

**CONSTRUÇÃO E FUNCIONAMENTO  
DE  
BIODIGESTORES**

CPAC  
S462c  
1981  
ex. 2  
LV-2005.00121

Construção e funcionamento de  
1981 LV - 2005.00121



29821-2

**ária dos Cerrados (CPAC)**

**CONSTRUÇÃO E FUNCIONAMENTO  
DE  
BIODIGESTORES**

**JORGE SEIXAS – Engº Mecânico  
SÉRGIO FOLLE – Engº Agrícola  
DELMAR MARCHETTI – Engº Agrônomo**

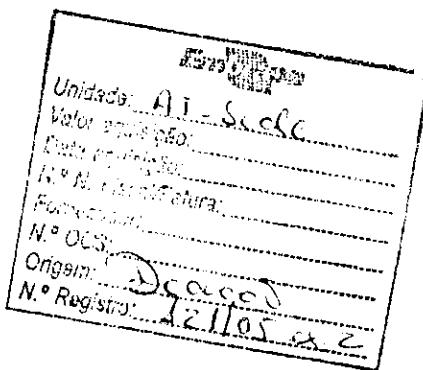


**EMBRAPA  
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados  
Brasília, DF**

## SUMÁRIO

	pág
<b>Introdução</b>	1
<b>O QUE É UM BIODIGESTOR?</b>	01
<b>EFETO DAS INSTALAÇÕES DE BIOGÁS</b>	02
<b>COMO É UM BIODIGESTOR?</b>	03
<b>COMO FUNCIONA UM DIGESTOR</b>	05
Materias-primas	06
Falhas possíveis	06
Localização do biodigestor	07
<b>A UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS</b>	08
Cozinhando com biogás	08
Iluminação com biogás	09
Outros usos potenciais	10
<b>UTILIZAÇÃO DOS RESTOS DIGERIDOS</b>	11
<b>CUSTOS</b>	12
<b>COMPARAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUÇÃO</b>	13
<b>DESCRÍÇÃO DO FUNCIONAMENTO DE UM BIODIGESTOR TIPO INDIANO</b>	15
Construção	17
Assentamento de tijolos de poço	18
Carregamento do digestor	19
Problemas depois de períodos prolongados de funcionamento	21
<b>BIODIGESTOR TIPO CHINÊS (ABóboda Fixa)</b>	22
Descrição do funcionamento	23
Tipo de construção com cimento pastoso	24
Técnica de construção	25
Construção dos tubos de carga e descarga	26
Reboco	27
Carga inicial - primeiro gás	31
Segurança e detecção de avarias	32

GUIA PARA ESCOLHA DE TIPO E DIMENSÕES DE UM DIGESTOR .....	33
Necessidade de gás .....	33
Geração de gás .....	34
Comparação entre volume de gás necessário e capacidade de produção .....	36
Fatores que influenciam o tamanho do digestor .....	37
Quantidade de material carregado .....	38
Dimensões do biodigestor .....	39
DESENHOS E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO .....	42
Biodigestor tipo indiano .....	44
Biodigestor tipo chines .....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60

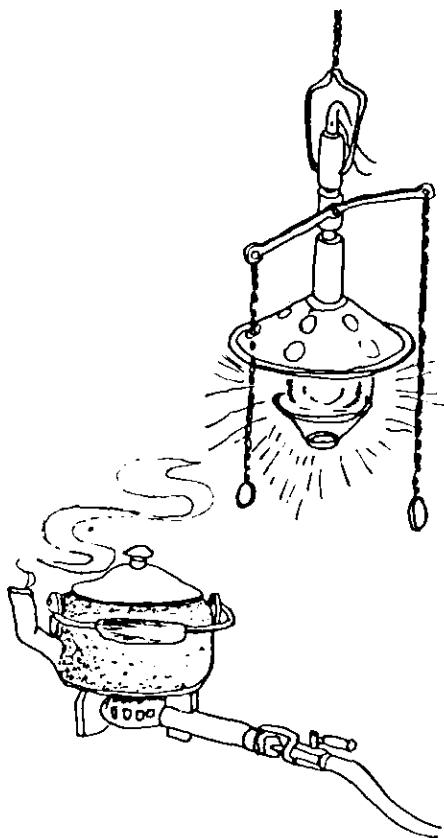
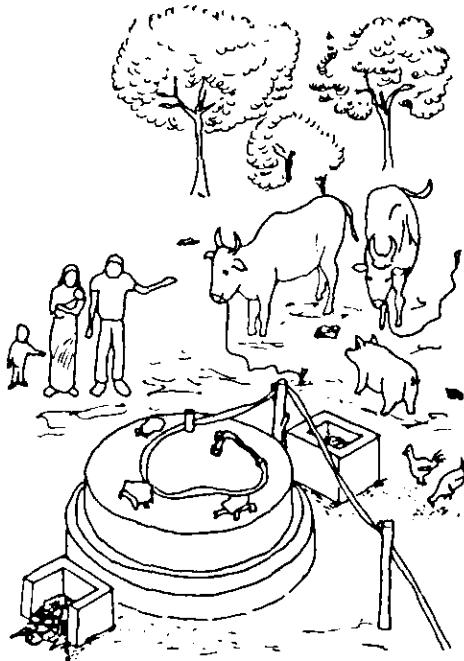


## O QUE É UM BIODIGESTOR ?

*É um poço (digestor) e uma câmara de acumulação de gás.*

*A matéria-prima pode ser constituída por:*

- Esterco de gado, porcos, cavalos, galinhas, ovelhas.
- Excremento humanos
- Restos vegetais de culturas (palha, grama, folhas...).



*As substâncias orgânicas são decompostas por bactérias, em processo sem ar (anaeróbio), resultando na produção de:*

- biogás inflamável e
- restos digeridos sem cheiro

*O biogás pode ser usado para cozinhar ou como combustível para lâmpadas de iluminação ou para motores de combustão interna.*

*O esterco produzido num dia por 2 a 4 vacas pode ser convertido em 2 a 3m<sup>3</sup> de gás, suficiente para cozinhar e iluminar à noite uma casa de 4-6 pessoas. Os restos digeridos podem fertilizar até 0,5 ha (2).*

## EFEITO DAS INSTALAÇÕES DE BIOGÁS

*Benefícios diretos para os agricultores:*

- CALOR E LUZ

*O uso de biogás poupa querosene, gás em botijão e evita a necessidade de queimar madeira.*

- FERTILIZANTES

*Os restos digeridos aplicados como fertilizantes resultam em produção 10 a 20% maior do que a aplicação direta do esterco.*

- LIMPEZA E HIGIENE

*O biogás arde sem quaisquer resíduos (não deixa fuligem). Os restos digeridos não contêm germes patogênicos causadores de doenças. Não têm cheiro. Isto evita moscas e as enfermidades por elas transmitidas.*

*A terra fertilizada com biofertilizantes contém menos elementos patogênicos e produz mais alimentos.*

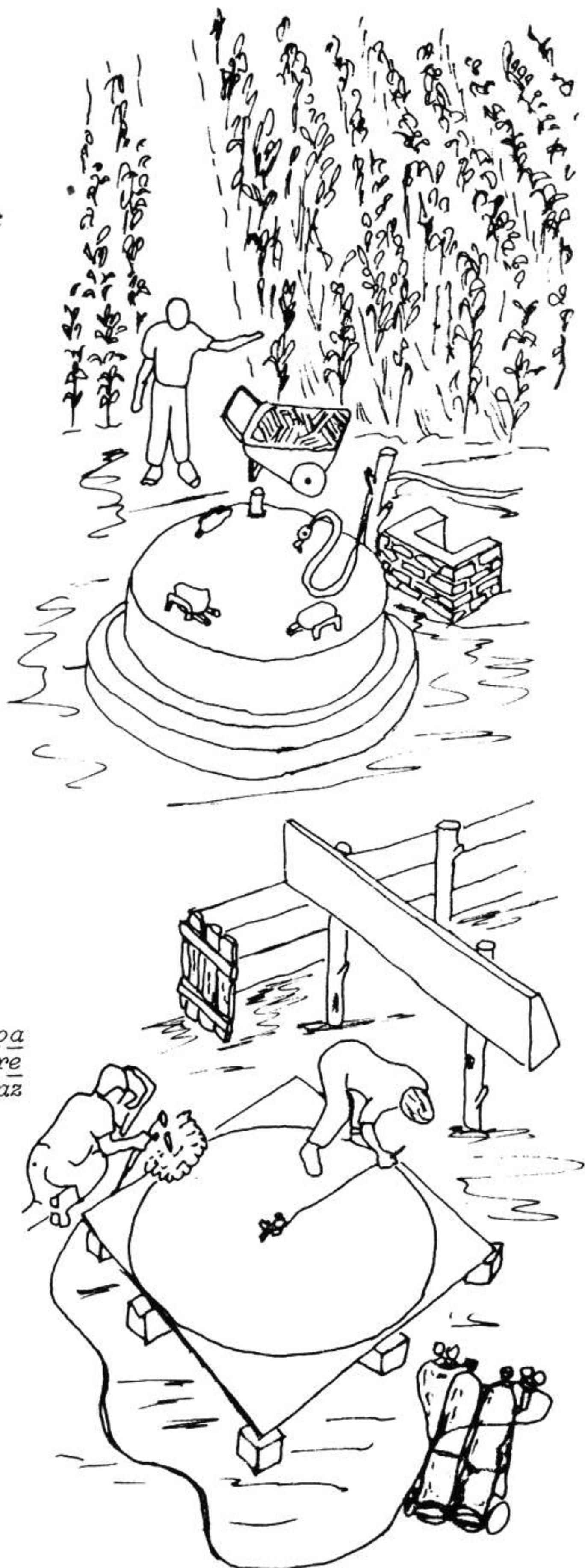
*Benefícios para o País:*

- *Não é preciso abater tantas árvores para queimar. Esta medida melhora a retenção de água, diminui a erosão e faz menos severas as épocas de seca.*

- *Torna menos premente a necessidade de gastos de divisas com a importação de combustíveis.*

- *A fabricação, em volumes apreciáveis, de acessórios (queimadores, lâmpadas, adaptação de motores, etc.) cria novos empregos.*

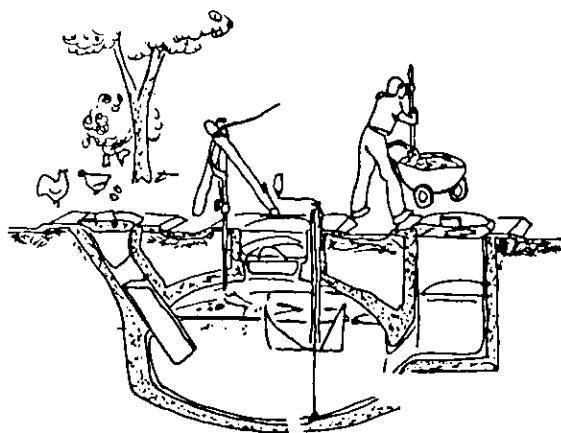
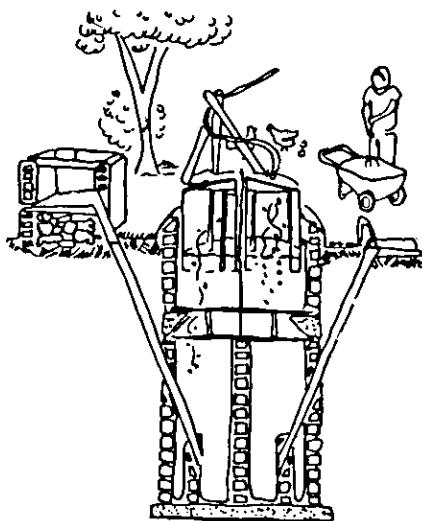
*Os benefícios reais para o País só se tornarão visíveis com um elevado número de biodigestores em atividade - menos doenças, mais florestas, menos pestes.*



## COMO É UM BIODIGESTOR ?

Os tipos mais comuns são os abaixo recomendados. Foram testados em milhares de casos e são aqui descritos e ilustrados em detalhe.

Digestor tipo indiano "GOBAR"  
com câmara de gás flutuante.

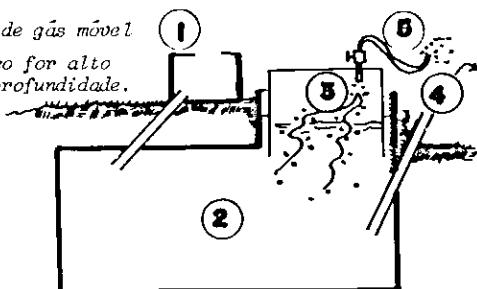


Digestor tipo chines  
de abóboda fixa.

Existem muitos outros tipos e sistemas de biodigestores, aptos para condições específicas. A título de informação mostramos alguns tipos:

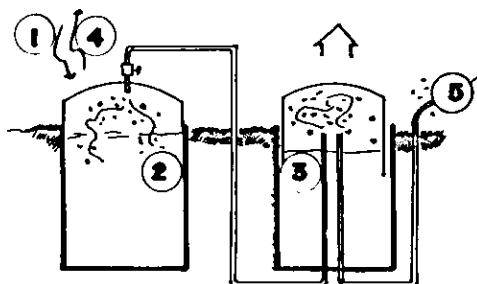
**BIODIGESTOR HORIZONTAL, com câmara de gás móvel**

- Aconselhável quando o nível freático for alto ou houver fundo rochoso a pequena profundidade.
- Construção simples.
- Tem problemas para tornar estanque a parte superior do digestor.



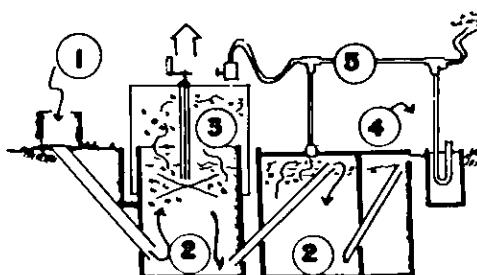
**BIODIGESTOR COM CÂMARAS SEPARADAS PARA LÍQUIDO E GÁS**

- Aconselhável para volumes maiores.
- Mais fácil de tornar estanque.
- Custo mais elevado do que o anterior.



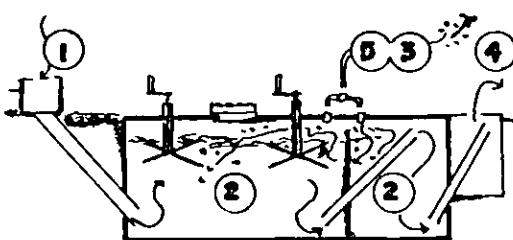
**BIODIGESTOR DE DUPLO ESTÁDIO, com câmara de gás integral e separador de água.**

- A câmara de gás é conservada limpa.
- A película de óleo na junta de água evita corrosão.
- Custo mais elevado ainda.



**BIODIGESTOR DE GRANDES DIMENSÕES, com vários agitadores e câmara de gás integral.**

- Fermentação segura sob o ponto de vista de higiene



1. Carga

2. Digestor

3. Câmara de gás

4. Descarga

5. Tubos

## COMO FUNCIONA UM DIGESTOR

Antes de montar um digestor é conveniente entender como e porquê funciona. A seguir se dá alguma informação básica.

### - TEMPERATURA

O biogás resulta da atividade de minúsculos organismos chamados bactérias, que decompõem restos orgânicos em meio sem ar (Reação anaeróbia).

Como todos os seres vivos, gostam de trabalhar nas melhores condições possível.

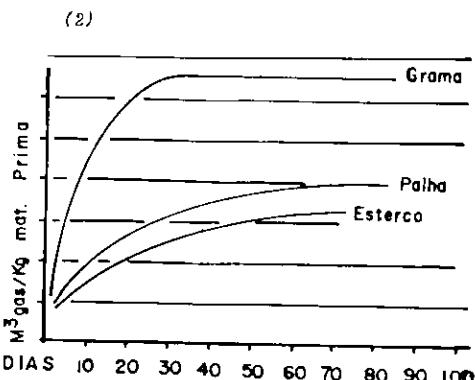
É importante que a temperatura seja mantida mais ou menos constante, a cerca de 35°C. Se a temperatura baixar ou oscilar demasiado a produção de gás diminuirá drasticamente. A menos de 15°C a produção de gás cessa (2).

Por estas razões é importante isolar termicamente o digestor, o que pode ser feito, em climas tropicais, anterrando-o; qualquer outro isolamento (lâ de vidro, isopor, etc.) ajudará a manter a temperatura mais constante.

### - PERÍODO DE FERMENTAÇÃO

As bactérias precisam de tempo para decomporem os restos orgânicos, sendo a temperatura uma importante condição; quanto mais elevada for mais curto será o ciclo, e quanto mais curto for o ciclo menor poderá ser o digestor, embora a quantidade total de gás seja máxima entre 35 e 45°C.

Em geral o período de digestão para os dispositivos aqui mostrados oscila entre 30 e 60 dias.



## MATERIAS-PRIMAS

Todos os materiais de origem orgânica podem servir para um biodigestor, com exceção de madeira.

Substâncias fibrosas como palha, grama, etc., podem formar uma camada flutuante dentro do digestor e parar a produção de gás. Por essa razão devem ser trituradas em pedaços de menos de 3cm.

Materiais homogêneos como esterco de gado, de porco, ou excrementos humanos, não apresentam problemas especiais.

