

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO RIO GRANDE DO NORTE

MARIA JULIA DE SOUZA FRANCO
GUILHERME PAPACHRISTODOULOU

**PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS ORGÂNICOS ALIMENTARES
DESCARTADOS NO REFEITÓRIO DO CAMPUS CANGUARETAMA – IFRN
PARA SER UTILIZADO COMO FONTE DE ENERGIAS RENOVÁVEIS.**

CANGUARETAMA/RN

2023

Guilherme Papachristodoulou

Maria Julia de Souza Franco

**PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS ORGÂNICOS ALIMENTARES
DESCARTADOS NO REFEITÓRIO DO CAMPUS CANGUARETAMA – IFRN
PARA SER UTILIZADO COMO FONTE DE ENERGIAS RENOVÁVEIS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Eletromecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Eletromecânica.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Correia Gomes Filho.

CANGUARETAMA/RN

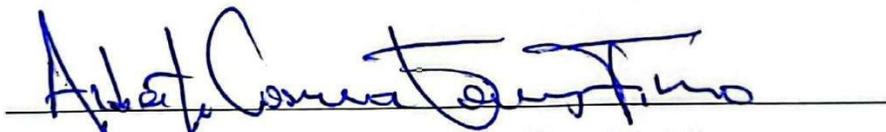
2023

**PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS ORGÂNICOS ALIMENTARES
DESCARTADOS NO REFEITÓRIO DO CAMPUS CANGUARETAMA – IFRN
PARA SER UTILIZADO COMO FONTE DE ENERGIAS RENOVÁVEIS.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Eletromecânica do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Norte, em
cumprimento às exigências legais como
requisito parcial à obtenção do título de
Técnico em Eletromecânica.

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em 31/01/2023

pela seguinte Banca Examinadora:



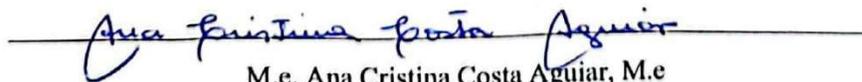
Dr. Alberto Correia Gomes Filho – Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Dr. Alan Santana Felinto,

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



M.e. Ana Cristina Costa Aguiar, M.e

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao professor orientador Alberto Correia Gomes Filho que nos ajudou ao longo dos momentos difíceis. A instituição de ensino propôs vários trabalhos acadêmicos ao longo do caminho, e sem o apoio desse professor a realização desse trabalho seria impossível. A dupla gostaria de agradecer a Deus por ter nos guiado até aqui, a família, amigos e todas as pessoas que contribuíram com esse trabalho, bem como a todo o corpo docente.

RESUMO

O projeto consiste na construção de um biodigestor caseiro de baixo custo utilizando materiais reciclados para produção de biogás a partir de resíduos orgânicos alimentares provenientes do refeitório do campus Canguaretama – IFRN. O biogás é uma mistura de gases combustíveis, onde se destaca o gás metano (CH_4), que possui grande aplicabilidade na sua queima como fonte de energia renovável, sendo obtido pela biodigestão de resíduos orgânicos através de uma fermentação anaeróbica. A biodigestão é uma técnica eficiente no tratamento e valorização dos resíduos orgânicos que são descartados, visando tanto seu reaproveitamento energético quanto a diminuição da geração de resíduos sólidos que é mais um agravante na poluição do meio ambiente. Dentre as possíveis utilidades do biogás produzido no biodigestor, pode-se destacar sua utilização na substituição ao gás de cozinha, o gás butano (C_4H_{10}), como também para produção de energia mecânica e elétrica. A primeira etapa do trabalho consistiu na coleta de dados bibliográficos sobre a temática abordada. Em seguida foi construído o biodigestor, e nele foi depositado os resíduos alimentares descartados no refeitório do campus Canguaretama - IFRN, após a realização da sensibilização de alunos dos cursos matutino do campus, sobre a temática do descarte correto dos resíduos sólidos. Ademais, foi feito o acompanhamento do funcionamento do biodigestor na produção do biogás, o qual não teve continuidade pois ocorreu uma violação no sistema do biodigestor por terceiros, que impossibilitou a produção do biogás. Por fim, além da sensibilização dos alunos dos cursos matutino do campus, foi obtido um protótipo totalmente funcional com possíveis de aprimoramentos futuros, além da sugestão de implantação da coleta de resíduos alimentares descartados do refeitório do campus.

