

CONHECENDO O BIODIGESTOR:

Produzindo Energia e Aprendendo Ciência



Denizar Rodrigo Barbosa
Gabriela Silveira Rocha

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

B238c Barbosa, Denizar Rodrigo, 1989-.
 Conhecendo o biodigestor [livro eletrônico] : produzindo energia
e aprendendo ciência / Denizar Rodrigo Barbosa, Gabriela Silveira
Rocha. – Caetité, BA: Ed. do Autor, 2023.
 41 p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5872-619-7

1. Biodigestores. 2. Biocombustíveis. 3. Gás – Aparelhos
produtores. I. Rocha, Gabriela Silveira, 1981-. II. Título.

CDD 665.776

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



Fotografia da Biblioteca da Escola Municipal Araçá/Cariacá (arquivo pessoal)

Descrição Técnica do Produto

Origem do produto: Trabalho de dissertação intitulado: Produção de biogás: perspectivas para o ensino de ciências na escola Araçá-Cariacá.

Nível de ensino a que se destina o produto: Ensino Fundamental 8º/9º ano

Área de conhecimento: Educação/ciência

Público-alvo: Professores/as de ciências do oitavo e nono ano.

Categoria deste produto: Cartilha/material de apoio ao professor

Finalidade: esta cartilha tem por finalidade abordar o tema energia a partir de elementos do cotidiano da comunidade Araçá-Cariacá, auxiliando os professores nas aulas da disciplina Ciências.

Organização do produto: Este produto foi construído a partir do tema energias renováveis e especificamente a produção de biogás e suas possibilidades para o ensino de ciências e como fonte de energia com potencial de substituição da lenha e do gás GLP.

Disponibilidade: Irrestrita, mantendo-se o respeito da autoria do produto, não sendo permitido o uso comercial por terceiros.

Divulgação: Por meio digital.

Instituição financiadora: O próprio autor

Idioma: Português

Cidade: Bom Jesus da Lapa

UF: Bahia

País: Brasil

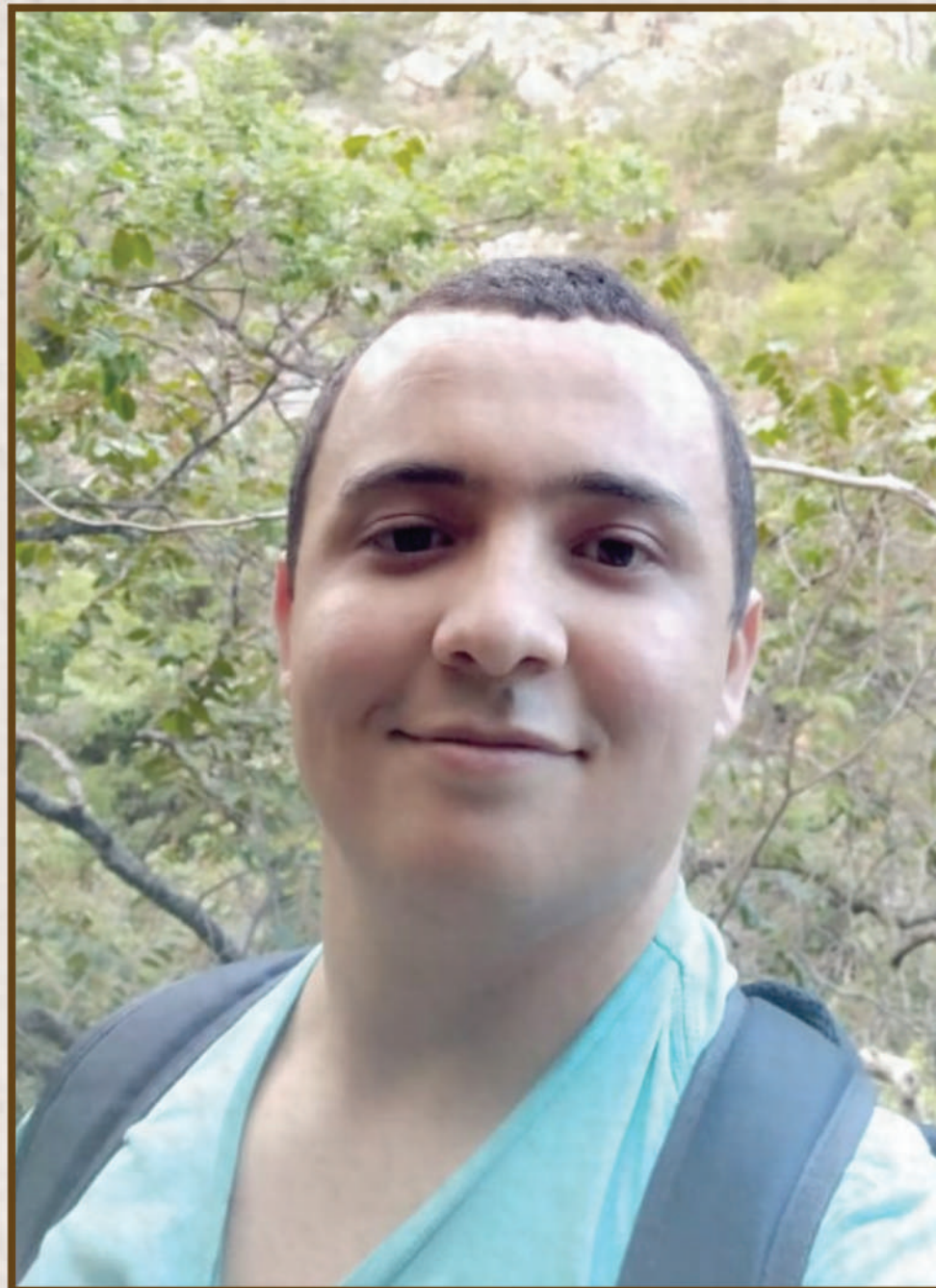


CONHECENDO O BIODIGESTOR:
Produzindo energia e aprendendo Ciência

Quem somos nós...

“

Denizar Rodrigo Barbosa



Sou **Denizar Rodrigo Barbosa**, filho dos agricultores familiares Denizar Mendes Barbosa e Maria Neves Barbosa. Durante a minha infância e adolescência também desenvolvi as mesmas atividades de meus pais na Zona Rural do Município de Serranópolis de Minas-MG. Foram essas atividades que me despertaram a curiosidade pelo conhecimento científico existente por trás dessas atividades

Na minha vida acadêmica busquei as formações de técnico em Agropecuária, Licenciatura em Física, Especialização em Docência e atualmente estou realizando mais esse sonho que é a Pós-graduação em nível de Mestrado Profissional pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino Linguagem e Sociedade-PPGELS pela Universidade Estadual da Bahia no campus Caetité.

Durante minha trajetória profissional até aqui atuei como professor da educação básica e superior em diversas instituições privadas e públicas até ser aprovado como técnico de laboratório de Física da Universidade Federal do Oeste da Bahia onde me encontro até os dias atuais.

Meu principal objetivo como profissional da educação é atuar para que todas as parcelas da sociedade possam ter acesso a uma educação de qualidade, inclusiva e libertadora. Minha meta atual é desenvolver materiais e metodologias de ensino de Ciências na Educação Básica na modalidade de Educação Quilombola.

<http://lattes.cnpq.br/7255367398171468>



Quem somos nós...

“

Gabriela Silveira Rocha



Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Sergipe, professora Adjunta da Universidade do Estado da Bahia - UNEB/ Campus VI, leciona no curso de Geografia e no Mestrado em Ensino, Linguagem e Sociedade (PPGELS). Coordenadora de projetos de Ensino, Extensão, do Grupo de Pesquisa de Educação e Ensino de Geografia - GEPEGEO e do Laboratório de Ensino de Geografia - LABEGEO.

Esse material surgiu em conjunto com o mestrando Denizar Rodrigo Barbosa, com o intuito de criar um produto educacional que fosse usado por professores da escola quilombola Araçá/Cariacá.

O conteúdo aqui apresentado, faz uma contextualização com as atividades comuns à comunidade possibilitando aos professores ideias de como despertar o gosto dos estudantes pelo Ensino de Ciências.



Apresentação

Prezadas(os) professoras(res), essa Cartilha é um produto educacional resultante da pesquisa de mestrado intitulada: "PRODUÇÃO DE BIOGÁS; Perspectivas para o ensino de Ciências na escola Araçá/Cariacá". A pesquisa foi desenvolvida no decorrer do Mestrado Profissional em Ensino Linguagem e Sociedade-PPGELS da Universidade do Estado da Bahia, UNEB, Campus VI/Caetité e sua intenção é contribuir, como material de apoio, para o ensino de Ciências na Escola da comunidade quilombola Araçá-Cariacá.

Esse material de apoio vem retratar o tema energia sob a ótica do estudante e morador da comunidade Araçá-Cariacá no município de Bom Jesus da Lapa-BA. Para isso tratamos o tema a partir de elementos presentes no cotidiano da comunidade levando em consideração seus saberes e práticas. O conteúdo da cartilha foi exposto de forma interdisciplinar e transdisciplinar para que vocês, professores, consigam refletir sobre a presença da ciência no seu cotidiano e as possibilidades que ela pode oferecer à comunidade.

Na cartilha você também encontrará sugestões de temas intrínsecos ao processo de construção do biodigestor e que podem ser abordados para que os estudantes reconheçam a presença da Ciência na em todas as situações cotidianas.

Para nós, esse material representa a concretização de um sonho que é devolver para sociedade, principalmente as populações que foram historicamente excluídas dos processos educacionais, um pouco do conhecimento construído ao longo do curso do Mestrado.

Por fim, desejamos que esse material possa lhes servir como fonte de inspiração para as suas aulas de ciências ao mesmo tempo que desperte para outras questões do dia a dia que também são importantes ao desenvolvimento dos estudantes e que eles possam se sentir representados nessa cartilha e que isso possa instigá-los a conhecer melhor a fonte de energia apresentada aqui.