Todos os materiais orgânicos devem ser diluídos em água (ver página 33). O início do funcionamento é mais fácil usando-se esterco de gado, pois este já tem as bactérias convenientes.

Pode-se aumentar a produção de gás acrescentando urina de gado ou pequenas quantidades de restos orgânicos verdes. Excrementos humanos também aumentam a produção de gás. A ligação das instalações sanitárias com o biodigestor elimina uma boa parte dos elementos patogênicos, transmissores de doenças, e evita o contato com moscas.

## FALHAS POSSÍVEIS

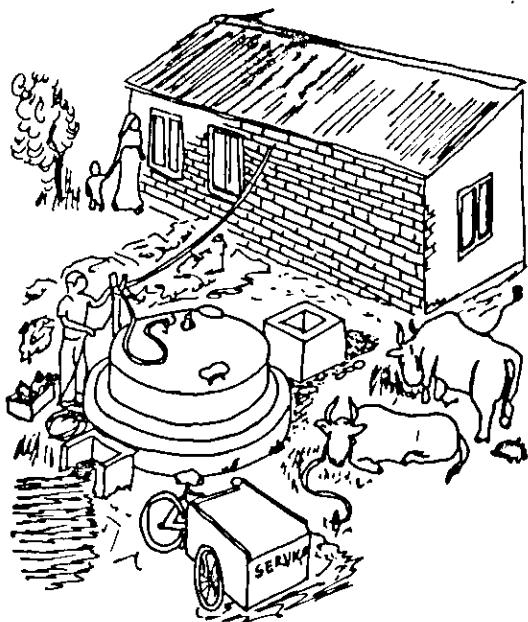
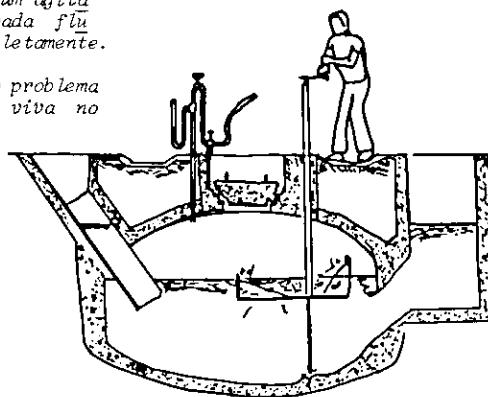
Não se deve acrescentar demasiada matéria orgânica, que sobre carrega o processo; a atividade das bactérias pode também ser diminuída e até parada por causa de excesso de sabão, ácidos ou outras substâncias químicas. Em qualquer dos casos a produção de gás diminui, e se sentirá um cheiro desagradável.



Deve-se carregar o biodigestor regularmente.

A lama precisa ser agitada para se obter uma boa produção de gás. Se não existir um agitador é possível que se forme uma camada flutuante e a produção de gás pare completamente.

As possíveis falhas não constituirão problema para alguém que entenda o processo e viva no local; existe portanto a possibilidade de trabalho para um especialista em cada aglomerado populacional.



#### LOCALIZAÇÃO DO BIODIGESTOR

É importante pensar bem antes de decidir onde se vai montar o biodigestor.

- Deve ficar ao sol e abrigado do vento dominante.
- Não deve ficar a mais de 30 metros da casa (para encurtar os tubos de gás e permitir que as instalações sanitárias sejam construídas dentro de casa).
- Não deve ficar longe do estábulo.
- Se o abastecimento de água for de poço, este deve ficar a distância de pelo menos 2 metros do biodigestor, para evitar possibilidade de contaminação no caso de fugas.

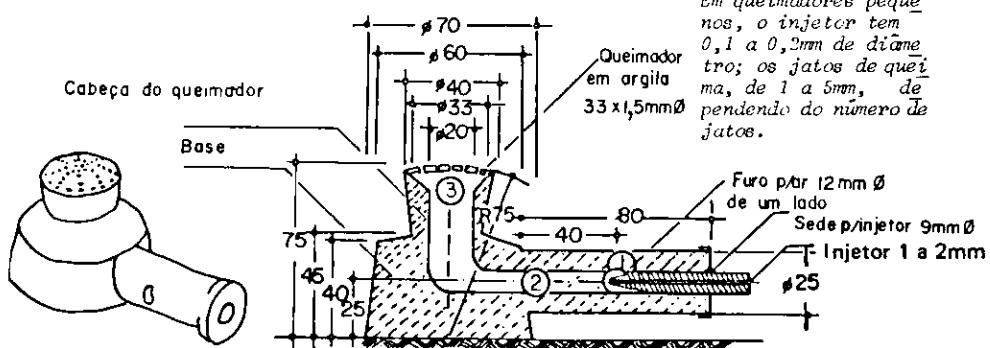
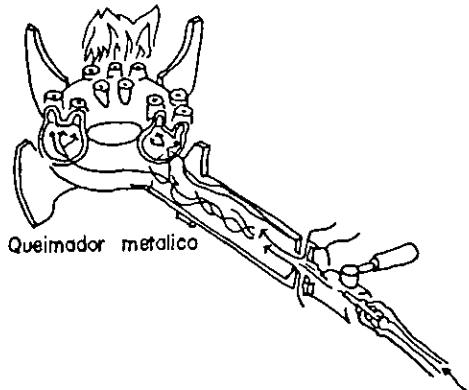
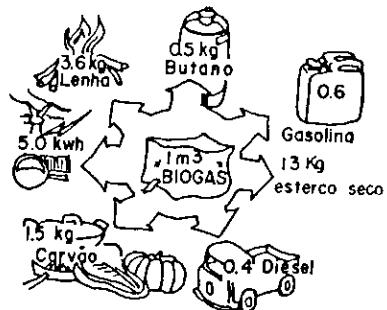
## A UTILIZAÇÃO DO BIODÁS

O biogás é constituído por metano ( $CH_4$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), e traços de hidrogênio ( $H_2$ ) e de sulito de hidrogênio.

Arde com uma chama azul completamente livre da fuligem, e tem um poder calorífico de  $4700-5500 \text{ Kcal/m}^3$ .

Outras características:

- Densidade 20% menor do que o ar.
- Combustão completa na proporção de 6 a 12% com ar (volume)
- Gás necessário para cozinhar:  $0,24 \text{ m}^3$  por pessoa por dia.
- Gás necessário para iluminação:  $0,12/0,15 \text{ m}^3$  por hora, por lâmpada.
- Gás necessário para motores:  $0,45 \text{ m}^3$  por HP por hora.
- Velocidade de propagação 33 m/seg.



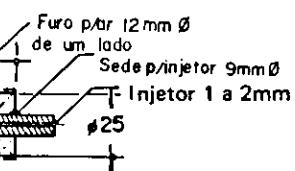
### COZINHANDO COM BIODÁS (?)

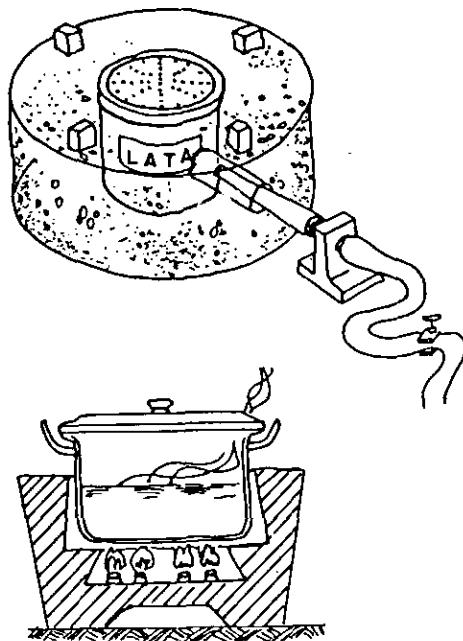
Existem queimadores feitos para biogás, metálicos ou em ar gila.

Tanto um como o outro tipo podem ser feitos em qualquer oficina; uma pessoa que saiba trabalhar com cerâmica pode fazer um queimador, cujos elementos são:

- Injetor
- Câmara de mistura
- Jatos de queima

Em queimadores pequenos, o injetor tem 0,1 a 0,2mm de diâmetro; os jatos de queima, de 1 a 5mm, dependendo do número de jatos.



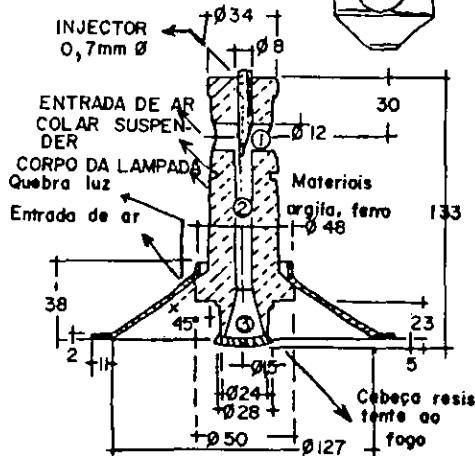
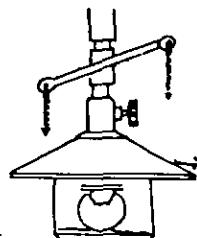


O forte jato de gás no injetor suga ar para dentro da câmara de mistura, que queima nos queimadores; estes devem ser ajustados de modo que a velocidade de saída seja mais alta do que a velocidade de combustão; sem esta providência o gás explodirá na câmara de mistura. A ajustagem depende da pressão do gás, de maneira que os furos (e em alguns casos o feitio do queimador) devem ser testados.

Um queimador simples pode ser feito de uma lata velha de conserva.

A regulagem da chama é importante para a eficiência do queimador. A peneira deve ficar de maneira que o extremo da chama toque na sua base.

A localização da peneira, como indicado à esquerda, puxa gás.



#### ILUMINAÇÃO COM BIOGÁS

As lâmpadas são simples e podem ser feitas pelo usuário, se necessário. O princípio das lâmpadas de gás é conhecido: queima-se gás, a camisa brilha com o calor e irradia luz.

A construção de uma lâmpada é parecida com a de um queimador:

1 - Injetor (aprox. 0,7mm Ø)

2 - Câmara de mistura

3 - Distribuidor de porcelana com jatos (1,5mm Ø)

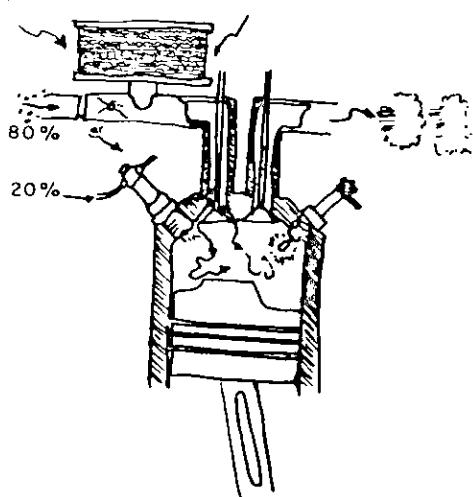
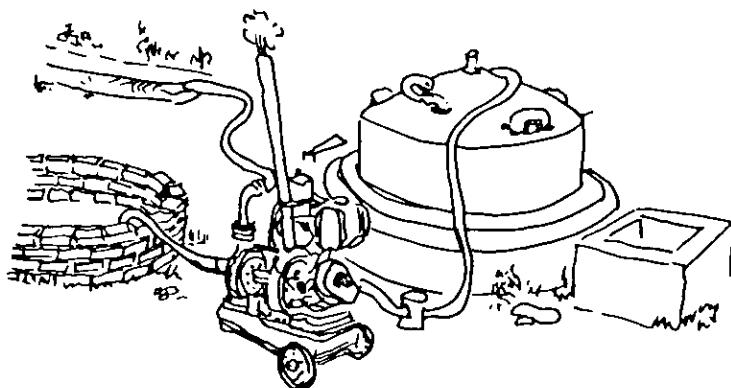
O gás deve ter pelo menos 10 cm de coluna de água de pressão. A regulagem do injetor deve ser determinada através de tentativas.

*Os lampiões de pressão não podem funcionar a biogás, mas os jatos de queima e a camisa servem para lampadas a biogás.*

#### *OUTROS USOS POTENCIAIS*

##### *- Refrigeração*

*As geladeiras a querosene podem funcionar a biogás desde que os jatos sejam regulados.*



##### *- Motores e geradores*

*Tanto os motores diesel como a gasolina podem funcionar a biogás. A conversão é simples:*

*O tubo de gás deve ser ligado à entrada de ar do motor e a quantidade de gás ajustada às necessidades do motor; tanto o carburador como os injetores de diesel devem ser conservados.*

*Note-se que qualquer motor necessita de um biogásator de grandes dimensões, se tiver um trabalho contínuo, basta dizer que um motor de 10 HP gastará em uma hora o gás produzido em um dia por um digestor de cerca de 7 m<sup>3</sup>.*

## UTILIZAÇÃO DOS RESTOS DIGERIDOS

Estes restos são tão importantes como o próprio biogás. A lama digerida contém uma série de minerais, incluindo uma quantidade apreciável de nitrogênio, que é quase totalmente perdido quando em contato com o ar.

O teor de nitrogênio pode ainda ser aumentado acrescentando-se urina no digestor.

Para se obter melhor efeito, o biofertilizante deve ser incorporado no solo através da aração cerca de uma semana antes da semeadura.

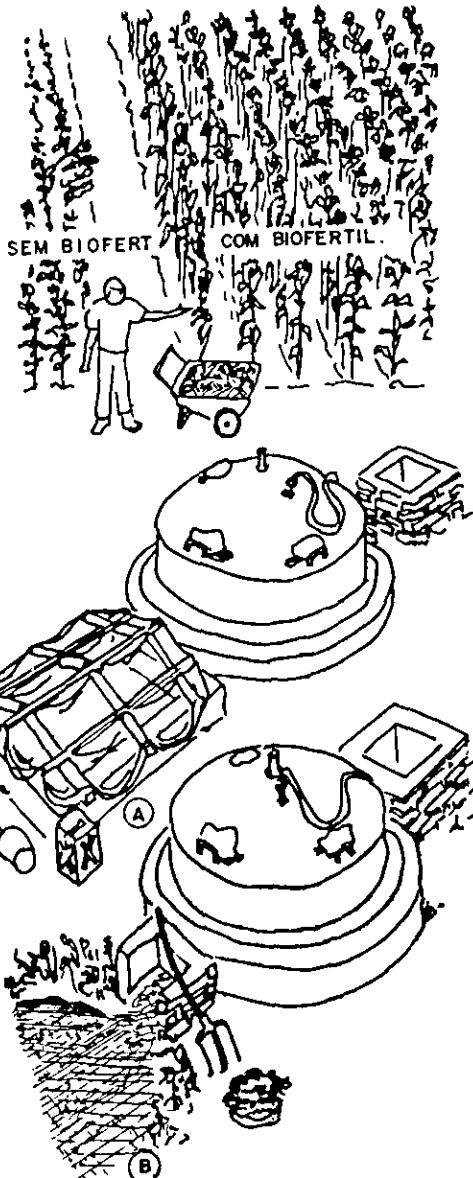
O biofertilizante deve ser armazenado até à altura de ser usado; pode ser armazenado de duas maneiras:

- sob a forma líquida, em depósito fechado (A), de maneira a não perder nitrogênio.
- sob a forma sólida, em depósito aberto; neste caso o nitrogênio será perdido (B).

Em qualquer caso, pode-se acrescentar outros restos ou substâncias químicas.

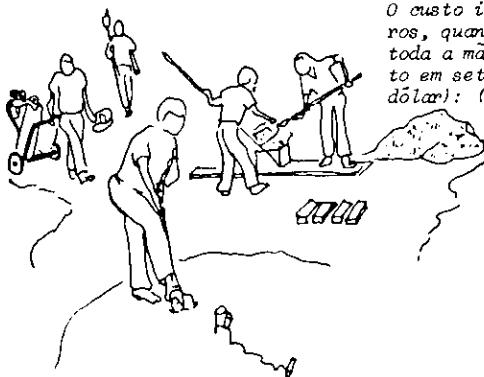
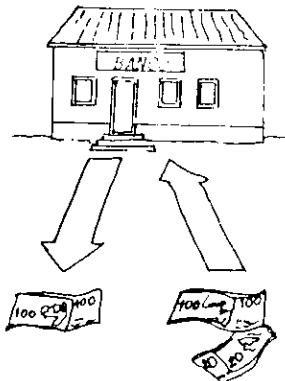
Cada metro cúbico de lama digerida pode ser incorporado em cerca de  $100 \text{ m}^2$  de terra.

Um digestor de  $4,5\text{m}^3$  pode produzir biofertilizante suficiente para  $4000$  e  $5000 \text{ m}^2$  de terra por ano.



## CUSTOS

O custo inicial e de operação de um biodigestor não é o fator mais importante, por causa das vantagens que este proporciona (fertilizantes melhor do que esterco, possibilidade de fertilizar com restos de cultura como folhas, pasto seco ou verde, independência de fontes externas para iluminação e cozinha). Os digestores mais simples podem ser praticamente feitos inteiramente pelo pessoal que existe em uma fazenda, utilizando horas que normalmente são perdidas.