Palavras chaves: biogás, biodigestor, gás metano, energia renovável, fermentação anaeróbica.

ABSTRACT

The project consists of building a low-cost homemade biodigester using recycled materials to produce biogas from organic food waste from the Canguaretama – IFRN campus cafeteria. Biogas is a mixture of fuel gases, where methane gas (CH_4) stands out, which has great applicability in its burning as a source of renewable energy, being obtained by biodigestion of organic waste through anaerobic fermentation. Biodigestion is an efficient technique in the treatment and recovery of organic waste that is discarded, aiming at both its energy reuse and the reduction of solid waste generation, which is another aggravating factor in environmental pollution. Among the possible uses of the biogas produced in the biodigester, it can be highlighted its use in replacing cooking gas, butane gas (C_4H_{10}), as well as for the production of mechanical and electrical energy. The first stage of the work consisted of collecting bibliographic data on the topic addressed. Next, the biodigester was built, and the food waste discarded in the cafeteria of the Canguaretama campus - IFRN was deposited, after raising awareness among students of the morning courses on the campus, on the theme of the correct disposal of solid waste. Furthermore, monitoring of the functioning of the biodigester in the production of biogas was carried out, which did not continue because a violation occurred in the biodigester system by third parties, which made it impossible to produce biogas. Finally, in addition to raising awareness among students in the morning courses on campus, a fully functional prototype was obtained with possible future improvements, in addition to the suggestion of implementing the collection of discarded food waste from the campus cafeteria.

Keywords: biogas, biodigester, methane gas, renewable energy, anaerobic fermentation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sensibilização das turmas do turno matutino	16
Figura 2 - Quantitativo dos resíduos alimentares	17
Figura 3 - Protótipo do biodigestor	18
Figura 4 - Corte diagonal do cano responsável pela entrada de substrato	19
Figura 5 - Galão de vinte litros responsável por ser o biodigestor	19
Figura 6 - Biodigestor e as respectivas saídas adicionais com os devidos componentes	20
Figura 7 - Adição do veda calha	20
Figura 8 - Registro do biodigestor no dia 31 de outubro de 2022	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. JUSTIFICATIVA DO TRABALHO.....	10
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. OBJETIVO GERAL.....	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
3.1. BIOGÁS E BIODIGESTOR	12
3.2. ENERGIAS RENOVÁVEIS	13
3.3. RESÍDUOS SÓLIDOS.....	14
4. METODOLOGIA.....	15
4.1. SENSIBILIZAÇÃO DO PÚBLICO ALVO, ALUNOS DO CAMPUS CANGUARETAMA/IFRN QUE UTILIZAM O REFEITÓRIO DO CAMPUS.....	16
4.2. DIAGNÓSTICO QUALITATIVO E QUANTITATIVO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS ALIMENTARES GERADOS NO REFEITÓRIO DO CAMPUS CANGUARETAMA.....	17
4.3. DIMENSIONAR A CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR	17
4.4. CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO	19
4.5. ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS	21
4.6. AVALIAR O POTENCIAL DO BIODIGESTOR ATRAVÉS DAS CARACTERÍSTICAS DO BIOGÁS PRODUZIDO.....	22
5. TESTES E RESULTADOS	23
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

1. INTRODUÇÃO

O biodigestor é um sistema fechado onde a biomassa, resíduo orgânico, sofre fermentação anaeróbica por bactérias específicas, gerando uma mistura de gases denominado de biogás. Tal biogás é proveniente de dejetos de animais, resíduos vegetais, lixo industrial ou residencial em condições adequadas através da ação de determinadas espécies de bactérias. Esta mistura gasosa obtida é composta basicamente por metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), apresentando em torno de 65% de metano (COLDEBELLA, 2006) descoberto por Shirley, em 1667, tendo na sua geração uma série de fatores, dos quais se destacam o tipo de resíduo ou substrato utilizado na sua produção, a temperatura do sistema, a quantidade de gás metano (CH_4) produzido e a qualidade da estrutura do biodigestor, onde essas variáveis apresentam as estimativas quanto ao potencial de geração de biogás (MILANEZ, 2018).

