

BIODIGESTOR: UMA TECNOLOGIA AGROECOLÓGICA

Produzindo biofertilizante e biogás



PROJETO

CICLOS

implementação de tecnologias apropriadas
no Semiárido pernambucano

Apoio



Realização



Comissão de
Agricultura Orgânica



Secretaria de
Planejamento e Gestão





Secretaria de
Planejamento e Gestão



PERNAMBUCO
GOVERNO DO ESTADO

BIODIGESTOR: UMA TECNOLOGIA AGROECOLÓGICA **Produzindo biofertilizante e biogás**

PROJETO

CICLOS

implementação de tecnologias apropriadas
no Semiárido pernambucano

Recife
2013

APOIO

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico

Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco –
CONDEPE/FIDEM
Maurílio Soares de Lima - Diretor Presidente

INSTITUIÇÃO PROPONENTE

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Campus Acadêmico do Agreste – CAA

Profª. D.Sc. Cynthia Xavier de Carvalho
Coordenação do Projeto

INSTITUIÇÕES COLABORADORAS

Serviço de Tecnologia Alternativa – SERTA

Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco –
CONDEPE/FIDEM

Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP

Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA

Federação dos Trabalhadores na Agricultura de Pernambuco – FETAPE

Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de Pernambuco - IFPE

Comissão Estadual de Agricultura Orgânica

Autarquia de Ensino Superior de Arcoverde – AESA

PROJETO CICLOS: implementação de Tecnologias
Apropriadas no Semiárido pernambucano.
Aprovado no Edital MDA/SAF/CNPq – nº 58/2010

ELABORAÇÃO DA CARTILHA

Cynthia Xavier de Carvalho (Coordenação)
Prof. Dra. do Curso de Economia; NUPEFEC – UFPE/CAA

Sebastião Alves dos Santos (Coordenação)
Bolsista ATP–CNPq/SERTA/NUPEFEC-UFPE

Andson Freitas de Melo
Bolsista IEX–CNPq/UFPE - CAA

Antônio J. Tenório da Silva
Bolsista IEX–CNPq/UFRPE - UAG

COLABORAÇÃO

Antônio Roberto Mendes
Bolsista ATP-CNPq/SERTA/ NUPEFEC-UFPE

Cleidione Siqueira
Bolsista IEX – CNPq / UFPE - CCS

Francisco das Chagas Dantas
Bolsista EXP-C – CNPq/ SERTA/NUPEFEC-UFPE

Georgia Cavalcanti A. de Miranda
Agência CONDEPE/FIDEM

Ivone Sulamita de Farias
Bolsista IEX – CNPq/AESA/SERTA/NUPEFEC - UFPE

José Maurício Pereira
UNICAP/NUPEFEC-UFPE

Paulo Santana
Comissão Estadual de Agricultura Orgânica

Ronaldo Macário
Técnico em Agroecologia; Agricultor Familiar

NÚCLEO INTEGRADO DE COMUNICAÇÃO - NICOM / SEPLAG

Jornalistas:

Iale Alves (DRT-2874)

Isabel França (DRT-4431)

Karen Fon (DRT-4750)

Diagramação:

Otávio Falcão Junior

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só se tornou possível, graças ao apoio do CNPq, possibilitando o diálogo entre a UFPE e as instituições parceiras, através do projeto CICLOS concretizou-se um conjunto de ações, através das quais foi possível relacionar a prática com a teoria, a pesquisa com a extensão, o empírico com o científico.

Nesse sentido, o SERTA, na sua ação cotidiana de formar Jovens, educadores e produtores familiares, para atuar na transformação das circunstâncias e na promoção do desenvolvimento sustentável do Campo, congregou, através do Programa de Agentes empreendedores da Agricultura Familiar, com apoio do FIES (Fundo Itaú de Excelência Social), a possibilidade de concretude dessa experiência.

À Agência CONDEPE/FIDEM, sempre presente, agora tornou real esta publicação, às demais instituições parceiras, de alguma forma, deram valiosas contribuições para o êxito deste trabalho.

Em especial, representando agricultores familiares e suas famílias nas propriedades de referência do Projeto, de modo particular, agradecemos a Ronaldo Macário e sua família, no município de Tupanatinga, pela extraordinária colaboração.

A todos os que compõem a equipe do “Projeto Ciclos: implementação de tecnologias apropriadas no Semiárido pernambucano” e aos que a cada dia se engajam no trabalho e na luta por um Semiárido “rico em vida e pleno em oportunidade”¹.

Sebastião Alves dos Santos

¹ - Slogan da ASA - Articulação do Semiárido

APRESENTAÇÃO

Uma fonte de energia alternativa geralmente é vista como aquela que pode suprir as energias ou fontes energéticas atuais, levando em conta o menor efeito contaminante ou sua possibilidade de renovação.

Baseado nesta concepção, é que apresentamos ao leitor esta cartilha, que surge como um dos resultados das atividades desenvolvidas no âmbito do “Projeto Ciclos: implementação de tecnologias apropriadas no Semiárido pernambucano”. Vinculado à Universidade Federal de Pernambuco, o Projeto conta com apoio financeiro do CNPq, com participação direta do SERTA (Serviço de Tecnologia Alternativa), da Agência CONDEPE/FIDEM e parcerias.

O Projeto tem como objetivo sistematizar e divulgar os resultados de modelos diferenciados em Assistência Técnica e de Extensão Rural, através da implantação de tecnologias apropriadas, com foco na agricultura familiar. Para tanto, busca-se delimitar áreas experimentais, bem como analisar e dialogar acerca de estratégias de ação face às características, potenciais e dificuldades locais.

Uma das experiências desenvolvidas foi a de implantação de um biodigestor em propriedade rural, no município de Tupanatinga, localizado no Território da Cidadania do Agreste Meridional, em região Semiárida do estado de Pernambuco, voltado para o aproveitamento dos resíduos gerados com a bovinocultura de leite. As atividades foram desenvolvidas ao longo dos anos de 2011 e 2012, com realização de mutirões.