O custo indicativo de um digestor, em cruzeiros, quando se tem de pagar todo o material e toda a mão-de-obra, é o seguinte (cálculo feito em setembro 1980, ao câmbio de Cr\$ 55,00 o dólar): (1)

	Indiana	Chinês
2m <sup>3</sup>	23.000	20.000
3m <sup>3</sup>	30.000	28.000
4m <sup>3</sup>	33.600	30.000
6m <sup>3</sup>	42.000	38.000
8m <sup>3</sup>	50.400	45.000
10m <sup>3</sup>	58.800	52.000
15m <sup>3</sup>	84.000	
20m <sup>3</sup>	113.400	
25m <sup>3</sup>	126.000	
50m <sup>3</sup>	225.000	
100m <sup>3</sup>	400.000	

Qualquer que seja o método de trabalho e de contabilização, os seguintes procedimentos podem contribuir para baixar os custos:

- Uso de matéria-prima local (brita, areia, tijolos)
- Uso de cal disponível no local
- A cúpula que serve de câmara de gás flutuante não tem que ser necessariamente cilíndrico-cônica; pode perfeitamente ser quadrada, retangular... (pg. 4).
- Os acessórios para utilização do gás podem ser feitos no local.
- A escavação pode ser feita durante o tempo livre.
- O trabalho de pedreiro não exige um especialista, a não ser no caso da abóbada, no sistema chinês.

*Nota: Não é conveniente tentar poupar nos custos de impermeabilização e proteção recomendada contra a ferrugem.*

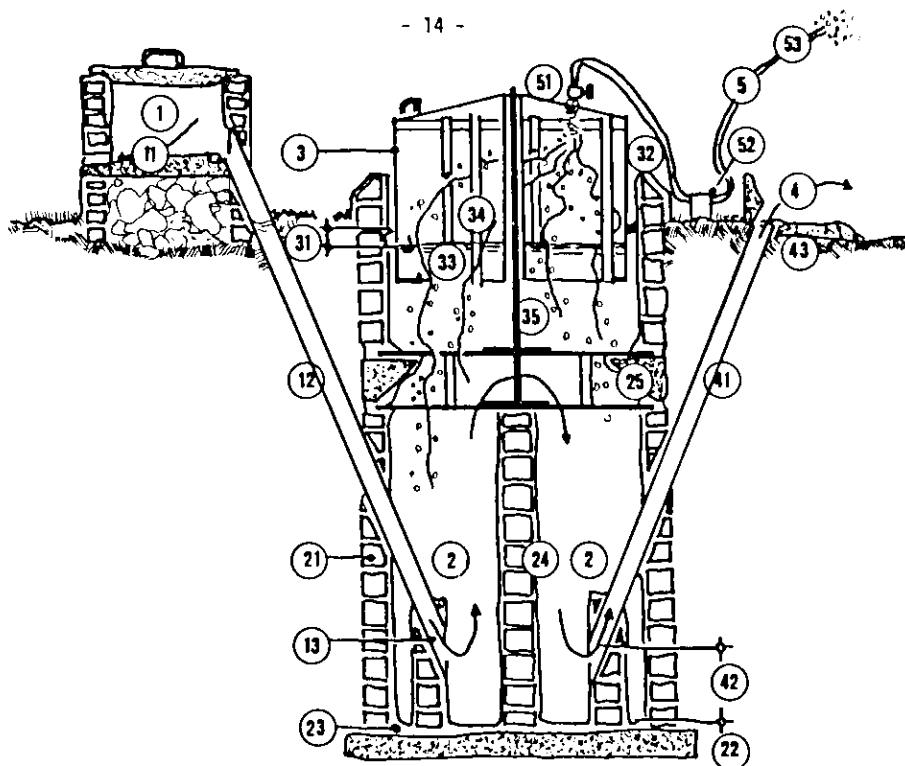
## CUSTOS-BENEFÍCIOS

Os benefícios que equilibrarão os custos são:

1. O biogás como substituto de gás de botijão, queerosene, lenha, eletro-energia
2. Fertilizante, com acréscimo previsível de 10 a 30% na produção
3. Benefícios indiretos como saúde, higiene, proteção da flora e fauna, meio-ambiente.

COMPARAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUÇÃO

SISTEMA CHINES	SISTEMA INDIANO
<p><b>MATERIAIS</b>  <i>Tijolo, pedra, concreto, areia, cimento, ferro</i></p>	
<p><b>SISTEMA</b>  <i>Abastecimento periódico, esvaziamento não periódico</i></p>	<p><i>Abastecimento e esvaziamento periódicos</i></p>
<p><b>POSSIBILIDADE DE AUTO-INSTALAÇÃO</b>  <i>Pode ser montado inteiramente pelo usuário, desde que tenha bastante habilidade como pedreiro</i></p>	<p><i>Pode ser montado pelo usuário, mas a câmara de gás deve ser feita em oficina metalúrgica.</i></p>
<p><b>ISOLAMENTO TÉRMICO</b>  <i>Feito dentro da terra tem bom isolamento natural e a temperatura é mais ou menos constante. Pode-se melhorar o isolamento fazendo o digestor sob currais ou estabulos.</i></p>	<p><i>Tem perdas de calor pela câmara de gás metálica, difícil de isolar; menos indicado para climas frios.</i></p>
<p><b>PERDAS DE GÁS</b>  <i>A parte superior deve ser protegida com materiais impermeáveis e não porosos; difícil obter construção estanque.</i></p>	<p><i>Sem problemas</i></p>
<p><b>MATERIAIS-PRIMAS USADAS</b>  <i>Esterco e outros restos orgânicos (incluindo materiais fibrosos), excrementos humanos</i></p>	<p><i>Esterco, excremento e materiais fibrosos acrescentados como aditivo.</i></p>
<p><b>PRODUTIVIDADE</b>  <i>Tempo de digestão 40-60 dias; produção de 150 a 350 l por m<sup>3</sup> do volume do digestor/dia. Se for perfeitamente estanque pode produzir até 600 l/m<sup>3</sup>/dia.</i></p>	<p><i>Tempo de digestão 40-60 dias, produção 400 a 600 l/m<sup>3</sup>/dia.</i></p>
<p><b>MANUTENÇÃO</b>  <i>Deve ser limpo uma ou duas vezes por ano.</i></p>	<p><i>A câmara de gás deve ser pintada uma vez por ano.</i></p>
<p><b>CUSTO</b>  <i>Razóavel se for possível a ajuda mútua</i></p>	<p><i>Mais caro (depende do custo da campanula)</i></p>
<p><b>MELHORAS POSSÍVEIS</b>  <i>Abóbada impermeável, adoção de agitadores, montagem de aquecimento.</i></p>	<p><i>Campanula inoxidável, melhoria no isolamento térmico da mesma.</i></p>



- 1 Caixa de carga e mistura, relação material/água 1:1 a 1:3  
11 Inclinação no fundo para evitar a entrada de terra para o digestor  
12 Tubo de carga, pelo menos 10cm de Ø  
13 Extremo do tubo cortado em vertical para evitar perdas de gás
- 2 Poco do digestor, mais ou menos 50 vezes a carga disponível diária  
21 Paredes de tijolo  
22 Fundo de concreto  
23 Cobertura de cimento, sem vazamento, todos os cantos arredondados  
24 Parede divisória - evita a saída direta de carga diária  
25 Plataforma prolongada para o interior - evita o escape de gás junto à parede
- 3 Campânula de gás com pintura anti-corrosiva  
31 A diferença de níveis de água indica a pressão do gás  
32 As paredes da campânula são particularmente sujeitas à corrosão  
33 A espuma e a camada flutuante se formam aqui  
34 Puas cruzadas (girando a campânula desfaz-se a camada flutuante)  
35 Ferro-guia - evita que a campânula entrete
- 4 Saída - controla a altura de água dentro do digestor  
41 Tubo de saída, pelo menos de 10cm Ø  
42 Tubo de saída começando a cerca de 50-80cm acima do fundo  
43 Depósito de material digerido
- 5 Tubo de gás, de plástico ou de borracha, para permitir a rotação da campânula.  
51 Saída de gás  
52 Furação para água no ponto mais baixo do depósito de gás  
53 Tubo para o lugar de consumo

### DESCRÍÇÃO DO FUNCIONAMENTO DE UM DIGESTOR TIPO INDIANO

Neste tipo de digestor, o gás se acumula na campanula, que levanta à medida que o volume de gás aumenta, e bairra quando o gás é consumido. A pressão do gás é determinada pelo peso da campanula; variando este peso, pela adição de pedras, por exemplo, pode-se conservar a pressão quase uniforme. A saída do gás se dá por um tubo flexível.

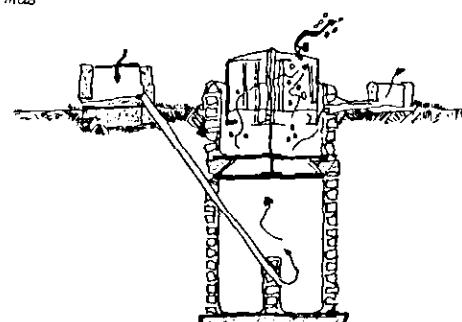
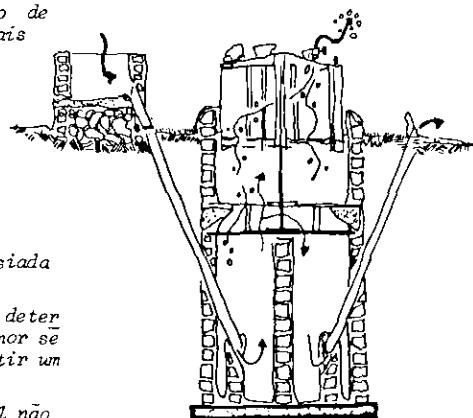
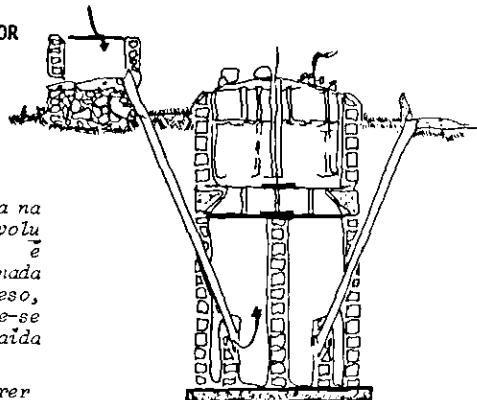
Enche-se a câmara de digestão até escorrer pelo tubo de saída, cuja altura determina o nível máximo dentro do digestor. O tubo de alimentação deve ficar cerca de 50cm mais alto do que o tubo de descarga; o volume que se acrescenta em qualquer ocasião é o volume que se descarrega e sai pelo tubo de descarga.

Este tipo de digestor é conveniente para materiais homogêneos, como é o caso. Matéria orgânica de diferentes tipos deve ser triturada e, mesmo assim é necessário cautela para não se acrescentar uma quantidade demasiada que pode interromper o processo.

O tamanho do digestor e a carga diária determinam o tempo de digestão, que será menor se a carga diária aumentar. Deve-se garantir um mínimo de tempo de digestão.

A parede divisória evita que o material não digerido acrescentado diariamente possa escapar direto pelo tubo de descarga.

Existem vários tipos destes digestores, mas o funcionamento básico é o mesmo.

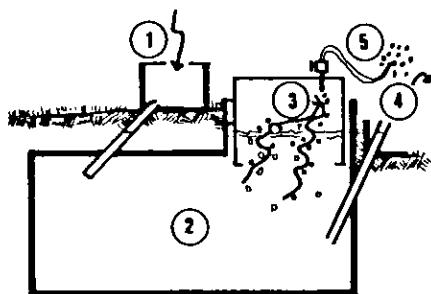
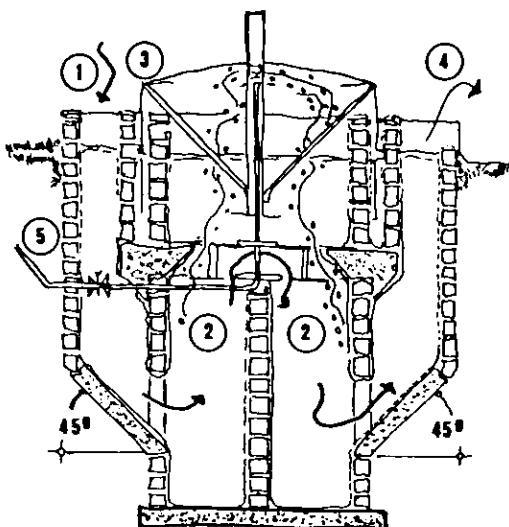


### TIPO DE CÂMARA ÚNICA VERTICAL

O tempo de fermentação correto se obtém colocando o tubo de saída na diagonal oposta ao tubo de carga. Este tipo existe até cerca de  $4,5m^3$ ; acima desta capacidade não se consegue controlar o tempo de digestão.

#### TIPO COM CASACO DE ÁGUA

A campanula é alojada numa câmara em forma de coroa circular cheia de água; acrescentando um pequeno volume de óleo a esta água se obtém mais duração da campanula e se evita a evaporação da água. O gás sai por baixo, através de um tubo na vertical.

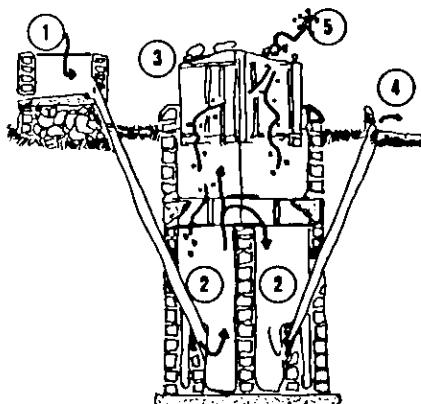


#### POÇO VERTICAL COM PAREDE DIVISÓRIA

É o sistema mais usado para volumes acima de 5m<sup>3</sup>. A parede divisória evita o escape direto da matéria-prima recém-carregada.

#### TIPO HORIZONTAL

Este tipo é usado quando há dificuldade para escavar um poço mais profundo. É necessário um cuidado especial para que o teto do digestor não deixe escapar o gás.



1. Carga      2. Digestor      3. Campanula      4. Descarga      5. Tubo de gás

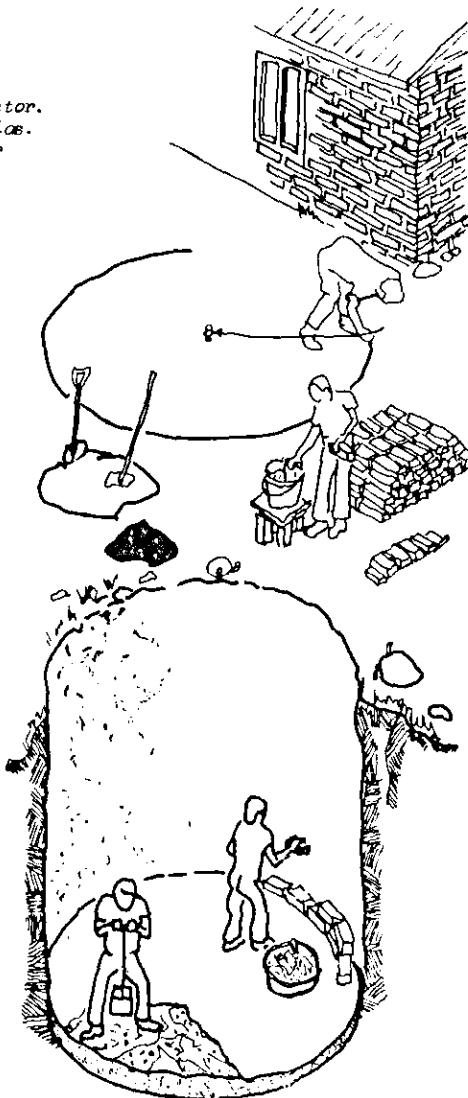
## CONSTRUÇÃO

Escolha o lugar onde vai ficar o digestor. Encomende todos os materiais necessários. O cimento deve ser conservado em lugar seco.

Antes de começar a construção, verifique se vai precisar de contratar pessoal ou de pedir ajuda de especialista (pedreiro, bombeiro,). Se for preciso, modifique as especificações de maneira conveniente (por exemplo: pode-se substituir uma manilha por um tubo de cimento vazado no local).

Marque o poço. Se o solo for pouco firme, talvez seja preciso proteger as paredes do poço para não desabarem. Estas paredes devem ser verticais e o fundo horizontal. Antes de concretar o fundo, forre-o com plástico, se possível. O concreto deve ter uma consistência adequada (relação de brita até 30mm, areia lavada e cimento 6:3:1); compacte bem para evitar bolhas de ar.

Marque no fundo do concreto os limites da parede.

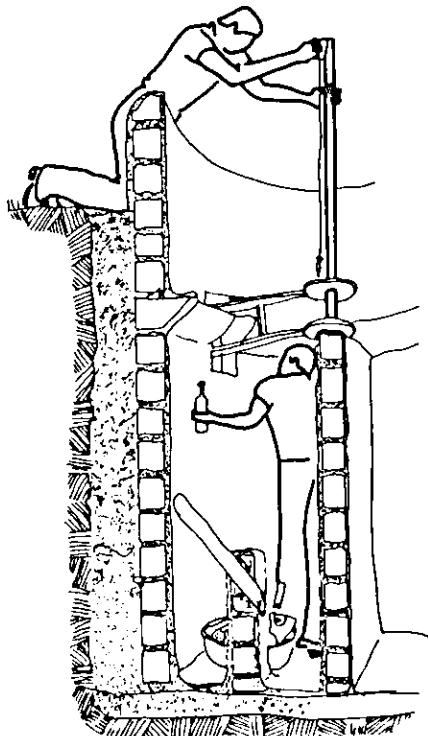


### ASSENTAMENTO DE TIJOLOS DO POÇO

A superfície superior da primeira camada de tijolos deve ficar horizontal. O cimento deve estar na consistência devida; a proporção de cimento e areia depende da qualidade desta; normalmente se usa uma parte de cimento para 6 de areia ou cal/cimento/areia nas proporções 1:1:12.

