

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA
JACKSON CARVALHO DA SILVA

**BIODIGESTOR COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA: MONTAGEM
COM ALUNOS DA EJA MÉDIO DE UMA ESCOLA DA ZONA RURAL DE
GUANHÃES, MG.**

SÃO JOÃO EVANGELISTA
2020

JACKSON CARVALHO DA SILVA

**BIODIGESTOR COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA: MONTAGEM
COM ALUNOS DA EJA MÉDIO DE UMA ESCOLA DA ZONA RURAL DE
GUANHÃES, MG.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Especialista em meio ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Giuslan Carvalho Pereira.

SÃO JOÃO EVANGELISTA
2020

FICHA CATALOGRÁFICA

S586b Silva, Jackson Carvalho da.
2020

Biodigestor como fonte alternativa de energia: montagem com alunos da EJA médio de uma escola da zona rural de Guanhães, MG / Jackson Carvalho da Silva. – São João Evangelista: IFMG, 2020.

34fl.

Orientador: Prof. Dr. Giuslan Carvalho Pereira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Meio Ambiente) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2020.

1. Biogás. 2. Biofertilizante. 3. Energia Renovável. I. Jackson Carvalho da Silva.
II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. III. Título.

CDD 620.91

Elaborada pela Biblioteca Professor Pedro Valério
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
Campus São João Evangelista
Bibliotecária Responsável: Rejane Valéria Santos – CRB-6/2907

JACKSON CARVALHO DA SILVA

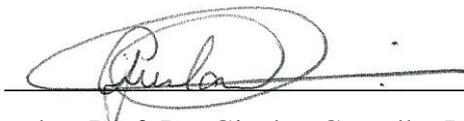
**BIODIGESTOR COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA: MONTAGEM
COM ALUNOS DA EJA MÉDIO DE UMA ESCOLA DA ZONA RURAL DE
GUANHÃES, MG.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Especialista em meio ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Giuslan Carvalho Pereira.

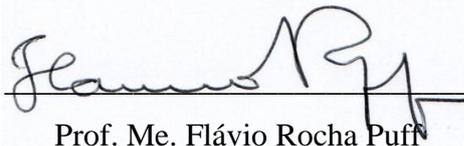
Aprovada em: 23 / 09 / 2020

BANCA EXAMINADORA



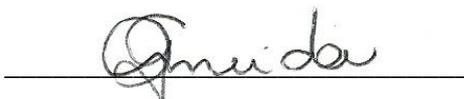
Orientador: Prof. Dr. Giuslan Carvalho Pereira.

Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista



Prof. Me. Flávio Rocha Puff

Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista



Profa. Dra. Grazielle Wolff de Almeida Carvalho.

Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela oportunidade que me foi concedida, e aos alunos da EJA Médio da Escola Estadual Tenente José Coelho da Rocha que contribuíram grandemente com esse trabalho. Agradeço à minha família, principalmente minha esposa e companheira de todas as horas, Gekillene Carvalho Rocha que sempre está me apoiando e lutando junto para vencermos os desafios.

A todos os nossos professores que fizeram parte desta trajetória acadêmica e que acreditaram em nós.

Ao meu orientador Prof. Dr. Giuslan Carvalho Pereira e a banca examinadora pelas contribuições e orientações desta pesquisa.

“O conceito de desenvolvimento sustentável é bom, mas não basta invocá-lo para que se resolvam os problemas das relações entre a humanidade e a natureza.”

Marc Dourojeanni (2018).

RESUMO

A humanidade tem se preocupado cada vez mais com as questões ambientais, e de modo particular com os problemas causados pelos combustíveis fósseis, que além de serem fontes de energia não renováveis, são também altamente poluidoras. Assim o biodigestor se torna uma alternativa interessante quanto às questões ambientais, pois utiliza resíduos que seriam descartados na geração de energia renovável e cujo índice de poluição é baixo quando comparado aos demais combustíveis fósseis. É importante conscientizar os alunos quanto ao uso racional de energia, estimulá-los a buscar possibilidades de formas alternativas de produção de energia renovável. O uso do biodigestor como um projeto interdisciplinar feito em uma escola, pode contribuir para a formação de uma visão crítica e construtora dos envolvidos, auxiliando no entendimento do conceito de sustentabilidade ambiental. O projeto em questão mostra a facilidade de construção e operação de um biodigestor caseiro em que é possível acompanhar diariamente a produção de biogás e no final do processo observar a formação de biofertilizante que pode ser aplicado diretamente nas plantas.

Palavras-chave: Biogás, Biofertilizante, Energia Renovável

ABSTRACT

Humanity has been increasingly concerned about environmental issues, and in particular the problems caused by fossil fuels, which are not only renewable energy sources but also highly polluting.

Thus the biodigester becomes an interesting alternative regarding environmental issues, because it uses waste that would be discarded in the generation of renewable energy and whose pollution index is low when compared to other fossil fuels. It is important to make our students aware of the rational use of energy, to encourage them to seek possibilities for alternative forms of renewable energy production. The use of the biodigester as an interdisciplinary project in a school can contribute to the formation of a critical and constructive vision for the future in a sustainable way. The project in question shows the ease of construction and operation of a home biodigester where it is possible to monitor daily biogas production and at the end of the process observe the formation of biofertilizer that can be applied directly to plants.

Keywords: Biogas, Biofertilizer, Renewable Energy

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1- Biogás- Elementos gasosos.....	12
Tabela 2- Cálculo da produção de biogás com todos os dejetos.....	14
Tabela 3 - Quantidade de dejetos utilizados.....	22
Figura 1- Biodigestor modelo indiano.....	16
Figura 2- Protótipo de biodigestor.....	21
Figura 3- Estudantes montando o protótipo de biodigestor.....	21
Figura 4- Estudantes montando o protótipo de biodigestor.....	22
Tabela 3- Quantidade de dejetos utilizados.....	22
Figura 5- Estudantes abastecendo o protótipo de biodigestor.....	23
Figura 6- Protótipo de biodigestor produzindo biogás.....	24
Figura 7- Teste da chama para verificar a inflamabilidade do gás	25

SUMÁRIO

Conteúdo

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	9
1 INTRODUÇÃO	10
2.1 Biomassa.....	11
2.2.1 <i>Composição química</i>	12
2.2.2 <i>Vantagens e desvantagens</i>	13
2.2.3 <i>Por que usar dejetos bovinos para produzir biogás?</i>	13
2.2.4 <i>O que é o gás metano</i>	15
2.2.6 <i>Como funcionam os biodigestores.</i>	17
2.2.7 <i>O que é biodigestão.</i>	17
2.2.8 <i>Fatores que influenciam na digestão anaeróbica</i>	18
3 DESENVOLVIMENTO	20
3.2 Materiais Utilizados para construção do protótipo de biodigestor.	20
3.3 Cargas do Biodigestor	22
4 RESULTADOS	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
APÊNDICE A - Lista de materiais necessários para construção do biodigestor adaptado modelo indiano.....	31
APÊNDICE B- Materiais utilizados na construção do protótipo de biodigestor	33
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	34

