



PROJETO
DOM HELDER
CÂMARA



Diaconia

Manual do Biodigestor Sertanejo

Luis Cláudio Mattos
Mário Farias Júnior





O Projeto Dom Helder Camara é uma ação descentralizada do Ministério do Desenvolvimento Agrário, através da Secretaria de Desenvolvimento Territorial, de combate à pobreza e apoio ao desenvolvimento rural sustentável no Nordeste Semiárido.

O Projeto é implementado, com recursos do Governo Federal, do Fundo Internacional para Desenvolvimento da Agricultura (FIDA) e do Global Environment Facility (GEF).

Tem como objetivo o desenvolvimento humano e sustentável integrando os seus componentes social, econômico, político, ambiental, cultural, tecnológico e institucional, tendo famílias agricultoras de comunidades rurais e Assentamentos de Reforma Agrária como protagonistas deste processo.

A execução deste trabalho rompe paradigmas e estabelece novas referências de Assistência Técnica, permanente, participativa e inovadora, superando o conceito clássico de extensão rural como ação unidirecional de transferência de tecnologia. Para tanto, o Projeto cria sinergias com os setores dinâmicos da sociedade civil, do setor privado e das esferas públicas federais, estaduais e municipais.

O Projeto Dom Helder Camara atua diretamente com mais de 15.000 famílias, distribuídas em 337 comunidades, 77 municípios e 8 territórios da cidadania de seis Estados da Região Nordeste.



Manual do Biodigestor Sertanejo

Luis Cláudio Mattos
Mário Farias Júnior

Projeto Manejo Sustentável de Terras no Sertão

Edição do Projeto Dom Helder Camara
Recife | 2011



Secretaria de
Desenvolvimento Territorial
Ministério do
Desenvolvimento Agrário



Concepção Técnica:
Mário Farias Jr.

Textos:
Luis Cláudio Mattos

Fotografias:
Antônio Melcop, Acervo Diaconia e Acervo PDHC

Ilustrações:
Luis Cláudio Mattos (usando SketchUp 8)

Foto da capa:
Antônio Melcop

Projeto gráfico:
Tríade Design

Produção:
Projeto Dom Helder Camara
Secretaria de Desenvolvimento Territorial
Ministério do Desenvolvimento Agrário
Governo do Brasil

Co-produção:
Diaconia

Apoio:
FIDA e GEF

Tiragem:
3.000 exemplares
(download disponível em www.projetodomhelder.gov.br)

Agradecimentos especiais a Ismael Mendes, Iracy Souza, Geraldo Nobre, Maria Nobre, Espedito Rufino, Felipe Jalfim, Jucier Jorge, Joseilton Evangelista, Adriana Amâncio, Ricardo Blackburn, Tainah Regueira, Joel Krehbiel, Gilmar e Maria da Paz Galdino Genésio (capa) e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para esta publicação.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP
Ana Catarina Macêdo CRB - 1781

M435m Mattos, Luis Cláudio
Manual do biodigestor sertanejo / Luis Cláudio Mattos, Mário Farias Júnior. – Recife:
Projeto Dom Helder Camara, 2011.
55 p. : il.

ISBN: 978-85-64154-01-8

1. Biodigestor 2. Biogás 3. Meio ambiente 4. Fontes alternativas de energia 5.
Agricultura familiar 6. Tecnologia apropriada 7. Inovações agrícolas I. Farias Júnior, Mário II.
Título.

CDU 662.767.2 (2. ed.)
CDD 665.776 (22. ed.)

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 5

INTRODUÇÃO 6

O QUE É UM BIODIGESTOR? 7

FAZENDO A DIFERENÇA NA ROÇA 8

COMO CONSTRUIR UM BIODIGESTOR? 10

Escolha do local e escavação 10

Confecção das placas 12

Tanque do biodigestor (em placas) 14

Piso 14

Cano de guia (centro) 15

Trave de segurança 18

Sapata-base do cano guia do tanque 19

Construção da parede do tanque de placas 19

Construção dos batentes de fundo 22

Finalização do tanque de placas – acabamento interno e externo 22

Caixa de carga 24

Sistema de descarga 25

Câmara de biocombustão (caixa em fibra) 27

Preparação da caixa de fibra que servirá de câmara de biocombustão 27

Cano guia da caixa de fibra 32

Base do cano guia da caixa de fibra 32

Lastro da caixa de fibra 34

Tubulação de gás 37

Filtro de impurezas no biogás 37

Sistema de drenagem 43

Adaptação do fogão 45

MANEJO DO BIODIGESTOR 47

Emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) 49

APÊNDICE 52

A EXPERIÊNCIA DE ISMAEL MENDES E SUA FAMÍLIA 54

APRESENTAÇÃO

É com prazer e satisfação que o Projeto Dom Helder Camara e a Diaconia estão lançando este manual sobre Biodigestores.

Esta é uma das iniciativas do Projeto Dom Helder Camara - Ministério do Desenvolvimento Agrário, Fundo Internacional para o Desenvolvimento da Agricultura (FIDA) e Global Environment Facility (GEF) – em parceria com Diaconia na região semiárida brasileira.

Motivados por investimentos realizados pelo Projeto Dom Helder Camara (PDHC) e sua rede de parcerias da Assessoria Técnica Permanente, muitas famílias têm despertado interesse pela implantação de biodigestores como fonte alternativa ou complementar de biogás combustível, em substituição à lenha, ao carvão vegetal e ao gás liquefeito de petróleo (GLP), que têm maior impacto sobre o ambiente.

Este trabalho é também, e principalmente, fruto do esforço de experimentação e investigação de agricultores e agricultoras no campo. Com seus saberes locais e capacidades de observação, aliam o apoio técnico de entidades parceiras para aprimorar seus modos de vida, demonstrando ser possível promover desenvolvimento na região ao mesmo tempo em que se preserva o meio ambiente.

Um dos fatores de sucesso do modelo de biodigestor aqui apresentado está relacionado às suas características. O baixo custo, a utilização de materiais disponíveis nos armazéns de construção locais, e a manutenção simples facilitam enormemente a sua replicação no interior sertanejo. As famílias beneficiárias que dispõem deste modelo de biodigestores manifestam satisfação ao relatar os efeitos sobre os vários aspectos da vida doméstica.

A principal motivação para a produção deste manual foi oferecer um registro do estado da arte destes biodigestores, tornando esta tecnologia acessível a outras famílias de agricultores dentro e fora da região semiárida.

Espedito Rufino
Diretor do Projeto Dom Helder Camara

Carlos Queiroz
Diretor Executivo da Diaconia

INTRODUÇÃO

O avanço do desmatamento e a destruição da vegetação caatinga têm gerado uma preocupação crescente sobre estratégias de preservação deste bioma. O uso doméstico não sustentável da lenha é uma das principais causas do desaparecimento da vegetação.

Muitas famílias na zona rural, em função do desmatamento que leva a uma dificuldade de obtenção de lenha, já adotaram fogões a gás – Gás Liquefeito de Petróleo ou GLP - um combustível fóssil e, portanto, não renovável. Mas mesmo sendo a lenha uma fonte de energia potencialmente renovável, seu uso tem sido em geral pouco racional, muito acima da capacidade natural de renovação da vegetação.

Ou seja, se antes o uso da lenha ou carvão vegetal significava ao menos a autonomia de recursos na propriedade, a adoção de GLP como fonte de energia tem representado atualmente um fator de dependência das famílias rurais da região. A substituição da lenha e carvão vegetal pelo GLP tem portanto impactos sobre a economia doméstica, e é um fator preocupante para certas famílias.

A implantação de biodigestores responde positivamente a estas questões. O esterco, que é a matéria-prima para a produção do biogás, é produzido na propriedade onde são instalados. Isso mantém a autonomia da família em relação ao principal combustível doméstico. Além disso, a manutenção simples não compromete as demais atividades da unidade de produção. Os volumes de biogás, aliado às suas propriedades, atendem à demanda com qualidade e eficiência.

Este manual apresenta os detalhes da estrutura do biodigestor proposto, indicando as partes e especificando o material necessário à sua construção. No fim, há um capítulo dedicado ao manejo do biodigestor e outro contendo uma breve consideração sobre o balanço de emissões de gases de efeito estufa com base em uma projeção estudada pela equipe do Projeto Dom Helder Camara.

O QUE É UM BIODIGESTOR?

Biodigestor é um equipamento que transforma o esterco de curral em gás (Biogás) inflamável, que pode substituir o gás de cozinha comprado em botijões (Gás Liquefeito de Petróleo ou GLP).

O biogás é uma mistura de vários tipos de gases. O metano, principal componente do biogás, não tem cheiro, cor ou sabor, mas outros gases da mistura podem conferir um ligeiro odor de alho ou de ovo podre, que através de um processo simples de filtragem podem ser facilmente eliminados da composição do biogás. Pode-se afirmar com segurança que o uso do biogás na cozinha é higiênico, não desprende fumaça e não deixa resíduos nas panelas.

O processo de geração de biogás é realizado por microorganismos (bactérias) que existem no próprio esterco, e acontece naturalmente quando ele se encontra em um ambiente onde não exista oxigênio. Após passar pelo biodigestor, o esterco se transforma em uma fração gasosa (biogás), uma líquida e outra sólida. Estas duas últimas são subprodutos que podem ser usados como fertilizante na agricultura e/ou criação de peixes.

Os biodigestores no Brasil não são novidade. Eles foram introduzidos no país tomando-se como base modelos provenientes da China e Índia. O modelo apresentado neste manual é inspirado no modelo indiano, mas adaptado aos materiais disponíveis em praticamente todas as lojas de material de construção das cidades do interior do país. E utilizou-se da tecnologia empregada nas cisternas de placas, largamente difundidas na Região Semiárida Brasileira.

FAZENDO A DIFERENÇA NA ROÇA

A EXPERIÊNCIA DA FAMÍLIA NOBRE, NO SERTÃO DO PAJEÚ



Foto: Acervo Diaconia

Na comunidade de Santo Antônio II, município de Afogados da Ingazeira, mora o casal de agricultores Geraldo Cavalcanti Nobre e Maria José Moraes Nobre, também conhecida como dona Nalda. Eles vivem na localidade há 18 anos e possuem quatro filhos: Patrícia (20 anos), Marcos Antônio (17 anos), Liliane (13 anos), e José Marconi (11 anos).