Antes de assentar, mergulhe cada tijolo ou pedra em água. Deixe os tubos de carga e descarga já embutidos na parede.

Enchimento do espaço entre a parede e o poço: cada manhã encha com terra, ou melhor ainda com areia, a altura da parede levantada no dia anterior. Compacte bem; limpe a superfície dos tijolos antes de continuar a parede.



A parede divisória deve ser construída quando a altura dos tijolos do digestor atingir a altura da plataforma saliente. Monte a guia da campanula sobre a parede divisória, certificando-se que esta fique vertical.

Assente o resto dos tijolos da plataforma para cima.

Acerte o tubo de descarga e o de carga. O fim do tubo de carga deve ficar aproximadamente 50cm acima do fim do tubo de descarga.

### REBOCANDO AS PAREDES

Arredonde todos os cantos e vértices. Aplique o reboco em duas camadas (proporção cimento/areia: 1/3).

Deve-se ter cuidado especial com o fundo do poço.

Aplicar tinta anti-corrosiva na guia da campanula e no seu suporte.

Se possível, aplique piche em todas as superfícies metálicas expostas.

## CARREGAMENTO DO DIGESTOR

Enquanto a campânula não estiver montada é mais fácil armazenar água no poço; cuidado com crianças e animais!

O esterco deve ser amontoado perto do digestor, com antecedência.

Construção da campânula Enquanto se abre e se forra o poço, a campânula deve estar sendo construída em uma oficina. Os seguintes pontos são importantes:

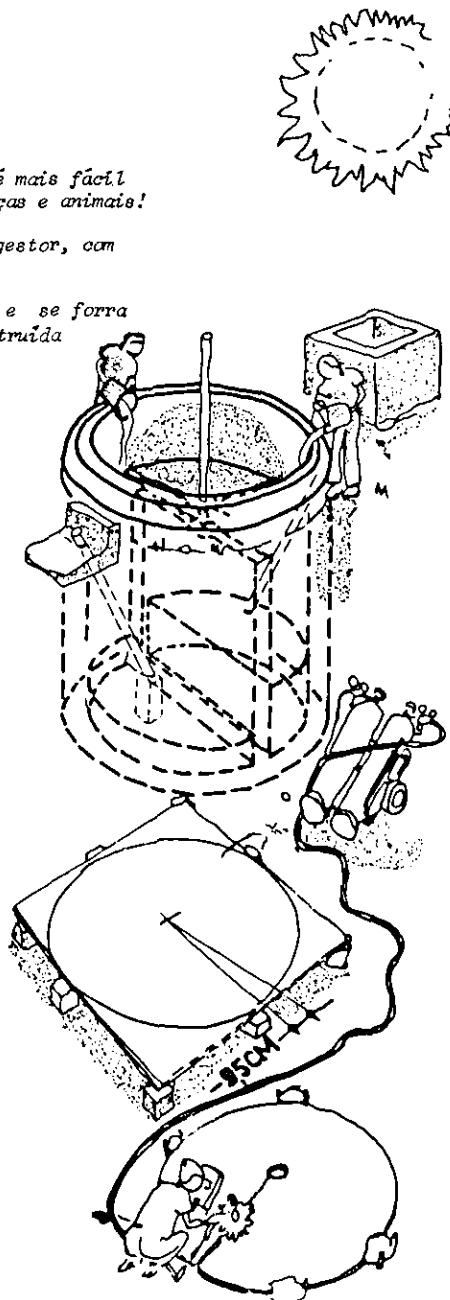
- Secção perfeitamente circular
- Alojamento da guia perpendicular ao plano da base.
- Solda perfeitamente estanque
- Chapa de pelo menos 2mm

A campânula é cilíndrica; a altura do cilindro deve ser igual ao diâmetro. A tampa da campânula é ligeiramente côncava; sua construção é feita cortando-se a chapa da seguinte maneira:

- Trace um círculo com 1,5cm a mais de raio do que o cilindro.
- Marque um comprimento de 9,5cm na circunferência a ser traçada.
- Corte a curva resultante até o centro.
- Solde as duas bordas resultantes.
- Solde a tampa ao cilindro.

Aplique tinta anti-corrosiva no interior e exterior da campânula.

- Engrate generosamente a guia da campânula. Monte-a com o registro fechado; se a campânula afundar é prova de que há vazamento. Se conservar o nível, afunde-a abrindo o registro de gás.
- O registro deve ficar aberto até o gás começar a sair. Não se deve usar este primeiro gás. Cuidado com fogo e cigarros; há perigo de explosão. Dependendo das condições locais, principalmente temperatura, deverá haver um fluxo contínuo de gás ao fim de 2-3 semanas.



Pode-se usar tubos de plástico ou de metal; o tubo principal deve ter de 2,5 a 5cm de diâmetro. Quanto mais comprido for o tubo mais largo deve ser o diâmetro. Dentro de casa, os tubos podem ser mais estreitos.

No ponto mais baixo do tubo de gás deve-se montar uma purga para água, que deve ser conservada fria.

Ao iniciar o funcionamento do sistema encha todos os tubos com gás; cuidado, há risco de explosão.

#### MANUTENÇÃO

Abasteça o biodigestor regularmente, de preferência na hora mais quente do dia, quando a nova carga também se encontrar quente. Rode a campanula para quebrar a superfície do banho.

Limpe a campanula com água, limpe os queimadores e faça descarga de água na purga semanalmente ou sempre que necessário.

Pinte a campanula uma vez por ano; espere que a pressão do gás faça subir completamente a campanula para então a pintar.

A intervalos regulares verifique com sabão se os tubos não têm vazamentos de gás.

#### PROBLEMAS INICIAIS

Se a campanula não subir, as causas possíveis são:

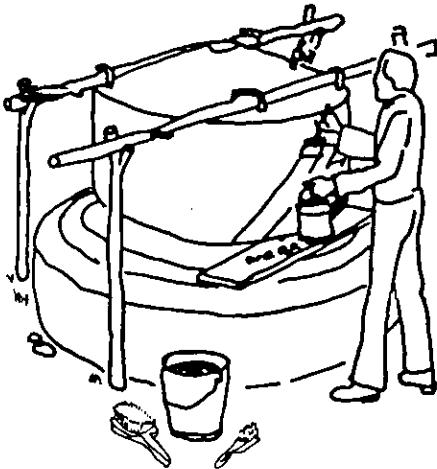
- Torneira aberta
- O gás escapa nos tubos ou na purga
- A atividade das bactérias não está correta (agitie o banho e/ou acrescente mistura já ativa).

#### AJUSTAGEM DOS QUEIMADORES

Abra o parafuso de ar. Abra o queimador; acenda a chama; gire o parafuso de ar até que acabe o silvo. O queimador estará então ajustado.

#### REGULAGEM DO LAMPIÃO

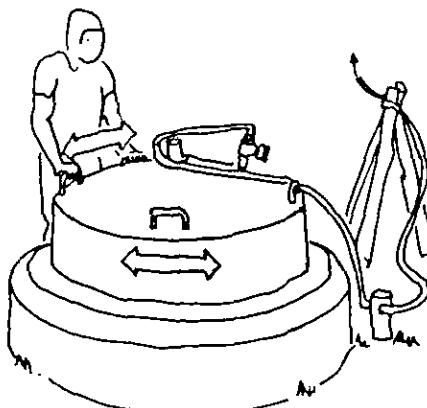
Abra e ajuste o parafuso de ar; acenda o lampião; depois de 1 a 2 minutos a camisa deve ficar brilhante, e deve-se ouvir o silvo do gás queimando. Se a camisa não estiver brilhante deve-se aumentar a pressão do gás.



## PROBLEMAS DEPOIS DE PERÍODOS PROLONGADOS DE FUNCIONAMENTO

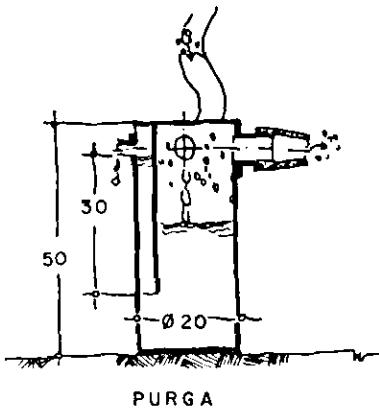
### FALTA DE GÁS

- Verificar a mistura água/esterco e o volume da carga.
- Se houver entrada de produtos químicos ou sabão em excesso, deixe em funcionamento normal por 2 semanas; se não houver correção esvazie o digestor e inicie todo o processo.
- Cheiro: se a mistura estiver ácida, não carregue e junte água de cal.
- Se houver camada superficial impermeável no digestor, gire a campânula.
- Temperatura baixa: aqueça a carga diária, coloque uma proteção no digestor, acrescente urina.



### CHAMA DESIGUAL

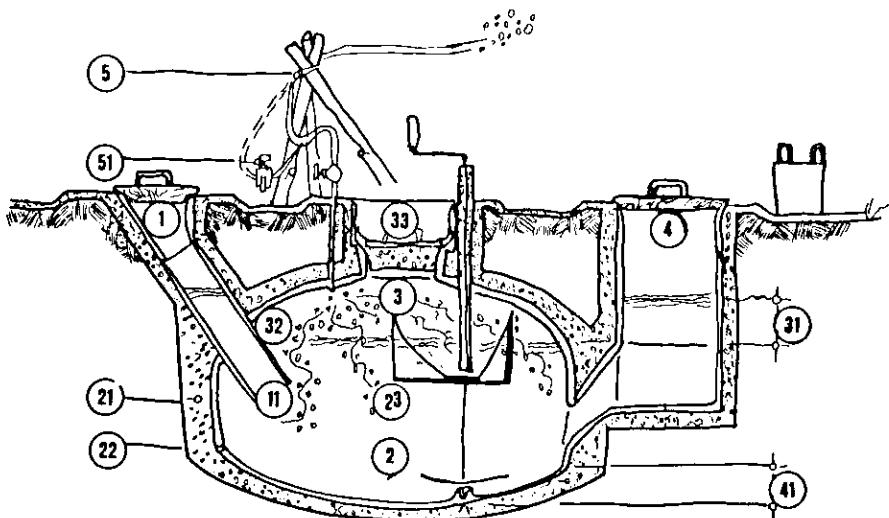
- Queimador sujo
- Tubo entupido com água; verifique a purga.
- Vento incidindo na chama; proteja-a.



### CONSUMO DEMASIADO

- O parafuso de ar não está regulado
- Distância da chama à paralela incorreta
- Dispersione de calor demasiado rápido: proteja as janelas
- Perda de gás em algum lugar dos tubos

## BIODIGESTOR TIPO CHINES (ABÓBADA FIXA)



- 1 *Tubo de carga, com 25-40cm de diâmetro  
Relação água/material 1:1 a 3:1*
  - 11 *O tubo deve terminar dentro do banho, quando a abóbada estiver cheia de gás*
  - 2 *Poco do digestor (aprox. 50 a 60 vezes o volume a carregar por dia)*
  - 21 *Paredes e fundo*
  - 22 *Capa à prova de água*
  - 23 *Agitador*
  - 3 *Abóbada*
    - 31 *A diferença destes níveis equivale à pressão do gás*
    - 32 *Superfície da abóbada, forrada com piche e tinta sintética*
    - 33 *Tampa removível, estanque*
  - 4 *Descarga e compensador de pressão. Esvaziar semanalmente*
  - 41 *Tubo de descarga, de 50 a 80cm acima do fundo*
  - 5 *Tubo de gás com purga no ponto mais baixo*

## DESCRÍÇÃO DO FUNCIONAMENTO

Neste tipo de digestor o gás é armazenado na parte superior do poço; em outras palavras, o conjunto todo deve ser construído de alvenaria (pedra, cimento etc.).

Com a câmara de compensação, que é ao mesmo tempo de descarga, se equilibra a pressão do gás; se a pressão for alta, empurra o barro, que sobe na câmara de compensação (caso de produção maior do que o consumo); se o consumo for maior, o nível na câmara de compensação baixa. O nível de líquido dentro do poço do digestor varia e, dessa forma, a pressão de gás não é constante. Por isso é preciso providenciar manômetros que indiquem a pressão e o volume de gás disponível.

A câmara de compensação deve ter um volume equivalente ao volume do gás necessário em estoque. Os restos digeridos são retirados desta câmara semanalmente, embora a carga do biodigestor seja diária.

O tubo de carga é uma manilha de 25 a 40 cm de diâmetro, instalado com um ângulo de 45° a 60°, prolongando-se até abaixo do nível mínimo dentro do digestor.

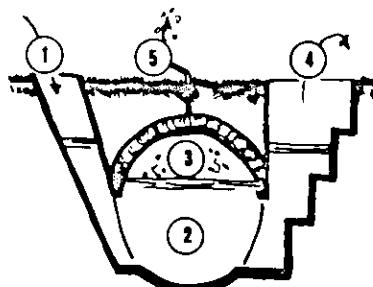
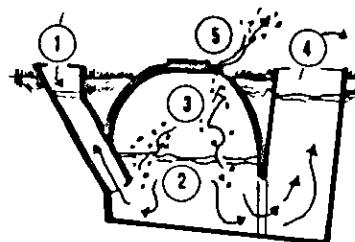
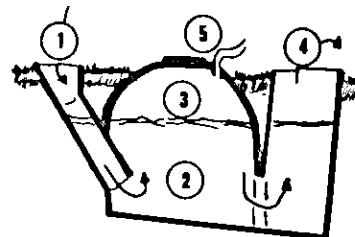
O poço do digestor deve ser à prova de água e a abóbada à prova de gás, o que exige tratamentos especiais.

## VERSÕES EXISTENTES

Foram experimentados vários tipos, alguns dos quais são aqui ilustrados.

### TIPO HUNAN

Normalmente de grande volume (mais de 15 m<sup>3</sup>) todo construído em alvenaria.



1. Carga

2. Digestor

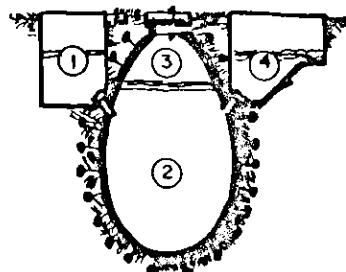
3. Abóbada

4. Descarga

5. Tubo de gás

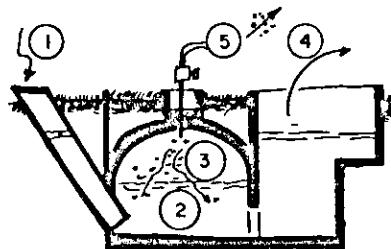
### TIPO DE CONSTRUÇÃO COM CIMENTO PASTOSO

O poço é escavado com precisão, são feitos vários furos na terra, e o cimento é aplicado diretamente na superfície interna do poço. Este método usa pouco material mas exige grande habilidade e prática de quem vai executar os serviços. Só é aplicável em solos muito firmes.



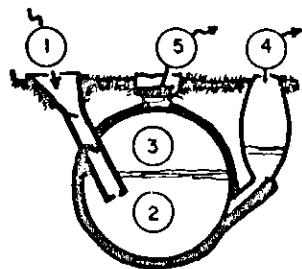
### TIPO DE CONSTRUÇÃO COM LAJES

Tanto o poço como a abóbada são construídos com concreto pré-moldado ou com lajes de pedra.



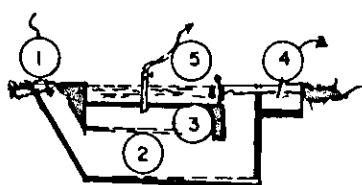
### TIPO ESFÉRICO

Do ponto de vista de perda de calor, este tipo é o mais conveniente, já que a esfera tem a menor superfície externa para um determinado volume. Entretanto é preciso boa técnica para fazer uma esfera com tijolos ou blocos de concreto.



### TIPO TANQUE DE ÁGUA

É um tanque horizontal, retangular, feito de tijolo com uma tampa de concreto. A construção é simples, sem curvas.



1. Carga
2. Digestor
3. Câmara de gás
4. Descarga
5. Tubo de gás

## TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO

Os detalhes de construção são os mesmos que para o tipo indiano, já mencionado.

### PREPARAÇÃO

Usando o manual determine o tamanho e a localização do biodigestor. No anexo constam dimensões, desenhos de construção para instalação de 6, 10 e 50 m<sup>3</sup>.

### MATERIAIS

Marque no chão as dimensões e corte, completo com as caixas de carga e descarga.

Também pode-se cavar os alojamentos das caixas de carga e descarga depois da construção do poço.

Depois de feitas as paredes, compacte o solo imediatamente junto às mesmas para se obter um melhor isolamento térmico.

### FUNDO DO POÇO

Deve ser de concreto ou de tijolo, com 20-40cm de espessura.