1 INTRODUÇÃO

Nosso planeta tem passado por várias modificações, dentre elas a constante elevação da temperatura, sendo que este aumento nos últimos cinquenta anos está diretamente relacionado às atividades humanas. O efeito estufa é importante para a vida no planeta Terra, pois mantém o planeta aquecido, permitindo assim a várias formas de vida. Contudo o aumento da queima de combustíveis fósseis provoca conseqüentemente uma quantidade cada vez maior dos gases de efeito estufa causando vários problemas como o aumento da temperatura média do ar e dos oceanos, derretimento das geleiras e elevação do nível do mar. Os combustíveis fósseis são intensamente poluentes além de serem recursos não renováveis, ou seja, não se regeneram a curto e médio prazo, portanto podem esgotar-se, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA). Fontes de energia limpas e renováveis tem sido motivo de pesquisa em vários países. Uma das soluções de energia limpa e renovável é o biodigestor. O biodigestor aponta vários benefícios para o meio ambiente, e em sua maioria no meio rural, tendo como vantagens a decomposição da matéria orgânica dos currais diminuindo os odores e a concentração de moscas no ambiente, aproveitamento do biogás produzido como combustível e uso dos rejeitos como fertilizante. O presente trabalho tem como objetivo apresentar a elaboração, construção e manuseio do protótipo de um biodigestor caseiro seguindo o modelo apresentado pela BGS- Empresa especializada em equipamentos para biogás, construído pelos alunos da disciplina DIM (Diversidade e Inclusão ao Mundo do Trabalho) da EJA (Educação de Jovens e Adultos) médio da escola Tenente José Coelho da Rocha no distrito de Correntinho de Guanhães, MG. O projeto visa apresentar os benefícios que as pequenas propriedades rurais podem conseguir com o aproveitamento do biogás como fonte alternativa de geração de energia, produção de biofertilizante para uso no cultivo de frutas e hortaliças, economia de recursos financeiros das famílias agricultoras, redução da emissão de gases para a atmosfera e moscas no ambiente, contribuindo assim a diminuição do efeito estufa e melhoria da qualidade de vida, geração de renda e respeito ao meio ambiente.

O trabalho ainda tem como questão norteadora se pequenas propriedades rurais podem conseguir benefícios com o aproveitamento do biogás como fonte alternativa de geração de energia e produção de biofertilizante.

O protótipo de biodigestor caseiro é funcional, ou seja, é possível observar a produção de biogás a partir da matéria-prima utilizada, e durante o processo a possibilidade da realização da queima do gás resultante da ação das bactérias na biodigestão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Biomassa

No ambiente ao qual vivemos estamos rodeados de matérias orgânicas de origem animal ou vegetal, para a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL 2019), pode-se denominar biomassa qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica. De acordo com a sua origem, pode ser: florestal (madeira, principalmente), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo). Tanto no mercado internacional quanto no interno, ela é considerada uma das principais alternativas para a diversificação da matriz energética e a consequente redução da dependência dos combustíveis fósseis. Segundo a Secretaria Técnica do Fundo Setorial de Energia (CTENERG 2001), a biomassa tem sido usada de forma crescente no mundo como insumo energético; muito mais para usos finais como energia térmica, mas, já de forma importante, como geradora de energia elétrica e, de forma também crescente, como origem de combustíveis líquidos (etanol e o biodiesel). A energia adquirida através do biogás caracteriza-se como um recurso adequado favorecendo sua utilização no meio rural como recurso para aquecimento de ambientes, cocção de alimentos, combustível de geradores elétricos e, além disto, como instrumento energético de máquinas, e caldeiras a vapor. Como combustível, a biomassa apresenta grandes possibilidades para pesquisa e utilização, pois as formas tradicionais (lenha e carvão vegetal) estão cedendo espaço à biomassa moderna, (biocombustíveis de 1ª geração, formas mais eficientes de geração e cogeração de bioenergia), como bioálcool, biodiesel, bio-hidrogênio. Contudo, na segunda geração de biocombustíveis, obtidos por meio do aproveitamento de resíduos agrícolas, industriais, urbanos ou outros insumos não convencionais, com grande aporte tecnológico, espera-se um grande rendimento energético por área e baixos impactos ambientais (HALL et al., 2005; MUNDIM, 2006; VIGUIRISTI, 2008).

2.2 Biogás

Segundo Teixeira (2003), biogás é o produto da decomposição natural de qualquer substância orgânica, como dejetos de animais, resíduos vegetais e também de lixo residencial e industrial, um biocombustível proveniente de materiais orgânicos (biomassa) e, portanto, é uma fonte alternativa de energia (energia renovável ou limpa), o qual substitui o uso de combustíveis

fósseis. Ele é produzido através da fermentação anaeróbica (ausência de ar) de bactérias presentes na biomassa. As energias renováveis são aquelas provenientes de ciclos naturais de conversão da radiação solar, fonte primária de quase toda energia disponível na Terra e, por isso, são praticamente inesgotáveis e não alteram o balanço térmico do planeta (PACHECO, 2006)

2.2.1 Composição química

Segundo Martins(2004) a composição química do biogás se dá em grande parte de metano e gás carbônico, conforme as porcentagens a seguir:

- Cerca de 60% de metano (dependendo da eficiência do processo, o biogás chega a conter entre 40% e 80% de metano);
- 35% de dióxido de carbono e;
- 5% de uma mistura de outros gases (hidrogênio, nitrogênio, gás sulfídrico, monóxido de carbono, amônia, oxigênio e aminas voláteis).

Contém uma mistura de vários elementos gasosos, sendo estes apresentados na Tabela 1.

Tabeta1 – Biogás - Elementos gasosos.

Elemento	Porcentagem
Metano (CH ₄)	50 a 75
Dióxido de Carbono (CO ₂)	25 a 40
Hidrogênio (H ₂)	1 a 3
Azoto (N ₂)	0.5 a 2.5
Oxigênio (O ₂)	0.1 a 1
Sulfureto de Hidrogênio (H ₂ S)	0.1 a 0.5
Amoníaco (NH ₃)	0.1 a 0.5
Monóxido de Carbono (CO)	0 a 0.1
Água (H ₂ O)	Variável

Fonte: (MARTINS, 2004).

