

**PRODUÇÃO E CONSUMO DE BIOGÁS A NÍVEL DE  
FAZENDA**



Circular Técnica

Maio, 1981

Nº 1

PRODUÇÃO E CONSUMO DE BIOGÁS A NÍVEL DE  
FAZENDA

Valderi Vieira da Silva  
Joaquim Nazário de Azevedo

EMBRAPA  
Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual  
de Teresina

Comitê de Publicações  
Unidade de Execução de  
Pesquisa de Âmbito Estadual  
de Teresina (UEPAE de Teresina)  
Av. Duque de Caxias, 5650  
Bairro Buenos Aires  
Fone: (086) 2227611  
Telex: (086) 2337  
Caixa Postal 01  
64.000 Teresina-PI

Silva, Valderi Vieira da.

Produção e consumo de biogás a nível de fazenda, por Valderi Vieira da Silva e Joaquim Nazário de Azevedo.

21 p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Circular Técnica, 1).

1. Biogás - Energia - Biodigestor. I. Silva, Valderi Vieira da, II. Azevedo, Joaquim Nazário de. III. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Teresina, Teresina, PI. IV. Título. V. Série.

CDD. 665.776

EMBRAPA

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. TAMANHO, LOCALIZAÇÃO E CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR.....	6
3. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO DIGESTOR.....	18
4. PRODUÇÃO DE BIOGÁS.....	19
5. UTILIZAÇÃO DO BIOFERTILIZANTE.....	20

## PRODUÇÃO E CONSUMO DE BIOGÁS A NÍVEL DE FAZENDA

Valderi Vieira da Silva<sup>1</sup>  
Joaquim Nazário de Azevedo<sup>1</sup>

## I. INTRODUÇÃO

A produção e utilização do biogás no meio rural não é recente. Uma das primeiras unidades de biodigestores anaeróbicos, usando dejetos animais, foi construída em Bombaim, na Índia, em 1859.

Apesar de o biogás ser bastante utilizado no meio rural em países como a Índia, China, Paquistão, França e Inglaterra, só recentemente, com a crise do petróleo, é que se preconizou a sua utilização no meio rural brasileiro.

No Brasil, existe um grande potencial para utilização de biodigestores no meio rural, uma vez que 5% das propriedades rurais brasileiras contam com a rede de energia elétrica.

O biogás é resultante da fermentação anaeróbica de dejetos animais, de resíduos agrícolas e de lixo industrial ou residencial em condições adequadas de umidade.

A mistura dos gases (metano e dióxido de carbono) é conhecida como BIOGÁS ou GÁS GOBAR.

O biogás é composto basicamente de dois gases: o metano que representa 60-80% da mistura e dióxido de

---

<sup>1</sup> Pesquisadores da EMBRAPA-UEPAE de Teresina

carbono com 40-20% restantes. Outros gases participam em proporções menores, destacando-se o gás sulfídrico que pode chegar até 1,5%. O poder calorífico do biogás varia de 5 000 a 7 000 kcal/m<sup>3</sup>, isto em função da composição química da matéria prima utilizada e da eficiência do sistema digestor, além de outros fatores.

Em média, 10 kg de esterco de bovino produz 0,43m<sup>3</sup> de biogás, 1 kg de esterco seco de galinha produz 0,43m<sup>3</sup> de biogás; e 1 kg de esterco seco de suíno produz 0,35m<sup>3</sup> de biogás.

O biogás é extremamente inflamável, o que lhe oferece condições para uso em fogão doméstico, lampião, geladeiras, chocadeiras, secadores de grãos, combustível para motores de combustão interna e geração de energia elétrica.

O objetivo deste trabalho é abordar os aspectos técnicos e funcionais da produção e consumo de biogás, através de um digestor vertical, modelo indiano, utilizando-se esterco bovino.

## 2. TAMANHO, LOCALIZAÇÃO E CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR

O biodigestor "Modelo Indiano" pode ser definido como um tanque construído, de alvenaria e de forma cilíndrica, dividido em duas câmaras, onde se processa a biodigestão anaeróbica do material colocado (esterco + água) e de um gasômetro (recipiente onde o gás produzido é armazenado).

a .Tamanho

Para o dimensionamento do tamanho do digestor (modelo indiano) a ser instalado em uma determinada propriedade, deve-se levar em consideração as reais necessidades energéticas (em  $m^3$  gás/dia) bem como a disponibilidade do esterco bovino ou de outros animais na propriedade.