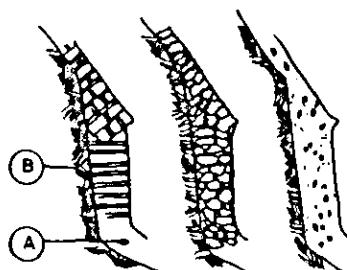
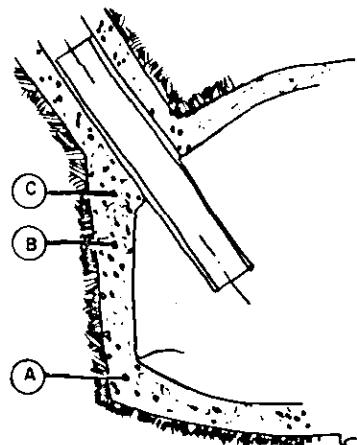
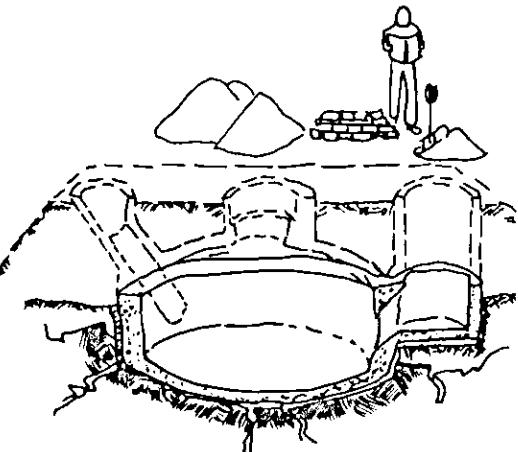
Revista o fundo somente depois que o solo estiver bem compactado.

### PAREDES DO POÇO

Devem ter de 15 a 30cm de espessura (B).

Pode-se usar tijolos, blocos de concreto, pedra, concreto pré-moldado; de qualquer forma, as juntas devem ser bem assentadas.

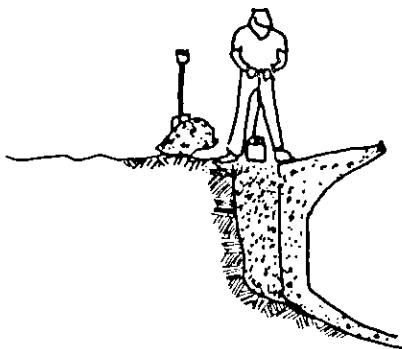
As maiores pressões serão suportadas pelo fundo do poço (A).



TRANSIÇÃO DE PAREDE A ABÓBADA

#### CONSTRUÇÃO DOS TUBOS DE CARGA E DESCARGA

A ligação dos tubos com as paredes do poço, um dos pontos críticos, deve ser feita à prova de água. Pode-se usar tubo (manilha) de 25 a 40 cm, inclinado a 50 ou 60°, e se possível, com reforço de cimento na ligação com o poço.

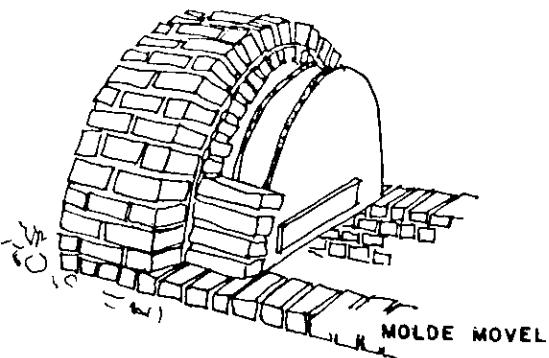
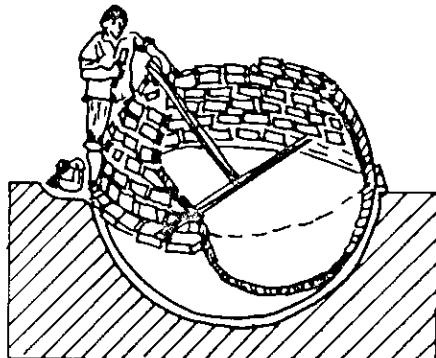


#### ENCHIMENTO ENTRE AS PAREDES E O TERRENO

Antes de começar a construir a abóbada, encha o espaço entre as paredes e o terreno, compactando-o cuidadosamente.

#### CONSTRUÇÃO DA ABÓBADA (1)

O método mais simples e eficiente, ilustrado na figura ao lado, resulta em uma abóbada semi-esférica. O método tem a vantagem operacional de dar a distância a que cada tijolo deve ficar, bem como o ângulo. É constituído por uma barra de madeira de comprimento igual ao diâmetro do digestor, que assenta sobre a plataforma saliente; em ângulo reto, há uma outra barra de comprimento igual ao raio da abóbada. Fazendo girar o conjunto a partir do seu ponto central, o extremo da barra perpendicular indica o lugar e o ângulo de cada tijolo. O conjunto só pode ser retirado após ser completada a abóbada. Para retirar a armação deve-se partir o conjunto

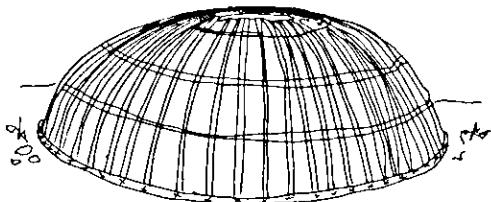
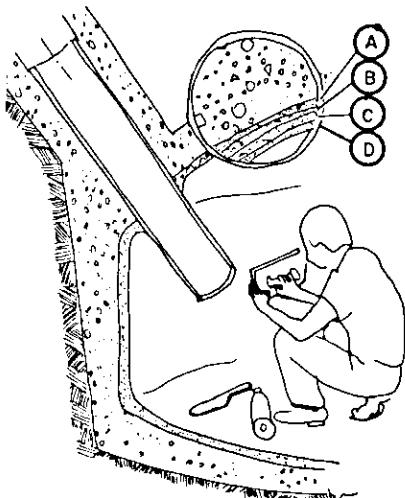


## REBOCO

Ao rebocar e aplicar selantes e tintas especiais pretende-se tornar a estrutura à prova de gás. É um trabalho que deve ser feito com todo o cuidado, por pessoas capazes. O reboco deve ser aplicado em camadas sucessivas até a espessura de 2 a 4cm.

A superfície deve ser à prova de água. Se puder dispor de cimento, use a seguinte proporção:

- 1 parte de cimento
- 3 partes de areia lavada
- 2 partes de água



MOLDE (1)

Para a primeira camada de reboco (A) a proporção é 1/2/3 (cal/cinza fina/areia média); para a segunda (B), 1/1/2 (cal/cinza fina/areia média); para a terceira (C), 1/1/1/2 (cimento/cal/cinza fina/areia fina). As espessuras das diversas camadas são:

- A - cerca de 1cm
- B - menos de 1cm
- C - cerca de 0,5cm

A superfície rebocada deve ser bem alisada, com uma camada final de cimento puro. Uma semana depois, a camada isolante pode ser aplicada com, pelo menos, três aplicações de piche (D) ou de um selante sintético.

Outra maneira de isolar é incorporar uma folha de plástico entre as camadas de reboco.

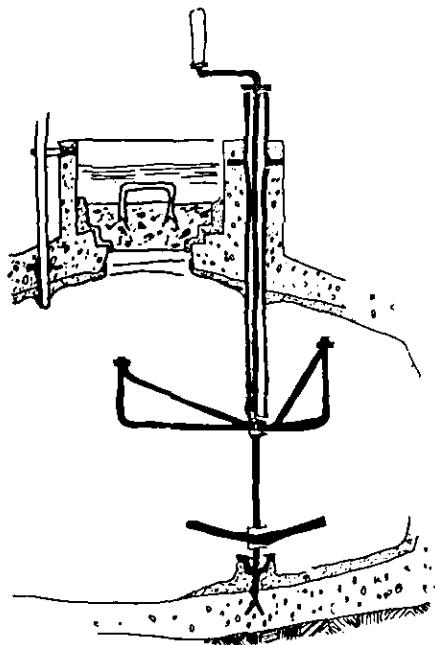
Os chineses recomendam a aplicação de uma solução de sal à superfície recém-rebocada, ainda úmida. Em vez da solução de sal, pode-se usar alumina dissolvida, urina humana ou sangue de porco, sempre aplicados à superfície ainda úmida.

#### TAMPA

A tampa do orifício de entrada deve ser moldada em concreto com um pequeno degrau em volta.

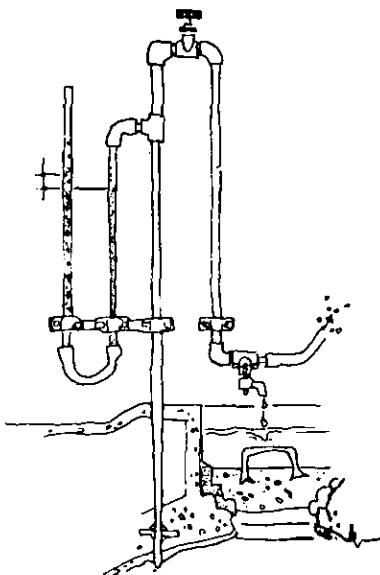
Quando instalada, a junta deve ser cuidadosamente selada com argila ou betume. A tampa deve sempre estar coberta de água; se houver bolhas é sinal de que o gás está escapando.

Quando se abre o poço para limpeza desfaz-se a junta da tampa, que evidentemente deve ser refeita no momento em que se fecha de novo o digestor.



#### AGITADOR

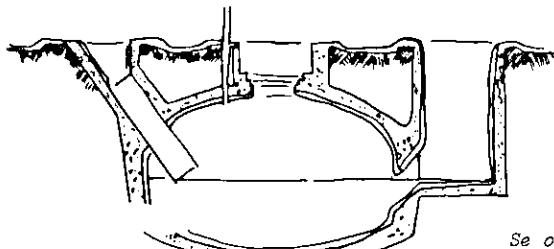
Se for usada uma parte de matéria-prima fibrosa (folhas) será preciso montar um agitador. Deve ser feito de aço e acionado à mão. O tubo do agitador atravessa a abóbada e é suportado no fundo do digestor por um pivô. Evita-se a saída de gás usando-se um segundo tubo-guia, que vai até abaixo do nível mínimo do banho. A parte externa do agitador é fixada na abóbada.



#### PROVA DE ESCAPE DE GÁS E DE ÁGUA

Antes de encher o biodigestor, teste-o com água à pressão.

### PROVA DE ÁGUA



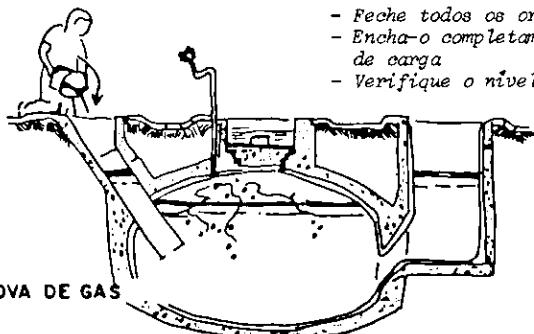
PROVA D'ÁGUA

- Encha o digestor até à metade, com água
- Meça o nível em vários dias sucessivos

Se o nível baixar, é sinal de que há uma fuga em algum lugar.

### PROVA DE GÁS

- Feche todos os orifícios do biodigestor
- Encha-o completamente com água, através do tubo de carga
- Verifique o nível durante vários dias.



PROVA DE GÁS

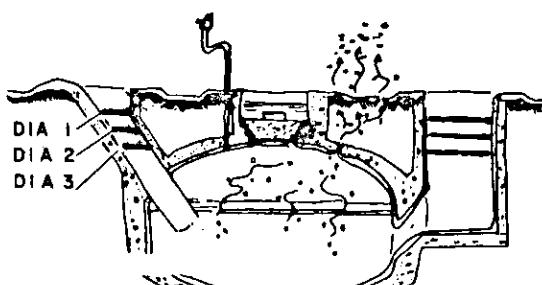
A eventual baixa no nível de água pode servir para calcular as perdas de gás; se a perda for maior que 5% do volume, a abóbada tem que ser verificada.

### TUBOS DE GÁS E TORNEIRAS

Pode-se usar tubo de plástico ou de ferro galvanizado.

do. Todas as emendas devem ser tratadas com selante. O tubo de saída deve ficar vertical até a altura de um homem. A torneira principal deve ser instalada a essa altura.

A instalação de um manômetro permitirá o conhecimento da pressão do gás. O tubo deve ser de 1", ou de 1 1/2", se a distância até o ponto de consumo for mais de 15 metros.



PERDA PELA ABÓBADA (FAZ BAIXAR O NÍVEL)

Deve-se instalar um dreno no ponto mais baixo do deósito de gás. É essencial manter um gradiente uniforme.

Os queimadores de fogão e lâmpadas devem ser ligados com todo o cuidado, protegidos do vento.

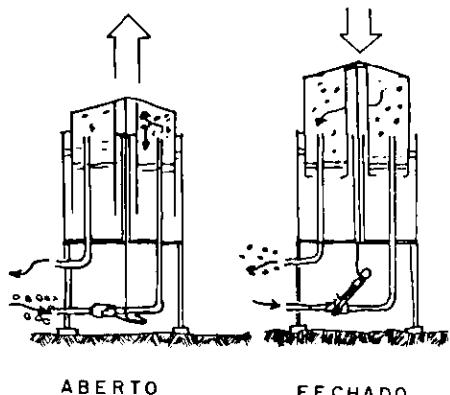
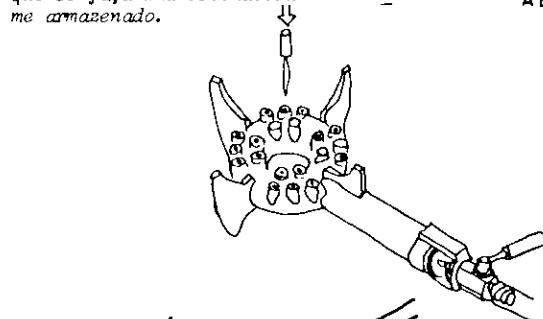
Depois de completar a instalação verifique se não há vazamento de gás:

- pelo cheiro do gás
- banhando todas as junções com água e sabão.

O tipo chinês de biodigestor fornece gás com pressão, variando entre 0 e 100 cm de coluna de água, o que interfere no funcionamento correto de queimadores e lâmpada. Por isso:

- Os queimadores devem ser ajustados à mão durante o uso
- É aconselhável a montagem de reguladores de pressão

A pressão do gás também dá ideia do volume de gás disponível e permite que se faça uma estimativa do volume armazenado.



#### MANUTENÇÃO

O sucesso de um biodigestor depende essencialmente da manutenção e do cuidado com que é tratado.

#### DIARIAMENTE

- Carregue o biodigestor
- Limpe o tanque de mistura
- Verifique a pressão do gás

#### SEMANALMENTE

- Retire o material digerido do tanque de expansão
- Limpe os queimadores

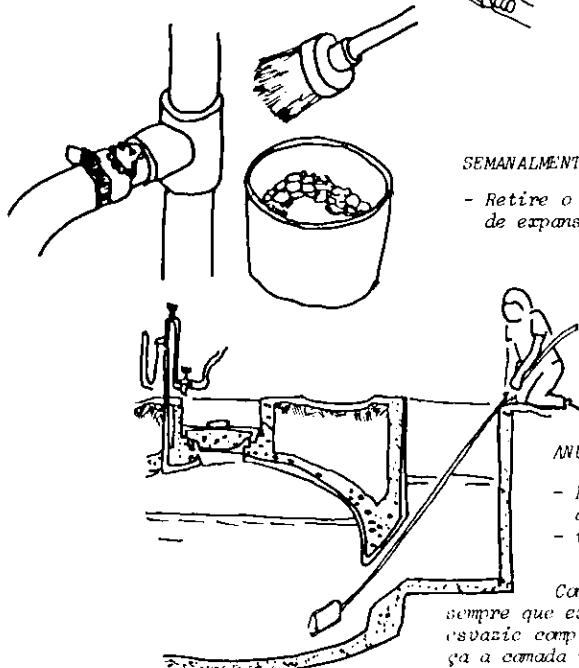
#### MENSALMENTE

- Verifique vazamentos nas instalações, com água e sabão.

#### ANUALMENTE

- Retire o depósito do fundo do digestor
- verifique os queimadores; substitua-os se necessário.

Com vários anos de intervalo e sempre que exista evidência de vazamento, evasão completamente o biodigestor, refaça a camada impermeabilizante.



### CARGA INICIAL - PRIMEIRO GÁS

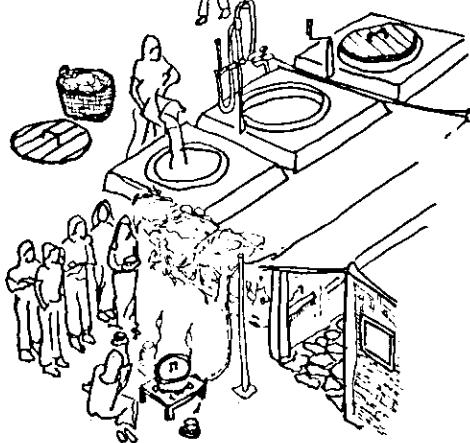
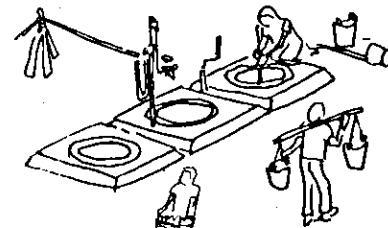
Mais da metade de água usada na prova de gás deve ser retirada e substituída por material orgânico.