A família tem um pouco de tudo na propriedade. Cisterna para água de beber; barreiro; biodigestor; cerca elétrica à base de energia solar; plantio irrigado; e, como não poderia deixar de ser, uma área de roçado de sequeiro. O Rio Pajeú, corta a propriedade. É dele que sai a água para irrigação. Para plantar, a família não utiliza veneno. Na área irrigada, eles produzem alface, coentro, cebola, abobrinha, manga, limão, banana, mamão e pinha. Tem também um pouco de capim, para alimentar os animais. No sequeiro são produzidos mandioca, macaxeira, feijão, milho, abóbora e manga.

O casal conta que sempre produziu para consumo da família. Há dois anos, porém, mudaram a forma de trabalhar, e passaram a praticar agroecologia. Depois do consumo, o que sobra, dona Nalda comercializa na feira agroecológica da cidade. “Agora a gente sabe o que come”, disse Seu Geraldo.

Em janeiro de 2011, a família passou a ter um biodigestor que produz gás para cozinhar, que foi o resultado da parceria entre a Diaconia e o Projeto Dom Helder Camara (PDHC). Com isso, a família passou a economizar cerca de R\$ 40,00 por mês. “Um botijão de gás só passava três semanas aqui em casa. Agora não gastamos mais dinheiro, o trabalho que temos é só abastecer o biodigestor todos os dias uma vez pela manhã”, conta Dona Nalda. “Com o esterco do gado é possível produzir gás de cozinha e biofertilizante para as plantas”.

Antes de construir o biodigestor, Seu Geraldo participou de um intercâmbio de troca de experiências na Paraíba. “Visitei a experiência do agricultor Aldo”, conta. No começo, ninguém na família acreditava que deixaria de depender do botijão de gás. E mesmo depois de Seu Geraldo ter voltado para casa com a novidade, dona Nalda custou a acreditar. “Pensei que não ia dar certo. Disse que só acreditava vendo”, afirmou ela.

O biodigestor se adaptou bem ao tipo de propriedade pois já havia animais criados com auxílio de uma cerca elétrica “solar”. Portanto, já havia um número suficiente de animais para produzir o esterco que o biodigestor necessita. Todos na família contribuem com o trabalho na propriedade e o resultado tem sido tão bom que eles têm outros planos para investir mais no lugar. “Quero investir mais no plantio da minha terra e também penso em, daqui a algum tempo, construir uma casa de farinha, pra ajudar no trabalho”, conta Seu Geraldo.

COMO CONSTRUIR UM BIODIGESTOR?

ESCOLHA DO LOCAL E ESCAVAÇÃO

A construção do biodigestor começa com a escolha do local onde será instalado. Ele deverá estar próximo à cozinha, mas não ao lado da casa, como nas cisternas. É preciso lembrar que a operação de um biodigestor envolve o manuseio de esterco de curral fresco.

[Figura 1] Escavação do buraco deve observar a distância entre o buraco e a casa

Foto: A. Melcop

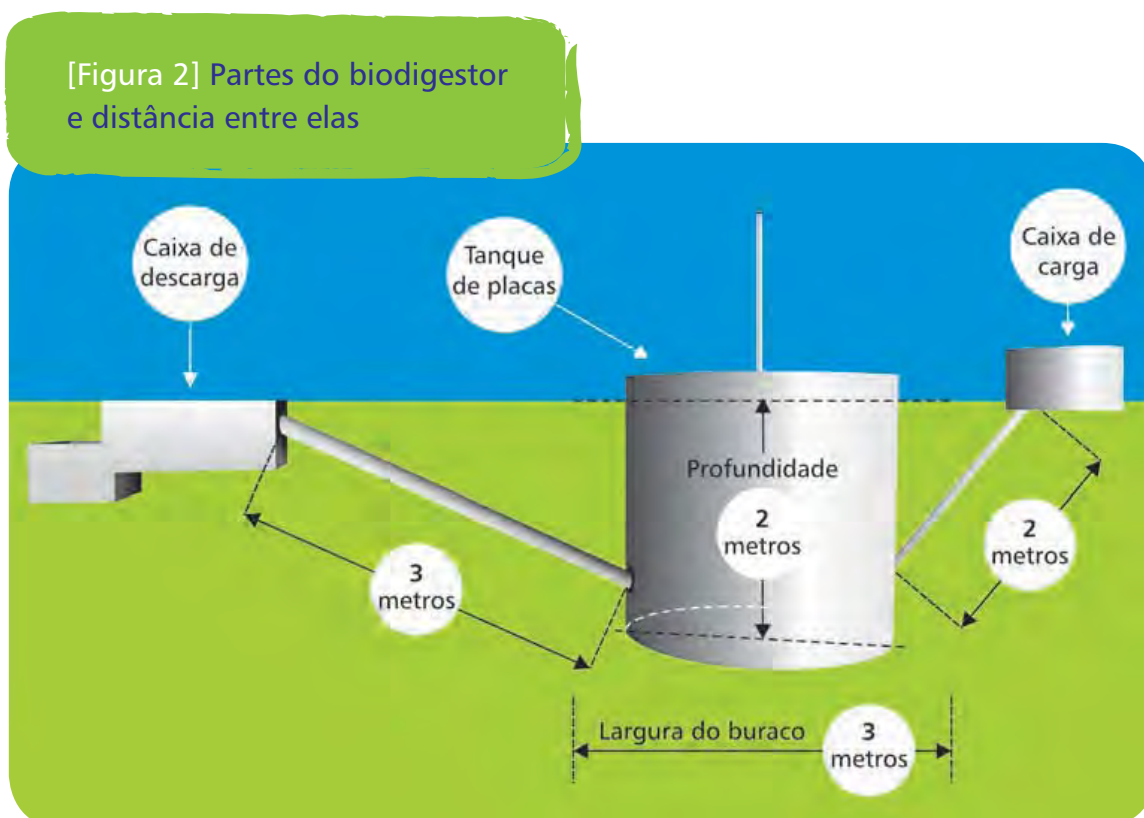


Por outro lado, se for escolhido um local muito distante da cozinha, dificultará a operação do biodigestor e pode reduzir o rendimento e eficiência em função do alongamento da tubulação de gás até a cozinha. Em geral os biodigestores devem ser construídos a 15 metros de distância da casa.

O local não deve ser sombreado, já que o calor é um importante fator na eficiência da produção de biogás. Por isso não são recomendados locais próximos a árvores.

Após a escolha do local onde o biodigestor será instalado, é iniciada a escavação do buraco central que abrigará o tanque principal. Também são escavados os locais para instalação das caixas de carga e descarga, e das canaletas onde serão instaladas as tubulações.

O ideal é que o buraco principal tenha em torno de 2 m de profundidade e cerca de 3 m de circunferência. As canaletas são escavadas em declive desde a parte baixa do buraco principal, partindo-se de uma profundidade de 1,80 m (0,20 m a partir do fundo do buraco) até a superfície. Recomenda-se que o comprimento da canaleta para o sistema de carga seja 2 m para a caixa de carga e de 3 m para a caixa de descarga, como na Figura 2.



CONFECÇÃO DAS PLACAS

A confecção das placas segue o mesmo método adotado para cisternas. Elas são moldadas em um chão liso, coberto com uma camada de areia, que precisa estar peneirada para evitar que as pedras prejudiquem a sua qualidade.

O molde é feito com auxílio de fôrmas curvas de madeira no chão de areia.

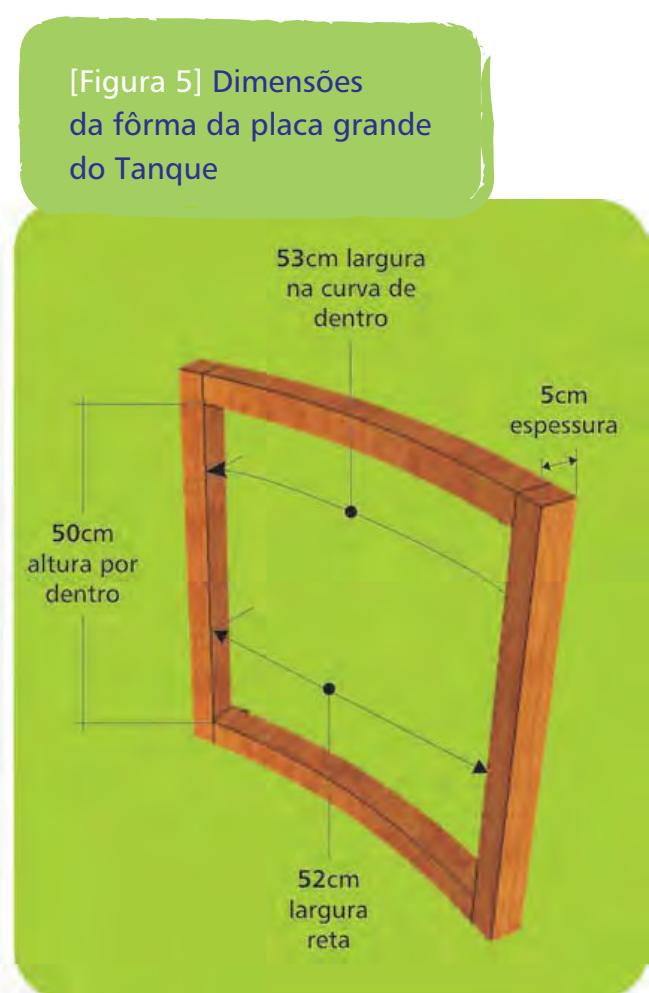
[Figura 3] Confecção das placas com auxílio da fôrma sobre uma camada de areia peneirada

Foto: A. Melcop



São necessários dois tipos de placas. As placas usadas na parede do tanque têm 50 cm x 52 cm (medida reta por dentro), enquanto as da caixa de entrada têm 20 cm x 20,5 cm.

Para confeccionar as placas utilizam-se fôrmas de acordo com os modelos apresentados nos desenhos seguintes.



O traço do cimento das placas é de 3 carros de areia para 1 saco de cimento. Por isso, para todas as placas são necessários 9 carros de areia e 3 sacos de cimento.

Em duas das placas grandes é necessário deixar os furos de passagem das tubulações de entrada e saída. Para isso, utiliza-se um pedaço de cano para fazer os furos com a massa ainda fresca. De preferência, os furos devem ser feitos no sentido em que os canos serão instalados, ou devem ser amplos o suficiente para permitir a instalação.

[Figura 6] Preparação dos furos de entrada e saída das tubulações de carga e descarga



Fotos: A. Melcop

A partir daí, enquanto a massa das placas secam, inicia-se a construção dos demais componentes do biodigestor.