2.2.2 Vantagens e desvantagens

De acordo com Miranda (1991) *apud* Cervi, Esperancini e Bueno (2010), para a criação de sistemas de biodigestores, faz-se necessário analisar a execução do projeto, para permitir a construção de instalações mais econômicas e a recuperação dos investimentos de forma mais rápida.

O biogás é usado como fonte de energia renovável, pois a decomposição de matéria orgânica é praticamente inesgotável. Portanto, produz uma energia ecologicamente correta, diminuindo a utilização de recursos fósseis, podendo substituir os combustíveis gerados pelo petróleo, sendo bem menos poluente. Com os avanços na legislação ambiental e os incentivos dos créditos de carbono a partir do ano de 2006, o número de biodigestores instalados no Brasil teve uma expansão considerável (BGS, 2019).

Em 2005, os produtores rurais viam este sistema de tratamento de dejetos animais com grande desconfiança e o biogás era queimado exclusivamente para a produção de créditos de carbono. De acordo com a BGS Equipamentos, a partir de 2009 a instalação de biodigestores teve grandes avanços, solidificou-se também a confiança no sistema e o produtor vislumbra a utilização do biogás dentro da propriedade para aquecimento e principalmente geração de energia. Nesta área é recorrente o questionamento sobre a possibilidade de venda da energia para as concessionárias locais, o que poucos estão sabendo é que isto sim, já é uma realidade, ou seja, já é possível através da combustão do biogás produzir energia e vender para a rede local. Após a regulamentação pela ANEEL, desde 2009 por meio do conceito de geração distribuída, que consiste em instalar pequenas fontes geradoras de eletricidade próximas ao local de consumo, seja ele uma casa, uma fábrica ou uma granja, permite a venda do excedente de energia produzido para a concessionária local de energia, tornando-se uma fonte de renda extra para o produtor rural (BGS, 2019).

A utilização do biogás auxilia na questão do aquecimento global e reduz os efeitos causados principalmente para a população em torno do aterro em centros urbanos, diminui também a quantidade cada vez mais crescente de resíduos sólidos (lixo) gerados pela população, que vem sendo um grave problema para a administração pública. (BRASIL ESCOLA, 2019).

2.2.3 Por que usar dejetos bovinos para produzir biogás?

Segundo o Inventário Nacional de emissão de gases estufa, elaborado pelo governo brasileiro, a criação de gado bovino para corte corresponde a 15,4% dos gases, o que supera a

queima de combustíveis fósseis em 0,3%. A emissão de gás metano por bovinos preocupa os cientistas brasileiros que estudam os efeitos dos gases de efeito estufa na atmosfera (CNA, 2019)

A atividade agropecuária vem sendo apontada como uma das principais responsáveis pelas emissões de poluentes que elevam a temperatura do planeta, sobretudo no Brasil, que possui o maior rebanho comercial do mundo. No processo de digestão dos bovinos ocorre a liberação do gás metano, cujo potencial para causar o efeito estufa é 25 vezes maior do que o CO₂ (ANUNCIACÃO, 2013).

No Mato Grosso do Sul, mais especificamente em Campo Grande, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Gado de Corte) fez um levantamento do potencial da pecuária bovina do estado. Um animal adulto produz em média, 25 quilos de fezes diariamente, quantidade capaz de produzir um metro cúbico de gás. O ideal, segundo os pesquisadores, é produzir o biogás com o gado em confinamento já que recolher o esterco no pasto é inviável (MEDEIROS, GOMES, BUNGESTAB, 2014).

Pelos valores da tabela abaixo (Tabela 2) é possível observar que o esterco bovino possui maior capacidade de geração de biogás em volume que os suínos, em média 0,43 metros cúbicos a mais por cabeça que os suínos (PEREIRA et al.,2013).

Tabela 2 - Cálculo da produção de biogás com todos os dejetos

Cálculo da Produção de Biogás (Departamento de Zootecnia- UFMS)			
	SUINOS	BOVINO DE CORTE	BOVINO DE LEITE
Total de animais	25	600	15
Total de dejetos dia	60 Kg*	7500 Kg*	190 Kg*
Total de biogás dia	4,5 m ³ / dia**	300m ³ / dia**	9,2 m ³ / dia**
Total de biogás mês	132 m ³ / mês***	9000m ³ / mês***	276 m ³ / mês***
Energia elétrica mês	220 KWh / mês	15000 KWh / mês	460 KWh / mês
Total em biogás	9407m ³ / mês		
Total em energia elétrica	15680 KWh / mês		
*	Considerando produção de dejetos em Kg dia como: 2,35 para suínos e 12,5 bovinos de corte e leite. (KONZEN, 1980)		
**	Considerando volume de biogás produzido por Kg de dejetos como: 0,075 para suínos; 0,04 para bovinos de corte e; 0,049 para bovinos de leite. (WINROCK INTERNATIONAL BRAZIL, 2008)		
***	Considerando que 0,6 m ³ de biogás equivale a 1 KWh. (WINROCK INTERNATIONAL BRAZIL, 2008)		

Fonte : (PEREIRA et al, 2013)

2.2.4 O que é o gás metano

O metano representado pela fórmula molecular (CH_4) é um tipo de gás inodoro e se adicionado ao ar pode ser explosivo, é composto de carbono e hidrogênio e é bastante conhecido por suas propriedades energéticas, fazendo parte do grupo dos hidrocarbonetos (HC), e que podem se apresentar na forma de gases, partículas finas ou gotas (ECYCLO, 2014). Dentro do grupo de hidrocarbonetos totais (THC), há os hidrocarbonetos simples, como o metano e outros compostos com os quais ele se associa. Um dos efeitos negativos do metano para o meio ambiente é a sua contribuição para o desequilíbrio do efeito estufa, podendo colaborar para o aquecimento global (ECYCLO, 2014). O metano não entra no grupo de poluentes que servem como indicadores da qualidade do ar, porém entra no grupo dos poluentes climáticos de vida curta e quanto às possíveis alterações climáticas, impacta 20 vezes mais que o dióxido de carbono (CO_2) (ECYCLO, 2014).