A produção de biogás passou a ser explorada para fins energéticos apenas a partir de 1859, em países, como a Alemanha e a França, estabeleceram as bases teóricas e experimentais da biodigestão anaeróbia (CIBIOGÁS, 2020). Até 2020, a geração de biogás representou cerca de 0,3% do total de energia no mundo (IEA, 2020). Entretanto, a tendência de crescimento dessa energia renovável é cada vez maior, em virtude da diversidade de substratos que podem ser utilizados para a geração e das recentes preocupações com sustentabilidade e descarbonização da matriz energética. Segundo o IEA (2020), a perspectiva é de que até 2040 a disponibilidade de matérias primas sustentáveis para a geração de biogás aumente cerca de 40%. O biogás além de ser uma fonte limpa e renovável de geração de energia, contribui para o meio ambiente, minimizando a emissão de gases do efeito estufa e no saneamento ambiental, evitando a disposição inadequada de resíduos orgânicos.

Assim, este trabalho tem como objetivo principal a construção de um biodigestor caseiro de baixo custo utilizando materiais reciclados para produção de biogás a partir de resíduos orgânicos alimentares provenientes do refeitório do campus Canguaretama – IFRN.

1.1. JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

O desenvolvimento de estudos direcionados à produção de fontes de energia renovável vem crescendo no mundo. Assim, o modelo de produção de biocombustíveis ganha importância e atenção, por se tratar de um modelo de sucesso de aproveitamento de energia mais limpa e renovável (SEGURA, 2014), e desde a crise do petróleo, em 1973, os países no mundo todo se dedicam em estudos de novas formas de energia renovável.

Este discurso pela sustentabilidade ganhou importância mundial com a defesa de que a obtenção de recursos energéticos pelas nações deveria priorizar o baixo custo e o menor impacto ambiental possível, de modo que esses países se posicionem melhor em relação àqueles que ainda mantêm suas bases energéticas majoritariamente em energia não renovável, por exemplo.

A utilização do biogás como combustível não apenas o aproveita de forma sustentável como também evita que o gás metano nele contido seja emitido na atmosfera, além disso, a biodigestão evita o descarte dos resíduos em lixões e aterros e possibilita a geração de lucro através da produção de biogás e de biofertilizantes. Portanto, o presente trabalho torna-se relevante em razão dos inúmeros benefícios da utilização do biogás em âmbitos energético, sociais, econômicos e ambientais.

Nesse contexto, busca-se neste projeto, construir um biodigestor caseiro de baixo custo para produção de biogás a partir de resíduos orgânicos alimentares provenientes do refeitório do campus Canguaretama – IFRN e assim poder dimensionar o quantitativo de resíduos alimentares que são descartados, avaliar as características do biogás produzido e estabelecer as melhores dimensões de construção do biodigestor a partir dos resultados obtidos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Construir um biodigestor capaz de produzir biogás a partir de resíduos orgânicos alimentares descartados do almoço do refeitório do campus Canguaretama – IFRN, para ser utilizado como fonte de energias renováveis.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir um biodigestor;
 - Sensibilizar a comunidade estudantil do campus sobre o descarte de resíduos sólidos
- Coletar resíduos orgânicos alimentares descartados no almoço do refeitório do campus Canguaretama – IFRN;
- Dimensionar os resíduos alimentares coletados;
 - Acompanhar a produção do biogás no biodigestor construído;
 - Avaliar o funcionamento do biodigestor na produção do biogás.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. BIOGÁS e BIODIGESTOR