TANQUE DO BIODIGESTOR (EM PLACAS)

Piso

O buraco deve ter o fundo o mais nivelado possível para permitir a construção de um piso. Se com 2 m de profundidade o terreno já estiver em pedra, elas devem ser retiradas ou quebradas de maneira a nivelar o terreno. No caso de barro, o fundo deverá ser compactado com malho. Após o nivelamento, prepara-se a argamassa do piso em cimento, areia e brita, na proporção de 3 carros de areia, 2 carros de brita e 1 saco de cimento. O piso deve ser nivelado com o prumo para que esteja perfeitamente em nível.

Se o terreno for mole, formado por exemplo de areia ou barro frouxo, pode-se optar por construir o piso com armação de ferro (um "radier") feita com vergalhão no formato de um círculo de 2 m, colocado no centro do buraco. Após esta etapa, faz-se uma cruz com outros 2 pedaços de vergalhão.



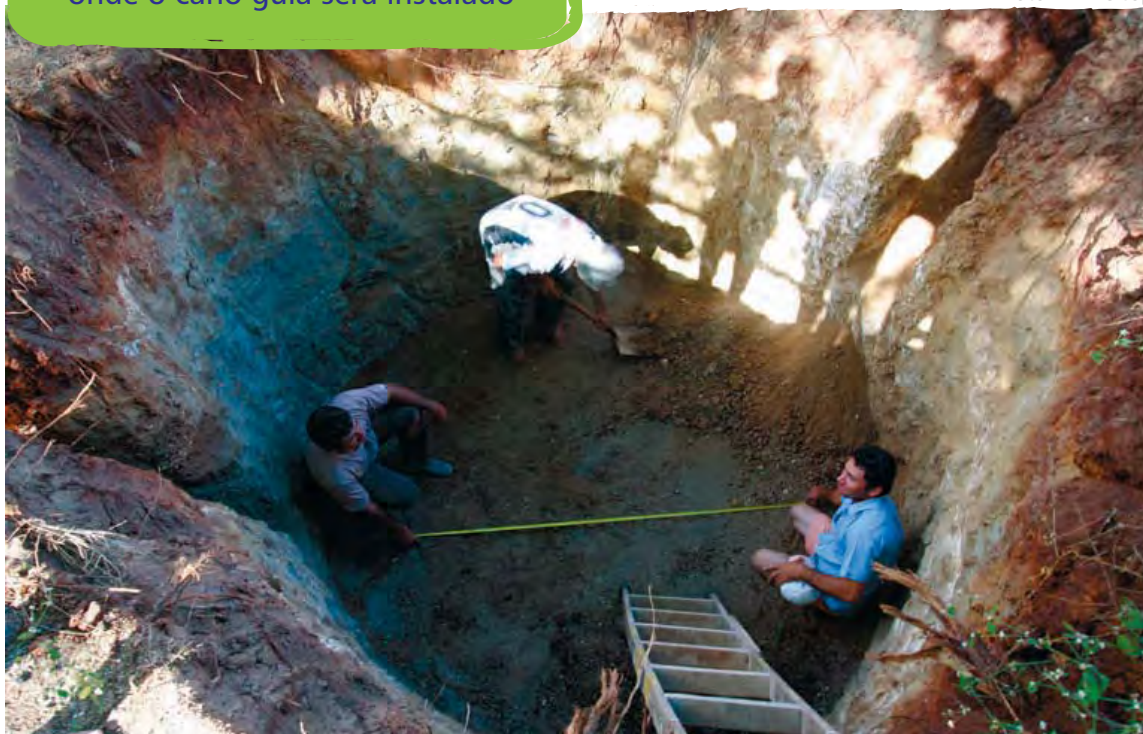
[Figura 7] Largura do buraco de 3 m para permitir a construção do tanque

Foto: A. Melcop

Os vergalhões não devem cruzar no centro para não dificultar a instalação do cano guia. Eles são presos com arames de 18 mm. É importante lembrar que, sendo a cruz descentralizada, não se deve tomá-la como referência para marcar o centro do círculo onde serão levantadas as placas. No momento inicial da confecção do piso um cano guia, que será detalhado a seguir, deve ser fixado no centro do círculo que foi previamente marcado. Quando terminado o piso, o buraco fica com cerca de 1,80 m de profundidade.

[Figura 8] Marcação do centro onde o cano guia será instalado

Foto: A. Melcop



Cano de guia (centro)

O cimento ainda fresco serve como base para fixar o cano no fundo. O cano de guia é feito com um cano de ferro por dentro e um de PVC por fora, no centro do tanque.

Fotos: A. Melcop



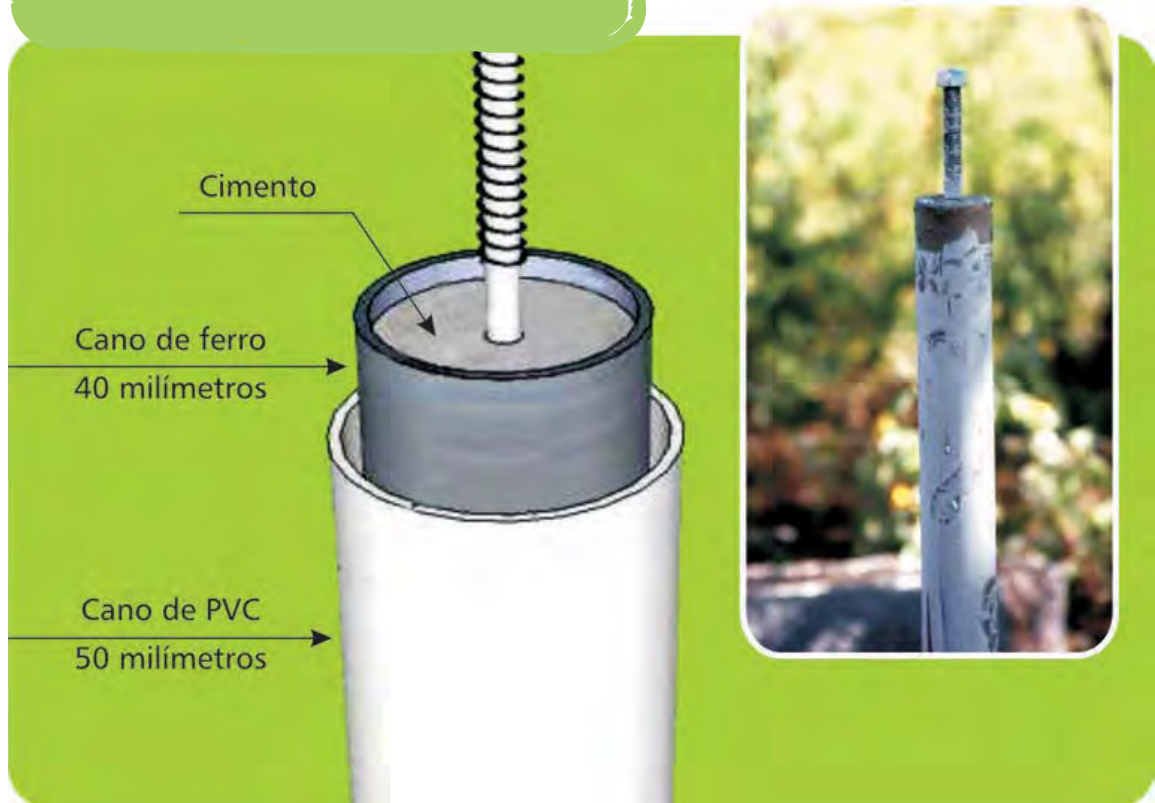
[Figura 9]
O cano de ferro
é "chumbado"
no centro piso



Este cano é o mesmo usado em cata-ventos, de 40 mm com 3,5 m de comprimento. Para facilitar o prumo utiliza-se uma madeira de apoio na superfície do terreno como na figura.

Por fora do cano de ferro, um outro cano de PVC (de água) de 50 mm com 3 m será colocado para prevenir a ferrugem. Este cano de PVC vai ficar “chumbado” na base de sustentação (sapata).