CONHECENDO O BIODIGESTOR:
Produzindo energia e aprendendo Ciência

<i>Energias Renováveis; Biogás</i>	01
<i>Passo a passo da construção de um Biodigestor caseiro</i>	02
<i>Os principais itens para a construção do equipamento</i>	03
<i>1º passo: demarcando o local de construção do Biodigestor</i>	04
<i>2º passo: construção das placas</i>	05
<i>3º passo: construção do tanque de fermentação</i>	06
<i>4º passo: colocação da caixa/reservatório</i>	07
<i>5º passo: Construção do filtro para a filtragem do gás sulfídrico/ Instalação até o fogão</i>	08
<i>6º passo: alimentando o Biodigestor</i>	09
<i>Aprofundando mais um pouco...</i>	10
<i>Impactos positivos da produção do Biogás</i>	11
<i>Ciências da natureza e suas abordagens no Biodigestor</i>	12
<i>O Biogás e suas possibilidades na comunidade araçá/cariacá</i>	13
<i>Matéria prima para a produção de Biogás na comunidade</i>	14
<i>Equações para o cálculo da produção de Biogás</i>	15
<i>Equivalência energética do Biogás</i>	16
<i>Agora chegou a sua vez de colocar a mão na massa...</i>	17
<i>Sugestões de leitura...</i>	18
<i>Referências</i>	19



CONHECENDO O BIODIGESTOR: *Produzindo energia e aprendendo Ciência*



(Caixa de distribuição de água na comunidade / arquivo pessoal)

Energias Renováveis: Biogás



A nossa principal fonte de energia é o Sol, é dele quase que a totalidade da energia utilizada na manutenção da vida na terra. Os efeitos da energia podem ser percebidos de diversas maneiras no nosso dia a dia, como os alimentos que nos dão energia para andar, falar, estudar trabalhar, etc.; o processo de fotossíntese das plantas que nos dão o oxigênio para respirar; os combustíveis fósseis como o gás natural, gasolina e o óleo diesel utilizados nos carros, motocicletas, motores dos barcos e no fogão a gás, ou ainda a energia elétrica que é utilizada nos eletrodomésticos, nas bombas que são usadas nos poços artesianos e outros equipamentos do dia a dia.

As atividades humanas geram impactos ambientais sociais e econômicos, quando se trata de produção de energia não é diferente. Todas as fontes causam algum tipo de impacto na natureza e conseqüentemente na vida humana. O desenvolvimento global hoje está baseado nos meios de produção e consumo de energia. Esse tema domina os encontros entre governantes das maiores potências econômicas no mundo, exemplo disso foi a Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas em 2021-COP 26 que debateu bastante as questões relacionadas às emissões de metano na atmosfera pela pecuária e outros setores produtivos.



Arquivo Pessoal: Fotografia do Rio São Francisco



Nesse sentido buscar por novas fontes de energia renováveis, que não causem ou diminuam a poluição no meio ambiente, é uma necessidade do mundo atual. Ademais, os combustíveis fósseis têm a sua quantidade limitada e precisamos trabalhar para substituí-los.

Segundo o Ministério de Minas e Energia, em 2021, as fontes de energias renováveis foram responsáveis por 48,4% da energia consumida no Brasil, enquanto 51,6% de fontes não renováveis. Portanto é mais que necessário reduzir o consumo de energias não renováveis para que a vida na terra seja viável daqui há alguns séculos.

No mundo inteiro e principalmente no nosso país, que tem uma das maiores produções agropecuárias do mundo, a criação de animais e a produção de alimentos geram resíduos que muitas vezes são um problema que se gerenciado de forma incorreta pode gerar altos riscos aos recursos hídricos, solo e ar e conseqüentemente à saúde humana. Para que possamos aproveitar o potencial energético, financeiro e social desses resíduos é preciso que tenhamos conhecimentos científicos sobre essa área e que esses conhecimentos estejam acessíveis à todas as faixas da população de forma que não seja usado como meio para explorar e prender as populações aos seus modos de consumo (PRIMAVESI, 2007).



Arquivo Pessoal: imagem de um Lixão situado em Bom Jesus da Lapa-BA

Uma das fontes de energia limpa que vêm despontando como uma das alternativas é o biogás. Aqui iremos destacar como esse gás pode ser produzido aí na sua comunidade a partir dos resíduos presentes na sua casa e no seu dia a dia.

O biogás é o gás proveniente da ação de bactérias que atuam na decomposição de matéria orgânica em ambientes com ausência de oxigênio, chamados de meios anaeróbicos. As bactérias anaeróbicas se desenvolvem nesses meios através da fermentação da matéria orgânica e ao fazer a decomposição produzem o biogás. A produção de biogás pode acontecer tanto de forma espontânea, em pântanos, lixões e esgotos, quanto de forma estimulada em equipamentos chamados biodigestores (CANEVER, 2017).

Devido a essas características o biogás possui um potencial para incrementar uma quantidade de energia muito grande na matriz energética brasileira e diminuir a dependência de outras fontes de energia não renováveis. O que é mais interessante ainda, do ponto de vista social e econômico, é que essa fonte de energia é acessível à todas as faixas de renda devido à facilidade de instalação, baixo custo e a grande disponibilidade e variedade de matéria prima que pode ser utilizada para a produção desse gás (PRIMAVESI, 2007).



Imagem de bactérias anaeróbicas; Fonte: internet



CONHECENDO O BIODIGESTOR.
Produzindo energia e aprendendo Ciência

Em regiões semiáridas, o biogás é uma possibilidade de produção de energia para a substituição da lenha, que vem se tornando mais escassa e com impacto significativo nas condições ambientais, assim como o gás de cozinha que tem tido aumentos significativos no preço. Produzir biogás através dos resíduos presentes nas próprias comunidades é uma alternativa considerável e que vem ganhando ares de tecnologia social com impactos muito positivos.

Para demonstrar como essa tecnologia é de fácil acesso traremos aqui um passo a passo de como se desenvolve a construção de um biodigestor caseiro utilizado na produção de biogás para substituição do gás de cozinha. A

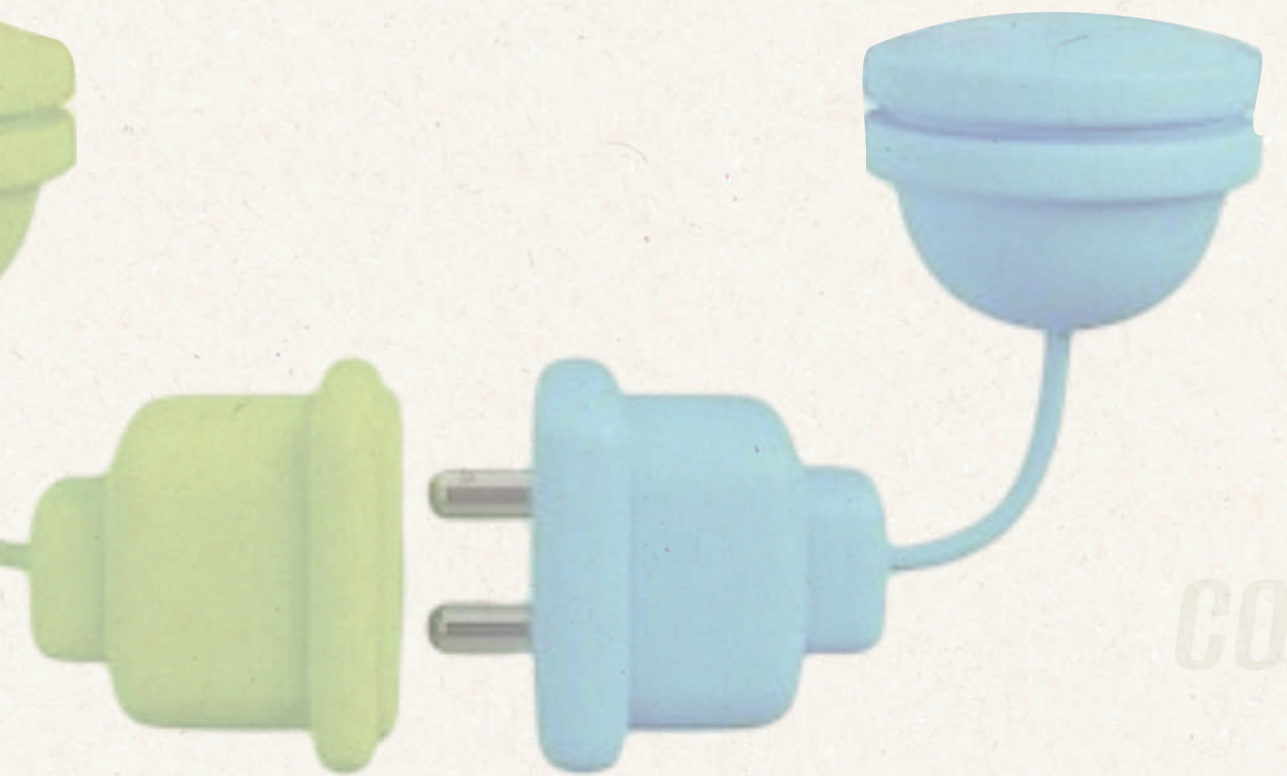
do biodigestor em questão aconteceu na propriedade do Sr. Claudemir Pereira na comunidade rural de Palmas e Passos no Município de Serra do Ramalho – BA. Para a construção desse equipamento o Sr. Claudemir contou com o apoio do Sr. Marcel do Vale, coordenador da Rede EDUCON de comunicação em articulação com o SENAR que disponibilizou o Engenheiro Thiago da Cruz de Oliveira para a realização de tal empreendimento. Atualmente, o Sr. Claudemir tem utilizado o biogás produzido para o preparo dos alimentos e beneficiamento de pescado em sua propriedade. Já o biofertilizante está sendo usado por ele para a adubação das suas culturas e o excedente está sendo vendido, se tornando uma forma de renda para o agricultor.