Biogás é um gás inflamável obtido a partir da digestão anaeróbia de matéria orgânica (CIBIOGÁS,2020). É composto principalmente de metano e gás carbônico, segundo Deublein e Steinhauser (2008), de 55 a 70% corresponde a metano (CH_4), de 30 a 45% de dióxido de carbono (CO_2) e o restante corresponde a traços de outros gases como: sulfetos de hidrogênio, amônia (NH_3), nitrogênio (N_2), monóxido de carbono (CO) e oxigênio (O_2). O real teor da composição do biogás depende do substrato que foi utilizado na sua produção, como também do biodigestor e das condições de operação. De modo geral, podem ser considerados substratos para a produção de biogás: resíduos da colheita de milho, silo de milho, dejetos de bovinos e suínos, esterco de galinhas, vinhaça de cana, efluente de cervejaria, fábrica de laticínios e abatedouros, resíduos orgânicos urbanos,

restos de alimentos, resíduos de caixa de gordura e esgoto.

A digestão anaeróbia ou biodigestão é um conjunto de reações químicas e bioquímicas, realizadas por microrganismos que degradam a matéria orgânica na ausência de oxigênio (CIBIOGÁS, 2020). Essas reações ocorrem de maneira sequencial em etapas denominadas hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Através de associações simbióticas entre diferentes grupos de microrganismos, a biodigestão converte a matéria orgânica complexa, ou substrato, em biogás e digestato.

O biodigestor anaeróbio é um sistema fechado onde é feita a degradação da matéria orgânica por ação microbiológica, que geralmente conta com um sistema de entrada de matéria orgânica, um tanque onde ocorre a digestão e um mecanismo para retirada de subprodutos (REIS, 2012). O subproduto da biodigestão é o digestato, efluente de reator anaeróbio, obtido após a finalização da biodigestão. Esse efluente tem grande quantidade de nutrientes e pode ser utilizado como fertilizante orgânico ou complementar a aplicação de fertilizante químico (OLIVEIRA, 2004).

Existem diferentes classificações de biodigestores sob diversos aspectos, como por exemplo quanto ao teor de sólidos, formas de alimentação e número de estágios, de acordo com suas características físicas e operacionais.

3.2. ENERGIAS RENOVÁVEIS

As energias renováveis são o presente e, ao mesmo tempo, o futuro da produção mundial de eletricidade. O termo "renovável" incorpora a essência desse tipo de energia: a capacidade de estar disponível na natureza e se regenerar continuamente, sem intervenção humana, espontaneamente e em uma quantidade inesgotável.

O Sol, a força dos ventos ou da água, o calor da terra: produzir energia renovável significa usar esses elementos, presentes na natureza de maneira abundante e generalizada, para gerar eletricidade. Uma energia que, comparada à produzida por fontes convencionais, é capaz de reduzir drasticamente o nível de emissões.

Produzir cada vez mais energia renovável e abandonar as fontes convencionais é uma necessidade compartilhada por todos os países do mundo e de acordo com os dados do último relatório da International Renewable Energy Agency (IRENA), em 2019 as energias renováveis cobriam apenas três quartos da nova capacidade global de energia.

Hoje em dia, a energia verde contribui com mais de um terço do total da produção mundial de eletricidade e o destino das energias renováveis é se tornar a fonte mais vantajosa de eletricidade para o planeta e para o desenvolvimento econômico, pois a energia renovável, quando é produzida com uma visão integrada, capaz de atravessar toda a cadeia de valor – do local de produção até os fornecedores – e numa ótica de mitigação dos impactos sobre território e comunidades, resulta ser realmente e totalmente sustentável. (Enel, 2022).

3.3. RESÍDUOS SÓLIDOS

A gestão dos resíduos sólidos vem se tornando um assunto cada vez mais complexo no mundo todo ao longo da última década, principalmente por causa da disposição final desses resíduos que muitas vezes é inadequada ocasionado pelo crescimento econômico ilimitado e a cultura do consumo. Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, entre 2010 e 2019 a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) obteve um aumento de aproximadamente 67 para 79 milhões de toneladas por ano, em 2019.