Inicie a atividade do biodigestor com esterco de vaca ou com uma parte de material de outro biodigestor já em atividade.

O funcionamento de rotina (carga com material normal) pode começar assim que todo o esterco "de arranque" tenha sido carregado.

Durante a fase "de arranque" existe o risco de sobrecarregar com bactérias, o que se nota pelo cheiro desagradável. Corrija-o da seguinte maneira:

- Não carregue durante um período bastante longo
- Dilua com água



## SEGURANÇA E DETECÇÃO DE AVARIAS

A produção de um biodigestor depende de um processo biológico que pode ser afetado por fatores externos como saibões, excesso de bactérias etc. Sempre que a produção de gás baixar ou cheirar mal é sinal de que alguma coisa não está certa. Quando isso acontecer:

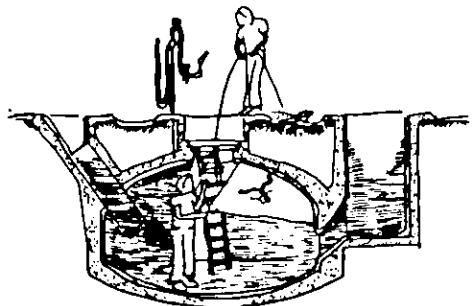
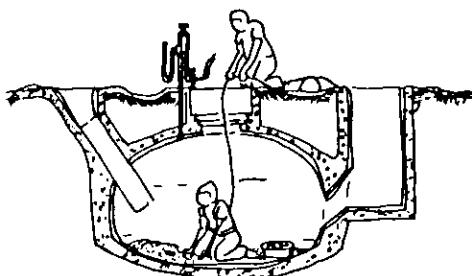
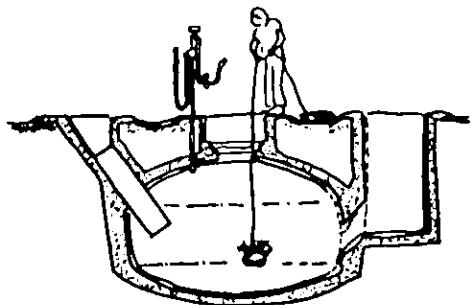
- Não carregue material orgânico até que o processo se estabilize de novo
- Dilua o material existente com água
- Depois de um certo tempo (2 a 3 semanas), acrescentar esterco de gado
- Se nenhum destes procedimentos der resultado é sinal de que o biodigestor deve ser esvaziado e a operação reiniciada.

A operação correta pode também ser afetada por causas estruturais, que só podem ser corrigidas por reparações diretas. Lembre-se que o biogás é uma substância inflamável e explosiva.

Verifique sempre os queimadores e tubos. Evite chamas desprotegidas perto do biodigestor; proiba o fumo.

A limpeza de um biodigestor é uma tarefa perigosa; observe os seguintes pontos:

- Quando alguém for entrar num digestor, verifique primeiro se este já está vazio e seco
- Ventile o digestor durante vários dias
- Qualquer pessoa que entrar no digestor deve ficar sob observação de alguém no exterior e ligado a uma corda
- Se a pessoa dentro do digestor desmaiar não entre para a socorrer; puxe-a para fora por meio da corda.



## GUIA PARA ESCOLHA DE TIPO E DIMENSÕES DE UM DIGESTOR

*É nossa intenção ajudar a escolher qual o tipo de biodigestor mais conveniente e determinar suas dimensões, custos e em todo de construção.*

*Este guia oferece somente uma orientação geral. Casos não apontados neste guia devem ser resolvidos pelo bom senso ou por uma consulta a uma pessoa bem entendida no assunto.*

*Os números mencionados a seguir são valores médios, que devem ser relacionados com os custos locais, hábitos, tipos de matéria-prima disponível etc.*

### NECESSIDADE DE GÁS

*A primeira pergunta a fazer é "de quanto gás vou precisar?"*

A esta pergunta pode-se responder a partir das seguintes constantes:

Gás necessário para

Cozinhar ————— 250 l por pessoa por dia  
Iluminação ————— 120 l por lâmpada por hora  
Motores ————— 450 l por HP por hora

Exemplo:

Cozinhar para 5 pessoas	—————	250 x 5	=	1.250
4 lâmpadas durante 3 horas	—————	120 x 4 x 3	=	<u>1.440</u>
				2.590 l/dia

GUIA

Cozinhar 0,25 m <sup>3</sup> x nº de pessoas	= ..... m <sup>3</sup> /dia
Iluminar 0,12 m <sup>3</sup> x nº de lâmpadas x nº horas	= ..... m <sup>3</sup> /dia
Motores 0,45 x HP x nº de horas	= ..... m <sup>3</sup> /dia

Outros usos:

Refrigeração

Secagem

Aquecimento

Essa quantidade de gás atende às necessidades para os próximos 5 anos?

#### GERAÇÃO DE GÁS

Devemos agora calcular a possibilidade de produção de gás, a partir das constantes:

TABELA 1. Produção de gás - valores - guias

T I P O	ESTERCO ÚMIDO POR DIA	GÁS POR QUILO	GÁS POR CABEÇA
- BOVINO	10 kg	36 litros	360 litros
- BÚFALO	15 kg	36 litros	540 litros
- PORCO (Aprox. 50 kg)	2,25 kg	78 litros	180 litros
- GALINHA (Aprox. 2,5 kg)	0,18 kg	62 litros	11,2 litros
- HOMEM	0,4 kg	70 litros	28 litros

Exemplo:

$$2 \text{ Búfalos} \times 15 \text{ kg/dia} = 30 \text{ kg/dia}$$

$$30 \text{ kg} \times 36 = 1.080$$

$$1,08 \text{ m}^3/\text{dia}$$

GUIA

BOVINOS.....	$\times 10 \text{ kg/dia} = \dots \text{ kg/dia} \times 36 \text{ l} = \dots \text{ m}^3/\text{dia}$
BÚFALOS.....	$\times 15 \text{ kg/dia} = \dots \text{ kg/dia} \times 36 \text{ l} = \dots \text{ m}^3/\text{dia}$
VITELAS.....	$\times 5 \text{ kg/dia} = \dots \text{ kg/dia} \times 36 \text{ l} = \dots \text{ m}^3/\text{dia}$
PORCO (50 kg).....	$\times 2 \text{ kg/dia} = \dots \text{ kg/dia} \times 78 \text{ l} = \dots \text{ m}^3/\text{dia}$
CAVALOS.....	$\times 10 \text{ kg/dia} = \dots \text{ kg/dia} \times 35 \text{ l} = \dots \text{ m}^3/\text{dia}$
OVELHAS.....	$\times 2 \text{ kg/dia} = \dots \text{ kg/dia} \times 50 \text{ l} = \dots \text{ m}^3/\text{dia}$
GALINHAS.....	$\times 0,18 \text{ kg/dia} = \dots \text{ kg/dia} \times 62 \text{ l} = \dots \text{ m}^3/\text{dia}$
HUMANO.....	$\times 0,4 \text{ kg/dia} = \dots \text{ kg/dia} \times 70 \text{ l} = \dots \text{ m}^3/\text{dia}$
PALHAS.....	$\dots \text{ kg/dia} \times 200 \text{ l} = \dots \text{ m}^3/\text{dia}$

Esterco disponível/dia..... kg/dia

Gás produzido por dia.....  $\text{m}^3/\text{dia} \dots$

**Nota** - Pode-se fazer o cálculo simplesmente multiplicando o número de cabeças pela quantidade de gás produzido por cabeça, entretanto, para se calcular o volume do digestor é necessário conhecer a carga diária em kg.

## COMPARAÇÃO ENTRE VOLUME DE GÁS NECESSÁRIO E CAPACIDADE DE PRODUÇÃO

GÁS NECESSÁRIO

GÁS DISPONÍVEL

- 
- A capacidade de produção satisfaz as necessidades?*  
*O consumo de gás é igual ao potencial de produção?*  
*É mais ou menos do que necessário?*

*No caso de não haver compatibilidade, as seguinte medidas podem ser tomadas:*

- Comprar mais matéria orgânica que poderá ser vendida logo após ser digerida (como fertilizante é a melhor aplicação)
- Diminuir o consumo de gás
- Aumentar o tamanho do digestor

#### FATORES QUE INFLUENCIAM O TAMANHO DO DIGESTOR

TEMPERATURA, que determina o período de fermentação. Esta fermentação tem um ciclo ótimo pra cada temperatura e cada tipo de matéria orgânica.

Tomando como típico o uso de esterco de gado, os períodos de fermentação variam com a temperatura média de cada região, com a variação diária e sazonal. Como valores indicativos pode-se mencionar

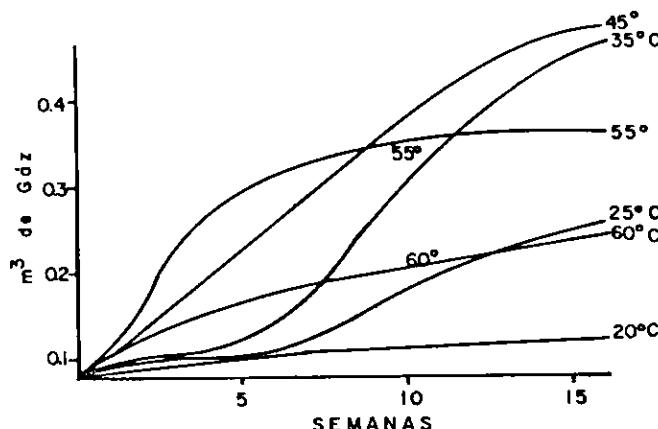
30 a 40 dias - Amazonia, Nordeste, Bahia, Espírito Santo (junto a costa).

40 a 60 dias - Zona Central de cerrados, Mato Grosso, Rondônia

60 a 90 dias - S. Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul (durante o inverno).

Existe uma estrita relação entre temperatura no digestor, tempo de fermentação e quantidade de gás por quilo de matéria orgânica. O gráfico abaixo dá idéia dos valores envolvidos.

(9)



### QUANTIDADE DE MATERIAL CARREGADO

O material orgânico deve ser carregado sob a forma líquida; caso contrário, poderá haver bloqueio na produção de gás.

Em geral, a matéria orgânica sólida deve ser misturada com, pelo menos, igual volume de água.

A percentagem precisa da mistura depende de uma análise dos materiais. Como orientação seguem os valores abaixo:

Esterco de vaca, fresco:	água	1:1
Esterco de vaca, seco à superfície		1:2
Esterco de cavalo e ovelha		1:1 e 1:3
Restos culturais frescos, verdes		1:0,5 a 1:2
Esterco de galinha		1:2
Esterco de porco		1:1
Esterco humano		1:1

Dependendo do tipo de material orgânico disponível a quantidade a carregar por dia deve ser calculada:

Esterco de vaca  kg +  água =  litros

Esterco de porco  kg +  água =  litros

**TOTAL**

## DIMENSÕES DO BIODIGESTOR

O volume do biodigestor é o produto da carga diária pelo período de fermentação em dias.

Exemplo:

Volume a carregar por dia	—	80 litros	
Período de fermentação	—	50 dias	
Volume do digestor	80 x 50	—	4.000 litros

Como média, pode-se indicar que o peso de matéria orgânica contida no banho é cerca de 20 a 25% do total; portanto, em um digestor de 4.000 l, existe uma tonelada de matéria orgânica, que em um período de fermentação de 50 dias produzirá, à temperatura constante de 35°, 180.000 litros de biogás.

$$180 \times 1.000 = 180.000 \text{ l} = 180 \text{ m}^3$$

$$180 \text{ m}^3/50 \text{ dias} = 3,6 \text{ m}^3/\text{dia (média)}$$

As possíveis alternativas de temperatura - ciclo de fermentação - produção de gás estão patentes na informação anteriormente dada.

## ESCOLHA DO TIPO DE BIODIGESTOR

Condições a serem satisfeitas na instalação de um biodigestor:

- Existe suficiente matéria orgânica disponível? .....  SIM
- O digestor tem menos de 20 m<sup>3</sup>? .....  SIM  
(Nota: se tiver mais de 20m<sup>3</sup> é conveniente considerar outros sistemas mecânicos)
- Existem os materiais de construção? .....  SIM
- Tem água suficiente para diluir o material? .....  SIM
- Você tem o conhecimento técnico suficiente? .....  SIM
- Pode dispor de assistência técnica? .....  SIM
- Tem financiamento disponível? .....  SIM
- Existem acessórios disponíveis (queimadores, lampiões)? .....  SIM
- A matéria orgânica é digerível? .....  SIM
- Tem mão-de-obra indispensável? .....  SIM

Todas as perguntas devem ter resposta positiva. Caso contrário, alguma coisa tem quer ser feita antes que se inicie a instalação.

Os dois tipos de biodigestores recomendados têm suas vantagens e inconvenientes. O questionário abaixo ajudará a selecionar o mais adequado para as suas condições:

Qual o tipo de digestor já existente na sua área CHINES INDIANO

TEMPERATURA

A temperatura prevista de funcionamento é superior a 15° C? ..... X

Os invernos são frios? .....

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Pode obter chapa de ferro e encontrar que faça a campânula? ..... X

Tem cimento e/ou cal disponível? ..... X X

Tem alguém que saiba assentar tijolos em curva? ... X

Pode obter os materiais selantes necessários? ... X

Será possível pintar anualmente a campânula? ..... X

MATÉRIA ORGÂNICA

A matéria orgânica será principalmente restos de cultura ..... X

Será possível usar principalmente esterco? ..... X

OUTRAS QUESTÕES

Qual o tipo que você se sente capaz de montar?.....

Qual o tipo que lhe custará menos? .....

TOTAL ..... CHINES \_\_\_\_\_ INDIANO \_\_\_\_\_

*É fácil fazer uma avaliação do questionário*

- *Não construa o modelo a não ser que as perguntas marcadas X sejam plenamente satisfeitas.*
- *O tipo com maior número de respostas positivas é o mais conveniente; entretanto examine bem o problema.*

*Qual o tipo mais conveniente?*

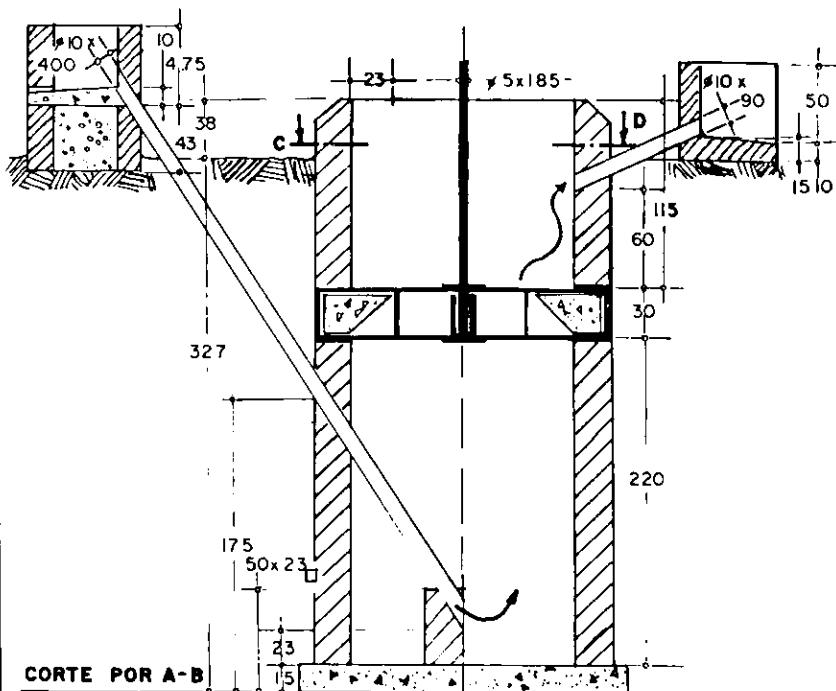
*TIPO*

*TAMANHO*

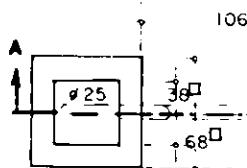
*Em apêndices se incluem planos e desenhos de construção.*

*Se nenhum dos tipos parecer conveniente ou algumas das perguntas não foram respondidas satisfatoriamente, procure uma pessoa especializada no assunto.*

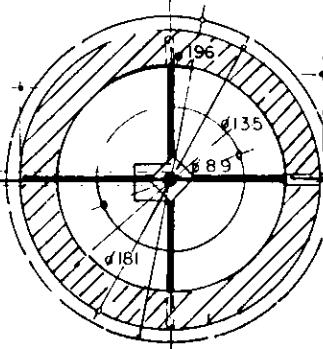
**DESENHOS E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO**



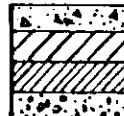
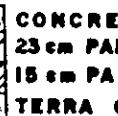
CAIXA DE CARGA



SECÇÃO POR C - D



CAIXA DE DESCARGA

 CONCRETO 1:36  
 23 cm PAREDE  
 15 cm PAREDE  
 TERRA COMPACTADA

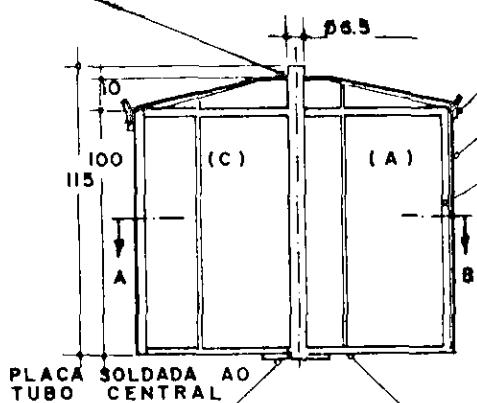
0 50 100 cm

BIODIGESTOR TIPO INDIANO

Volume do Digestor  $4.38 \text{ m}^3$   
 Produção de Gás  $1.8 \text{ m}^3/\text{dia}$

Escala 1:30

PLACA SOLDADA AO TUBO CENTRAL

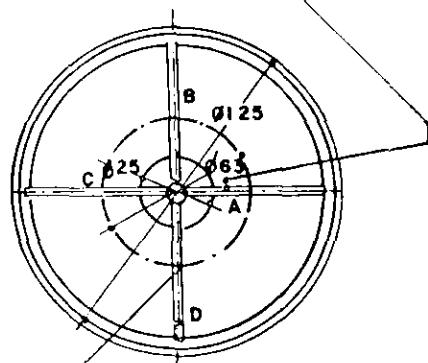


4 ALÇAS

ESQUELETO A SER COBERTO  
POR CHAPA.