Imagem de bactérias anaeróbicas; Fonte: internet



Passo a passo da construção de um biodigestor caseiro



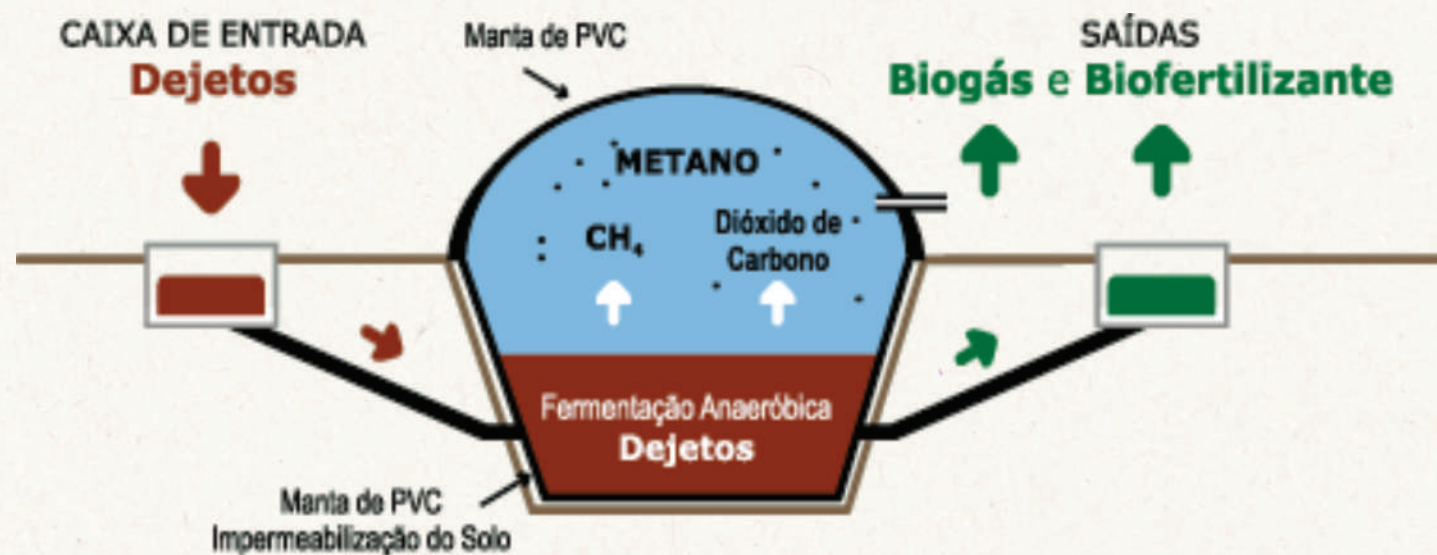
CONHECENDO O BIODIGESTOR
Produzindo energia e aprendendo Ciência



Antes de começar a construção do biodigestor foram definidas as questões de localização que envolve a distância entre o local a ser instalado o biodigestor, a casa e o fogão por questões de segurança. Além disso, a localização foi pensada para que favorecesse o acesso a esse local com os dejetos e a saída do local com o biofertilizante.

Outro fator determinante para a construção e o projeto ou manual desse equipamento de acordo com a necessidade do morador e a sua disponibilidade e qualidade de substrato.

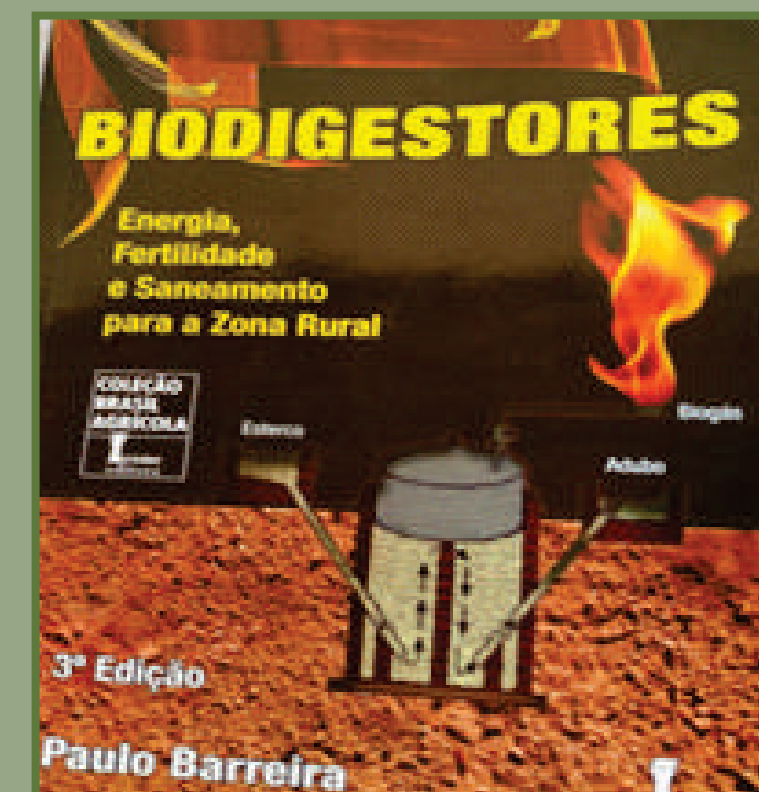
Abaixo temos a representação de um modelo de biodigestor semelhante ao construído e seus três ambientes principais: caixa de entrada, caixa de fermentação e caixa de saída.



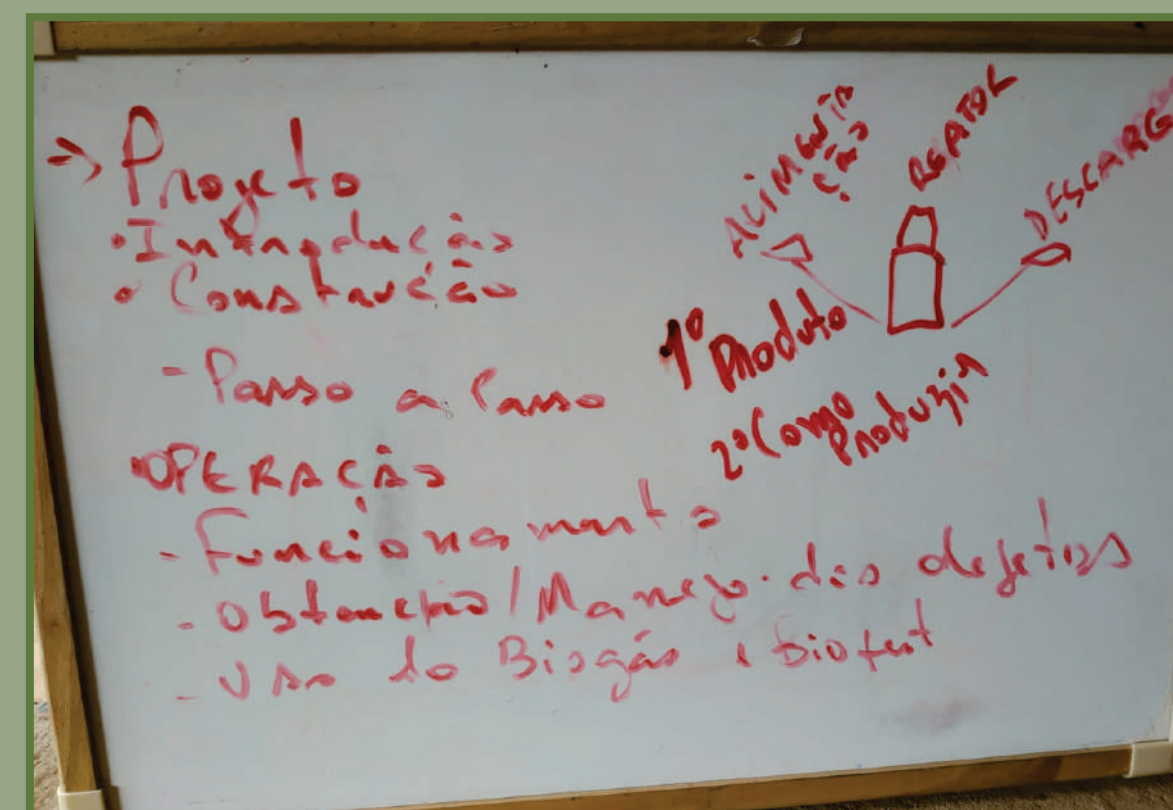
(representação de um biodigestor)

Fonte: Internet

Passo a passo da construção de um biodigestor caseiro



Arquivo pessoal do autor



Os principais itens para a construção do equipamento

Equipamentos de proteção individual - EPI

Luva de borracha;
Luva de couro;
Óculos de proteção;
Máscaras.

Ferramentas

Furadeira;
Serra copo de vários tamanhos;
Prumo;
Enxada;
Enxadão;
Pá;
Colher de pedreiro.

Materiais

Caixa de polietileno ou fibra de vidro de 5 mil litros;
Pregos 17x21 e 18x30;
2,5m de cano de 75 mm;

2kg de arame galvanizado número 12;
2,5m de madeira com 12cm x 6cm
3 madeiras de 3,5 metros de comprimento;
4 parafusos de 8cm com porcas e arruelas;
1 parafuso de 20 cm;
5m de zinco com 35 cm de largura;
5m de cano de metalon com 40 mm de diâmetro;
5m de cano de PVC com 50mm de diâmetro branco;
1 cano de pvc para esgoto de 100 mm;
3 Canos de PVC marrom de 25mm
(ou o suficiente para conduzir o gás até a cozinha);

1 registro esfera em metal de 25 mm;
1 flange de 75 mm;
3 flanges de 25 mm;
1 registro de PVC de 25 mm;
1 tubo de cola silicone;
1 Cola para cano pvc;
1 silicone;
6 sacos de cimento;
100 Tijolos furados;
2 metros cúbicos de areia.