[Figura 10] Detalhe do parafuso chumbado com cimento no cano de ferro

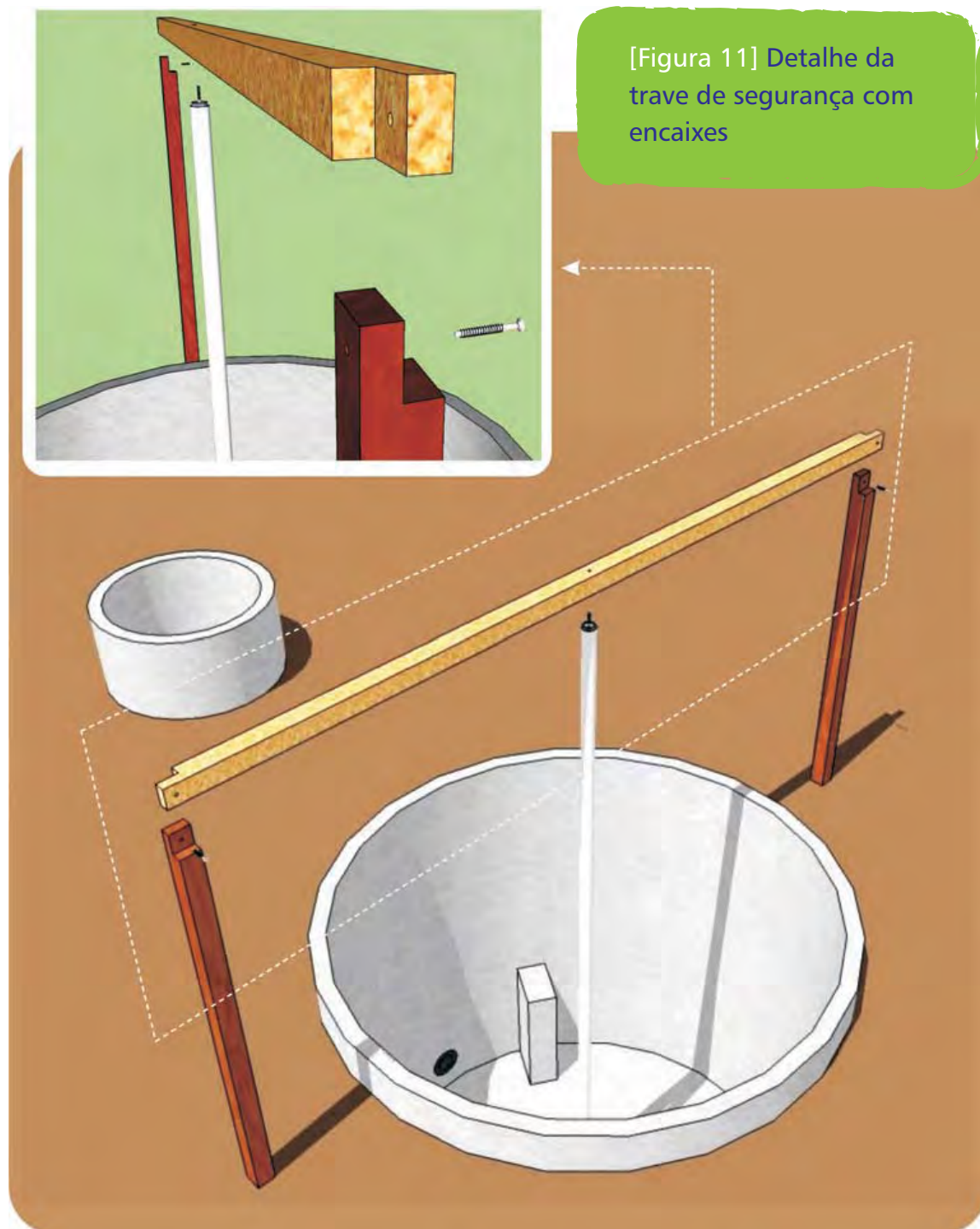


Após a fixação no piso o cano de ferro deve ser todo preenchido com cimento até o topo. Na ponta superior, com o cimento ainda fresco, coloca-se um parafuso francês 6" x 3/8" no centro do cano, pela cabeça, deixando-se a rosca para fora.

É preciso que mais de 10 cm do parafuso fiquem expostos para permitir vencer um barrote de 7 x 7 cm que será instalado acima do cano guia.

Trave de segurança

A trave de segurança é feita com um barrote em madeira de 7x7 cm. Duas barras laterais são presas no chão, enquanto uma terceira, onde se encaixa o cano guia, é colocada transversalmente no topo (figura).



A fixação das travessas é realizada por corte de encaixe e dois parafusos franceses 4" x 5/16". O centro da travessa superior deve ser perfurado para que nela seja encaixado o parafuso do cano guia. Como no desenho a seguir.

Sapata-base do cano guia do tanque

Para a construção da sapata sugere-se a utilização de 4 tijolos, dispostos ao redor do cano guia como na figura.



Os tijolos são dispostos em torno do cano de ferro e por fora dele será instalado o cano de PVC antes do enchimento e rejunte da sapata.

Construção da parede do tanque de placas

As placas são assentadas sobre o círculo já demarcado. Antes de fixá-las com cimento, as placas são alinhadas para formar a circunferência. Isto permite que sejam conferidas as suas medições e dimensões. Só então é que se fixam as placas com cimento.

A primeira placa, com furo mais estreito para o cano de 100 mm, fica em frente à canaleta de carga, e o furo deverá ficar para baixo. No lado oposto, deverá

ficar portanto a que tiver o outro furo para o cano de 150 mm, de onde sairá a tubulação de descarga. A placa de saída deverá ser colocada com o furo para cima.

[Figura 13] Disposição das placas na parede do tanque. Cano de Entrada a 10 cm de altura do fundo e o de saída, na placa oposta, a 30 cm de altura



Em cada fiada (fileira) são usadas 12 placas. Após fixar as placas da primeira fiada coloca-se a segunda de forma alternada, da mesma forma que se assentam tijolos. Ao todo serão colocadas 48 placas nas 4 fiadas.

A parede de placas, depois de pronta, fica 20 cm acima do terreno, formando uma pequena parede. Isto vai ser importante para evitar que a água da chuva escorra para dentro do biodigestor, o que prejudicaria a geração de biogás.

Contudo, se por alguma razão, mesmo após a colocação da quarta e última fiada, a parede ainda ficar abaixo do nível do terreno, será necessário construir uma pequena parede ou com tijolos, ou com uma nova fiada de placas.

Após a fixação das placas, utiliza-se arame galvanizado número 12, para “amarrar” as fiadas das placas. Este procedimento serve para melhorar a tensão de resistência da parede à pressão exercida pelo esterco no seu interior. Também aumenta a resistência da parede à pressão que a própria colher de pedreiro faz durante a aplicação de reboco dentro do tanque. Para cada fiada de placas deve ser colocado um mínimo de 3 fios de arame fazendo a amarração.

[Figura 14] Amarração da parede com arame galvanizado

Foto: A. Melcop



Construção dos batentes de fundo

Para que o biodigestor funcione perfeitamente, é necessário que se construa 3 batentes no fundo, distribuídos por igual na parede do tanque.

Estes batentes têm a função de evitar que a caixa de fibra encoste no fundo e feche as entradas e saídas de esterco da câmara de biodigestão. Para a construção dos batentes, pode-se utilizar 3 tijolos furados formando uma pequena mureta. O importante é que os batentes sejam mais altos do que a saída do cano de descarga.

[Figura 15] Detalhe dos batentes construídos com 3 tijolos e altura acima do cano de descarga



Finalização do tanque de placas – acabamento interno e externo

Após o piso ter sido construído, o cano central ter sido colocado, as placas serem fixadas e rejuntadas e ter feito as sapatas (batente), as paredes devem ser rebocadas por dentro. Este reboco deve ser feito sem estreitar demais o vão

interno do tanque, permitindo que a caixa de fibra possa subir e descer livremente sem encostar na parede.

Mesmo sendo o arame galvanizado, é necessário se rebocar por fora evitando-se assim o contato direto do arame com a terra.

Para finalizar, parte da terra da escavação do buraco é colocada no vão de fora entre a parede do buraco e a do tanque. Esta terra vai ajudar a estabilizar a parede.

[Figura 16] O tanque deve ser rebocado por fora e por dentro

Foto: A. Melcop

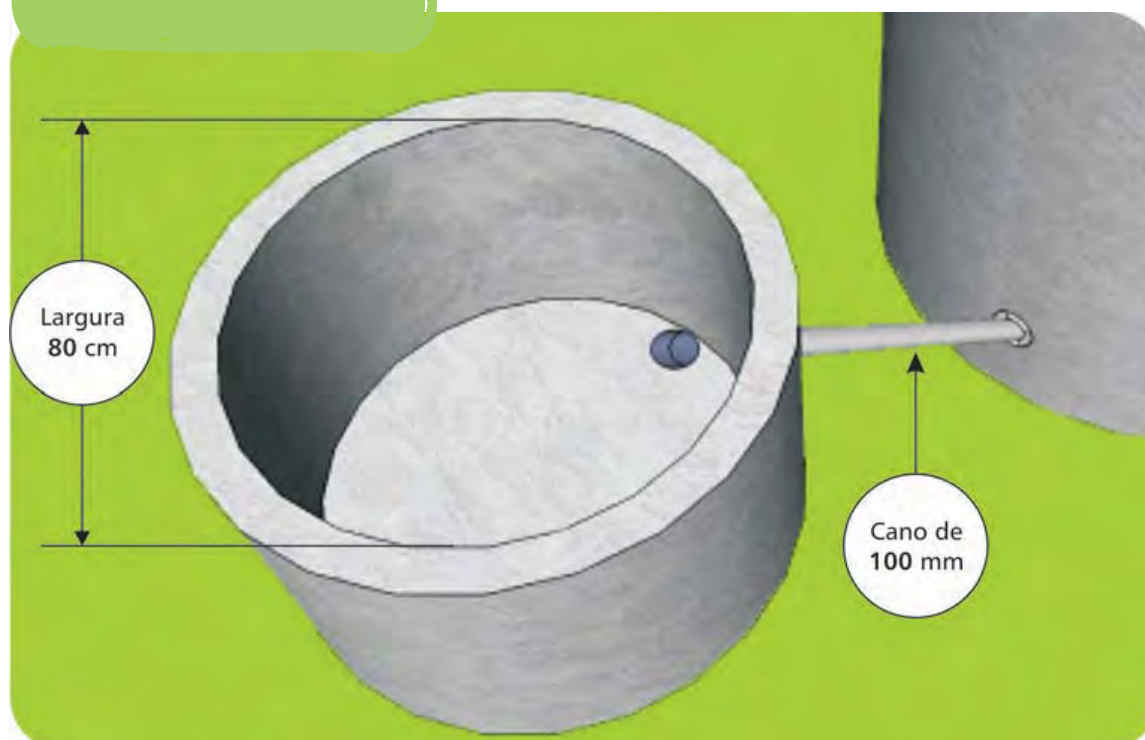


CAIXA DE CARGA

A caixa de carga deve ser construída no nível no terreno. Por isso não é necessário cavar para construir a caixa de carga, mas somente para a tubulação.

A caixa é feita em formato circular com duas fiadas de 11 placas das pequenas. O formato cilíndrico mostrou-se mais adequado porque permite misturar o esterco fresco com um pouco de água. Isso melhora a homogeneização do material facilitando a carga no biodigestor. As placas são assentadas sobre uma base com massa de cimento, sem armação de ferro, e demarcada uma circunferência com raio de 0,4 m. As placas são alinhadas na base tomando-se a circunferência demarcada. Com a massa da base ainda fresca pode-se fazer um furo para a tubulação que levará o esterco para o biodigestor. Assim a saída do cano ficará no fundo da caixa.

[Figura 17] Caixa de carga com tubulação no fundo



Outra possibilidade é instalar o cano na base da parede, retirando-lhe uma placa da fiada de baixo.