2.2.5 O que é biodigestor.

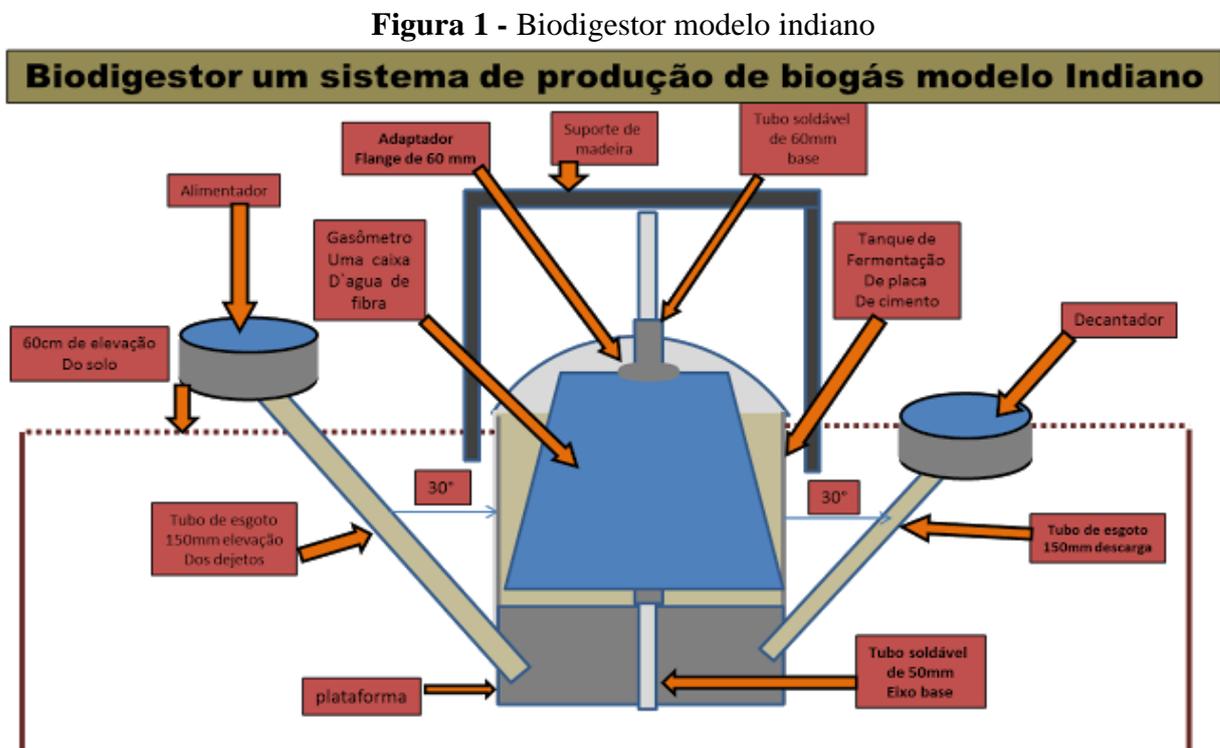
O biodigestor é um compartimento fechado onde são depositados dejetos orgânicos, resíduos vegetais ou excrementos de animais, que normalmente são descartados de diversas formas no meio ambiente (SUÇUARANA, 2018). Por meio da reação anaeróbica, um processo natural de bactérias presentes nesses dejetos, os mesmos são decompostos e transformados em biogás e em fertilizantes, contribuindo para a economia familiar ao baixar os custos de produção e melhorando o meio ambiente. De acordo com DEGANITTI et al., 2008, os biodigestores mais usados em pequenas propriedades rurais são:

2.2.5.1 Biodigestor modelo indiano

Este modelo de biodigestor caracteriza-se por possuir uma redoma como compartimento para o gás, a qual pode estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação, ou em um selo d'água externo, e uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras faz com que o material circule por todo o interior da câmara de fermentação. O modelo indiano possui pressão de operação constante, ou seja, à medida que o volume de gás produzido não é consumido de imediato, o gasômetro tende a deslocar-se verticalmente, aumentando o volume deste, portanto, mantendo a pressão no interior deste constante. Os materiais necessários para a construção desse modelo encontram-se relacionados no APÊNDICE A.

Atualmente mais de 400 biodigestores desse modelo foram implantados na Bahia, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Rio Grande do Norte e em Santa Catarina possibilitando que famílias em vulnerabilidade social utilizem o gás produzido, nos fogões, com uma economia significativa levando em consideração que o preço do gás GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) varia de R\$60,00 a R\$150,00 dependendo da região do país, segundo a ANP em julho de 2018.

Abaixo podemos verificar o esquema de montagem completo do biodigestor modelo indiano que atualmente tem sido o mais instalado nas regiões citadas acima, por ser o de melhor custo benefício (Figura 1).



Fonte - http://abelmanto.blogspot.com.br/2012_07_01_archive.html

2.2.5.2 Biodigestor modelo chinês

Feito em alvenaria (tijolo) possui uma câmara em forma de cilindro, local onde ocorre a fermentação, e teto em forma de abóboda destinado ao armazenamento do biogás. Este biodigestor funciona com base no princípio de prensa hidráulica, de modo que aumentos de pressão em seu interior resultantes do acúmulo de biogás resultarão em deslocamentos do efluente da câmara de fermentação para a caixa de saída, e em sentido contrário quando ocorre descompressão.

2.2.5.3 Biodigestor modelo batelada

Sistema de pequena exigência operacional, bastante simples. Sua instalação poderá ser apenas um tanque anaeróbio, ou vários tanques em série. Esse tipo de biodigestor é abastecido de uma única vez, portanto não é um biodigestor contínuo, mantendo-se em fermentação por um período conveniente, sendo o material descarregado posteriormente após o término do período efetivo de produção de biogás.

2.2.6 Como funcionam os biodigestores.

O funcionamento de um biodigestor é um processo simples. É necessário fazer a introdução dos resíduos ou biomassa já diluídos em água diretamente no compartimento de entrada ou tubo de carga onde a biomassa é levada até o interior da câmara de biodigestão. Essa câmara deve ser completamente vedada com a finalidade de isolar a biomassa, para que na ausência de oxigênio ocorra o processo anaeróbio. No interior da câmara, os microorganismos anaeróbios, que não dependem de oxigênio para realizar seu metabolismo, irão decompor a matéria orgânica transformando-a em biogás e biofertilizante (ECYCLO, 2014).

Conforme o biogás é produzido ele é armazenado no gasômetro, que se movimenta verticalmente no tubo guia conforme a quantidade de gás gerada (modelo indiano). Na parte superior do gasômetro existe um mecanismo de saída e direcionamento do gás até o local de consumo. O material líquido e o que restou de sólidos (biofertilizante) são retirados pela câmara de descarga e são armazenados até o momento do consumo (ECYCLO, 2014).

2.2.7 O que é biodigestão.

A biodigestão é um processo em que ocorre a fermentação em ambiente totalmente anaeróbico (sem presença de oxigênio) produzindo o biogás e o biofertilizante pela ação das bactérias estabilizando os resíduos sólidos e transformando-os em compostos simples com alto teor nutrientes que podem ser aplicados diretamente nas plantas (ARAÚJO, 2017).