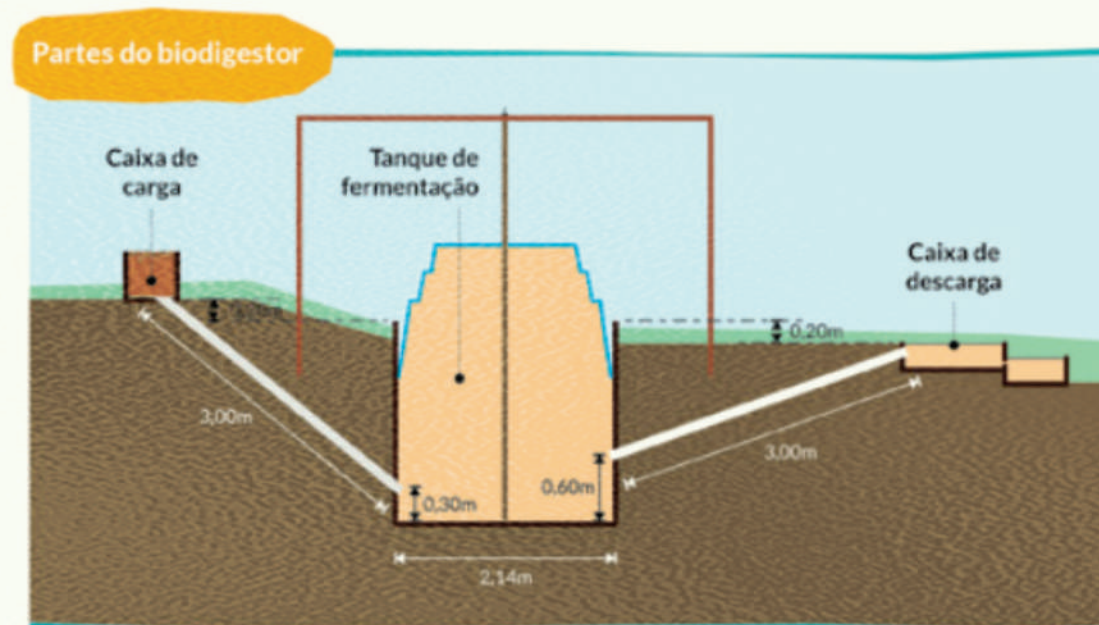
Mão de obra aplicada na construção do biodigestor

O biodigestor em questão foi construído durante o curso ministrado pelo engenheiro do SENAR e contou com a mão de obra desse engenheiro ministrante, do morador contemplado com o equipamento, dos moradores da localidade que também tinham interesse no equipamento e de servidores e estudantes da Universidade Federal do Oeste da Bahia. Dentre os executores havia pedreiros que possuíam conhecimentos relacionados à área e que ajudaram no processo. Para o processo todo foram gastos 5 dias de trabalho com a equipe toda. O valor dos materiais gira em torno de 4 mil reais, sendo que esse biodigestor é suficiente para abastecer até 3 casas.



1º Passo: Demarcando o local de construção do Biodigestor

O biodigestor é composto por três partes principais: caixa de carga, caixa ou tanque de fermentação e caixa de descarga, figura 4.



Fonte: Internet

Antes de começar a cavar foram feitas as marcações no chão onde foram construídas cada uma das três partes do biodigestor como nas três figuras seguintes.

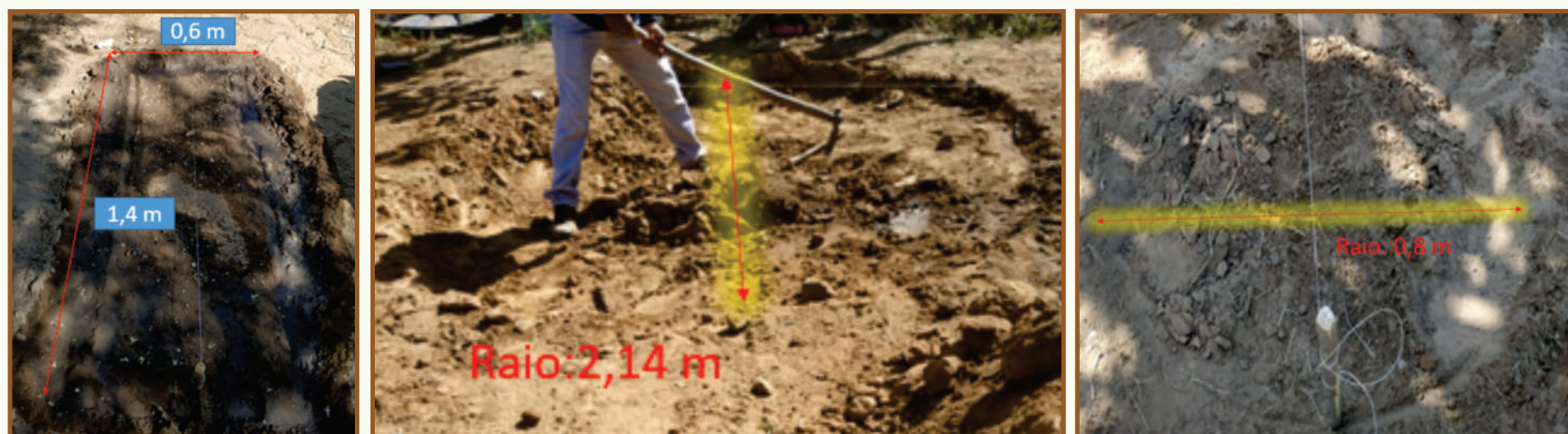


Figura 6 - Marcação da caixa de saída; Figura 7 - Marcação da caixa de fermentação; Figura 8 - Marcação da caixa de entrada



Em seguida foram cavados os buracos com as dimensões exigidas na figura 5.



Figura 9 - Início da abertura dos buracos

Na figura ao lado e abaixo é possível observar que os buracos cavados possuem formas geométricas, como: círculo, cilindro, retângulo, e dimensões como: profundidade, largura, comprimento e raio. É possível calcular também o volume de terra tirado de dentro do buraco.

CONHECENDO O BIODIGESTOR:
Produzindo energia e aprendendo Ciência



Figura 10 - Abertura do buraco para a construção do tanque de fermentação.



Fonte: freepik.com

2º passo: Construção das placas

O segundo passo foi confeccionar as placas de cimento para a construção do tanque de fermentação. Para isso foi confeccionada uma forma de madeira com as seguintes dimensões: 52 cm de altura por 49 de largura e formato côncavo (curvo) como pode ser observado na figura ao lado.

A caixa de fermentação é construída utilizando a mesma técnica de construção das caixas de placa do Programa de Cisterna do Governo Federal. Essa técnica de construção constitui uma alternativa de armazenamento de água de custo relativamente baixo.

Em seguida foi feita a preparação do solo onde seriam feitas as placas. Com a ajuda da forma construída e do solo arenoso foi feita a modelagem do solo arrastando a forma no chão até que o solo ficasse com o formato côncavo, figura 13.

A massa das placas foi feita na proporção de 3 partes de areia por uma de cimento. Essa proporção garante a impermeabilização e a resistência necessária para aguentar a pressão do líquido sobre as paredes da caixa.

Usando a forma de madeira foram confeccionadas 54 placas com a massa preparada anteriormente, sendo que em duas delas foi feito um furo com um cano de 100 mm de espessura e com uma inclinação de 45° para que sejam assentadas no local de entrada e de saída dos dejetos na caixa de fermentação como mostrado na figura ao lado.

Nessas duas primeiras partes da construção do biodigestor podemos notar diversas Unidades de Medida. Aqui pode ser discutido as várias unidades de medida usadas na escavação, como metros cúbicos, toneladas, etc. É importante destacar a importância de se utilizar unidades de medida consistentes e padronizadas para garantir a precisão e confiabilidade das medições. Pode-se destacar também a importância de medir com precisão a quantidade de material escavado para garantir que os projetos sejam executados dentro dos limites do orçamento e do tempo previsto.



Figura 11 - Confeção da forma



Figura 15 - Placas prontas para serem assentadas, detalhe para o buraco em 45° na primeira



Figura 13 - Preparação do solo para a confecção das placas de cimento

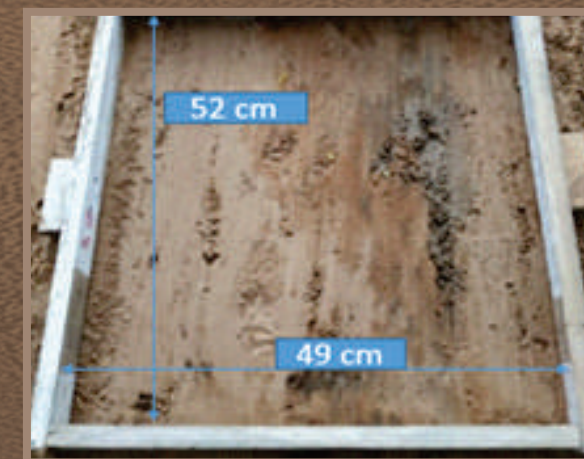


Figura 12 - Forma pronta



Figura 14 - Preparação da massa das placas





3º Passo: Construção do tanque de fermentação

Para a construção do tanque de fermentação primeiro você deve nivelar o fundo do buraco com um nível, depois faça uma argamassa com a proporção de 3 partes de areia por 2 de brita e 1 de cimento. Em seguida, no fundo do buraco, utilizando uma linha ou barbante ou qualquer material parecido com 1,1 m (um metro e dez centímetros) de comprimento e dois pregos fixos em suas pontas prenda um no chão no centro do buraco e utilize o outro com a linha esticada para fazer a marcação do círculo onde será feita a concretagem do fundo do tanque.