É importante salientar que a câmara de digestão de um biodigestor pode ser construída de diversas maneiras, utilizando-se diferentes materiais e técnicas. A maioria dos biodigestores construídos em Pernambuco, nos últimos anos, tem tido suas câmaras de digestão ou fermentação confeccionadas com base no modelo de cisternas de placas, construídas pela Articulação do Semiárido – ASA. Este modelo serviu de base para a experiência citada acima, e será descrita no **Passo a Passo 1** (página 13).

Com isso, reconhecem-se as contribuições de diversos pesquisadores, técnicos, institutos de pesquisa e extensões e organizações

sociais, na divulgação de experiências em torno da implantação de biodigestores em regiões Semiáridas (ver, por exemplo, Mattos (2011)).

Espera-se é que a presente publicação venha somar esforços na divulgação dessas experiências, com informações sobre tecnologias que sejam social, econômica e ecologicamente viáveis.

As etapas descritas no **Passo a Passo 1** foram decorrentes de atividade conjunta, envolvendo jovens estudantes do curso técnico em Agroecologia do SERTA, toda a equipe de pesquisadores, técnicos e de estudantes do Projeto Ciclos, a família residente e a comunidade local. Isto possibilitou a troca de ideias e o desenvolvimento de mecanismos alternativos para compor a estrutura do equipamento, incentivando a criatividade e o aprendizado, resultando em pequenos, mas relevantes diferenciais na estrutura do biodigestor, que será apresentado.

Considera-se que uma das contribuições apresentadas a seguir está no desencadear do aprendizado em coletividade e de processos inovadores capazes de potencializar a autonomia dos agricultores, na medida em que valorizaram o pensar em conjunto sobre a funcionalidade do equipamento, sua instalação e sua manutenção futura. Seguindo esta lógica, o SERTA, vem trabalhando no desenvolvimento de modelo de câmara de digestão feito em ferro e cimento. Esta experiência, apresentada no **Passo a Passo 2** (página 35), tem tido como resultado a construção de biodigestores de mais fácil fabricação e de menor custo.

Assim, almeja-se que este material venha a subsidiar produtores que tenham interesse em implantar essa tecnologia, de fácil manejo e com vários benefícios, lançando um destaque especial para a importância da troca de experiência e da realização de diálogos acerca da adaptabilidade e das necessidades específicas para cada localidade.

Cynthia Xavier de Carvalho
Sebastião Alves dos Santos

SUMÁRIO

1. O QUE É O BIODIGESTOR E QUAL A SUA IMPORTÂNCIA?.....	09
2. COMO FAZER.....	11
2.1 ESCOLHA DA LOCALIZAÇÃO.....	11
2.2 MATERIAL NECESSÁRIO E CUSTO ESTIMADO (R\$).....	12
2.3. PASSO A PASSO 1.....	13
2.3.1 Escavação de um buraco.....	13
2.3.2 Placas de cimento para construir o reservatório.....	13
2.3.3 Armação de ferro para a construção do piso.....	17
2.3.4 Construção da câmara de biodigestão.....	18
2.3.5 Construção da caixa de entrada da matéria-prima e da caixa de saída do biofertilizante.....	20
2.3.6 Interior da câmara digestora.....	23
2.3.7 Construção da cúpula.....	25
2.3.8 O filtro do gás: utilizando um galão de água mineral.....	27
2.3.9 O filtro do gás: utilizando um cano PVC de 150mm.....	30
2.3.10 Anel de zinco.....	32
2.3.11 Colocando a cúpula na câmara de biodigestão.....	33
2.4 CÂMARA DE DIGESTÃO OU FERMENTAÇÃO (MODELO SERTA).....	34
2.4.1 Material necessário.....	34
2.4.2 Passo a Passo 2.....	35
2.5 FINALIZAÇÃO.....	37
2.6 ABASTECIMENTO DO BIODIGESTOR.....	38
2.7 FASE DE SOCIALIZAÇÃO DA TECNOLOGIA.....	39
BIBLIOGRAFIA.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escolha da área.....	11
Figura 2 - Placas de cimento.....	14
Figura 3 - Placas de cimento com furos.....	14
Figura 4 - Caixa d'água utilizada.....	15
Figura 5 - Construção do piso da câmara de digestão.....	17
Figura 6 - Posicionamento das placas para a construção da câmara de digestão.....	18
Figura 7 - Amarração da câmara de biodigestão.....	19
Figura 8 - Fotos da caixa de entrada da matéria-prima para o biodigestor....	20
Figura 9 - Caixas de saída após instalação do biodigestor.....	22
Figura 10 - Desenho esquemático do posicionamento dos reservatórios e encanamento.....	22
Figura 11 - Caixas de entrada e de saída do biodigestor.....	23
Figura 12 - Desenho esquemático do interior da câmara de biodigestão.....	23
Figura 13 - Interior da câmara de biodigestão (sentido entrada/saída).....	24
Figura 14 - CANO-EIXO com parafuso.....	24
Figura 15 - Cortes na madeira.....	26
Figura 16 - Fixação da madeira na caixa d'água.....	26
Figura 17 - Filtro de gás com galão de água.....	29
Figura 18 - Modo de colocar as válvulas, no tampão de vedação do filtro de gás com cano PVC.....	30
Figura 19 - Filtro de cano de PVC instalado.....	31
Figura 20 - Caixa d'água com o anel de zinco.....	32
Figura 21 - Centro da caixa d'água com o anel de zinco.....	32
Figura 22 - Processo de encaixe na câmara biodigestora.....	33
Figura 23 - Cúpula encaixada na câmara biodigestora.....	33
Figura 24 - Filtro de cano de PVC instalado.....	33
Figura 25 - Rede de ferro.....	34
Figura 26 - Rede de ferro.....	35
Figura 27 - Preenchimento da câmara digestora.....	36
Figura 28 - Saída da câmara de biodigestão.....	37
Figura 29 - Caixa de entrada abastecida.....	38
Figura 30 - Dia de campo para socialização da experiência com o biodigestor..	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Material necessário para a construção do biodigestor.....	12
--	----

1 - O QUE É O BIODIGESTOR E QUAL A SUA IMPORTÂNCIA?