As bactérias anaeróbicas, responsáveis pelo processo de digestão, não sobrevivem em ambientes com oxigênio. Desta maneira, devido à presença de oxigênio na mistura da matéria prima, decorre um tempo até que as bactérias aeróbicas consumam o oxigênio presente, para então o processo de digestão se iniciar (ARAÚJO, 2016).

A produção de biogás pelas bactérias metanogênicas é em função da temperatura operacional do biodigestor, temperaturas mais elevadas resultam em processos mais eficientes já a queda da temperatura leva ao retardamento do processo de digestão (ARAÚJO, 2017)

Segundo Metz (2013) as bactérias metanogênicas podem ser divididas em dois grupos, de acordo com a temperatura do substrato, as bactérias mesofílicas se desenvolvem em temperaturas na faixa de 20°C a 45°C com temperatura ideal em torno de 36,5°C, e as bactérias termofílicas que se desenvolvem em temperaturas superiores a 45°C com temperatura ideal em torno de 56°C e possui maior velocidade de digestão, o que reduz o tempo de retenção de sólidos no digestor.

Em ambos os grupos, o grau de decomposição da matéria não se altera, embora o tempo de retenção seja diferente. No grupo das bactérias mesofílicas tem uma maior capacidade de obstrução e é mais resistente a alterações ou acúmulo de substâncias inibidoras (BRITO et al., 2019)

O processo de digestão pode ser definido em três fases distintas (MELTZ, 2013)

* A primeira fase é a fase de liquefação, a reação predominante nesta fase é a conversão de polissacarídeos insolúveis em matéria orgânica solúvel, é quando ocorre a transformação de compostos complexos em substâncias mais simples. Esta etapa é realizada por bactérias que possuem capacidade enzimática de decomposição de carboidratos, gorduras e proteínas.

* A segunda fase é conhecida como fase ácida onde os aminoácidos, monossacarídeos, ácidos graxos e gliceróis, obtidos na primeira fase, tornam-se substratos para as bactérias saprófitas, que são facultativas. A função dessas bactérias é transformar os ácidos orgânicos simples, de baixo peso molecular, como o ácido fórmico, acético, propiônico e butírico, ou mesmo acetatos e hidrogênio, liberando produtos de degradação intermediária, como o CO₂ e H₂O.

* A terceira fase é gaseificação, quando as bactérias metanogênicas metabolizam os ácidos voláteis produzidos na fase anterior. Nesta fase ocorre a produção do gás metano e do dióxido de carbono. Entre os produtos finais também são encontrados, entre outros, o gás sulfídrico (H₂S), água (H₂O), a amônia (NH₃), entre outros.

2.2.8 Fatores que influenciam na digestão anaeróbica

A digestão anaeróbica é o processo fermentativo em meio com ausência de oxigênio a que são submetidos diversos tipos de resíduos urbanos ou rurais, com a finalidade

de tratamento, produção de biogás ou de biofertilizante. Assim é importante que se observe os fatores que influenciam na maior ou menor produção de biogás. Dentre estes fatores podemos citar:

Temperatura: O desenvolvimento das bactérias metanogênicas e a produção de biogás são em função da temperatura do biodigestor. As bactérias responsáveis pela biodigestão são bastante sensíveis a variações bruscas de temperatura o que deve ser evitado, pois a variação de 3°C já é o suficiente para causar a morte da maioria das bactérias.

Tipo de resíduos: O resíduo é o alimento a ser utilizado pelas bactérias. A máxima produção de gases a ser obtida depende de biodegradabilidade da matéria orgânica, pois a relação carbono/nitrogênio é um fator de grande importância para a formação dos ácidos orgânicos utilizados pelas bactérias para a produção de biogás. Além disso, o carbono é utilizado pelas bactérias como energia, e o nitrogênio é usado para a construção das estruturas celulares. A relação ideal está na faixa de 20 a 30 partes de carbono para uma de nitrogênio.

Tempo de retenção: O tempo recomendado para que o material orgânico permaneça no interior do biodigestor é de 4 a 60 dias. O tempo de retenção está relacionado a fatores como a diluição, tamanho das partículas de sólidos em suspensão, temperatura, entre outros. Ambientes muito ácidos causam a morte das bactérias metanogênicas, sendo assim, o pH adequado situa-se na faixa entre seis e oito, tendo sete como o ideal.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Escolha do tema

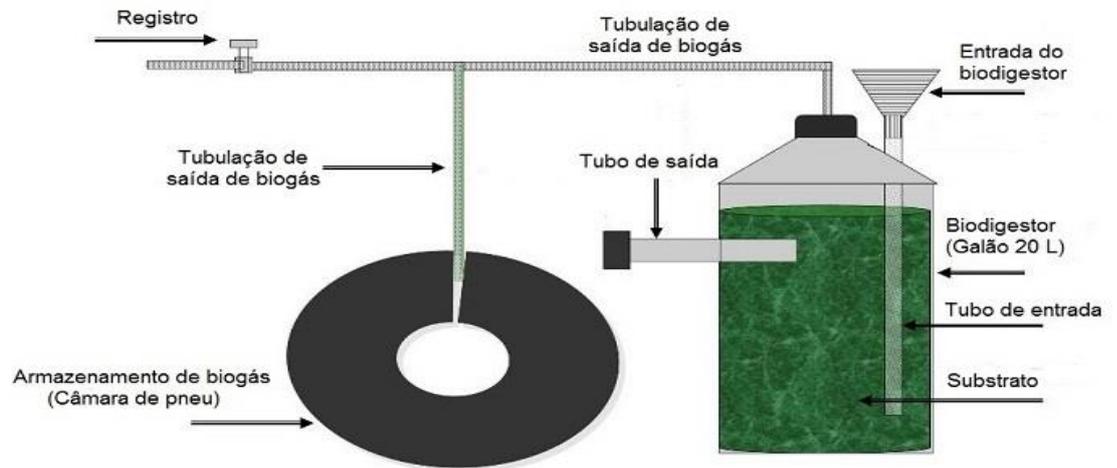
Esse trabalho foi desenvolvido com 19 alunos na faixa etária entre 21 e 49 anos do 1º período da Educação de Jovens e Adultos (EJA) Médio da Escola Estadual Tenente José Coelho da Rocha no distrito de Correntinho de Guanhães, pela exigência da disciplina: Diversidade e Inclusão ao Mundo do Trabalho (DIM) ministrada no primeiro semestre do ano de 2019.

Por se tratar de uma escola da zona rural, grande parte dos estudantes reside ou são vizinhos a pequenas propriedades rurais onde alguns alunos exercem suas atividades diárias, assim surgiu a ideia de se trabalhar na conscientização de um melhor tratamento para os dejetos bovinos reduzindo impactos ambientais como a emissão de gases e uma considerável redução de moscas, tendo a possibilidade de economia pelo aproveitamento do biogás e do biofertilizante gerados.