[Figura 18] Caixa de carga preparada para a tubulação na parede

Foto: A. Melcop

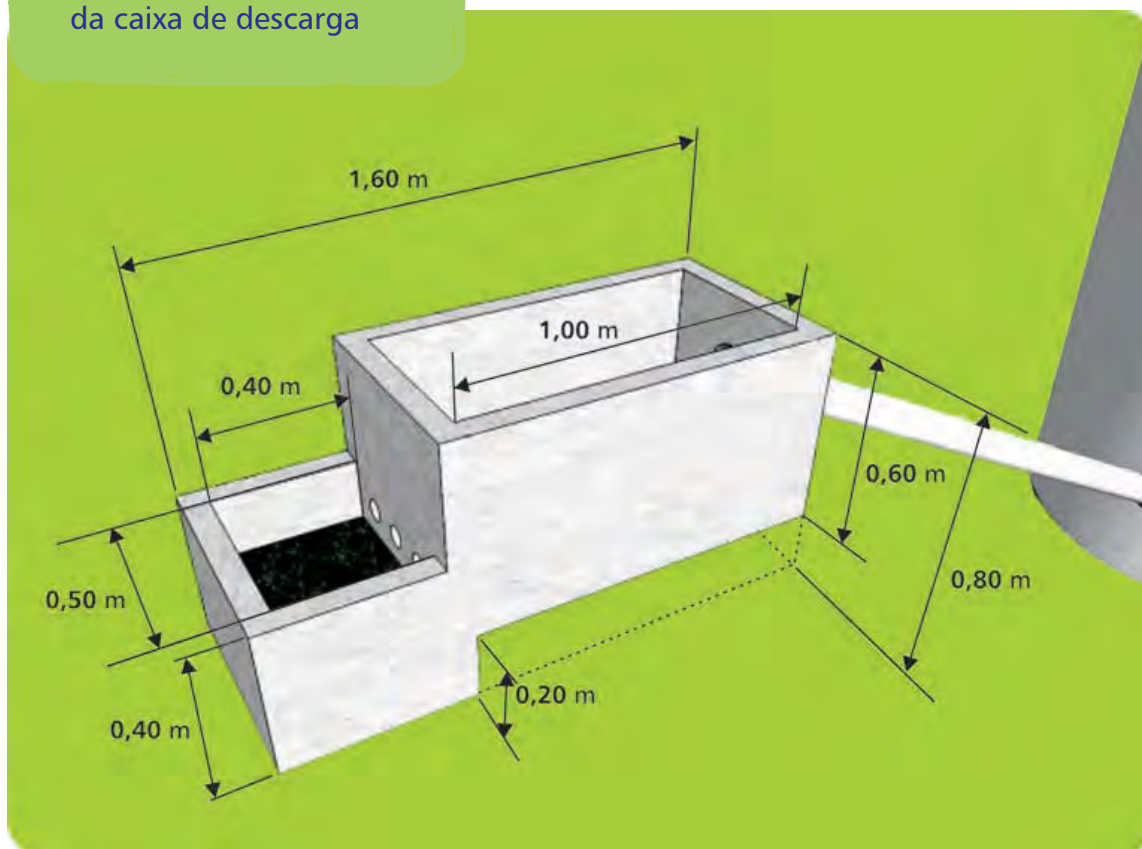


SISTEMA DE DESCARGA

A caixa para a descarga, ou reservatório de saída, ao contrário do reservatório de entrada, é cavado e deve ficar abaixo do nível do terreno. Para que a descarga aconteça corretamente, o seu nível deve estar abaixo do nível da carga.

O reservatório de descarga tem 2 níveis de profundidade. A figura a seguir apresenta as dimensões sugeridas para este reservatório. Ele deve ficar semi-enterrado em uma trincheira com pouco mais de 1,60 m de comprimento para todo o reservatório.

[Figura 19] Dimensões da caixa de descarga



Este reservatório, ao contrário dos demais, tem forma retangular e é construído com tijolos. Na parede que separa a parte mais profunda da mais rasa são colocados tijolos furados deitados ou tubos de drenagem para as duas divisões.

Opcionalmente pode-se colocar telas nestes tubos de passagem. Isso facilita o processo de limpeza dos reservatórios.

No fundo do primeiro reservatório (mais elevado) é depositada uma camada de brita, de tal maneira a cobrir os tubos. Sobre ela é colocada uma tela.

Esta parede divisória vai permitir a separação da fração líquida da fração sólida. Estes resíduos poderão ser utilizados como biofertilizante. A fração líquida, além de fertilizante, funciona também como defensivo natural com eficiência para algumas pragas e fungos.



CÂMARA DE BIOCOMBUSTÃO (CAIXA EM FIBRA)

Preparação da Caixa de Fibra que servirá de câmara de biocombustão

As dimensões da escavação e das placas especificadas anteriormente são para um biodigestor com caixa d'água de 3.000 litros¹.

¹ Não foram testados biodigestores com outros tamanhos de caixa (1.000 litros ou 5.000 litros por exemplo).

[Figura 21] A caixa de fibra utilizada é a de 3.000 litros. As dimensões da caixa são do fabricante

Foto: A. Melcop



A preparação da caixa começa pela marcação do ponto central no seu fundo. Neste ponto será instalado o cano guia, que faz com que a caixa de fibra, (câmara de combustão) suba e desça livremente sem empenos. Por isso, é fundamental que este ponto esteja perfeitamente no centro. Caso contrário o biodigestor não vai funcionar corretamente.

[Figura 22] Detalhe da
marcação do ponto central,
no fundo da caixa de fibra

Fotos: A. Melcop



No centro, com o auxílio de uma furadeira elétrica e serra-copo, deve ser realizado um furo com 60 mm, onde será colocado um flange. Neste flange será instalado um cano de PVC que servirá de guia para a caixa.

[Figura 23] Serra-copo para uso em furadeira elétrica



ATENÇÃO: Recomenda-se o uso de furadeira elétrica para que os furos com serra-copo sejam abertos sem que se faça pressão sobre a fibra, que poderia causar alguma rachadura. Por isso, caso a localidade não possua eletrificação, a recomendação é que o serviço de preparação dos furos sejam realizados ainda na loja de material de construção.

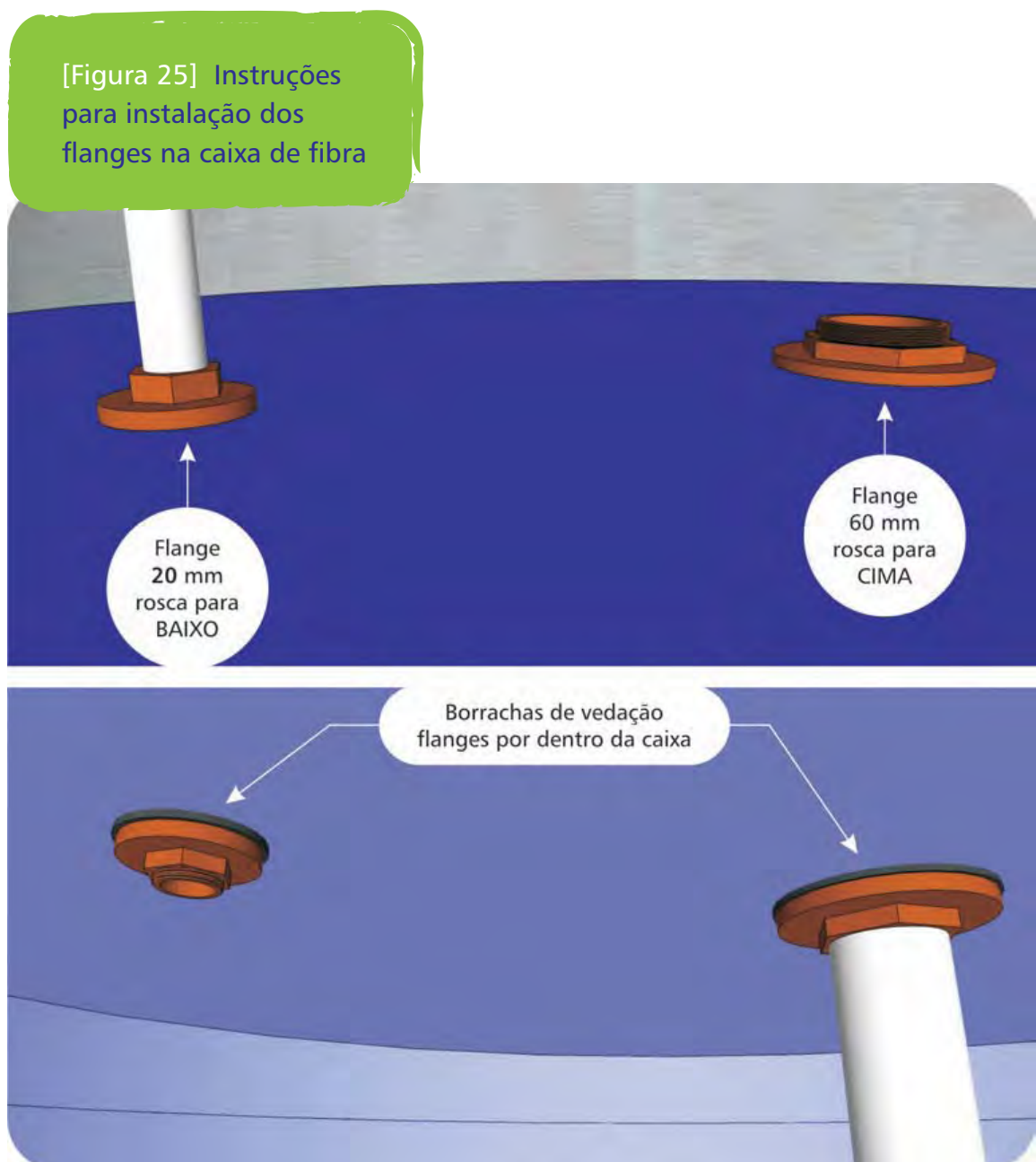
Ao lado desse furo será feito outro, também com auxílio de uma serra-copo com 20 mm. Nele será instalada a flange para a tubulação de gás.

[Figura 24]
Caixa de fibra com
flanges instalados



Foto: A. Melcop

O flange de 60 mm deverá ser instalado com a rosca virada para fora da caixa, para permitir a instalação do cano guia por dentro. Por sua vez, a flange de 20mm para a tubulação de gás fica com a rosca virada para dentro da caixa, permitindo a instalação do cano por fora. Contudo, em ambos os flanges, recomenda-se que as borrachas de vedação sejam instalados na parte de dentro da caixa. Isto diminui a degradação e o ressecamento pelo sol, aumentando a vida útil.



Cano guia da caixa de fibra

No flange central, por dentro da caixa se instala o cano de 60 mm que servirá de guia. Ele deve ter aproximadamente 1,50 m de comprimento entre o flange e a base de madeira que lhe dá sustentação (ver base do cano guia a seguir).

[Figura 26] O cano guia se liga ao flange do centro da caixa de fibra

Foto: A. Melcop



Base do cano guia da caixa de fibra

Para fazer a base do cano guia, utiliza-se uma tábua de madeira (0,14 m x 0,04 m) com 2 m de comprimento. No centro da madeira deve ser feito um furo onde o cano guia se acomoda. Em um lado usa-se a serra-copo 60 mm até a metade. E no outro usa-se a serra-copo de 50 mm. Por fim o furo fica com dois tamanhos em cada lado da madeira.