É um equipamento relativamente rústico, que contribui para a melhoria da qualidade da vida, no ambiente rural. Ele pode ser construído a partir de diversos materiais, de fácil acesso ao produtor rural.

A opção pela implantação de biodigestores vem ganhando destaque nos últimos anos. Com modelos originários da China e da Índia, essa tecnologia, inicialmente, sofreu certa resistência por parte dos brasileiros, quanto à sua implantação, pelas dificuldades que parecia apresentar. Ressalta-se que, “cerca de dois terços das famílias nas áreas rurais da China usam biogás como seu combustível principal” (Hinrichs et al, 2010, p. 632).

No Brasil, agricultores familiares do Semiárido têm divulgado suas experiências, mostrando ser uma tecnologia que se adequa as suas necessidades. Atualmente, tem-se difundido a sua utilização para a produção de gás metano e de biofertilizante pelo processo de fermentação anaeróbica (ausência de ar) da matéria orgânica.

Nos sistemas de tratamento dos resíduos, utilizando métodos biológicos anaeróbicos, como o biodigestor, há a atuação de diferentes microrganismos (bactérias) que, na ausência de oxigênio molecular, promovem transformações de compostos orgânicos complexos em dois produtos: (1) o biogás (produto cujos principais componentes são metano e gás carbônico), e; (2) o biofertilizante (efluente estabilizado e sem odores) que pode ser utilizado para fins agrícolas, como adubo, substituindo os fertilizantes sintéticos e promovendo a agricultura orgânica (Tomazela, 2006, p. 244; Novaes, et al., 2006).

Um dos fatores de importância do biodigestor está na aplicação dos resíduos gerados pela criação. A experiência de implantação que motivou a elaboração da presente cartilha ocorreu em propriedade agrícola familiar, situada na região do Semiárido brasileiro, município de Tupanatinga (Pernambuco). Sendo um estabelecimento cuja atividade principal é a bovinocultura de leite em pequena escala, o resíduo que poderia só em parte ser utilizado, passou a funcionar como um insumo, proporcionando dois

produtos (gás e biofertilizante), beneficiando a propriedade pelo menos em três aspectos: a segurança energética e de nutrientes; a questão da sanidade, e; melhorias econômicas.

A segurança energética está no fato de, hoje, a propriedade ter condições de abastecer duas residências com o gás proveniente do digestor. A segurança de nutrientes está relacionada à destinação de fertilizante natural para a plantação de hortaliças e para o cultivo de palma, bem como de fruteiras diversas.

Além disso, há o aspecto da melhoria da sanidade animal, na medida em que se quebra o ciclo de vida de parasitas que porventura poderia ocorrer. Salienta-se também o ganho indireto de renda. O biodigestor, hoje, ao abastecer com gás e fornecer fertilizante para duas residências na propriedade rural, permite que se economize com a compra destes dois produtos, mas também com possíveis reduções de gastos na aquisição de medicamentos, como vermífugos, para o combate de parasitas, que se torna menos necessário quando da melhoria da sanidade animal no estabelecimento (Charles & Furlong, 1992).

2 - COMO FAZER

2.1 ESCOLHA DA LOCALIZAÇÃO

A escolha do local deve ser feita através de um estudo detalhado na propriedade. É importante que se observe a maior proximidade possível do curral (considerando o exemplo da criação bovina), mas também da residência que será abastecida com o gás proveniente do biodigestor. Isto é levando em consideração por facilitar tanto a manutenção do equipamento e o seu abastecimento com a matéria-prima (o esterco), quanto a condução do gás para a residência e, conseqüentemente, o seu uso no fogão.

Figura 1 - Escolha da área



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

2.2 MATERIAL NECESSÁRIO E CUSTO ESTIMADO (R\$)*

Tabela 1 - Material necessário para a construção do biodigestor

Produto	Quant.	Medida	Valor Unit.	Valor Total
Cimento	6	Unid.	22,00	132,00
Areia fina	0,5	Metro	25,00	12,50
Areia Grossa	0,3	Metro	25,00	7,50
Caixa d'água 3.000 l	1	Unid.	750,00	750,00
Arame 18	1	Kg	9,50	9,50
Brita Grossa	4	Latas	2,00	8,00
Tijolo de 08 furos	30	Unid.	0,37	11,10
Cano PVC de 100 mm	6	Metro	5,60	33,60
Cano PVC de 60 mm	1,5	Metro	12,32	18,48
Cano PVC de 75 mm	1	Metro	5,00	5,00
Cola de cano 75g	1	Unid.	4,50	4,50
CAP 74 esgoto	1	Unid.	2,80	2,80
T de 20 mm	2	Unid.	0,50	1,00
Joelhos de 90° 20 mm	6	Unid.	0,25	1,50
Flange de caixa d'água 60 mm	1	Unid.	18,00	18,00
Flange de caixa d'água 20 mm	3	Unid.	5,00	15,00
Registro esfera 25 mm	2	Unid.	6,00	12,00
Mangueira trançada 3/8	3	Metro	3,50	10,50
Luva soldável de 20 mm	6	Unid.	0,60	3,60
Braçadeira de rosca	6	Unid.	1,00	6,00
Cano tubo galvanizado	0,5	Metro	130,00	65,00
Vara de cano 20 mm	24	Metro	1,10	26,40
Joelhos sol 90° de 20 mm	6	Unid.	0,80	4,80
União sol de 20 mm	1	Unid.	3,00	3,00
Caps de 150 mm	2	Unid.	20,00	40,00
Linha de 10 x 7 cm mista 7 m	1	Unid.	42,00	42,00
Parafuso de ¼ c/porca	4	Unid.	0,50	2,00
Arruela lisa ¼	8	Unid.	0,10	0,80
Barra roscável	2	Unid.	4,00	8,00
Porca 3/8	10	Unid.	0,15	1,50
Arruela lisa 3/8	20	Unid.	0,10	2,00
Adaptador interno	2	Unid.	1,00	2,00
Nípel roscável	6	Unid.	0,50	3,00
Zinco	1	Folha	78,00	78,00
Malha de ferro de 15 cm	3	Unid.	40,00	120,00
Tela de passarinho	15	Metro	10,00	150,00
Cavação do buraco (3m x 1,80m)	3	Horas-máquinas	150,00	450,00
Pedreiro	3	Diária	60,00	180,00
Ajudante de pedreiro	3	Diária	30,00	90,00
Tábua de 12cm x 4 cm x 2,20m	2,2	Metro	15,00	33,00
TOTAL				2.364,08