ESQUELETO DE CANTONEIRA  
DE 35 x 35 x 5

CORTE



FERRO CHATO (A,B,C,D) A 15,3Q.  
40, 50 cm.

CORTE E SECÇÃO

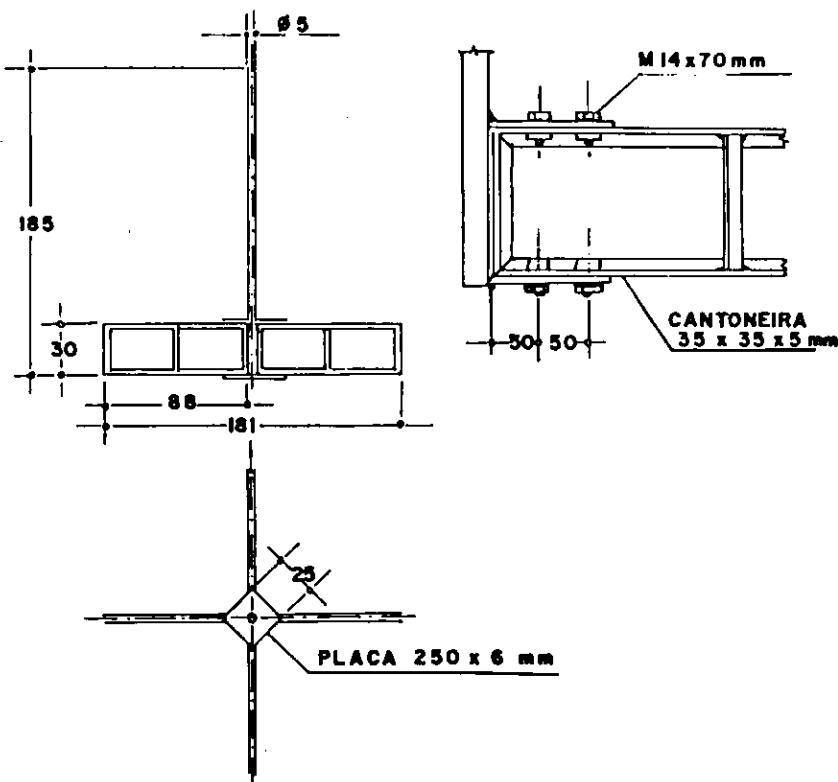
CIRCULO P/ PLACA DE SAIDA DE GAZ

0 20 40 60 80 100 cm

BIODIGESTOR TIPO INDIANO

Campanha para digestor de  
4,36 m.

Escala 1:20



0 50 100 cm

**BIODIGESTOR TIPO INDIANO**  
**GUIA DE CAMPANULA PARA**  
**DIGESTOR DE 4.36 m<sup>3</sup>**

Escala: 1:30

*LISTA DE MATERIAIS*

BIODIGESTOR TIPO INDIANO DE  $4,36m^3$   
PRODUÇÃO DIÁRIA DE GÁS DE 1 a  $1,8 m^3$

Poco Digestor, carga e descarga

- Tijolos ou blocos (10 x 15 x 23 cm) ..... 6.450
- Areia lavada .....  $2,2 m^3$
- Brita .....  $0,6 m^3$
- Cimento ..... 14 sacos (700 kg)
- Tubo de 100 mm ..... 5 metros

Guia Central

- Cantoneira ..... 11 metros
- Tubo 50 mm ..... 1,85 metros
- Chapa 2 mm .....  $0,5 m^2$

*Parafusos, solda*

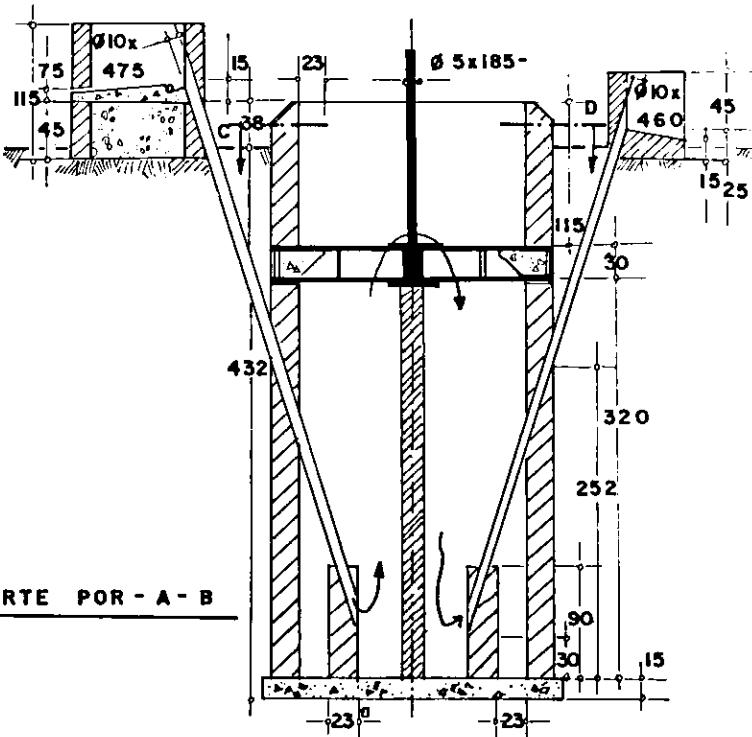
Campanula

- Cantoneira ..... 17 metros
- Tubo 65 mm ..... 1,15 metros
- Ferro chato ..... 4,2 metros
- Chapa 2 mm .....  $6 m^2$
- Chapa (espessura indiferente) .....  $0,5 m^2$

*Acessórios para tubulação (registros, uniões)*

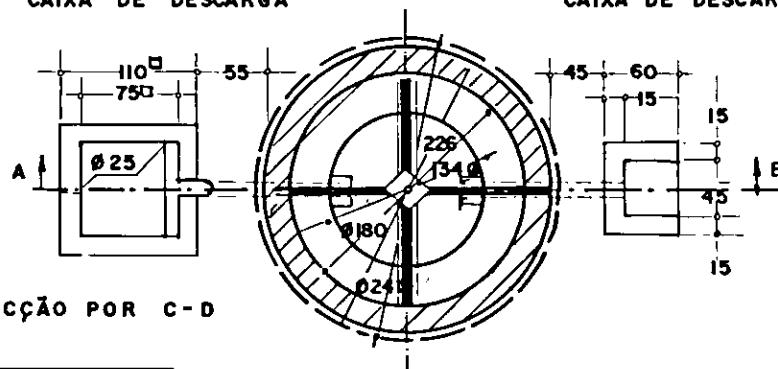
*Tubo plástico até aos queimadores*

- Tinta anti-corrosiva ..... 20 kg

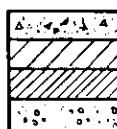


CAIXA DE DESCARGA

CAIXA DE DESCARGA



0 25 50 75 100 cm

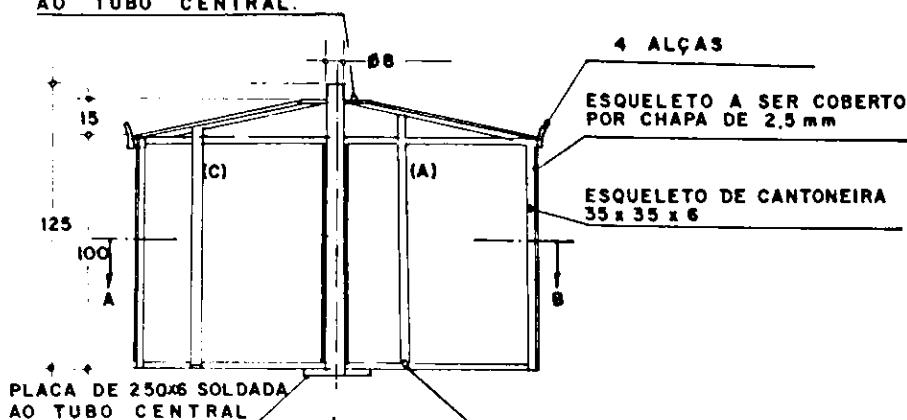


**BIODIGESTOR TIPO INDIANO**

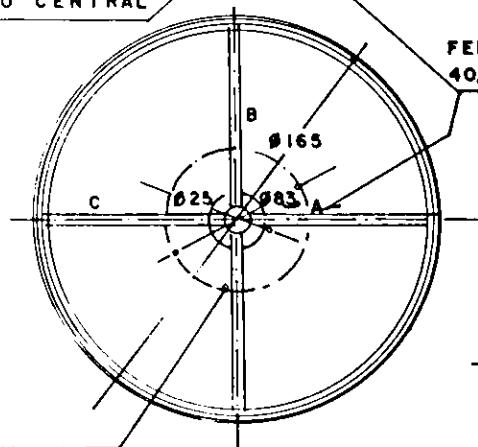
Volume  $10,8 \text{ m}^3$   
Produção diária 4 a  $6,9 \text{ m}^3$

Escala: 1:40

PLACA DE 250 x 6 SOLDADA  
AO TUBO CENTRAL.



FERRO CHATO (A,B,C,D) A 25  
40, 55, 60 DO TUBO CENTRAL.



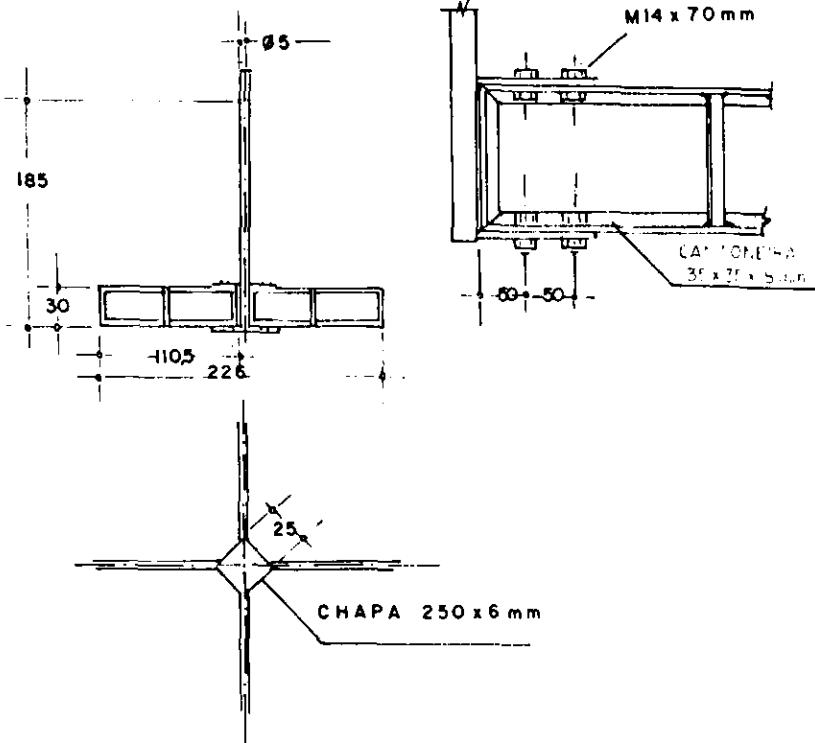
CIRCULO PARA A PLACA  
DE SAIDA DE GAZ

0 20 40 60 80 100cm

BIODIGESTOR TIPO INDIANO

CAMPANULA PARA DIGESTOR  
DE 10,8 m<sup>3</sup>

ESCALA: 1: 20



0 25 50 75 100 cm

BIO-DIGESTOR TIPO INDIANO
SUPORTE DE GUIA DE CAM
PANULA $m^3$ PARA DIGESTOR
DE 10.8
ESCALA 1:40

*LISTA DE MATERIAIS*

*BIODIGESTOR TIPO INDIANO DE 10,8m<sup>3</sup>  
PRODUÇÃO DIÁRIA DE GÁS DE 4 a 6,7 m<sup>3</sup>*

Poco do Digestor, carga e descarga

- Tijolos ou blocos (10 x 15 x 23cm)..... 8.000
- Areia lavada..... 3,6 m<sup>3</sup>
- Brita..... 0,95 m<sup>3</sup>
- Cimento..... 23 sacos (1.150 kg)
- Tubos (diâmetro 100mm)..... 9,5 metros

Campânula - Guia Central

- Cantoneira..... 12,7 metros
- Tubo (50mm diâmetro)..... 1,85 metros
- Chapa..... 0,5 m<sup>2</sup>
- Pequenos componentes (parafusos, porcas, etc.).

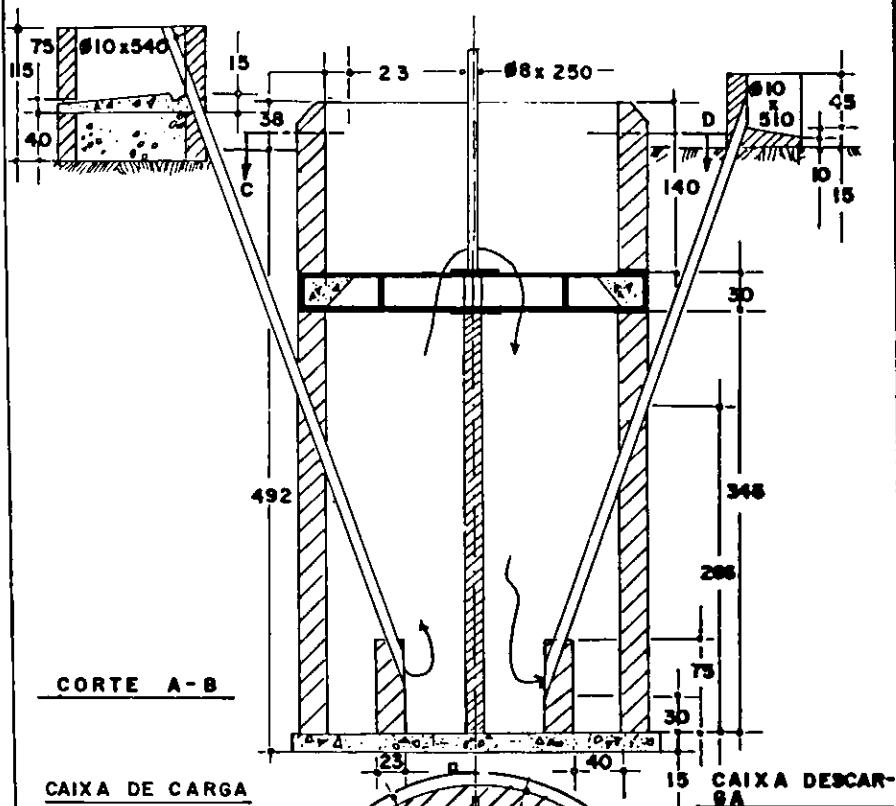
Campânula

- Cantoneira..... 21 metros
- Tubo (65mm diâmetro)..... 1,25 metros
- Ferro chato..... 4,3 metros
- Chapa (2,5mm espessura)..... 8,25 m<sup>2</sup>
- Chapa (espessura indiferente)..... 0,5 m<sup>2</sup>

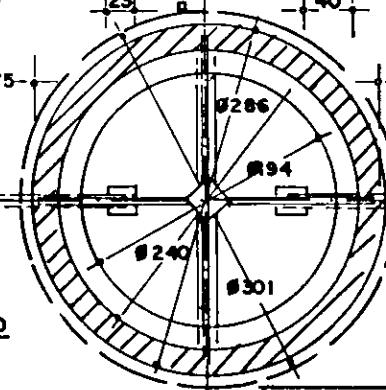
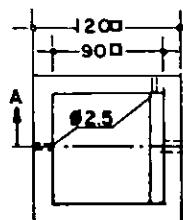
*Acessórios para tubos (uniões, registros...)*