O progresso da consciência coletiva com relação ao meio ambiente levou a discussões em âmbito mundial sobre a preocupação com os resíduos sólidos urbanos, talvez, este seja um dos temas que mais venha ganhando importância ao longo das últimas décadas, visto que as atuais demandas ambientais, sociais e econômicas atingiram uma complexidade que exige nova postura tanto dos representantes do governo, quanto da sociedade civil e da iniciativa privada (BRASIL, 2016).

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, da Abrelpe (2020), a maior parte da composição gravimétrica dos RSU gerados no Brasil correspondem a matéria orgânica, totalizando 45,3%. Ainda, segundo a Abrelpe (2020), 40,5% da disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil é inadequada, em aterros e lixões.

Assim, tendo em vista a alta parcela de resíduos orgânicos e a disposição inadequada desses resíduos, a disposição dos resíduos sólidos no Brasil é uma das grandes causas da poluição atmosférica, do solo e dos recursos hídricos, indicando a necessidade de tratamentos e destinações alternativas que minimizem os impactos negativos ao meio ambiente.

Dessa maneira, a produção do biogás vem se destacando como uma alternativa de reciclagem dos resíduos orgânicos, minimização de impactos ambientais, geração de energia descentralizada e fonte de renda para pequenos e grandes produtores.

4. METODOLOGIA

O trabalho de conclusão do curso foi desenvolvido em etapas e assim podemos melhor descrever estas etapas de execução do trabalho da seguinte forma:

ETAPA I - Levantamento bibliográfico sobre a temática em estudo;

ETAPA II - Sensibilização do público alvo, alunos dos cursos matutino do campus Canguaretama /IFRN que utilizam o refeitório do campus, através de intervenções nas nessas turmas, sobre a temática ambiental em relação aos resíduos sólidos, seu descarte correto e sua reutilização na geração de energia renovável, utilizando os resíduos alimentares gerados no refeitório do campus;

ETAPA III - Diagnóstico qualitativo e quantitativo dos resíduos orgânicos alimentares gerados no refeitório do campus Canguaretama – IFRN através de recipientes de coletas exclusivos para estes resíduos alimentares em um determinado período de tempo.

ETAPA IV - Dimensionar e construir o biodigestor, local onde será obtido o biogás a partir desses resíduos alimentares;

ETAPA V - Avaliar o potencial do biodigestor através das características do biogás produzido.

4.1. SENSIBILIZAÇÃO DO PÚBLICO ALVO, ALUNOS DO CAMPUS CANGUARETAMA/IFRN QUE UTILIZAM O REFEITÓRIO DO CAMPUS

Foi desenvolvido, junto aos alunos dos cursos matutino integrados de nível médio do campus Canguaretama – IFRN, a sensibilização sobre a temática de descarte e reutilização de resíduos alimentares gerados no refeitório do campus Canguaretama – IFRN para a produção de biogás, através de uma apresentação expositiva em sala de aula para cada turma desses cursos, na tentativa de orientá-los sobre a propostas do projeto em execução e da importância de participação de todos nesse trabalho.

Foi feita a apresentação da proposta do projeto e em seguida a sensibilização sobre a temática ambiental direcionada ao reaproveitamento de resíduos alimentares para a produção de combustível, o biogás, a ser utilizado como fonte de energia renovável.

Assim, todos foram orientados sobre o objetivo principal do projeto sobre a produção do biogás a partir da construção de um biodigestor de baixo custo com o reaproveitamento dos resíduos alimentares descartados no refeitório do campus canguaretama – IFRN durante o almoço dos alunos deste campus, e que eles estariam contribuindo neste trabalho, através do descarte correto dos resíduos gerados no momento desta refeição no refeitório do campus, em um local previamente determinado e adequado.

A figura 1 a seguir, mostra o momento da sensibilização do corpo estudantil do turno matutino no Campus Canguaretama - IFRN.