* Pesquisa de preços realizada no comércio local em julho de 2012.

2.3 PASSO A PASSO 1

2.3.1 Escavação de um buraco

A primeira etapa dos trabalhos consiste em cavar um buraco com 3 m de diâmetro e 1,5 m de profundidade (o excesso na largura será utilizado para o pedreiro ter espaço para trabalhar).

O tamanho do buraco, bem como da construção de alvenaria, vai depender da caixa d'água utilizada. Nas ilustrações que seguem, foi utilizada uma caixa d'água de 3000 litros (l) com 2 m de diâmetro.

Esse trabalho, desempenhado por apenas uma pessoa, leva em média seis dias para ser concluído (quanto maior a quantidade de pessoas envolvidas, mais rápida será a conclusão dessa etapa). Uma alternativa pode ser a utilização de uma retroescavadeira.

2.3.2 Placas de cimento para construir o reservatório

- Escolha um local plano e seco para a confecção das placas.
- Forre o piso com areia em quantidade suficiente para dar curvas nas placas (ver figura 2).
- As placas devem ter dimensões de 50 cm de largura por 60 cm de comprimento e ter uma leve inclinação no seu formato, para dar a forma circular quando forem encaixadas.
- As placas devem ser feitas com areia, cimento e água, na proporção de 2,5 carroças de areia para um saco de cimento (Traço 2,5: 1).
- Para o digestor, com diâmetro de 2,30 m, são necessárias 40 placas.
- Seis placas devem ser divididas ao meio, pois serão usadas para construir as caixas de entrada (abastecimento) do biodigestor e de saída do biofertilizante.

Figura 2 - Placas de cimento



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

Figura 3 - Placas de cimento com furos



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

- A quantidade de placas necessária depende do tamanho da caixa utilizada.

Exemplo: uma caixa de fibra, usada na construção civil (figura 4), necessita exatamente de 40 placas. Se for usada uma caixa de fibra mais estreita, trinta e nove (39) placas são suficientes.

Figura 4 - Caixa d'água utilizada



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

- Em todo caso, é sempre viável construir algumas placas excedentes, para evitar perda de tempo com imprevistos, como placas quebradas ou rachadas.
- É necessário fazer a cura das placas, regando-as várias vezes antes que sequem totalmente (para evitar rachaduras e melhorar a consistência).

- Enquanto o cimento não estiver consistente, deve ser realizado um recorte em duas placas para o encaixe das tubulações (Figura 3). A abertura, pela qual deverá passar o cano de 100 mm, poderá ficar na intercessão destas duas placas. O cano aqui posicionado servirá para abastecimento da câmara com a matéria-prima (esterco + água), conforme orientações expostas no item 2.6.
- Também é necessário fazer um furo no meio de uma das placas de cimento. Esta placa deverá ficar na 2ª fileira que comporá a câmara digestora, mas do lado oposto às duas placas com recorte, salientadas no item anterior. Esta abertura, que deverá ficar em média 20 cm mais alta do que a abertura utilizada para a entrada da matéria-prima, servirá para encaixe da tubulação de saída do biofertilizante, utilizando-se um cano de 100 mm.
- Na prática, sugere-se deixar o encanamento para entrada da matéria-prima aproximadamente 20 cm mais baixa do que o encanamento utilizado para saída do biofertilizante, tomando como referência o piso da câmara de digestão. Isto porque, se o material novo for lançado à câmara biodigestora por entrada na mesma altura da saída, a tendência é que o material novo se disperse, saindo rapidamente e ficando por menos tempo na câmara digestora. O intuito é que, ao ser lançado a matéria-prima por uma entrada mais baixa, o material que já estava na câmara sendo decomposto pelos microrganismos seja empurrado para cima, saindo em direção à caixa receptora do biofertilizante (conforme será ilustrado em item subsequente). Assim, a matéria-prima recém-introduzida permanecerá por mais tempo na câmara, possibilitando que as bactérias tenham mais tempo para digeri-la.

2.3.3 Armação de ferro para a construção do piso

- Deve ser feito um círculo com 2,30 m de diâmetro, com arame $\frac{3}{4}$ que será colocado no piso do reservatório, para evitar rachaduras (essa armação pode ser descartada caso o piso tenha uma boa consistência).
- A armação de ferro deverá ser colocada no buraco e forrada com uma camada de concreto (figura 5), composta de cimento, areia e brita (3 latas de areia e uma lata de brita para cada lata de cimento; Traço 3:1:1). Este concreto será o piso do biodigestor.
- No centro do círculo deve ser posto verticalmente um pino (ferro $\frac{3}{4}$), com cerca de 20 cm, que servirá para guiar o CANO-EIXO, como está exposto na página 24.