Enquanto isso faça uma grade de vergalhão de 8 ou 6 mm de diâmetro e concrete a no círculo demarcado anteriormente juntamente com um cano de ferro de 40 mm de diâmetro e 4,5 m de comprimento no centro do círculo. Esse cano servirá como cano guia para a caixa se movimentar para cima e para baixo quando o gás aumentar ou diminuir.

Enquanto o concreto secava uma madeira de 12cm de largura por 5 cm de espessura e 2,0 metro de comprimento foi parafusada nas bordas da caixa de fibra de vidro que é utilizada como depósito para o gás mantendo-a exatamente no meio da caixa.



Figura 16 - grade de vergalhão de 6 mm de diâmetro



Figura 17- cano de ferro de 40 mm fixado no centro do buraco



Figura 18- reforço no concreto do fundo do buraco



Figura 19 - madeira parafusada na extremidade da caixa

Feito isso, foi aberto um buraco no fundo da caixa bem no centro com uma serra copo de 75mm e rosqueado um flange de 75mm nesse buraco mantendo a parte rosqueada para fora. Aproveitamos também para colocar outro flange de 25mm no fundo da caixa que será por onde o biogás irá sair.

Depois, foi aberto um buraco com uma serra copo de 75mm até a metade da madeira e o restante com uma serra copo de 60mm. Lembrando que a parte do furo de 75mm de diâmetro deve ficar virada para dentro da caixa.

Após esses procedimentos, um cano de 75mm foi colado no flange e encaixado no buraco da madeira que foi parafusada na boca da caixa.

Depois do concreto seco colocou-se a caixa dentro do buraco onde foi construído o tanque de fermentação encaixando o cano guia, concretado no meio do buraco, dentro do cano de 75mm que foi fixado na caixa e feita a marcação em torno da borda da caixa para que ao tirá-la o pedreiro soubesse onde deveria assentar as placas de cimento.

As placas foram assentadas a aproximadamente 7cm da marcação para que depois de rebocada a caixa de fibra de vidro possa se movimentar para cima e para baixo com facilidade sem tocar nas beiradas das placas.

Com a marcação feita, foram assentadas as placas deixando-as com os furos feitos na primeira e segunda fiada de baixo para cima e direcionados para as caixas de entrada e saída respectivamente.



Figura 20 - flanges fixados no fundo da caixa



Figura 21 - abertura do furo na madeira



Figura 22 - Cano de 75 mm fixado na madeira e no fundo da caixa



Figura 23 - marcação do local onde serão assentadas as placas de cimento

A partir daí os pedreiros continuaram assentando as placas até formar as quatro fiadas. Após terminar de assentar as placas, foi feita a ligação entre as caixas com o cano de PVC de 100 mm, depois as paredes de placa da caixa foram amarradas por fora com arame galvanizado nº12, 4 amarrios por placa e em seguida, feito o reboco na parte de dentro.



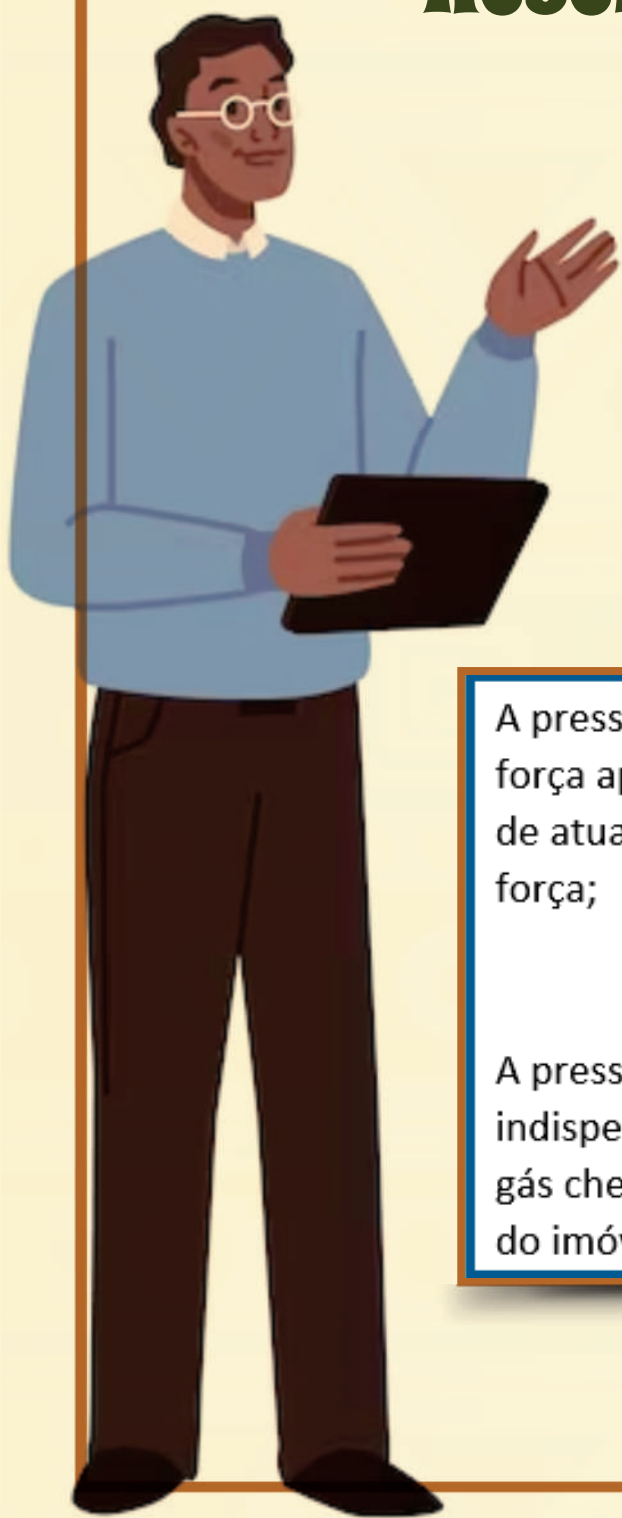
Figura 24 - Aprumação da placa com o buraco de entrada do dejetto



Figura 25 - alinhamento do buraco de saída do biofertilizante com a caixa de saída.

4° PASSO:

Colocação da Caixa/ Reservatório



A pressão é a razão da força aplicada sobre a área de atuação dessa mesma força;

$$p = \frac{f}{a}$$

A pressão sobre a caixa é indispensável para que o gás chegue até a cozinha do imóvel.



Figura 25 - anel de zinco sobre a caixa/
reservatório de gás



Figura 26 - três partes principais do biodigestor;
caixa de entrada, caixa de fermentação e
caixa de saída (por ordem de proximidade)

Utilizando um cano de 50 mm de pvc, foi feito o revestimento do cano guia para que o ferro não sofra corrosão ao entrar em contato com o gás sulfídrico presente na mistura.

Para dar seguimento no projeto foi colocada a caixa com a boca para baixo encaixando o cano guia dentro do cano de 75 mm fixado dentro da caixa e em seguida colocada uma trava de madeira na ponta do cano guia para impedir que a caixa seja arrancada de dentro do reservatório de dejetos pela pressão do gás.

Em cima do fundo da caixa de armazenamento do biogás é colocado um anel de zinco. Esse anel pode ser preenchido com terra e utilizado para a produção de um canteiro de legumes. O peso da terra irá fazer pressão suficiente para o biogás chegar ao fogão.

5° PASSO: Construção do Filtro Para a Filtragem do Gás Sulfídrico/ Instalação Até o Fogão

Os filtros têm uma enorme importância na purificação do biogás já que outros gases presentes na mistura como o dióxido de carbono, o sulfeto de hidrogênio e a amônia não são gases comburentes, além disso são prejudiciais à camada de ozônio.

Segundo Canever (2017) o gás sulfídrico e o dióxido de carbono são mais solúveis em água do que o metano. Essa especificidade do sulfeto de hidrogênio e do dióxido de carbono faz com que esses gases fiquem retidos na água, enquanto o metano não.

Para fazer o filtro foi utilizado uma bombona de 30 litros. O primeiro passo foi colocar duas flanges na tampa da bombona como na figura 28. Uma das entradas foi conectada à flange de 25 mm no fundo da caixa tanque e a outra ao cano de 25 mm que irá abastecer o fogão.



Após a instalação dos canos a bombona foi preenchida com água até uma altura aproximada de 25 cm. No flange que receberá o gás do biodigestor foi colado, por dentro da bombona, um pedaço de cano de forma que a ponta deste ficou mergulhada na água. Quando o gás chegar dentro da bombona, vindo do biodigestor, ele passará por dentro da água e com isso eliminará grande parte do dióxido de carbono e do gás sulfídrico presente no biogás, tornando-o mais puro.