Figura 1 – Sensibilização das turmas do turno matutino.

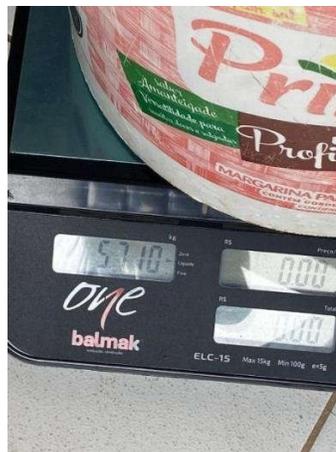


Fonte: Autoria própria.

4.2. DIAGNÓSTICO QUALITATIVO E QUANTITATIVO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS ALIMENTARES GERADOS NO REFEITÓRIO DO CAMPUS CANGUARETAMA

O tipo de substrato utilizado, para a produção do biogás no biodigestor, foram os resíduos alimentares gerados pelos alunos coletados no almoço do dia 26 de outubro de 2022, disponibilizados no refeitório do campus Canguaretama - IFRN. Estes resíduos ou substrato foram dimensionados através da medida da sua massa, utilizando uma balança com valor dimensionado no valor de 5,71Kg, como observado na figura 2.

Figura 2 – Quantitativo dos resíduos alimentares.



Fonte: Autorial própria

4.3. DIMENSIONAR A CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR

A metodologia da pesquisa descritiva experimental adotada na construção do biodigestor foi desenvolvida com o objetivo de torná-la acessível e de fácil manutenção. Desta forma, procurou-se utilizar materiais recicláveis no processo de construção do biodigestor na tentativa de minimizar o descarte de resíduos sólidos, como o plástico, que impactam a natureza.

O gás produzido no biodigestor (biogás) poderá ser utilizado como alternativa para a substituição do GLP (gás de cozinha). Outra característica que reforça a sustentabilidade do projeto é o reaproveitamento de dejetos de animais (aves, gado, suíno etc.) e de restos alimentares, que serão utilizados como substrato, matéria-prima para a produção do gás a ser utilizado como substituinte do GLP e fonte de energia renováveis.

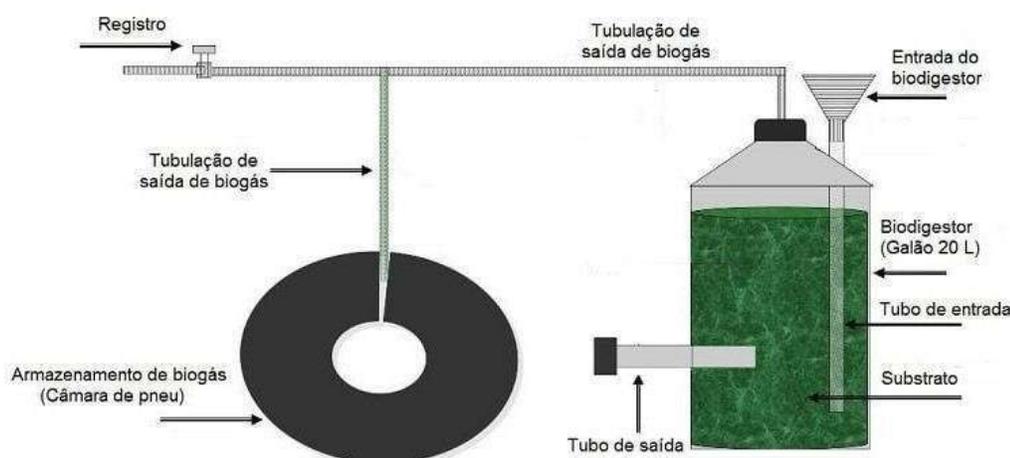
Assim, foi construído um protótipo de biodigestor em escala experimental, conforme as seguintes informações a seguir.