Figura 5 - Construção do piso da câmara de digestão



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

2.3.4 Construção da câmara de biodigestão

- Riscar no piso a circunferência equivalente ao tamanho da câmara; círculo com 2,30 m de diâmetro (facilitará o posicionamento correto das primeiras placas).
- Colocar a massa sob o risco e encaixar as placas, uma de cada vez, utilizando-se de grampos feitos com ferro $\frac{3}{4}$, capazes de interligar uma placa à outra para que ambas se sustentem, ou de pedaços de madeira para sustentá-las.
- As duas placas que contêm um furo circular devem ser colocadas na primeira fileira e em lados opostos e devem ser selecionadas de acordo com o posicionamento desejado para a construção da entrada e da saída do digestor (ver figuras 1 e 7).

Figura 6 - Posicionamento das placas para a construção da câmara de



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

- Como já informado no item 2.3.2, os furos nas placas de concreto devem ficar na altura aproximada de 40 cm do piso (para a entrada), e de 50 a 60 cm (para a saída). Devem também possuir um diâmetro suficiente para que seja introduzido um cano de 100 mm.
- É importante sempre verificar o “prumo” de cada placa, principalmente na fileira base, para evitar o afunilamento do reservatório.
- Após colocar o primeiro dos três andares das placas, preencher com massa os espaços entre e sob elas.
- Fazer o mesmo processo para as três etapas de encaixe das placas.
- Após o término do encaixe das placas; prender o reservatório com arame nº12, utilizando uma média de 4 arames em cada placa (ver figura 7).

Figura 7 - Amarração da câmara de biodigestão



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

2.3.5 Construção da caixa de entrada da matéria-prima e da caixa de saída do biofertilizante

- Na parte alta do terreno, fazer a caixa de entrada (Figura 8), utilizando as placas de cimento divididas ao meio, local em que será inserida a matéria-prima (esterco + água). A caixa deverá estar interligada à abertura mais baixa do reservatório, localizada a 40 cm do piso da câmara de digestão, através de um cano de 100 mm.

Figura 8 - Fotos da caixa de entrada da matéria-prima para o biodigestor



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

- A caixa de entrada deve ser em média, e no mínimo, 20 cm mais alta do que a de saída e é feita com as placas que são cortadas ao meio. Esta diferença de altura é para que, por meio da gravidade, o biofertilizante seja expelido.
- Do lado contrário da caixa de entrada, construir a caixa de saída para o biofertilizante que será expelido no processo. Este recipiente deverá estar interligado à abertura mais alta da câmara de digestão (localizada de 50 a 60 cm do piso), através de um cano de 100 mm (figura 9).

- A caixa de saída é composta de dois reservatórios pequenos de cimento, interligados por um cano: um redondo, que é construído com as placas de cimento cortadas ao meio, e um quadrado. A primeira caixa (redonda) é o recipiente de saída propriamente dito. Sua capacidade em volume deve ser maior que a quantidade de material utilizado para abastecimento do biodigestor que está, em média, entre 40 e 60 litros diários. Portanto, recomenda-se que seja construída uma caixa com uma capacidade volumétrica em torno de 100 litros.

- A segunda caixa consiste em um recipiente para o estoque de biofertilizante por algum tempo. A ideia é possibilitar o armazenamento deste material antes de ser utilizado em campo, facilitando a mão de obra, uma vez que o produtor não necessitará esvaziar com tanta frequência o reservatório, além de garantir que não haverá desperdício por transbordamento da primeira caixa. Não existe tamanho padrão para este tanque, o produtor deverá construí-lo do tamanho que possa acumular material por alguns dias, de modo que ele possa programar a utilização do fertilizante nos cultivos. É importante notar que um maior tempo de armazenamento também possibilitará o “amadurecimento” do produto, completando o ciclo de fermentação, evitando-se a queima das plantas a serem fertilizadas.

NOTA 1 – O segundo reservatório que compõe a caixa de saída é opcional (caixa quadrada). No caso da opção de não construí-lo, o produtor deverá esvaziar o material que se acumulará no primeiro reservatório (caixa redonda) DIARIAMENTE.

NOTA 2 – Necessariamente a caixa de armazenamento de biofertilizante não tem de ser quadrada, podendo ser construída na forma geométrica desejada.

Figura 9 - Caixas de saída após instalação do biodigestor



Figura 10 - Desenho esquemático do posicionamento dos reservatórios e encanamento

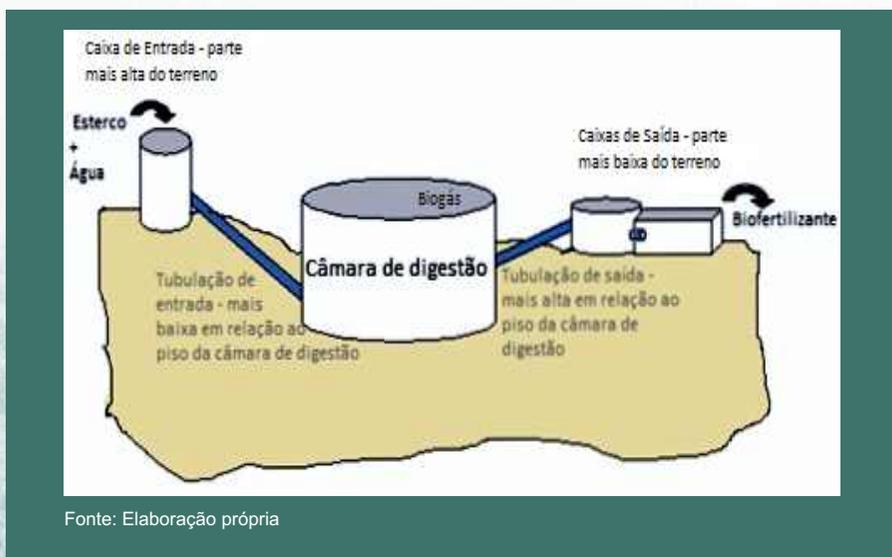
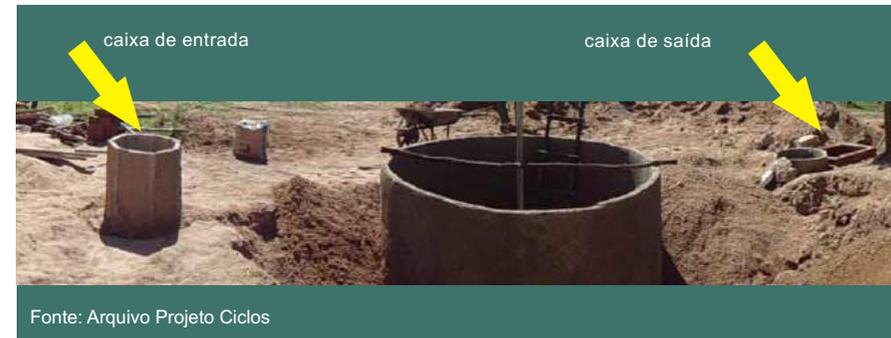