O envolvimento da turma foi grande durante a realização das atividades, ressaltase que esse foi um estudo de caráter qualitativo onde os estudantes pesquisaram sobre os modelos de biodigestor e o material necessário para que se construísse um protótipo, em seguida listou-se o necessário e após um orçamento dos preços realizado por mim, fez-se a aquisição do material; em seguida construiu-se um protótipo de baixo custo, de fácil confecção e manuseio com dimensões reduzidas, mas funcional, que utiliza dejetos bovinos. A carga (biomassa) foi adicionada e fez-se o acompanhamento da produção de biogás entre os meses de março a junho de 2019 com um teste de chama e retirada do biofertilizante mensalmente para uso na horta da escola. Inicialmente os estudantes estavam céticos quanto à possibilidade de geração de gás utilizando essa biomassa, o que só poderia ser verificado após a análise dos resultados.

3.2 Materiais Utilizados para construção do protótipo de biodigestor.

O recipiente utilizado para servir de biodigestor foi um galão plástico de 20 litros, onde foram acopladas a entrada para abastecimento com dejetos, saídas para recolher o gás produzido e também para drenagem dos fluidos. Após pesquisas realizadas na internet dos modelos de biodigestor, optou-se em conjunto, pelo modelo disponível abaixo (Figura 2) disponibilizado pela empresa especializada em equipamentos para biogás BGS Equipamentos:

Figura 2- Protótipo de biodigestor

Fonte - BGS Equipamentos para biogás

Foi realizado, um orçamento dos materiais apresentados no APÊNDICE B, que apresenta os componentes e a quantidade de material utilizado.

A seguir podemos ver as fotos dos alunos durante o processo de construção do protótipo de biodigestor (Figuras 3 e 4)

Figura 3- Estudantes montando o protótipo de biodigestor

Fonte : Elaborada pelo autor

Figura 4- Estudantes montando o protótipo de biodigestor



Fonte – Elaborada pelo autor

3.3 Cargas do Biodigestor

A biomassa utilizada para a realização desse trabalho foi proveniente de bovinos. A escolha desse material está relacionada ao fato da Escola Estadual Tenente José Coelho da Rocha localizar-se no distrito de Correntinho de Guanhães onde boa parte da população reside em pequenas propriedades rurais e a utilização de um biodigestor para tratamento desses dejetos contribui não só com a preservação do meio ambiente, mas também como economia de gás e de adubo para suas plantações.

Os dejetos bovinos aqui utilizados serviram para produção do biogás e fertilizantes que foram usados na horta da própria instituição, servindo assim como exemplo de sustentabilidade e respeito ao meio ambiente. Na tabela a seguir temos a proporção que foi diluída a biomassa (Tabela 3).

Tabela 3 - Quantidade de dejetos utilizados

Resíduo	Quantidade
Dejetos bovinos	4 litros
Água	1 litro

Fonte - Elaborada pelo autor

Durante todo o processo, observou-se grande comprometimento dos estudantes na realização do mesmo, tanto na construção como no acompanhamento da produção do gás. Imagem dos estudantes colocando os dejetos bovinos já diluídos (Figura 5).

Figura 5- Estudantes abastecendo o protótipo de biodigestor



Fonte: Elaborada pelo autor

4 RESULTADOS

O biodigestor foi deixado em local arejado durante todo o período da experiência e exposto a luz solar para que houvesse aquecimento da matéria nele depositada (Figura 6). Foram feitos acompanhamentos diários para análise da produção de biogás verificando possíveis vazamentos.

Foi acoplado ao biodigestor um balão para o armazenamento do gás produzido que aumentava seu volume de acordo com a ação das bactérias, e um maçarico para realizar-se a queima do gás. Cada vez que o balão era inflado pela produção de gás no biodigestor apresentando um volume considerável, realizou-se um teste de chama para verificar sua inflamabilidade, procedimento se repetiu semanalmente durante o período do experimento que foi de Março a Julho do ano de 2019.

Nesta experiência não foram feitas medições de pH, de temperatura interna do biodigestor e nem dos tipos de gás produzido devido à falta de equipamento adequado para tais. É válido lembrar que o objetivo deste trabalho é essencialmente didático, para demonstração e conscientização, e que a grande maioria das escolas estaduais não dispõe dos equipamentos necessários para tais medições.

Figura 6 – Protótipo de biodigestor produzindo biogás



Fonte: Elaborado pelo autor

A apresentação do trabalho aconteceu numa sala da Escola Estadual Tenente José Coelho da Rocha com convite extensivo à comunidade, onde por meio da queima do biogás (Figura 7) constatou-se, para a surpresa dos que se diziam céticos, que é possível a utilização dessa biomassa para a produção de biogás e substituição do gás GLP. Percebeu-se um despertar na consciência crítica dos envolvidos e alguns manifestaram o desejo de construir um biodigestor em sua residência após a verificação dos resultados.

Figura 7 - Teste de chama para verificar a inflamabilidade do gás produzido.



Fonte: Elaborada pelo autor

O biofertilizante foi retirado após a diminuição da produção de gás e utilizado na horta da instituição que auxilia na nutrição da merenda escolar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Durante a crise do petróleo nos anos 70, o biodigestor foi apresentado como alternativa para obtenção de energia térmica, pela produção do biogás considerado como subproduto da biodigestão, e consequentemente do biodigestor, pois atinge somente de 2,0 a 4,0 % do peso da matéria orgânica inicial utilizada no processo.

No Brasil os biodigestores são, em sua grande maioria, utilizados em ambiente rural para lidar com a questão dos dejetos animais. A intenção deste trabalho foi mostrar a viabilidade do uso de um biodigestor em pequenas propriedades rurais ou centros urbanos, onde as necessidades são claramente distintas. Em meios urbanos a população enfrenta problemas como o descarte de resíduos de cozinha de restaurantes, fábricas, grandes centros comerciais e lixo doméstico.

Concluiu-se por meio desse trabalho que a construção de um biodigestor como parte de projeto interdisciplinar em uma escola pode contribuir de forma significativa, para a formação de uma consciência crítica dos estudantes a respeito do uso racional de energia e reutilização de recursos, e permite a busca de várias soluções e caminhos eficientes para resolver problemas. O biodigestor utiliza matéria orgânica para a produção de energia, evitando assim acúmulos de lixo nos aterros sanitários, sem contar o fato de a energia gerada ser renovável e bem menos poluente do que a energia vinda de combustíveis fósseis.