Foto: A. Melcop

A tábua deve ser fixada na caixa de fibra usando-se quatro parafusos franceses 3" x 3/8" com porca e arruela, dois em cada extremidade da tábua. A abertura de 50 mm deve ficar virada para fora da caixa e a de 60 mm para dentro da caixa, onde se acomoda ao cano guia, que deve ser instalado no momento em que a tábua é fixada.

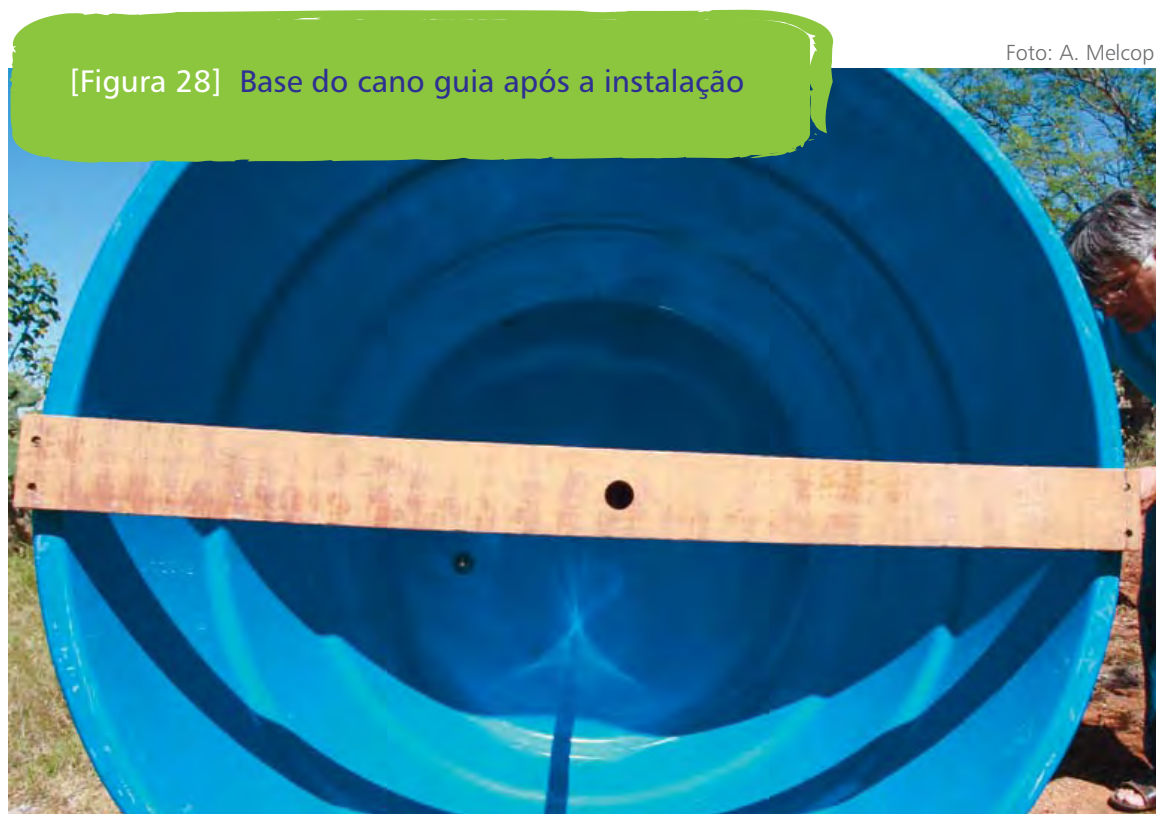


Foto: A. Melcop

Lastro da caixa de fibra

O biodigestor precisa de um lastro sobre a caixa de fibra para que o biogás mantenha uma pressão constante, evitando assim falhas na condução até o fogão. Para isso, instala-se uma cinta de zinco com 30 cm de largura sobre a caixa de fibra. Assim será possível preencher com terra ou brita para aumentar o peso e promover uma pressão uniforme no biogás.

São necessários 4,8 m de zinco com 30 cm de largura. Nesse caso, cada metro de zinco corresponde a 1 kg. Então serão necessários 5 kg de zinco, aproximadamente.

Antes que as pontas da cinta de zinco sejam atadas, deve-se suavizar a borda dobrando-a sobre um arame comum ao longo de toda a extensão do zinco. Este procedimento reduz o risco de cortes e outros acidentes na cinta, com o manuseio do biodigestor.

Fotos: A. Melcop

[Figura 29] A cinta de zinco usada para fazer o lastro da caixa deve ter uma das bordas dobradas para evitar cortes



Para o fechamento, as extremidades da cinta são dobradas, uma para dentro e outra para fora com intuito de prender uma ponta na outra. É recomendável que a dobra que suaviza o corte fique para fora. Em seguida, a cinta é instalada na caixa de fibra, como o indicado na foto antes que ela seja colocada no biodigestor.

Fotos: A. Melcop

[Figura 30] Finalização e instalação da cinta de zinco. Observe que a parte dobrada da borda fica para fora



A cinta não é pregada, nem colada. Ela se encaixa na parte superior porque o fundo da caixa é mais estreito. Com isso, após a instalação, a parte interna do lastro vai ficar com aproximadamente 20 cm de altura.

Para evitar que o material do lastro (brita, pedra ou terra) caia dentro do tubo guia da caixa de fibra e com isso dificulte a sua livre movimentação, é necessária a instalação de um tubo de proteção. Trata-se de um tubo de esgoto de 75 mm que se acomoda na parte rosqueada do flange de 60 mm fazendo a proteção do tubo guia. Ele deve ser colocado no momento em que a caixa é instalada no biodigestor, antes da fixação dos barrotes de madeira.

O lastro só é preenchido depois da caixa ser instalada no biodigestor.



[Figura 32] Lastro com pedra ou terra é colocado dentro da cinta de zinco



TUBULAÇÃO DE GÁS

A tubulação do gás é construída com canos de 20 mm em toda a extensão. Todas as conexões necessárias são para tubos de 20 mm.

Na caixa, no flange de saída do gás, é colocado um cano de 20 mm com aproximadamente 30 cm de comprimento, de tal modo que seja mais alto que a altura do lastro. Em sua extremidade, logo no início da tubulação de gás, se instala um registro de gaveta. Como na figura anterior.

Em seguida se instala o filtro de impurezas que elimina alguns gases presentes na composição do Biogás que podem gerar mau cheiro na queima.

Filtro de impurezas no biogás

Há duas formas de se construir o filtro de impurezas. A primeira delas, em geral mais simples e barata, é forçar com que o biogás passe por uma camada de palha de aço. A esponja de aço em contato com o biogás enferruja, e assim, elimina os principais gases que geram o mau cheiro.

No início da tubulação de gás, logo após o registro antes da conexão com a mangueira, coloca-se um pedaço de esponja de aço (bombril) por dentro. Quanto maior a exposição do biogás à palha de aço, melhor a eficiência do filtro. Pode-se construir um recipiente maior com duas reduções de 20x50 e um tubo de 50 mm completamente preenchido com palha de aço.

Este sistema exige que a esponja de aço seja trocada de tempos em tempos. Uma vez enferrujada, o filtro não funciona mais, perdendo a capacidade de retirar o mau cheiro do biogás. Neste ponto deve ser substituída. O prazo da substituição pode variar. O melhor indicador do momento ideal de troca é o mau cheiro dentro da cozinha durante a queima de biogás.

[Figura 31] Filtro com palha de aço

Foto: A. Melcop



Outra maneira de filtrar as impurezas e retirar o mau cheiro é forçar o biogás a passar pela água, borbulhando-o em um recipiente fechado e com água.

Este tipo de filtro tem sido construído com garrações de água mineral de 20 litros, em acrílico. O cano do biogás após o registro mergulha na água do garrafão.

Ao borbulhar na água, as impurezas do biogás são dissolvidas, ficando ali os elementos causadores do mau cheiro. De tempos em tempos a água do garrafão precisa ser trocada.

Este modelo é um pouco mais caro e sofisticado de ser construído, porém, é mais eficiente na retirada das impurezas do biogás.

Para sua construção utilizam-se dois adaptadores com flange, um longo e um curto.

[Figura 34]
Adaptador Longo
com Flanges Livres



[Figura 35]
Adaptador com
Flanges comum



No adaptador longo é instalado o cano de entrada que vem do biodigestor e no curto o de saída para o fogão.

Um dos flanges de cada adaptador precisa ser aparado para passar pela boca do garrafão. Para fixação necessita-se do auxílio da ponta de um cano soldável, que tem a boca alargada (foto) para dar apoio dentro do garrafão.