Figura 27 - fixação dos flanges na tampa da bombona



Figura 29- esquema de encanação do gás no filtro



Figura 28 - registro do gás dentro da cozinha

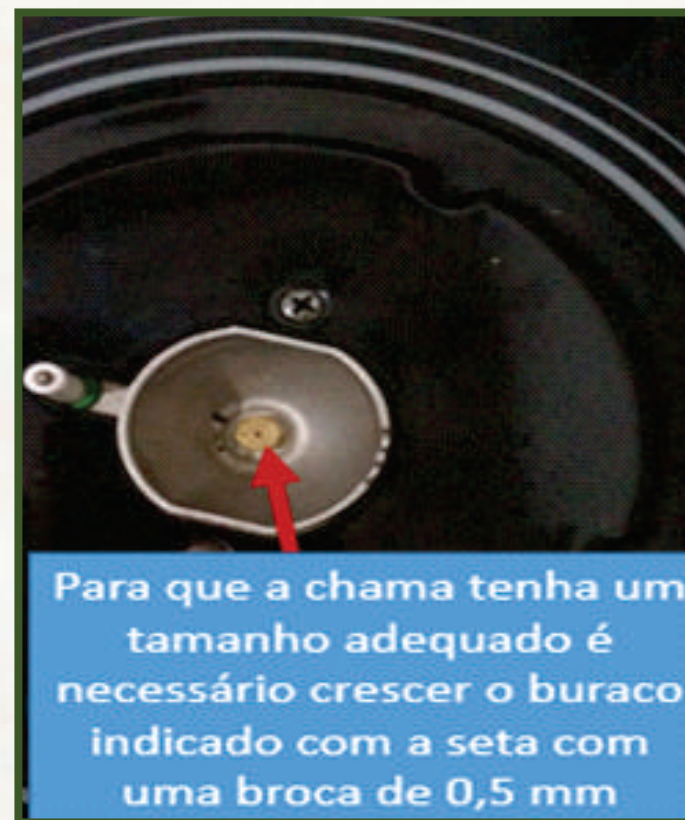


Figura 31 - preparação do fogão para utilização do biogás



Figura 30 - biogás sendo utilizado

Para levar o gás até o fogão na cozinha foi conectada uma mangueira flexível e resistente no flange de saída da bombona e depois ao cano de pvc que conduzirá o gás até a parede da cozinha onde será acoplada à mangueira do fogão.

Para utilizar o gás com mais eficiência no fogão basta aumentar o buraco da chama do fogão com uma broca de 0,5 mm e depois utilizar o gás normalmente para o cozimento dos alimentos.



O processo de filtragem do gás é essencial para a durabilidade do sistema. O gás sulfídrico ou sulfeto de hidrogênio, por exemplo, é altamente corrosivo. Caso não seja feito o filtro no sistema esse gás causará o enferrujamento das peças do fogão tornando-o inútil com o tempo.

6° PASSO: Alimentando o Biodigestor



Figura 33 abastecimento do biodigestor com esterco fresco



Figura 32 - Preparação do esterco com a água na caixa de entrada do biodigestor

Para alimentar o biodigestor basta misturar o esterco na proporção de uma parte de água para uma parte de esterco dentro da Caixa de entrada de dejetos do biodigestor e depois retirar a tampa do cano de 100 mm que levará essa mistura até a câmara de fermentação. Deve se encher a Caixa de dejetos até o ponto em que esta estiver à uns 20 cm da beirada da Caixa de placas e que essa mistura estiver começando a sair pelo cano da Caixa de saída.

Uma observação importante é que é necessário retirar todo o oxigênio dentro da câmara de gás logo após sua primeira alimentação. Para retirar o oxigênio basta abrir os registros e empurrar a caixa de armazenamento do gás para baixo, dentro dos dejetos, forçando todo o oxigênio a sair pela encanação.

Depois de uns 4 a 6 dias as bactérias já estarão produzindo gás suficiente para empurrar a caixa pra cima e conseqüentemente ser utilizado na cozinha. Daí em diante, com a alimentação diária ou a cada 2 ou 3 dias a produção do biogás será ininterrupta.

Logo ao lado é possível observar a transformação da energia química do gás em energia térmica e luminosa através da combustão do metano presente no biogás.

O biogás produzido a partir de esterco de animais é uma forma de obter energia renovável e sustentável. Portanto, diante das necessidades de diminuição do consumo de fontes não renováveis de energia, explorar fontes de energia renováveis alternativas e locais como o biogás é uma forma de reconhecer e valorizar os conhecimentos e atividades desenvolvidas abrindo espaço para o desenvolvimento local.



Quando a mistura de esterco e água chega até o tanque de fermentação ou caixa de fermentação feita de placas de cimento as bactérias anaeróbicas que são oriundas do trato digestivo dos animais começam a se desenvolver e a fazer a digestão da matéria orgânica (esterco) e nesse processo liberam o biogás.



Cuidados com a segurança e com o equipamento:

O biogás, em função da sua constituição, apresenta os mesmos riscos que o gás GLP, gás de cozinha, como: propriedades asfixiantes (sufocamento), corrosividade e toxicidade do sulfeto de hidrogênio (H₂S), toxicidade da amônia (NH₃), além da inflamabilidade do metano (CH₄) e hidrogênio (H₂) também devem ser considerados. (DO AMARAL; STEINMETZ; KUNZ, 2019, p. 22)



Para a segurança dos envolvidos é necessário ter alguns cuidados para minimizar esses riscos.

- Verificar com frequência o nível do resíduo dentro no biodigestor;*
- Verificar com frequência se o cano de descarga não está entupido;*
- Verificar com frequência se não há vazamento nas conexões de PVC e nos filtros utilizando uma esponja com detergente para verificar possíveis vazamentos;*
 - Verificar com frequência o volume de água no filtro sobre a caixa.*
 - Verificar com frequência as condições do filtro de lã de aço e fazer a sua troca periódica de acordo com a necessidade;*
 - Verificar com frequência se os exaustores e filtro de desumidificação do gás estão com volume adequado de água e se estão limpos;*



Cuidados com a segurança e com o equipamento:

- Procurar manter o ambiente do fogão em local arejado;
- Fazer conferência dos pontos de junção da encanação do gás com periodicidade;
- Observar o nível do gás diariamente através da posição da caixa reservatório em relação à caixa de rejeitos;



- Evitar, através de cerca com tela que animais tenham contato com o biodigestor e com as suas caixas de entrada e saída;
- Não utilizar, de forma alguma, o fogo para testes de vazamento nas conexões;
- Não fumar e nem manusear fogo próximo aos filtros, encanações e ao biodigestor;
- Não acumular o gás no biodigestor em funcionamento de forma a exceder os níveis estabelecidos.
- Girar sempre a caixa de polietileno para um lado e para o outro evitando sempre que as conexões entre em contato com as outras partes da estrutura evitando assim quebrar trincar essas partes
- Evitar o plantio de árvores próximo ao biodigestor para que essas não façam sombra e que as raízes dessas plantas causem estragos na sua estrutura.
- Proceder os mesmos cuidados com as instalações do gás GLP com as instalações de biogás.
- O registro do gás deve ser fechado todos os dias para evitar fugas de gás para a atmosfera.



Aprofundando mais um pouco...



Além de fornecer gás de cozinha, o biodigestor caseiro que aprendemos a construir nas páginas anteriores possui outras funções.

As três funções básicas desse biodigestor são: produzir biogás, tratar dejetos e produzir biofertilizante. A primeira função que foi explorada no biodigestor foi o tratamento de dejetos na Índia e na China. Só por volta da década de 60 e 70 do século passado, com a crise do petróleo, é que o biogás passou a ser mais utilizado como alternativa ao gás GLP e outras fontes de energia. Aos poucos as possibilidades oferecidas por esse equipamento foram sendo ampliadas através das pesquisas (KARLSSON et. al, 2014).

Segundo Karlsson et. al (2014), a produção do biogás é dependente de outros fatores como PH e temperatura. Essas grandezas tem um papel importante no aumento e manutenção da produção do biogás já que cada grupo de bactérias sobrevive à uma determinada temperatura e PH da mistura, sendo necessário conhecimentos sobre tais questões para otimizar a produção.

A produção de biogás a partir de esterco de animais pode ser benéfica em vários aspectos. Além de fornecer uma fonte de energia limpa e renovável, o processo também ajuda a reduzir o mau cheiro e a poluição do ar causados pelo esterco e a melhorar as condições sanitárias em fazendas e instalações agrícolas. Além disso, o biogás produzido pode ser utilizado como fonte de energia para cozinhar, iluminar e aquecer, ajudando a reduzir a dependência de fontes de energia não renováveis e caras.

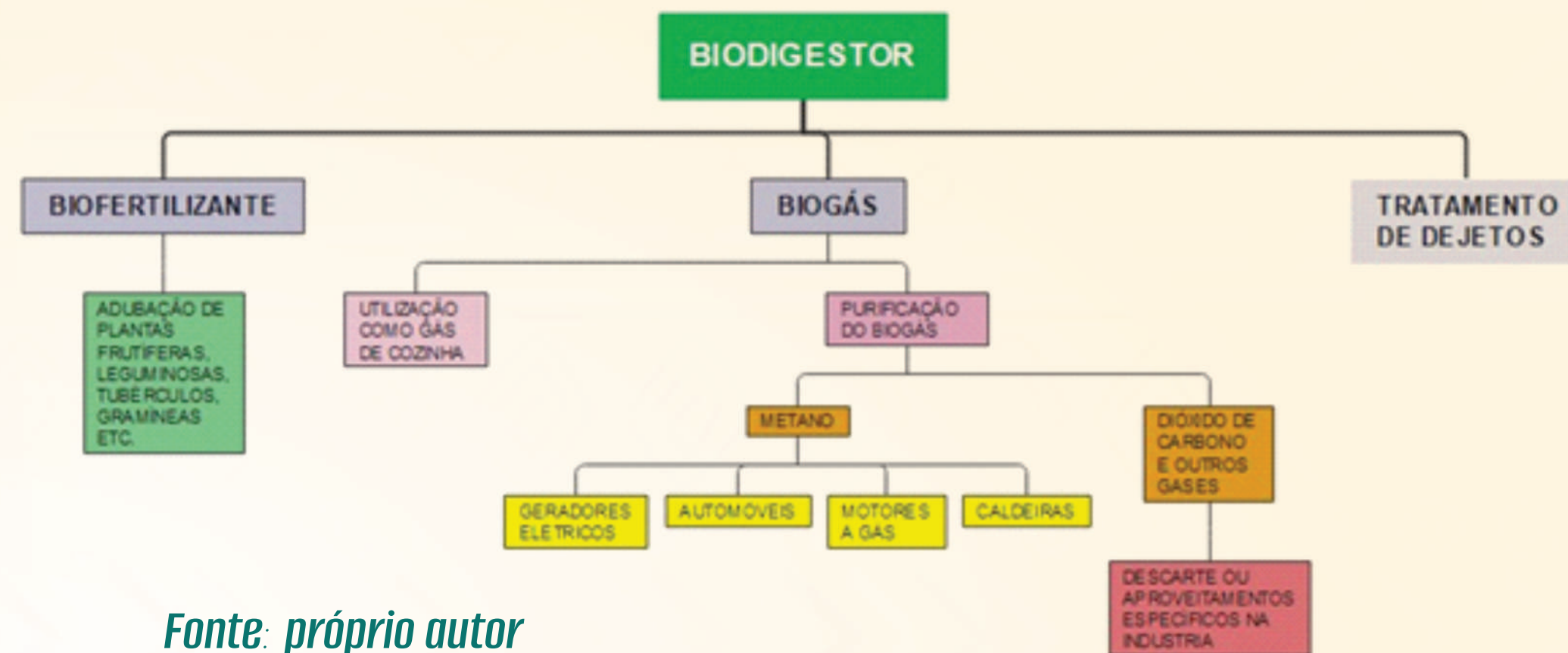
No entanto, é importante lembrar que a produção de biogás a partir de esterco de animais requer uma gestão adequada do resíduo, para garantir que ele não cause impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana. Além disso, é preciso ter cuidado para garantir que o processo de produção de biogás seja eficiente e rentável, para torná-lo uma opção viável para os agricultores e pecuaristas.