Este projeto mostra também que a construção de um biodigestor pode ser implementada a baixos custos por qualquer escola, pois os materiais utilizados são materiais descartados ou facilmente encontrados nas comunidades. A operação é bem simples. Uma vez que os cuidados com a matéria-prima tenham sido observados (triturar os resíduos vegetais, evitar carne, gorduras e sangue, misturar um pouco de esterco bovino, não utilizar água clorada), depois de carregado o biodigestor, basta somente aguardar a ação das bactérias.

Enfim, o biodigestor é um equipamento cuja finalidade é fornecer energia através de matéria orgânica fazendo com que esse projeto se integre com as disciplinas estudadas, e contribua para o meio ambiente utilizando resíduos orgânicos. É possível utilizar o biogás como substituto do gás GLP, e o biofertilizante, reduzindo o poder poluente que o despejo in natura dos resíduos causa ao meio ambiente tornando assim em uma alternativa vantajosa, além de provir de uma fonte inesgotável, que comparado a outros combustíveis, apresenta uma qualidade superior; sem contar com o seu baixo custo de produção, já que a matéria prima é encontrada em qualquer lugar do planeta. Para a agricultura, a produção do gás nos oferece como "subproduto", o biofertilizante rico em nitrogênio e extremamente pobre em carbono,

sendo esta a configuração ideal de um fertilizante de excelente qualidade. Ressalta-se que o maior gasto que se tem é durante a construção, na aquisição das peças para o biodigestor, mas se analisar o custo benefício, será verificado que é extremamente viável mediante a economia na compra de gás de cozinha. Estaremos contribuindo para um futuro melhor ao nosso planeta, evitando gastos excessivos e contribuindo para a diminuição do aquecimento global.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA),
http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par2_cap4.pdf. Acessado em 06/07/2019.

ANUNCIACÃO, Silvio; Jornal da Unicamp, 2013 Disponível em
<https://www.unicamp.br/unicamp/ju/587/medidas-podem-reduzir-em-20-emissoes-de-gases-da-pecuaria>. Acessado em 14/06/2019.

ARAÚJO, Ana Paula Caixeta; **Produção de biogás a partir de resíduos orgânicos utilizando biodigestor anaeróbico**. Disponível em
<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/20292/3/Produ%C3%A7%C3%A3oBiog%C3%A1sRes%C3%ADduos.pdf>. Acessado em 03/04/2019.

ARAÚJO, Bernardo Damo de; **Potencialidade energética da biomassa residual- rural e urbana em Santa Catarina**. Disponível em:
<http://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/00001e/00001ece.pdf>. Acessado em 07/07/2019

BRASIL ESCOLA, **Biogás**: constituição e aplicações. Disponível em:
<https://brasile scola.uol.com.br/quimica/o-biogas.htm>. Acessado em 03/07/2019.

BRITO, Maria Aparecida; BRITO, José Renaldi ; ARCURI Edna ; LANGE Carla ; SILVA, Márcio; SOUZA,Guilherme;**Tipos de microrganismos**. Disponível em:
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_182_21720039246.htm. Acessado em 06/07/2019.

BGS Equipamentos para biogás. **Biodigestores rurais e urbanos**. Disponível em
<https://www.bgsequipamentos.com.br/energia-biogas/> Acessado em 06/08/19.

CERVI,Ricardo G.; ESPERANCINI, Maura S.T; BUENO, Osmar de C.; **Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suinícola para geração de energia elétrica**. Setembro 2010. Disponível em
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162010000500006
Acessado em 17/11/19.

Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Disponível em:
<https://www.cnabrazil.org.br/artigos/efeito-estufa-do-aroto-bovino>. Acessado em 07/07/2019.

COLDEBELLA, Anderson; SOUZA, Samuel N. M.; FERRI, Priscila; KOLLING, Evandro M. **Viabilidade da geração de energia elétrica através de um motor gerador utilizando biogás da suinocultura**. Informe Gepec, v. 12, n. 2, Jul./Dez. 2008. Disponível em <http://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/2186>. Acessado em 05/07/2019

CTENERG - Secretaria Técnica do Fundo Setorial de Energia. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ciência, Tecnologia e Inovação. **Geração de Energia Elétrica a partir de Biomassa no Brasil: situação atual, oportunidades e desenvolvimento.** Junho 2001. Disponível em: http://www.cgee.org.br/arquivos/estudo003_02.pdf Acessado em 08/08/19.

DEGANUTTI, Roberto; PALHACI Maria do Carmo JampauloPlácido;ROSSI, Marco; TAVARES, Roberto; SANTOS, Claudemilson dos; **Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada.** Disponível em https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Biodigestores_000g76qdzev02wx5ok0wtedt3spdi71p.pdf. Acessado em 06/08/19.

ECONORDESTE Disponível em: <http://agenciaeconordeste.com.br/fogoes-ecologicos-beneficiam-familias-carentes/> Acessado em: 07/05/2019

ECYCLO, **Conheça o gás metano. Disponível em** <https://www.ecycle.com.br/2426-metano> Acessado em 04/08/2019.

JÚNIOR, Frederico Alvarenga de Oliveira. **Manual de construção do biodigestor rural.** Disponível em: http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20140917140023.pdf. Acessado em: 13/09/2019.

MARTINS, Osvaldo Stella. **Aproveitamento da biomassa para geração de energia elétrica.** Dezembro, 2004. Disponível em <https://docplayer.com.br/4301569-Aproveitamento-da-biomassa-para-a-geracao-de-energia-eletrica.html>. Acessado em 10/09/19.

MEDEIROS, Sérgio Raposo; GOMES, Rodrigo da Costa; BUNGENSTAB, Davi José; **Nutrição de bovinos de corte. Disponível em:** <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120040/1/Nutricao-Animal-livro-em-baixa.pdf> Acessado em 13/09/2019.

METZ, Hugo Leonardo. **Construção de um biodigestor caseiro para demonstração de produção de biogás e biofertilizante em escolas situadas em meios urbanos.** Lavras, 2013. Disponível em <http://repositorio.ufla.br/handle/1/4514?mode=full> Acessado em 02/06/19.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Efeito estufa e aquecimento global.** Disponível em <https://www.mma.gov.br/clima/energia/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global.html>. Acessado em 15/04/19.

NETO, Ely Dias Duarte; ALVARENGA, Leonardo Henrique; COSTA, Lilian de Melo; NASCIMENTO, Paulo Henrique; SILVEIRA, Rafael Zanini; LEITE, Leonardo Henrique de Melo. **Implementação e avaliação de um biodigestor de produção descontínua.** Disponível em <https://revistas.unibh.br/dcet/article/view/296> Acessado em 18/06/19.

