharelado em Economia) - Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2002.
13. MAGALHÃES, A.E. et al. **Confecção e avaliação de um sistema de remoção do CO2 contido no biogás.** Acta Scientiarum. Technology. Maringá, v. 26, no. 1, p. 11-19, 2004.
14. MARQUES, F. R. **Gás natural e descarbonização da economia brasileira.BSP,** São Paulo, jul., 2012.

¹Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – fabricio-ratosaes@hotmail.com

²Cursode Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico–marcelojacob.pina@gmail.com

³Mestre em Ciências Moleculares –UEG, Brasil - Professor do Curso de Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – victorpericoli@gmail.com

15. PRAÇA, E. R. **Distribuição de gás natural no Brasil: um enfoque crítico e de minimização de custos.** Dissertação (Mestrado em Ciências) - Fortaleza: DET/UFCE, 2003.
16. GITMAN, L. J. **Princípios da administração financeira.** Tradução Antônio Zoratto Sanvicente. 10 ed. São Paulo: addison Wesley, 2004. Título original Principles of Managerial Finance.
17. MENEZES, E. L. **Fontes de energia alternativa no Brasil.** Artigo Científico, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora /MG, 2007.
18. NOGUEIRA, L. A. H. **Biodigestão: a alternativa energética.** São Paulo: Nobel, 1986.
19. NISHIMURA, R. **Análise de balanço energético de sistema de produção de biogás em granja de suínos: implementação de aplicativo computacional.** 2009.
20. ROCHA, M. H. **Uso da análise do ciclo de vida para a comparação do desempenho ambiental de quatro alternativas para tratamento da vinhaça.** 2009. 234 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2009.
21. SOARES, R. C.; DA SILVA, S. R. C. M. **Evolução Histórica do Uso de Biogás como Combustível.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFT: Cuiabá, 2010.
22. SGANZERLA, E. **Biodigestores: uma solução.** Porto Alegre. Agropecuária, 1983.
23. MIKI, R. E. **Biometano produzido a partir de biogás de ETEs e seu uso como combustível veicular.** Revista DAE. nº 209. Volume 66. Janeiro a março de 2018

¹Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico – fabricio-ratosoares@hotmail.com

²Cursode Bacharelado em Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – Acadêmico–marcelojacob.pina@gmail.com

³Mestre em Ciências Moleculares –UEG, Brasil - Professor do Curso de Engenharia Mecânica – UniEVANGÉLICA, Brasil – victorpericoli@gmail.com