[Figura 36]
Extremidade de um
cano soldável

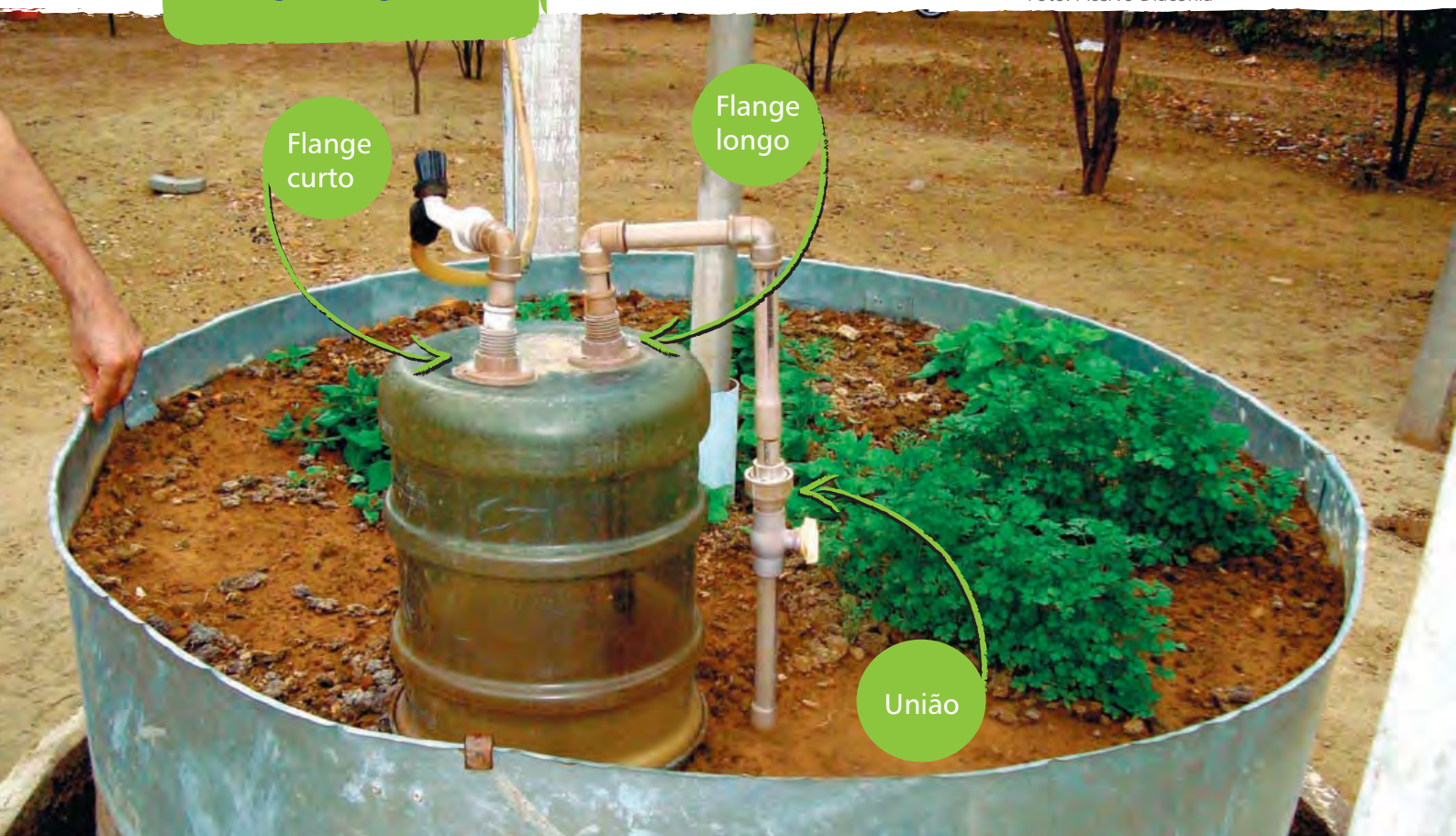


A boca do garrafão ficará para baixo e deverá ser vedada, com um tampão de borracha, ou rolha de madeira macia. O garrafão deverá conter água até o nível em que toque a parte rosqueada do adaptador longo.

Para facilitar a manutenção, recomenda-se a instalação de uma união logo após o registro de gaveta.

[Figura 37] Filtro de água em garrafão

Foto: Acervo Diaconia



Em seguida ao registro, se instala um cano curto apenas para permitir a conexão de uma tubulação flexível. A mangueira ideal para esta aplicação é a do tipo “trançada”. Com isso evita-se que ela dobre com o calor do sol, o que impediria a passagem do biogás.

Esta mangueira flexível permite que a caixa de fibra suba e desça livremente. A ligação da mangueira no cano deve sempre ser realizada com auxílio de uma braçadeira de cano. Em seguida, no alto do barrote, esta mangueira se liga à tubulação rígida.



A tubulação de gás deve ficar enterrada. Por isso o local por onde ela passa é escavado desde o biodigestor até o local de consumo, no caso a cozinha. O melhor caminho será, sempre que possível, o menor caminho.

[Figura 39] A tubulação de gás deverá ficar enterrada



Foto: A. Melcop

No final, já dentro da cozinha, uma outra mangueira flexível é instalada para ligação com o fogão. A tubulação rígida deve chegar até a altura do fogão, para que o tubo de gás flexível seja o mais curto possível. Neste local é instalado um segundo registro.



Sistema de drenagem

O biogás, quando produzido, contém ainda uma concentração de umidade elevada. Por isso é necessário instalar um dreno para retirar o excesso de água e com isso melhorar a uniformidade da queima do biogás.



O dreno é constituído de um "T" e um cano imerso em água, dentro de um tubo 75 mm, o mesmo usado em esgotos, como o indicado na figura. O dreno é fechado com um "Tampão" ou "CAP" colado na base para que ele mantenha uma coluna de água permanentemente.

Ele deve ser instalado no ponto mais baixo da tubulação de gás. Por isso é necessário identificar este ponto utilizando-se um "nível de mangueira". Neste local é cavado um buraco com 0,7 m de profundidade onde o dreno vai ficar enterrado.

Este cano tem em uma extremidade duas cavidades, feitas com arco de serra, que permitem acomodar a tubulação de gás e o "T" do dreno. Na saída do "T" se conecta um cano que será imerso pelo menos 50 cm em água dentro do tubo de 75 mm.

O sistema deve ser coberto com outro CAP para diminuir a evaporação da água e evitar presença indesejável de insetos e outros animais. O CAP de cima porém não deve ser colado, para permitir a manutenção e preenchimento com água periodicamente.

[Figura 42] Montagem e instalação do dreno no ponto mais baixo da tubulação de gás. Observe também a Figura 39



Se a tubulação de gás passar por altos e baixos, formando “barrigas” no cano, devem ser instalados drenos em cada ponto baixo.

[Figura 43] Se o terreno tiver muitos altos e baixos será necessário instalar mais de um dreno



ADAPTAÇÃO DO FOGÃO

O biodigestor trabalha com uma pressão muito menor que a do gás de cozinha. Por isso é necessário adaptar os fogões convencionais para trabalhar com o biogás.

A adaptação consiste em abrir o giclê (injetor de gás) para que ele fique com um diâmetro entre 1,5 a 2,0 mm. Em seguida deve-se fechar aos poucos a entrada de ar, até que a chama demonstre uma queima eficiente do biogás e não fique amarela.

Se o fogão não tiver janelinhas que regulam a entrada de ar, pode-se recorrer a um pedaço de papel alumínio para auxiliar este controle.

[Figura 44] Para adaptar o fogão, é necessário abrir os giclês com uma broca fina

Foto: Acervo Diaconia



Em alguns casos é preciso aumentar também o furinho da passagem do biogás pelo registro do fogão.

A regulagem varia em função do modelo de fogão. Sempre é preciso bom senso. Alguns indicadores dão o ponto de regulagem ideal. Cor da chama, barulho característico da queima, cheiro da queima, e balanço da chama podem ser indicadores da boa regulagem.

A boa chama deve ser azul, com um leve barulho de “massarico”, não pode ficar voando por cima do queimador. Não pode balançar ou queimar só por um lado do queimador e nem ter cheiro.

Um fogão bem adaptado tem mais eficiência na queima do biogás e produz mais calor.

MANEJO DO BIODIGESTOR

A reação que produz o biogás é uma fermentação sem contato com o ar (anaeróbica). Por isso é fundamental que a caixa não permita que o ar entre em contato com o esterco dentro da câmara de fermentação. Mas além disso, para a reação acontecer é importante prestar atenção a certos limites de temperatura, teor de umidade e acidez.

Por isso, o esterco adicionado não pode estar seco. Ele deve ser sempre diluído em água, na caixa de entrada. Mas a diluição não pode ser excessiva. A mistura deve manter a massa ainda bastante cremosa nem tão sólida nem tão líquida.

Em geral, nas condições do semiárido, a adição de dois carrinhos de mão de esterco bovino por dia é suficiente para gerar todo o biogás necessário a uma família média de 5 pessoas. Isto requer entre 3 e 5 vacas no curral (veja o cálculo do agricultor Ismael na página 54).

Os(as) agricultores(as) podem abastecer o biodigestor no início da manhã, logo após a ordenha. Com as condições do clima semiárido - alta insolação, calor e pouca chuva – a fermentação é eficiente, e já no fim da manhã há forte produção acumulada de biogás que permite o cozimento.

O biogás por ser extremamente inflamável, oferece condições para diferentes usos. O principal deles, e que foi visto neste manual, é o uso nos fogões domésticos para cozinhar. Entretanto o biogás pode também ser utilizado em lampiões, motores de combustão interna à gasolina e álcool, geladeiras à gás, e muitos outros usos.

Um bom manejo do biodigestor e seus produtos permite uma ciclagem eficiente de nutrientes, fazendo retornar ao solo o “adubo” que foi absorvido pelas plantas forrageiras e que virou esterco através da alimentação do gado.

Depois de passar pelo biodigestor, o esterco vira novamente fertilizante e ganha mais qualidade para aplicação do que o esterco “vivo” do curral.

Além disso o biofertilizante facilita a absorção dos nutrientes pelas plantas.



Foto: A. Melcop

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)

Preocupados em estudar o impacto dos biodigestores sobre as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), o Projeto Dom Helder Camara, juntamente com a Associação Menonita Assistência Social, realizou um estudo² para estabelecer parâmetros confiáveis para prever as emissões de GEE com e sem biodigestor, adaptando a metodologia proposta pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, US-EPA³.

Para o modelo de previsão, levou-se em consideração uma situação antes e depois da instalação dos biodigestores. No contexto da região semiárida os seguintes sistemas potencialmente emissores de GEE estão presentes:

- Esterco no curral – Produz principalmente CO₂ (gás carbônico) e CH₄ (Metano) entre os GEEs.
- Biomassa da lenha – praticamente todo o GEE emitido pela queima de lenha é CO₂. Mesmo em sistemas de manejo sustentável, com regeneração da caatinga, há um nível de emissão que - depois de alguns anos - encontra um equilíbrio e é compensado pela própria regeneração da caatinga.
- Biomassa via carvão vegetal – A biomassa do carvão vegetal é oriunda basicamente da vegetação nativa de caatinga. A fabricação e o uso de carvão vegetal geram emissões de CO₂ e outros GEE.
- Gás de cozinha (GLP) – Emite GEE tanto na queima como no transporte.
- Biodigestor – O modelo de biodigestor descrito neste manual, pela sua própria simplicidade estrutural, mesmo em condições ideais de operação, tem um nível de emissão de GEE para a atmosfera, principalmente pela fuga no sobrenadante externo.

O que se buscou foi verificar se os níveis de emissões depois da instalação dos biodigestores eram maiores que os da situação anterior.