OLIVEIRA, Abelmanto Carneiro de; **Projeto ecológico vida do solo**. Disponível em http://abelmanto.blogspot.com/2012_07_01_archive.html

PACHECO, Fabiana. Energias Renováveis: Breves Conceitos. Salvador: Conjuntura Econômica n. 149, 2006. Disponível em https://pet-quimica.webnode.com/_files/200000109-5ab055bae2/Conceitos_Energias_renov%C3%A1veis.pdf Acessado em 15/04/2019.

PEREIRA, Murilo Sagrillo; GODOY, Tais Pentiado; GODOY, Leoni Pentiado; BUENO, Wagner Pietrobelli; WEGNER, Roger da Silva; **Cálculo do potencial energético com dejetos DCE bovinos e suínos do departamento de zootecnia da UFSM 2013**. Disponível em www.abepro.org.br Acessado em 06/08/19.

POMPERMAYER, Raquel de S.; JÚNIOR, Durval R. de P. **Estimativa do potencial brasileiro de produção de biogás através da biodigestão da vinhaça e comparação com outros energéticos**. Enc. Energ. Meio Rural 2003. Disponível em http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022000000200055&script=sci_arttext&tlng=pt. Acessado em 02/08/19.

SOARES, J. **Construção de biodigestores didáticos e estudo da biodigestão de coprodutos do biodiesel**. Disponível em http://www.alexbrasil.com.br/_upload/9e3ccd3123dc386ab277815f7a43c366.pdf. Acessado em: 05/07/2019.

SOUZA, Marcos Eduardo de; **Fatores que influenciam a digestão anaeróbia**. Revista DAE. Disponível em https://www.cetesb.sp.gov.br/biogas/wp-content/uploads/sites/3/2014/11/revista_dae_vol44_n137_1984.pdf Acessado em 06/01/2020.

SUÇUARANA, Monik da Silveira; **Biodigestores**. Disponível em <http://www.infoescola.com/energia/biodigestores/> Acessado em 06/06/2019.

TEIXEIRA, Cláudia Echevengua; TORVES, Jaqueline Corrêa; FINOTTI, Alexandra Rodrigues; FEDRIZZI, Franciele; TEIXEIRA, Paula Fernanda. **Estudos sobre a oxidação aeróbia do metano na cobertura de três aterros sanitários no Brasil**. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/esa/v14n1/v14n1a11> Acessado em 15/04/19.

**APÊNDICE A - Lista de materiais necessários para construção do biodigestor adaptado
modelo indiano**

1	Caixa de fibra de 3000 litros
10	Sacos de cimento
1 Barra	Ferro 6,3mm
50 m	Arame galvanizado 12
6 latas	Brita 01
100 latas	Areia
5 m	Placa de zinco 0,40 cm
200	Tijolos 6 furos
1barra /6m	Cano PVC esgoto 100 mm
3,5m	Cano PVC rígido 50mm
3,5 m	Cano de ferro 40mm
1,5 m	Cano PVC 60mm
1 m	Cano PVC 75mm azul
2	Cola PVC pequena
30 m	Cano PVC rígido 20mm
3	Joelhos PVC rígido LR 20mm
1	CAP 75mm azul
1	T PVC rígido 20mm
1	Parafuso 29cm 3/8
2	Luva de união 20mm
8	Joelhos PVC rígido 20mm

1	Flange 60x60mm
3	Flanges 20mm
3	Registros de esfera 20mm
5 m	Mangueira cristal trançada 20mm
6	Luvas LR 20mm
3	Adaptador interno para mangueira PVC 20mm
4	Abraçadeiras rosca sem fim ½"
1	Vasilhame 20L acrílico (Água mineral)
2 m	Tábua 15cm x 4cm
7 m	Barrote de madeira de 10
1	Telha de fibra 1,50 x 0,80cm
1	Parafusos 8cm3/4
4	Pregos para telha Brasilit
1 m	Tela de nylon 1,50x0,80
4 dias	Mão de obra não especializada
2	Veda rosca
1 m	Cano PVC rígido 25 mm
1	Furadeira elétrica
1	Serra copo para furadeira elétrica

Fonte - Manual de construção do biodigestor rural PUC Minas

APÊNDICE B- Materiais utilizados na construção do protótipo de biodigestor

Componente	Quantidade	Preço R\$
Galão Plástico 20 litros	1	5,00
Mangueira para gás	2 metros	5,70
Torneira PVC ½	1	4,70
Durepox	2 caixas 250g	11,70
Tubo PVC 50mm	1 metro	4,80
Redução 100 x 50	1	2,40
Cap 10mm	1	1,90
Registro esfera 50mm	1	14,75
Lixa d'água 120mm	1	2,80
Tê de mangueira	1	2,40
Balão de látex	1	3,20
Abraçadeira de mangueira	4	2,00
Bico de gás	1	Sem custo (Cedido por aluno)
Furadeira com serra copo	1	Sem custo(Cedido por aluno)
TOTAL		61,35

Fonte:- Elaborada pelo autor

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Firmam o presente Termo de Compromisso Livre e Esclarecido, para a realização de atividades de pesquisa intitulada **“MONTAGEM DO PROTÓTIPO DE BIODIGESTOR PARA DEMONSTRAR ESSE RECURSO COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA A ALUNOS DA EJA MÉDIO EM ESCOLA DA ZONA RURAL DE GUANHAES, MG.”**

com os alunos da EJA Médio da Escola Estadual Tenente José Coelho da Rocha no distrito de Correntinho de Guanhaes, do LOCAL, Pais ou Responsáveis, Professores e a Direção da Escola, ficando estabelecido:

1) Eu, _____, aluno(a) da EJA Médio, estou ciente que participarei das atividades da pesquisa proposta, comprometendo-me executá-las dentro dos padrões da ética e das boas relações humanas. Estou ciente do período dessa pesquisa de Maio a Julho de 2019, bem como, autorizo para fins acadêmicos, o uso de minha imagem pessoal.

2) Eu JACKSON CARVALHO DA SILVA, aluno do Curso de Especialização em Meio Ambiente do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista, me comprometo a realizar a pesquisa, baseando-me na ética e nas boas relações humanas. Comprometo-me ainda, zelar pelas produções e imagens dos participantes.

3) Eu, _____, Diretor(a) da Escola Estadual Tenente José Coelho da Rocha, estou ciente desta pesquisa no âmbito desta instituição. Autorizo a utilização das dependências internas para os fins da mesma de eventuais imagens e vídeos da estrutura física.

Assim, por estarem cientes, assinam o presente termo.

Guanhães, ____ de _____ de 2019.

Aluno (a)

Diretor/Carimbo

Responsável pela execução da pesquisa: _____