Figura 11 - Caixas de entrada e de saída do biodigestor



2.3.6 Interior da câmara digestora

- Construir três ou quatro paredes de aproximadamente 60 cm de altura por 20 cm (1 tijolo de 8 furos) de comprimento, distribuídas nas encostas do reservatório (ver figuras 12 e 13). Estas paredes serão necessárias para que a caixa d'água seja apoiada sobre elas e permitam espaço suficiente ao armazenamento e fermentação dos dejetos.

Figura 12 - Desenho esquemático do interior da câmara de biodigestão

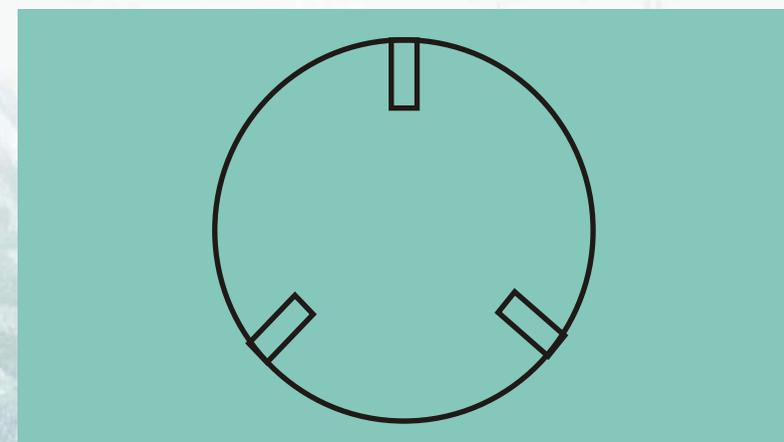


Figura 13 - Interior da câmara de biodigestão (sentido entrada/saída)



- **CANO-EIXO:** Fixar um cano de 50 mm, com 3m de altura, no centro do reservatório. Utilizar um ferro fixado no piso e um pedaço de madeira na borda do reservatório para obter uma verticalização perfeita.
- Em seguida, encher o cano de massa e colocar um parafuso na parte superior do cano, com a rosca para cima (figura 14).

Figura 14 - CANO-EIXO com parafuso



2.3.7 Construção da cúpula

- Medir uma tábua e cortá-la no diâmetro da borda superior da caixa d'água, para que depois ela seja parafusada.
- Em seguida, encontrar o centro da caixa e sua referência na tábua. Fazer um corte circular (onde foi marcado anteriormente) para que passe com certa folga um cano de 50mm.
- Fazer outro corte para um cano de 60 mm, sobre o corte já feito, com aproximadamente 1 cm de profundidade (figuras 15 e 16).
- Colocar uma válvula de 60 mm no fundo da caixa, centralizada, e outra de 32 mm em um ponto mais ao lado, porém não muito próxima da extremidade da caixa.
 - * A distância da extremidade é necessária para realizar a conexão do filtro de gás, de forma que não dificulte a instalação do anel de zinco (ver figuras 20 e 21).
 - * O recipiente utilizado como filtro do gás poderá ser o galão de água ou o cano de PVC (ver itens 2.3.8 e 2.3.9).
 - * A válvula de 60 mm será o guia superior da caixa, enquanto a de 32 mm será a saída de gás em direção ao filtro.
- Cortar um cano de 60 mm (da altura da caixa) e colar na válvula central da caixa.
- Em seguida, encaixar o cano na tábua para que ele fique fixado. Quando o cano estiver encaixado, parafusar a tábua na caixa d'água. Caso a caixa seja bastante flexível, parafusar uma ripa, cruzando a tábua pela parte de baixo.

Figura 15 - Cortes na madeira

Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

Figura 16 - Fixação da madeira na caixa d'água

Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

2.3.8 O filtro do gás: utilizando um galão de água mineral

- O filtro de gás tem sido comumente construído, especialmente no âmbito das ações do Projeto Dom Helder, através do uso de garrafões de água mineral de 20 litros (Mattos, 2011).
- Para isso, esvaziar o garrafão, preservando a tampa. Deverão ser inseridas duas roscas por dentro do garrafão, o que pode parecer um pouco complicado, demandando alternativas para facilitar o processo. Uma delas é fabricar uma chave com um cano de 32 mm, aquecendo-o de forma que o seu formato fique adequado para que alguém possa manter fixa a rosca por dentro do garrafão, enquanto outra pessoa aperta a válvula (flange) por fora. Caso as roscas sejam mais largas do que a entrada do garrafão, elas devem ser lixadas.

Parte exterior do garrafão de água mineral:

Parte que liga o filtro ao biodigestor: para fazer a ligação da válvula (devidamente vedada por baixo com borracha de vedação flange), com o cano que ficará acima, pode-se utilizar um nípel de tamanho compatível com a válvula utilizada. Em seguida usa-se uma “luva” em PVC para fazer a ligação entre a válvula e um nípel superior que liga ao joelho do cano. Usa-se também, outro nípel para ligar o joelho ao cano de 25 mm. Esse cano será usado para o gás vindo do biodigestor.