- Um galão de água mineral de 20 litros (biodigestor);
- Uma câmara de pneu de carrinho de mão, para o armazenamento do biogás;
- Um tê de diâmetro ¼’’ (6 mm);
- Sacos plásticos pretos;
- Dois metros de tubulação de PVC (30 mm);
- Dois baldes de plástico com tampas;
- Válvula de Esfera ou Cap;
- Bico de Bunsen;
- Mangueira de gás de cozinha;
- Tinta preta.

Na construção do protótipo de biodigestor, o galão de água foi utilizado como recipiente para o armazenamento dos dejetos, onde ocorre o processo de fermentação, através de bactérias anaeróbicas. Estes dejetos foram depositados no galão através de um tubo de PVC conectado na parte superior do biodigestor, um outro tubo de PVC foi conectado na parte inferior deste galão, servindo de saída do chorume, que pode ser utilizado como biofertilizante.

O biogás produzido sai através de uma mangueira conectada na parte superior do galão que foi acoplada a uma câmara de pneu, utilizada para armazenamento deste gás. A figura 3 a seguir, mostra o resultado do protótipo do biodigestor.

Figura 3 - Protótipo do biodigestor



Fonte: Autoria própria.

4.4. CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

A construção do biodigestor foi iniciado com a produção da câmara de produção do biogás através da retirada do "tampo" ou gargalo do galão de água, e logo após foi feito o alargamento de tal abertura ao ponto de o cano de PVC e a imagem 4 mostra o corte em diagonal realizado no cano de PVC para não obstruir a entrada de substrato fosse conectado nessa abertura, como observamos na figura 4 a seguir.

Figura 4: Corte diagonal do cano responsável pela entrada de substrato



Fonte: autoria própria.

Figura 5: Galão de vinte litros responsável por ser o biodigestor.



Fontes: autoria própria.

Na figura 5, observamos a conexão do cano de PVC no galão de 20 litros de água mineral reaproveitado. Em seguida foram feitas mais duas aberturas, uma perto da base do galão que serviu como dreno do chorume produzido no processo de decomposição do biogás e a outra abertura na parte superior, perto da abertura inicial onde foi colocado a cano de PVC, na qual foi colocada a mangueira para a coleta do biogás produzido no biodigestor e que serviu também como conexão de transporte do biogás até a câmara de armazenamento do biogás produzido (câmara de pneu) e a uma válvula anti-retorno de gás conectada a um bico de Bunsen, registrada na figura 6.

Figura 6: Biodigestor com as respectivas saídas adicionadas e com os devidos componentes.



Fontes: Autoria própria.

Na intenção de evitar vazamento, todas as conexões foram vedadas com o produto “veda calha”. E por fim, o biodigestor foi pintado com tinta preta, com a finalidade de aumentar a absorção de calor quando exposto ao sol no período do seu funcionamento, aumentando assim a velocidade do processo de decomposição da matéria orgânica do substrato utilizado, bem como do aumento da produção do biogás. A figura 7 ilustra o biodigestor com estas adequações.

Figura 7: Adição do veda calha.



Fontes: Autoria própria.

4.5. ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS

O substrato recolhido do descarte dos resíduos alimentares no refeitório do campus Canguaretama – IFRN, no dia 26 de outubro de 2022, foi colocado dentro do biodigestor para início da produção do biogás, sendo iniciado o acompanhamento semanal desta produção. A figura 8 registra o biodigestor construído em funcionamento.

Figura 8: Registro do biodigestor no dia 31 de outubro de 2022.



Fonte: Autoria própria.

Com o acompanhamento semanal da produção do biogás sendo observado a variação do volume da câmara de acomodação de gás (câmara de ar de pneu) e foi constatado que não havia qualquer modificação com o passar das semanas.

Fazendo uma análise detalhada da estrutura do biodigestor e de seus componentes, foi identificado, na saída do dreno de chorume do biodigestor, uma pequena quantidade de um líquido, o chorume, o que constata que o biodigestor foi manipulado por terceiro com a abertura deste dreno. Assim, ocorreu também o vazamento do biogás por este dreno, possivelmente produzido, atrapalhando todo o acompanhamento da produção do referido gás, o que impossibilitou as análises da produção do biogás.