Em escala caseira, com um biodigestor mais simples construído artesanalmente, é possível extrair dois produtos do biodigestor; biogás e biofertilizante. Enquanto em escala industrial os biodigestores modernos conseguem fornecer vários produtos através do tratamento do biogás, obtendo outros subprodutos como o metano e o carbono, através de uma produção mais controlada

Ao lado temos um esquema detalhando cada um dos produtos e subprodutos da produção do biogás.

O biogás é uma mistura gasosa com um bom poder de combustão. Sua composição típica tem algo em torno de 60% de metano (CH_4), 35% de gás carbônico (CO_2) e 5% de outros gases como: nitrogênio, amônia, gás sulfídrico, monóxido de carbono e oxigênio

Através da purificação do biogás obtém-se o gás metano (CH_4), dependendo da necessidade do produtor esse gás pode ter a sua molécula quebrada de onde se extrai um combustível ainda mais potente que é o hidrogênio. Esse combustível pode ser utilizado na indústria de produção de ferro, na locomoção em carros etc. e é considerado por muitos como o combustível do futuro. Atualmente precisamos investir mais em ciência básica para que seja possível aproveitar melhor essa energia. Quando ele é extraído do biogás é considerado um combustível verde por ser obtido de fonte renovável.



Fonte: próprio autor

Além do biogás, o biodigestor produz também o biofertilizante que é a mistura resultante da decomposição anaeróbica dos resíduos sólidos. Essa mistura não possui substâncias inoculantes já que durante o processo de biodegradação esse material é submetido à grandes temperaturas que tornam esse material não prejudicial à saúde humana ao solo e nem aos animais.

O biofertilizante é um excelente adubo orgânico e concentra os principais elementos químicos essenciais para as plantas; nitrogênio (N), Fósforo (P) e potássio (K); além disso ele possui diversos outros elementos que ajudam não só na adubação direta como facilita a absorção pelas plantas de outros elementos químicos importantes. Na forma mineral, extraído de rochas, esse fertilizante é conhecido em lojas de produtos agrícolas como NPK.

Inclusive "Microrganismos que aprimoram a produção agrícola são foco de pesquisas da Embrapa Agrobiologia (RJ) que já apontaram bactérias e fungos que estimulam o desenvolvimento das plantas ou as defendem de outras doenças" (MORO; COPPI; PRSYBYCIEM, 2020, p. 13). A partir desses dados pode-se afirmar que o biofertilizante completa todo o ciclo natural da matéria, obedecendo ao princípio de Lavoizier.



IMPACTOS POSITIVOS DA PRODUÇÃO DO BIOGÁS

- *Redução de lixo orgânico*
- *Possibilidade de redução de matéria orgânica nos aterros sanitários e lixões que ainda existem Brasil a fora.*
- *Reaproveitamento de outros materiais recicláveis já que esses passariam a ser separados do lixo orgânico facilitando a aquisição desses materiais por cooperativas*
- *Melhoramento das condições financeiras da sociedade em geral*
- *Diminuição da dependência de adubos químicos comprados do exterior.*
- *Diminuição dos custos com saúde pública devido às doenças causadas pelo lixo e a sua mal armazenamento.*



O BIOGÁS E SUAS POSSIBILIDADES NA COMUNIDADE ARAÇÁ/CARIACÁ

Agora vamos analisar as atividades desenvolvidas na comunidade e identificar as possibilidades de utilização dos recursos locais como matéria prima para a produção de biogás e que podem significar possibilidades de crescimento local.

Uma das principais características da comunidade Araçá/Cariacá são as atividades na agricultura e pecuária. Essas atividades são geradoras de resíduos, portanto podem ser utilizadas para gerar matéria prima para biodigestores e fornecer elementos para o ensino de ciências.

Ciências da natureza e suas abordagens no biodigestor

Note que durante a construção do biodigestor fomos levantando diversos conhecimentos científicos envolvidos. Esses conhecimentos envolvem diversas disciplinas do ensino fundamental denotando a necessidade de se trabalhar de forma interdisciplinar os conteúdos aqui presentes.

Dentro da disciplina Ciências, que contempla as disciplinas de Física, Química e Biologia podemos levantar outros temas e reforçar aqueles que já destacamos.

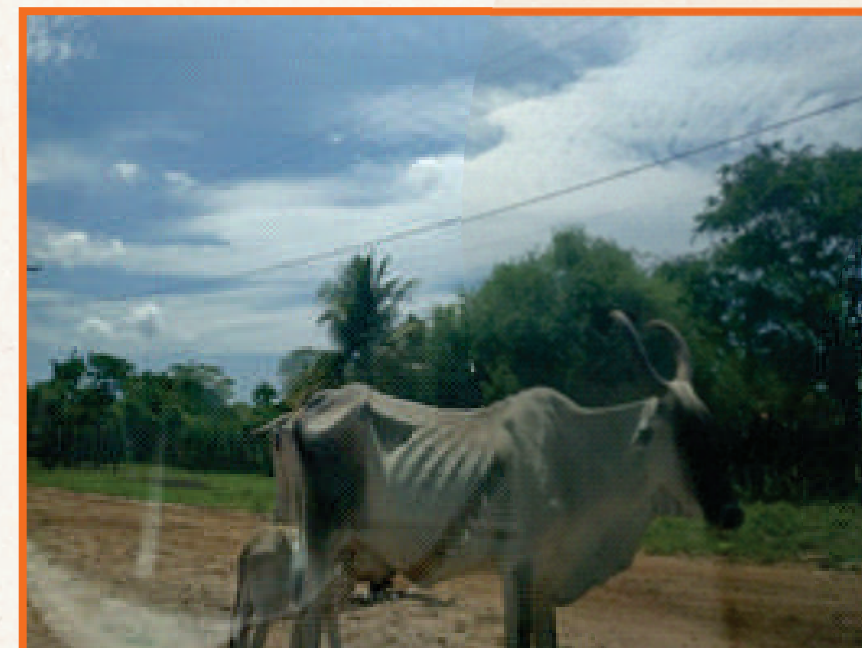
O processo de fermentação do esterco dentro do biodigestor, por exemplo, pode ser estudado na Biologia, na Química e na Física. As três disciplinas podem ser estudadas sob o ponto de vista das transformações ocorridas no processo, como: transformação e conservação da energia, estado da matéria, gases, pressão dos gases, microrganismos e temperatura, conservação da massa, composição da matéria orgânica e inorgânica, volume, densidade, massa, misturas, fases, termodinâmica, energia cinética e calor (SILVA, 2015).



**MATÉRIA PRIMA PARA
A PRODUÇÃO DE BIOGÁS
NA COMUNIDADE**



***Esterco de qualquer animal
(inclusive fezes humanas)***



**MATÉRIA PRIMA PARA
A PRODUÇÃO DE BIOGÁS
NA COMUNIDADE**



Bagaçõ de Cana



Fonte: freepik.com

Manipueira



**Restos de Frutas
e Verduras**



Lixo Orgânico



Vísceras de Peixes



MATÉRIA PRIMA PARA A PRODUÇÃO DE BIOGÁS NA COMUNIDADE



Vísceras de Aves (penas, sangue, tripa e gordura);



Fonte: freepik.com

Todas as atividades apresentadas são produtoras de resíduos e podem ser utilizadas como matéria prima para a produção de biogás, porém é preciso trabalhar o olhar das pessoas para enxergar essas possibilidades.

Dessas atividades vamos destacar a produção de mandioca. Na mesa do quilombola a mandioca é consumida de diversas formas e em todas elas geram algum tipo de resíduo como as cascas ou então a manipueira que é resultante do processo de produção da farinha e do polvilho realizada na casa de farinha da comunidade.

A abordagem dessas questões também abre espaço para a discussão de outros temas externos e internos à comunidade, como a importância da separação e tratamento do lixo, tratamento de esgoto, redução das queimadas e consequente preservação do meio ambiente. Todas essas questões vão ao encontro do tema desenvolvido na cartilha, produção de energia limpa e os impactos resultantes.

EQUAÇÕES PARA O CÁLCULO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS

A matemática é uma ferramenta fundamental, com ela pode-se trabalhar para prever o comportamento do processo envolvido. Dentre as relações (leis) matemáticas inclui-se por exemplo: balanço de massa para prever a entrada e saída da matéria prima na unidade produtora. Reconhecer o comportamento cinético descrevendo tempo de produção útil da matéria prima, esterco entre outras questões.