Esse mecanismo também pode ser feito com cano de cola PVC, colando-se o cano depois de colocadas as duas válvulas. Porém, como o mecanismo ficará exposto ao sol, aconselha-se utilizar cano de rosca.

Com a cúpula (caixa d'água) posta no sentido correto e o galão emborcado sobre ela, fazer uma ligação entre a válvula da cúpula e a válvula de um dos canos do garrafão, que contém o nípel. No meio desta ligação deve ser colocada uma torneira de passagem, para controlar a entrada e a saída de gás. Ou seja, entre o biodigestor e o filtro, deverá haver um registro, de forma que possa fechar a saída de gás para manutenção do filtro ou alguma outra necessidade.

Parte que liga o filtro à mangueira do gás: o processo de montagem das válvulas é semelhante ao exposto acima, apenas que dele sairá a mangueira que abastecerá a casa com o biogás (cujo processo será descrito adiante).

Parte interior do garrafão de água mineral:

Deve ser colocado um cano no interior do garrafão, ligado à válvula, mergulhando-o mais ou menos 5 cm na água contida no galão de água mineral, o que funcionará como filtro do gás, deixando as impurezas dissolvidas na água.

Para finalização, vedar a boca do galão com o máximo de segurança possível. Em seguida testar com água para verificar se não há vazamentos. Utilizar a tampa original do galão e algumas "ligas" de câmara de ar. O galão deve estar com a parte vedada de encontro com o fundo da cúpula. Enquanto o recipiente estiver vazio, ele permanecerá sustentado pela ligação feita entre a cúpula e o nípel.

Figura 17 - Filtro de gás com galão de água



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

2.3.9 O filtro do gás: utilizando um cano PVC de 150 mm

Obs.: este filtro substitui o anterior, sendo uma adaptação feita pelos técnicos do SERTA, com intuito de melhorar o funcionamento e facilitar a instalação.

- Utilizar um cano de 150 mm com aproximadamente 50 cm, e dois tampões também de 150 mm. Estes tampões são vendidos em casas comerciais, como as que comercializam os canos.
- Colocar em uma das tampas, duas válvulas de 32 mm.
- Em uma das válvulas, pelo lado de dentro da tampa, deve ser colocado um nípel (cano de 25 mm com aproximadamente 25 cm). Este cano será submerso em aproximadamente 40 cm de água e servirá como filtro do gás (ver figuras 18a e 18b).

Figura 18 - Modo de colocar as válvulas, no tampão de vedação do filtro de gás com cano PVC



(18a)

Fonte: Arquivo Projeto Ciclos



(18b)

- Vedar um dos lados do cano com a tampa que não contém as válvulas - utilizar preferencialmente graxa ao invés de cola, pois assim, em caso de qualquer imprevisto, será mais fácil sua manutenção.
- Colocar água no cano e verificar se não há vazamentos.
- Com aproximadamente 40 cm de água, fechar o outro lado do cano com a válvula que contém o nípel. É importante marcar pelo lado de fora a válvula do nípel, já que depois de colada à tampa, será difícil seu reconhecimento.
- O cano que sai da cúpula deve ser encaixado na válvula do nípel, mas esse processo só deve ser concluído depois que a cúpula for colocada no reservatório. Para visualizar o filtro do gás de cano de PVC instalado, ver figura 19.

Figura 19 - Filtro de cano de PVC instalado



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

2.3.10 Anel de zinco

- Para que a caixa d'água (cúpula do biodigestor) fique segura e não corra o risco de rachar, bem como para que haja a possibilidade de colocar terra fértil em cima, como uma forma de exercer peso suficiente para que a cúpula deslize com facilidade sobre o cano-eixo, necessita-se da instalação de um anel de zinco de 40 cm circundando a caixa. Aqui se torna um espaço em que poderá ser cultivada uma pequena horta, como pode ser notado na figura 28.
- O anel de zinco deve ser confeccionado respeitando a medida equivalente ao diâmetro da cúpula.
- Meça o diâmetro da caixa a 20 cm de profundidade, em seguida corte o zinco de acordo com a medida alcançada.
- Faça a emenda das extremidades do zinco, formando um cilindro (ver figura 20).
- Coloque o cilindro no fundo da caixa.

Figura 20 - Caixa d'água com o anel de zinco



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

Figura 21 - Centro da caixa d'água com o anel de zinco



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

2.3.11 Colocando a cúpula na câmara de biodigestão

- Antes de erguer a cúpula, coloque uma tábua ou barrote consistente sobre a câmara para facilitar o equilíbrio, servindo para apoiar os pés.
- Centralize a cúpula no cano eixo, e desça-a deslizando no cano. Utilizar cordas para apoiar a cúpula até que ela fique encostada às paredes de apoio da câmara.

Figura 22 - Processo de encaixe da câmara biodigestora



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

Figura 23 - Cúpula encaixada na câmara biodigestora



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

- Para assegurar o equilíbrio da cúpula devem ser colocados dois postes (de madeira ou cimento) junto à câmara de digestão (figura 24), com altura aproximada de 1,80 m. Depois, prender uma barra de madeira na parte superior, no qual será fixado o cano-eixo do biodigestor.

Figura 24 - Filtro de cano de PVC instalado



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

2.4 CÂMARA DE DIGESTÃO OU FERMENTAÇÃO (MODELO SERTA)

2.4.1 Material necessário

Para construir uma câmara seguindo esse modelo, utilize os seguintes materiais para substituir as placas pré-fabricadas do modelo anterior:

- (1) Rede de ferro com malha de 15 cm x 2m x 3m (figura 25), disponível no mercado em casas que vendem material de construção. Estas redes são utilizadas na confecção de lajes e pisos na construção civil.
- (2) Tela de arame galvanizado com malha de 1,0 cm. Também encontrada em casas comerciais que vendem produtos agrícolas ou materiais de construção.
- (3) Papelão
- (4) Arame Nº 18.