*Tubo plástico para queimadores*

- Tinta anti-corrosiva..... 25 kg

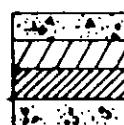


**CAIXA DE CARGA**



**15 CAIXA DESCARGA**

0 25 50 75 100 cm



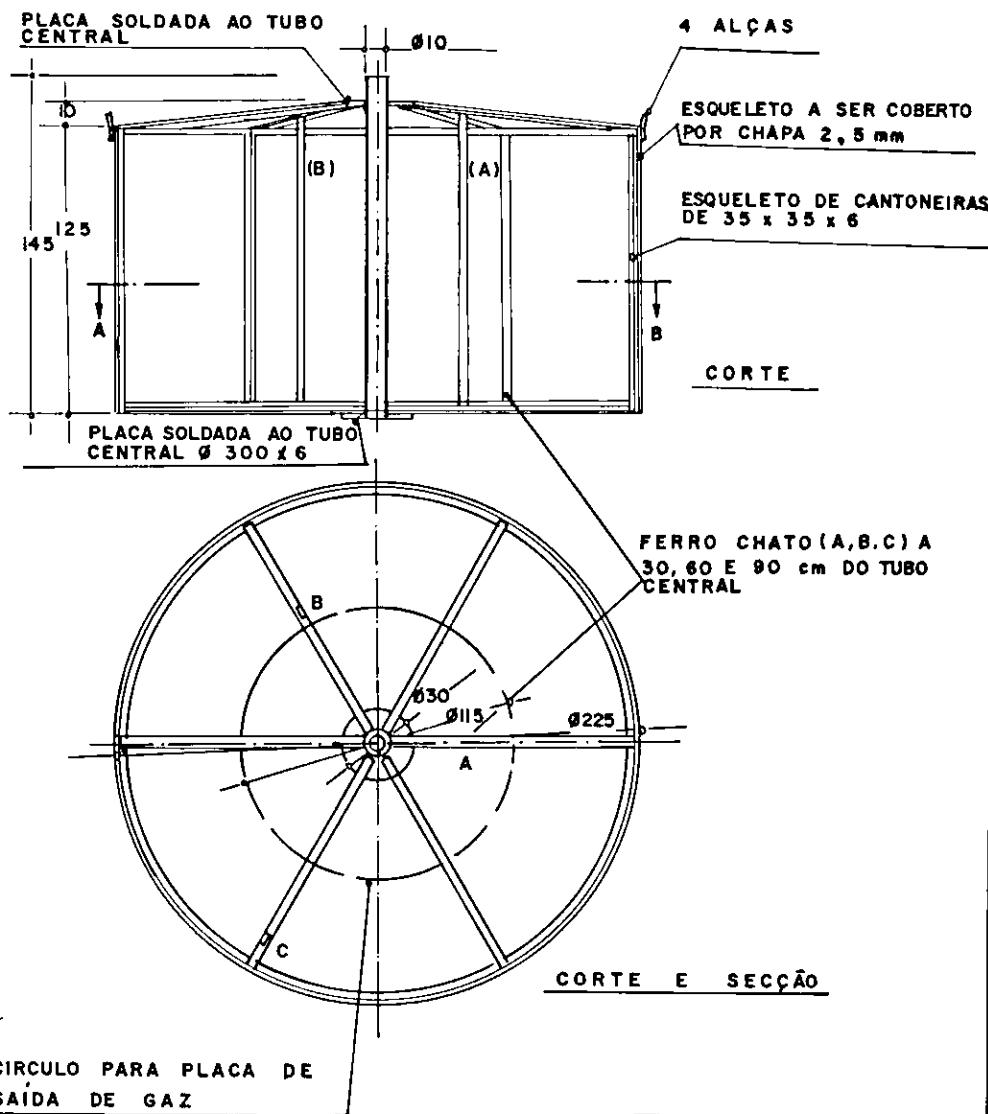
**CONCRETO 1:3:6**  
**23 cm PAREDE**  
**15 cm PAREDE**  
**TERRA COMPACTADA**

**BIODIGESTOR TIPO INDIANO**

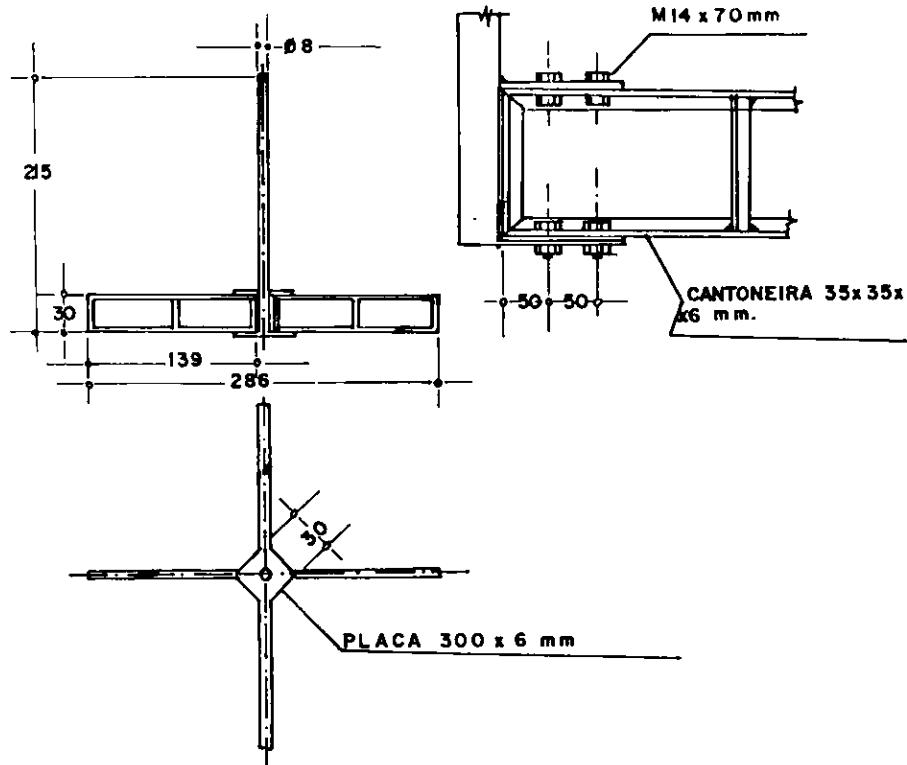
**VOLUME 20,3 m<sup>3</sup>**

**12,6 m<sup>3</sup> GAS/DIA**

**ESCALA 1:40**



BIODIGESTOR TIPO INDIANO
CAMPANULA PÁRA DIGESTOR DE 20,3 m <sup>3</sup>
ESCALA. 1:20



0 25 50 75 100 cm

BIODIGESTOR TIPO INDIANO
SUPORTE DE GUIA DE CAM-
PANULA 3 PARA BIODIGESTOR DE
20.3 m <sup>3</sup>
ESCALA: 1: 40

**LISTA DE MATERIAIS**

**BIODIGESTOR TIPO INDIANO DE 20,3m<sup>3</sup>**  
**PRODUÇÃO DIÁRIA DE GÁS DE 8 a 12,6 m<sup>3</sup>**

Poço do Digestor, carga e descarga

- Tijolo ou Blocos (10 x 15 x 23 cm).....	9.600
- Areia lavada.....	5 m <sup>3</sup>
- Brita.....	1,4 m <sup>3</sup>
- Cimento.....	33 sacos (1.650 kg)
- Tubos de 100mm diâmetro.....	10,5 metros

Campânula - Guia Central

- Cantoneira.....	15 metros
- Tubo de 50mm.....	2,15 metros
- Chapa (2,5mm).....	0,5 m <sup>2</sup>

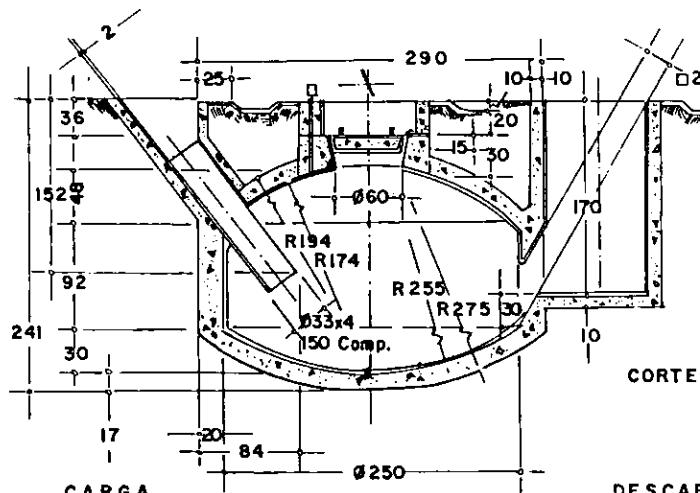
Campânula

- Cantoneira.....	36 metros
- Tubo 65mm.....	1,45 metros
- Ferro chato.....	4,05 metros
- Chapa (2,5mm).....	11,25 m <sup>2</sup>
- Chapa (espessura indiferente).....	0,5 m <sup>2</sup>

*Acessórios para tubos (uniões, registros...)*

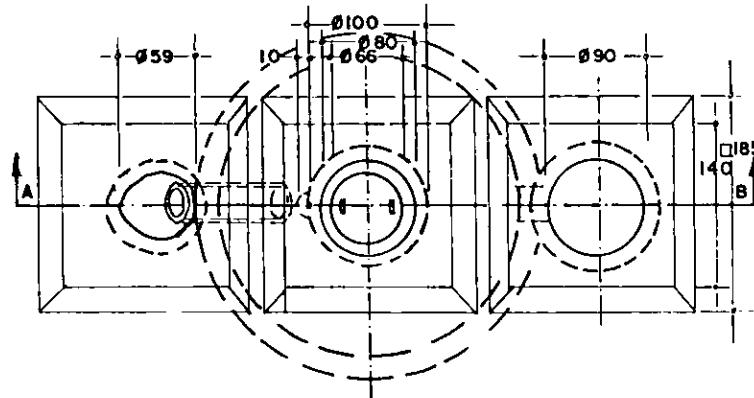
*Tubo plástico até aos queimadores*

- Tinta anti-corrosiva.....	30 kg
-----------------------------	-------



CARGA

DESCARGA

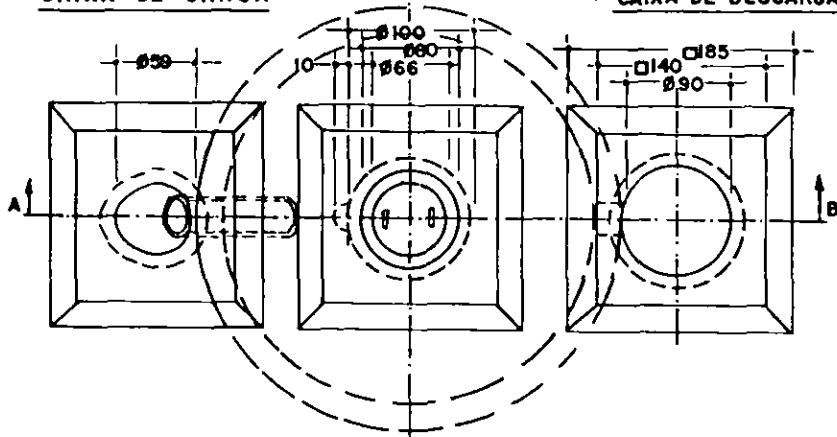
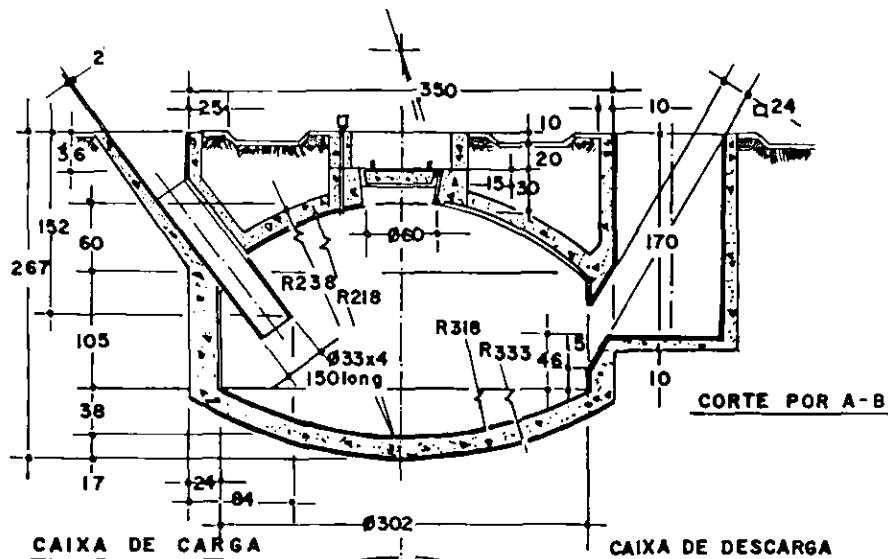


0 40 80  
20 60 100 cm

BIODIGESTOR TIPO CHINES

6 m<sup>3</sup> de Volume

ESCALA: 1: 40

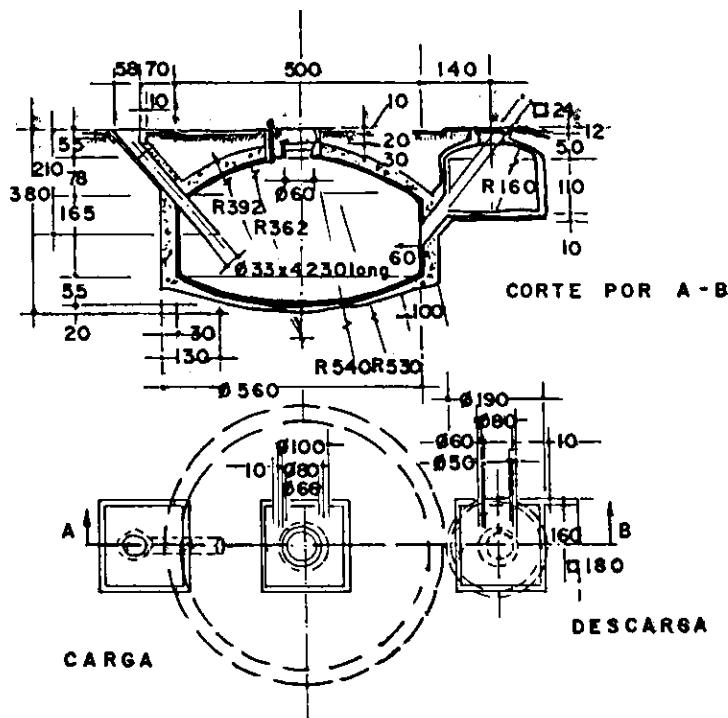


0 40 80  
20 60 100 cm

BIODIGESTOR TIPO CHINÉS

10 m<sup>3</sup> de Volume

ESCALA: 1: 40



0 100 200 300 400 500 cm  
50 150 250 350 450

BIODIGESTOR TIPO CHINÉS
VOLUME 50 m <sup>3</sup>
ESCALA 1:100

*LISTA DE MATERIAIS*

BIODIGESTOR TIPO CHINES

	<u><math>6\ m^3</math></u>	<u><math>10\ m^3</math></u>	<u><math>50\ m^3</math></u>
- Tijolos (20 x 5 x 10 cm).....	5.000	6.500	20.000
- Cimento ou cal.....	280 kg	360 kg	1.100 kg
- Areia lavada.....	2.700 kg	2.100 kg	8.400 kg
- Reboco interno.....	$23\ m^2$ (0.8m <sup>3</sup> )	$31\ m^2$ (1.0 m <sup>3</sup> )	$89\ m^2$ (2.5 m <sup>3</sup> )
- Cimento ou cal.....	200 kg	250 kg	600 kg
- Areia lavada.....	1.200 kg	1.500 kg	4.000 kg
- Tinta.....	70 kg	95 kg	270 kg
- Tubo de 1".....	1,5 m	1,5 m	1,5 m

*Registro para gás*

*Tubo plástico até aos queimadores*

REFERÉNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. EGGEILING, C.; GULDAGER, R.; GULDAGER, H.; HILLIGES, G.; SASSE, L.; TIETJEN, C.; WERNER, U. & KOWRTH, R. Biogas plants building instructions. Eschborn, German Agency for Technical Cooperation. s.d. 64p.
2. FAO. Roma. China azolla propagations and small scale biogaz technology. Roma, s.d. (FAO. Soils bulletin, 41).
3. FAO. Roma. China: recycling of organic wastes in agriculture. Roma, 1977. 107p. (FAO. Soils bulletin, 40).
4. FAO. Roma. Organic recycling in Asia. Roma, 1978. 417p. (FAO, Soils bulletin, 36).
5. FAO. Roma. Watershed development with special reference to soil and water conservation. Roma, 1979..257p. (FAO. Soils bulletin, 44).
6. ISTITUTO NAZIONALE DELLA RICERCA. Roma. Biogaz en la agricultura. Roma, 1980.
7. JEWELL, W.J. et alii. Anaerobic fermentation of organic wastes. Ithaca, Cornell University, 1978.
8. JEWELL, W.J. et alii. Bioconversion of agricultural wastes. Ithaca, Cornell University, 1976.
9. LAMBOLEY, P. Utilisations pratiques du methane. Paris, Le Pont, 1978.
10. ZELTER, S.Z. Fermentation emthanique en discontinuades dechetes agricoles. Paris, I.N.R.A., 1979.