4.6. AVALIAR O POTENCIAL DO BIODIGESTOR ATRAVÉS DAS CARACTERÍSTICAS DO BIOGÁS PRODUZIDO.

Infelizmente não foi possível a avaliação do biogás produzido, pois ocorreu uma violação do biodigestor por terceiros, prejudicando o andamento das análises do trabalho e invalidando tópicos essenciais para a conclusão do potencial do biodigestor através das características do biogás produzido.

5. TESTES E RESULTADOS

A partir da constatação da manipulação por terceiros do biodigestor, o que inviabilizou a avaliação do seu funcionamento e da produção do biogás, houve uma limitação em dimensionar o potencial do biodigestor construído bem como do biogás produzido.

Contudo, foi produzido um protótipo de biodigestor com materiais reaproveitados totalmente funcional, com possibilidade futura de modificações e melhorias, além do momento de sensibilização do corpo estudantil do Campus Canguaretama - IFRN no âmbito do descarte correto dos resíduos sólidos alimentares.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como resultados a construção de um protótipo de biodigestor de baixo custo e totalmente funcional sendo capaz de produzir o biogás através dos resíduos alimentares descartados no refeitório do campus Canguaretama- IFRN. Estes resíduos foram coletados após um momento de sensibilização dos alunos do turno matutino do campus, sobre o descarte correto dos resíduos sólidos, gerando benefícios para trabalhos futuros.

Assim, com estes resultados o trabalho desenvolvido sugere uma continuidade com aperfeiçoamento futuro neste protótipo de biodigestor, auxiliando a comunidade acadêmica na ampliação de propostas referente a produção de fontes de energias renováveis e ambientalmente mais limpas que proporcionem um melhor bem-estar e dignidade à sociedade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024**: informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento escrito: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6027**: informação e documentação: sumário: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6028**: informação e documentação: resumo: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6033**: ordem alfabética. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

IBGE. Centro de Documentação e Disseminação de Informações. **Normas de apresentação tabular**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23907.pdf>. Acesso em: 2 maio 2019.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE. Política de funcionamento do sistema de bibliotecas. Resolução nº33/2015-CONSUP, de 20/11/2015. Natal: IFRN, 2015.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE. **Guia de normalização**: trabalhos acadêmicos, monografias, dissertações eteses. Natal: IFRN, 2017.

NICÁCIO, Rafael. IFRN: gabarito oficial do exame de seleção 2017. *In*: NICÁCIO, Rafael. **PORTAL N10**, [S. l.], 24 out. 2016. Disponível em: <http://oportaln10.com.br/ifrn-gabarito-oficial-do-exame-de-selecao-2017-53735>. Acesso em: 16 jun. 2017.

VASCONCELLOS, Maria José Esteves de. Pensando o pensamento sistêmico como o novo paradigma da ciência: o cientista novo-paradigmático. *In*: VASCONCELLOS, Maria José Esteves de. **Pensamento sistêmico**. 6. ed. Campinas: Papyrus, 2007. p. 147-184.

COLDEBELLA, A. et al. Viabilidade da geração de energia elétrica através de um motor gerador utilizando biogás na suinocultura. Informe Gepec, Toledo (PR) v. 12, n. 2, p. 44-55, jul./dez. 2008.

MILANEZ, A. Y. et al. Biogás de resíduos agroindustriais: panorama e perspectivas. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 47, p. 221-276, 2018.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V. Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás. Revista de Política Agrícola, Brasília (DF), ano 15, n. 3, p. 28-35, 2006.

CIBIOGÁS ENERGIAS RENOVÁVEIS. Biogás no Brasil, história e perspectiva de futuro. [201?]. Disponível em: <https://cibiogas.org/blog-post/biogas-no-brasil-historia-e-perspectiva-de-futuro>. Acesso em: 2 out. 2020.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V. Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás. Revista de Política Agrícola, Brasília (DF), ano 15, n. 3, p. 28-35, 2006.