Figura 25 - Rede de ferro



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

2.4.2 Passo a Passo 2

- Amarre uma rede de ferro na outra no sentido do lado maior (3m), segurando com o arame nº18.
- Faça um círculo, já com a rede de malha amarrada, de forma que fique 10 cm maior do que o diâmetro da caixa d'agua que você vai usar como cúpula ou depósito de gás do biodigestor.
 - * **Exemplo:** Se você estiver utilizando uma caixa d'agua de 3.000 litros, o diâmetro desta caixa, dependendo do fabricante, é de 2,0 metros. Portanto, o círculo da rede de malha será de 2,20 m de diâmetro.
- Depois do círculo amarrado, revestir com a tela de arame galvanizado (tela de viveiro de passarinho),esticando-a bem por fora do círculo. Em seguida, amarre com arame Nº 18 a cada 15 cm. Ou seja, para cada malha da rede de ferro, faz-se uma amarração.
- Sequenciando, revestir o círculo pela parte de dentro com papelão e amarrar bem firme para que fique seguro. Faça quantos amarrados forem necessários.

Figura 26 - Rede de ferro



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

- Depois, com uma colher de pedreiro vá fazendo o preenchimento ou cheia, pela parte de fora (com a mistura de areia fina peneirada e cimento, na proporção de 3 partes de areia para uma parte de cimento), fazendo uma camada uniforme de apenas 1 centímetro.
- Espere secar, retire os papelões, e comece o reboco por um dos lados (dentro ou fora), adicionando uma camada da mistura na mesma proporção de um centímetro de espessura.
- Aguarde a massa secar e faça do outro lado que falta rebocar, mais um revestimento também de um centímetro com a mistura na proporção dos itens anteriores.
- Para o contra piso use uma mistura de uma parte de cimento, duas partes de areia e uma parte de brita fina, espalhando uma camada de pelo menos 3 a 4 centímetros de espessura. Em seguida, reboque com uma camada de 1 cm do mesmo material utilizado no reboco.
- Para evitar rachaduras molhe toda a estrutura a cada hora no dia seguinte até que atinja o ponto de cura.

A SEQUÊNCIA DA CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR SEGUIE AS ETAPAS DO PASSO A PASSO 1, DO MODELO ANTERIOR DESCRITO NESTA CARTILHA

Figura 27 - Preenchimento da câmara digestora



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

2.5 FINALIZAÇÃO

- A saída de gás em direção à cozinha parte do filtro já instalado em cima da cúpula do biodigestor. Deve-se evitar fazer curvas, tentando seguir o caminho mais curto até o fogão.
- Para a condução do gás, podem ser usadas mangueiras próprias, flexíveis de cor preta ou canos de PVC rígidos de 25 mm soldável de cor marrom, mantendo-os soterrados em uma vala de cerca de 20 cm de profundidade. Isto pode evitar danos na tubulação e ressecamento pelo sol, proporcionando maior segurança. Esta vala deve ser sinalizada com pedras, tocos de madeira, tijolos ou qualquer outro material para evitar que pessoas desavisadas realizem algum trabalho no local, danificando a tubulação.
- Com aproximadamente 2 metros antes do fogão, instalar um registro tipo “bola” na tubulação ou mangueira utilizada para a condução do gás. Isto para garantir que, em eventual necessidade, o fluxo de gás seja interrompido, garantindo maior segurança e possibilitando a manutenção do fogão sempre que necessário.

Figura 28 - Saída da câmara de biodigestão



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

2.6 ABASTECIMENTO DO BIODIGESTOR

- A quantidade de matéria-prima necessária para abastecimento do biodigestor será maior na primeira vez. O produtor terá de encher a caixa de entrada com uma mistura pastosa de resíduo (esterco) e água, de forma a ultrapassar em alguns centímetros o cano de saída. Depois, é só manter a regularidade do abastecimento que, em média, fica entre 40 e 60 litros diários da mistura. É essa mistura de resíduo e água, que com a ação de microorganismos, converte-se em biogás (Hinrichs et al, 2010).
- Em geral, recomenda-se utilizar a proporção de 50% de resíduo e 50% de água (uma parte de água para uma parte de resíduo (1:1)). Esta recomendação aplica-se para o caso do esterco bovino, o mais usado como matéria-prima para o biodigestor. Na prática diz-se que, se a mistura ficar muito sólida, terá dificuldade para a saída do material. Se ficar muito líquida, dificultará a ação dos microorganismos.
- O primeiro gás produzido no biodigestor normalmente é descartado, uma vez que este vem carregado de impurezas e bolha de ar que estavam contidas na tubulação.
- Para evitar acidentes, o ideal é que a área do equipamento seja cercada.

Figura 29 - Caixa de entrada abastecida



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

2.7 FASE DE SOCIALIZAÇÃO DA TECNOLOGIA

Figura 30 – Dia de campo para socialização da experiência com o biodigestor



Fonte: Arquivo Projeto Ciclos

BIBLIOGRAFIA

Charles, T. P. & Furlong, J., 1992. *Doenças parasitas dos bovinos de leite*. Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL.

Hinrichs, R. A. & Kleinbach, M., 2010. *Energia e meio ambiente*. São Paulo: Cengage Learning.

Mattos, L. C., 2011. *Manual do biodigestor sertanejo*. Recife: Projeto Dom Helder Camara.

Novaes, A. P. d. et al., 2006. Saneamento básico na área rural. In: *Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria*. Botucatu: FEPAF, pp. 262-275.

Tomazela, A. B. G., 2006. Gestão de águas residuárias em propriedades rurais. In: *Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria*. Botucatu: FEPAF, pp. 233-261.