Na próxima seção será discutida as relações matemáticas entre o dimensionamento e capacidade de produção de biogás em biodigestores caseiros.

Fonte: freepik.com



Equação 1:
Dimensionamento da
capacidade do
biodigestor.

$$VBm3 = \frac{VDT \cdot QTAun \cdot TRH}{1000}$$

Onde: VBm3: volume do
biodigestor em metros
cúbicos

VDT: volume de dejetos
total

QTAun: quantidade total
de animais

TRH: tempo de retenção
hidráulica

Equação 2: Cálculo de toneladas de
biogás por ano

$$\text{Ton.biogásano} = \frac{QTAun \cdot Tdias \cdot BGMdia \cdot M.esp.Biogás}{1000}$$

Onde: QTAun: quantidade total de animais

T dias: tempo em dias

BGM dia: biogás gerado por matriz por dia

M.espbiogás: massa específica do biogás

Equação 3: Cálculo de toneladas de metano
(CH4) por ano.

$$\text{Ton. metano ano} = \text{Ton. biogásano} \cdot 60\%$$

Equação 4: Cálculo de toneladas de
óxido nitroso (N2O) por ano.

$$\text{Ton.óxido.nitroso} = \text{Ton.biogásano} \cdot 14\%$$

Equação 5: Cálculo de toneladas métricas de dióxido de carbono (CO2)
reduzidas por ano.

$$\text{Ton. métrica. CO}_2 / \text{ano} = \text{Ton. metanoano} + \text{Ton. óxido. nitroso ano}$$

Equação 6: Cálculo da energia elétrica total gerada
por ano com a queima do CH4.

$$E. total. KW \text{ ano} = \frac{V. total. CH4m3 / \text{ano} \cdot KW}{m3CH4queimado \cdot EF}$$

EQUIVALÊNCIA ENERGÉTICA DO BIOGÁS

Abaixo temos alguns tipos de energia e a sua equivalência em relação ao biogás.

BIOGÁS	GÁS GLP	GASOLINA	ÓLEO DIESEL	ALCOOL	ELETRICIDADE	LENHA
1 m ³	0,4 kg	0,61 a 0,7 litros	0,55 litros	0,8 litros	1,25 A 1,43 kWh	1,6 a 3,5 KG

Fonte: Adaptado de Alves, Inoue e Borges, (2010)

Considerando que a comunidade Araçá/Cariacá tenha em torno de 140 casas e que cada casa usa em torno de um botijão de gás por mês; que cada botijão possua 13 kg de gás; que cada 1 kg de gás GLP equivale a 1 kg de biogás; que cada 1 kg de biogás equivale à energia de aproximadamente 7 kg de lenha. Isso equivale a dizer que em cada casa o consumo mensal de lenha seria de aproximadamente 90 kg e que anualmente seria o equivalente a aproximadamente 1000 kg de lenha.

Se em todas as casas da comunidade fosse utilizada apenas a lenha para o cozimento dos alimentos isso daria em torno de 140 toneladas de lenha por ano o que representa uma área considerável desmatada todos os anos para abastecer as casas da comunidade. Se essa equivalência for feita com o gás de cozinha, GLP, temos que: cada casa consome 1 botijão de gás por mês; cada botijão está custando uma média de 110 reais; o consumo de uma casa anualmente gira em torno de 1300 reais de gás; como a comunidade possui 140 casas, o consumo de gás na comunidade gira em torno de 180.000 reais por ano. Isso demonstra o quanto essa fonte de energia representa um potencial econômico, social e educacional para a comunidade Araçá/Cariacá.

Agora chegou a sua vez de colocar a mão na massa...

Como o biodigestor apresentado no início da cartilha possui dimensão maior e exige mão de obra e materiais de custo mais alto para a sua confecção, vamos construir um mini biodigestor para que possamos entender melhor o processo de produção do biogás e comprovar o funcionamento deste equipamento aí na sua escola juntamente com seu professor e seus colegas.

A seguir vamos mostrar a forma mais simples possível de se fazer um biodigestor para a produção de biogás:

1º passo: escolha do material para a câmara de gás e a matéria orgânica.

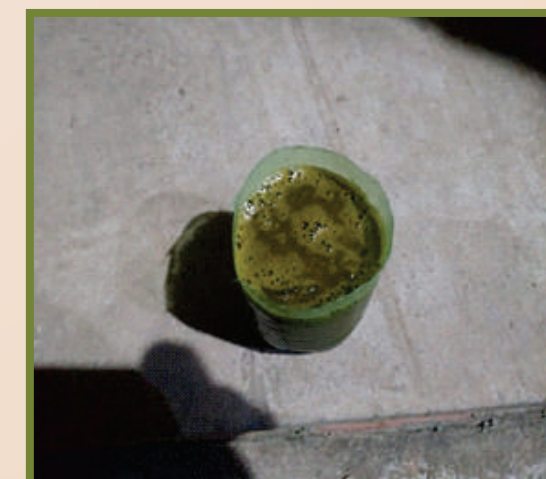
Para o nosso experimento utilizaremos:

- 01 par de luvas de borracha
- 01 funil
- 01 garrafa pet de 2 litros
- 01 balão de festa
- 0,5 litros de esterco de gado
- 0,5 litros de água sem produtos



2º passo: montagem do mini biodigestor

- Misture o esterco fresco com a água
- Utilizando o funil coloque a mistura dentro da garrafa pet
- Em seguida coloque o balão de festa na boca da garrafa;
- Coloque a garrafa em local quente e arejado.



3º passo: obtenção do gás

Depois de uns 5 dias as bactérias terão produzido o gás que começará a encher o balão.

Sugestões de Leitura...



Caso você, professor, queira ir mais a fundo vamos te sugerir mais alguns vídeos e textos que você pode usar para compreender melhor o biodigestor e a grande quantidade de possibilidades oferecidas por ele.

Política nacional de resíduos sólidos.

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10388.htm

Possibilidades de utilização das impurezas do biogás

<https://www.geobiogas.tech/noticias/brasil-produz-hidrogenio-verde-a-partir-da-cana-de-acucar-em-feito-inedito>

CNI aponta caminhos para Brasil adotar hidrogênio sustentável como nova fronteira energética

<https://portalods.com.br/noticias/cni-aponta-caminhos-para-brasil-adotar-hidrogenio-sustentavel-como-nova-fronteira-energetica/>

Biogás: evolução recente e potencial de uma nova fronteira de energia renovável para o Brasil

<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/20801>

Simulação propriedade dos gases.

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/gas-properties>

REFERÊNCIAS

CANEVER, Víctor Bruno. Me. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, march 2017. STUDY OF BIOGAS PURIFICATION FOR ENERGY PROPOUSES USING A LOW COST WATER SCRUBBER AS PURIFICATION METHOD. Dr. Reinaldo Aparecido Bariccatti and Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza.

CARVALHO, Franciely Lorenzon et al. Ensino remoto de Ciências utilizando o Whatsapp: construção de um biodigestor como método educacional na Pedagogia da alternância. In: Anais do CIET: EnPED: 2020-(Congresso Internacional de Educação e Tecnologias| Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância). 2020.

CARVALHO, Tobias; NOLASCO, Marcelo Antunes; Créditos de carbono e geração de energia com uso de biodigestores no tratamento de dejetos suínos, Rev. Acad., Curitiba, v.4, n.3, p. 23-32, jul./set. 2006.

COELHO, Suani Teixeira. Et al; Tecnologias de produção e uso de biogás e biometano: Part. I Biogás; Part. II Biometano.– Sao Paulo: IEE-USP, 2018.

DO AMARAL, André Cestonaro; STEINMETZ, Ricardo Luis Radis; KUNZ, Airton. OS BIODIGESTORES. 2019.

Energia renovável chega a quase 50% da matriz energética brasileira. <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/08/energia-renovavel-chega-a-quase-50-da-matriz-eletrica-brasileira-1>

MORO, Fernanda Teresa; COPPI, Paulo; PRSYBYCIEM, Moises Marques. Construção de um

KARLSSON, Tommy [et al]. Manual básico de biogás - Lajeado: Ed. da Univates, 2014. 69 p.

KUNS, Airton; HIGARASHI, Martha Mayumi; OLIVEIRA, Paulo Armando Victoria de; Tecnologias para o tratamento de resíduos de animais: Biodigestão e compostagem. In: PALHAES, Julio Cesar Pascale; Gleber, Luciano; (editores técnicos). Gestão ambiental na agropecuária. V. 2. Brasília-DF: Embrapa, 2014. P. 235-283.

PRIMAVESI, O. A pecuária de corte brasileira e o aquecimento global. Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP, Ano 1, nº 1, nov. 2007.

Sousa et al. Produção de biogás a partir de resíduos orgânicos: uma revisão

FONTES DE FIGURAS

Bactérias Anaeróbicas

<https://www.pinterest.ca/pin/268386459013962423/>

<https://coggle.it/diagram/YC8bpi31dxhAy-LV/t/os-tr%C3%AAs-dom%C3%ADnios>

Representação de um biodigestor

https://lh3.googleusercontent.com/proxy/-FwssxZ78Ju__wes2fkl9nEZwBMNNeQNvFs0YKw8g_6YpiAtF8de__rly__FsKs6xGbqdU6oQ__SMWFwHBymCzUCpdaZGL3I__Yt9dpfBlw=w1200-h630-p-k-no-nu

Modelo do biodigestor com suas respectivas dimensões

<https://www.fbb.org.br/images/Editais/COPASA/2019/Biodigestor%20Sertanejo.pdf>



UNEB
UNIVERSIDADE DO
ESTADO DA BAHIA



PPGELS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO, LINGUAGEM E SOCIEDADE