2 *“Impacto da instalação de biodigestores domiciliares na economia de emissões de gases de efeito estufa”, por Mattos L.C & Krehbiel, J, 2010. Trabalho apresentado na Conferência da Terra 2010, em Recife PE.*

3 US-EPA - United States Environment Protection Agency.

Os estudos realizados indicaram que o impacto dos biodigestores é globalmente positivo. Com o uso dos biodigestores, a emissão global de GEE diminui, porque deixam de ser emitidos os GEEs devido ao uso da lenha, carvão vegetal e GLP. Além do quê, uma parte do esterco de curral é usada na produção do biogás. O biodigestor também produz outros ganhos ambientais tais como os fertilizantes que irão promover uma ciclagem mais eficiente de nutrientes na agricultura e pecuária.

Adicionalmente aos ganhos ambientais, como alternativa aos desmatamentos para uso de lenha e carvão vegetal, bem como pela redução de GEE. São registrados pelas famílias agricultoras, benefícios à saúde com a eliminação da fumaça do fogão à lenha, e ainda ganho na redução de tempo de mão-de-obra ao se eliminar a extração de lenha, nem sempre localizada próxima a casa.

Não se deve produzir biogás em excesso. O recomendável é que todo o biogás produzido seja utilizado. Por isso, deve-se ter atenção para manter a operação do biodigestor dentro de uma faixa ideal de eficiência. Ela é obtida quando se opera com caixa de fibra em seu terço superior, sem atingir o topo (estágios 2 a 3 da figura).

[Figura 45] Estágios de elevação da caixa de fibra. Recomenda-se que ela oscile nas elevações médias entre os estágios 2 e 3.



Quando o nível da caixa de fibra está muito baixo, o grande volume de material fora da caixa gera uma emissão desnecessária de GEE, reduzindo a própria eficiência de produção do biogás.

Por outro lado, se o biodigestor estiver sendo abastecido e o biogás não estiver sendo utilizado, a caixa de fibra subirá até o limite máximo, definido pelo barrote de madeira. Com isso, haverá o risco de que uma fuga de biogás por borbulhamento abaixo da caixa de fibra aumente o nível de emissões de GEE.

Por isso, não é recomendável que os biodigestores operem com máxima pressão, próximos ao limite superior de eficiência. Nestas circunstâncias, do ponto de vista da emissão de GEE, é preferível que se ligue o fogão, mesmo sem cozinhar, para queimar o biogás, convertendo o excesso de CH₄ (Metano) em CO₂, e diminuindo-se assim a emissão de GEE.

APÊNDICE

Lista de materiais necessários a construção do biodigestor e preços sugeridos (maio de 2011) em R\$

Itens	Finalidade
Ferro 6,3 mm	Piso do tanque
Arame 12 galvanizado	Amarração do tanque
Brita 01	Lastro da câmara de fermentação
Caixa de fibra 3.000 litros (FORTLEVE)	Câmara de fermentação
Zinco 0,40 m	Lastro da câmara de fermentação
Tela de nylon 1,5 x 0,80	Caixa de descarga
Tijolo 08 furo	Caixa de descarga – batentes – sapata
Cano PVC esgoto 100 mm	Cano de carga
Cano PVC esgoto 150 mm	Cano de descarga
Cano PVC rígido 50 mm	Cano guia externo – Tanque
Cano de ferro 40 mm	Cano guia interno – tanque
Parafuso francês 6" (15cm) 3/8"	Cano guia
Parafuso francês 4" (10cm) 5/16"	Trave de retenção
Barrote de madeira 7 x 7	Trave de retenção
Cano PVC rígido 60 mm	Cano guia da camara de fermentação
Flange 60 x 60 mm	Cano guia da camara de fermentação
Tábua 0,15 x 0,04 m	Cano guia da camara de fermentação
Parafuso francês 3" (7cm) 3/8"	Base de madeira do cano guia
Cano PVC esgoto 75 mm	Dreno
Cap PVC esgoto 75 mm	Dreno
T PVC rígido 20 mm	Dreno
Cano PVC rígido 20 mm	Tubulação de gás
Joelho PVC rígido 20 mm	Tubulação de gás – filtro de água
Adaptador com Flange 20 mm	Saída de gás – filtro de água
Adaptador longo com Flange Livre	Filtro de água
Mangueira plástica 25 mm	Ligação da saída de gás com a tubulação de gás
Registro de esfera 20 mm	Início e termino da tubulação de gás
Abraçadeiras rosca sem fim 1/2"	Ligações de mangueira de gás
Garrafão acrílico de água mineral	Filtro de água
União 20 mm	Filtro de água
Cola PVC pequena	
Cimento	
Areia	
Mão de obra especializada	
Mão de obra não especializada	
TOTAL GERAL	

Unid.	Quant.	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
kg	3	6,00	18,00
kg	5	9,00	45,00
Lata	6	2,00	12,00
Unidade	1	700,00	700,00
kg	8	7,00	56,00
Metro	1	9,00	9,00
Unidade	70	0,30	21,00
Metro	2	7,00	14,00
Metro	3	8,00	24,00
Metro	3	4,50	13,50
Metro	3	11,00	33,00
Unidade	1	3,00	3,00
Unidade	2	1,50	3,00
Metro	7	10,00	70,00
Metro	1,5	17,00	25,50
Unidade	1	25,00	25,00
Metro	2	10,00	20,00
Unidade	4	2,00	8,00
Metro	1	4,50	4,50
Unidade	2	5,00	10,00
Unidade	1	0,50	0,50
Metro	25	1,00	25,00
Unidade	7	0,50	3,50
Unidade	2	7,00	14,00
Unidade	1	10,00	10,00
Metro	5	2,00	10,00
Unidade	2	6,00	12,00
Unidade	3	1,00	3,00
Unidade	1	30,00	30,00
Unidade	1	10,00	10,00
Unidade	1	2,00	2,00
Saco	9	22,00	198,00
m ³	1	70,00	70,00
Dias/homem	3	40,00	120,00
Dias/homem	6	20,00	120,00
			1.742,50

A EXPERIÊNCIA DE ISMAEL MENDES E SUA FAMÍLIA

A família de Ismael de Oliveira Mendes e Maria Iracy Rodrigues de Souza é uma das 28 famílias assentadas no Assentamento Tijuca/Boa Vista no Município de Quixadá no Estado do Ceará. Eles possuem cinco filhos com 18, 17, 14, 9 e 7 anos. Três deles nasceram já no assentamento.

Ismael sempre ganhou a vida como agricultor na região, mas desde 1999 eles cultivam um lote de aproximadamente 35 ha no assentamento. A propriedade é bem típica da região semiárida. Estão presentes as vacas, galinhas, cabras e porcos. Tem também um quintal com horta e pomar, um roçado de milho, feijão e sorgo. Além disso, tem uma área de pasto nativo com capoeira de caatinga, que na região se chama de área de “solta”, onde os animais pastam.

Ao longo de sua vida de agricultor Ismael desenvolveu uma extraordinária capacidade de observação e habilidades de construção incomuns. Aprendeu na prática a construir cisternas, instalar sistemas de irrigação, construir casas e muito mais. Praticamente tudo que a família de Ismael tem, inclusive a sua casa, foi feito por ele mesmo, com apoio de toda a família.

Tudo que Ismael aprendeu ele tenta passar para frente. Depois de aprender na prática Ismael já ensinou muita gente a fazer. “Já viajei para várias cidades do Nordeste, ensinando a construir cisternas e instalar sistemas de irrigação por aspersão”, ele conta orgulhoso. “Eu gosto de ensinar outras pessoas também,” complementa.

No ano de 2009, Ismael recebeu outros agricultores em sua propriedade, quando foi realizado um treinamento para construir biodigestores, ministrado por Mário Farias Jr. Foi a primeira vez que ele tomou contato com esta tecnologia.

De lá para cá, pouco a pouco, a família foi aprendendo a manejar o biodigestor e calibrando a dosagem de esterco.

“Todos na família ajudam a abastecer o biodigestor. É bem fácil. Basta um carrinho de mão de esterco fresco do curral, que é mais ou menos 30 kg, que vai



Foto: Acervo PDHC

ser misturado com dois baldes d'água por dia na caixa da carga," relata Dona Iracy. "Com o sol forte, e isso aqui pra gente não é difícil, dá pra perceber que quase na mesma hora já começa a produzir o gás", ela complementa.

Além de aprender e ensinar a fazer, Ismael gosta também de observar como as coisas funcionam. Na vida prática ele faz cálculos, muitas vezes sofisticados.

Ele explica um destes cálculos: "Para saber quantas vacas eu precisava, eu limpei todo o esterco do curral, e deixei duas vacas lá das 16 h de um dia até as 4 h da manhã do outro. Ou seja mais ou menos 12h. Depois de soltar as vacas, após a ordenha, o esterco delas deu mais ou menos 12 kg. Então para encher um carrinho de mão, que é mais ou menos 35 kg, eu ia precisar de umas cinco vacas. Se um carrinho de mão dá pra cozinhar no dia, e se antes eu gastava um botijão de gás de 13 kg por mês, quer dizer que 5 vacas vão me produzir mais ou menos 430 g de gás por dia, que é 13kg dividido por 30 dias."

Dona Iracy notou que o biogás é mais forte e que a comida cozinha mais rápido. Ela conta que depois do biodigestor não compra mais botijões para cozinhar. E complementa: "... aliás, você me lembrou bem... Tinha já esquecido que meu botijão está emprestado. Nem sei se eles ainda estão usando."

Ismael pensa longe, e tem sonhos. "Eu só queria que houvesse mais apoio para construir coisas assim como os biodigestores. Não só por causa do dinheiro que a gente economiza, mas para ajudar limpar o meio ambiente. Mesmo se a gente não conseguir despoluir o ar, que pelo menos a poluição cresça mais devagar," ele sabiamente conclui.

Texto em Humnst 777
Impressão em offset alta alvura 90g



A Diaconia é uma organização social, brasileira, sem fins lucrativos e de inspiração cristã, que tem por objetivo a promoção da justiça e do desenvolvimento social. A sua missão é: Trabalhar para a efetivação de políticas públicas de promoção e defesa de direitos, priorizando populações de baixa renda, para a transformação da sociedade. A Diaconia foi fundada em 1967 por 11 igrejas evangélicas. Suas ações são realizadas nas regiões urbanas e territórios rurais de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará em parceria com organizações locais na busca do desenvolvimento de programas sustentáveis relacionados aos seguintes temas: soberania, segurança alimentar e hídrica; meio ambiente e clima; relações de gênero; geração de trabalho e renda; direitos da infância e adolescência e juventude. Mais informações visite nosso site: www.diaconia.org.br



Secretaria de
Desenvolvimento Territorial
Ministério do
Desenvolvimento Agrário



ISBN 978-85-64154-01-8



9 788564 154018