O dimensionamento das necessidades energéticas da propriedade, deve ser calculado com base nos seguintes parâmetros:

- cozimento:  $0,23m^3$  de gás/pessoa/dia
- iluminação:  $0,12m^3$  de gás/hora/lampião
- motor:  $0,40m^3$  de gás/HP/hora
- geladeira:  $2,5m^3$  de gás/dia

Para o dimensionamento da necessidade de esterco , considerar os seguintes dados:

- um bovino estabulado: 25 a 30 kg/dia;
- um bovino adulto semi-estabulado: 10 a 15 kg/dia;
- um porco adulto ( 80kg): 2 kg/dia; e
- uma galinha: 0,12 kg/dia.

Exemplo prático - uma família de seis pessoas que utiliza dois lampiões durante 3 horas por noite e um motor para forrageira com 6 HP, durante uma hora por dia , necessita da seguinte quantidade de gás, diariamente:

- cozimento:	$6 \times 0,23\text{m}^3$	= $1,38\text{m}^3$
- iluminação:	$2 \times 3 \times 0,12\text{m}^3$	= $0,72\text{m}^3$
- motor:	$6 \times 0,4\text{m}^3$	= $2,40\text{m}^3$
	Subtotal.....	$4,50\text{m}^3$

Total (acrêscimo eventual  
de 10%)  $4,95\text{m}^3$

#### Cálculo da necessidade de esterco bovino

Como 10 kg de esterco bovino produz  $0,43\text{m}^3$  de biogás, para a produção de  $4,95\text{m}^3$  de biogás/dia, necessita-se de aproximadamente 125 kg de esterco, ou seja de 12 a 13 bovinos semi-estabulados (produção média de 10 kg de esterco bovino/dia).

#### Cálculo do tamanho do digestor

Como o esterco bovino deve ser misturado com água na relação aproximada de 1:1 (uma parte de esterco para uma parte de água), diariamente deve ser colocada no digestor uma mistura de aproximadamente 250 kg (125 kg de esterco fresco de bovino e 125 litros de água).

Considerando um Tempo de Retenção Hidráulico - TRH (tempo geralmente em dias, que o material passa no interior do digestor) de 24 dias, obtém-se o tamanho volumétrico do digestor, multiplicando-se o tempo de retenção pelo volume da mistura, adicionada diariamente. No caso tem-se: volume do digestor é igual a 6 metros cúbicos.



## b. Localização

O digestor deve ficar próximo ao local de coleta do esterco e aos pontos de consumo de gás.

É recomendado que o digestor fique próximo ao estábulo ou curral, sem prejudicar sua funcionalidade. Recomenda-se que o digestor diste, no máximo, 20 metros do curral ou estábulo, e no máximo 30 metros do ponto de consumo de gás.

## c. Construção

Para construção do biodigestor obedecer os passos:

Escolha do local - além das recomendações feitas no item "localização", o digestor deve ser localizado, de preferência, em terreno declivoso a fim de facilitar a construção de terreiros de secagem do biofertilizante que sai do biodigestor.

Escavação - cavar um poço cilíndrico com diâmetro de 10 cm maior que o diâmetro externo do digestor e profundidade de 20cm menor que a altura útil. Durante a escavação do poço devem ser feitas duas fendas em sentido oposto e com a inclinação adequada (Fig. 2). Estas fendas servem para a colocação dos tubos de carga e descarga do digestor.

Para construção do digestor usar sempre o material disponível no local, para diminuir os custos. Material empregado: brita, areia fina, cimento, tijolo maciço, si ka e tubo PVC de 4 ou 6 polegadas.

Piso - o piso deve ser bastante forte para suportar toda a carga hidráulica sobre o digestor. Em terre no muito firme, pode-se fazer o piso em alvenaria as sentada sobre areia fina. Caso o terreno não apresente firmeza, o piso deverá ser em concreto, com espessura de 10 a 15 cm.

Paredes externas - as paredes externas poderão ser de concreto ou de alvenaria (tijolo maciço usado deitado - 25 cm).

Parede divisória - a parede divisória tem a função de obrigar um fluxo dirigido da massa a ser diferenciada e servir como suporte para o guia do gasômetro. Para tornar a parede divisória mais resistente pode-se fazer parede dupla, na parte central, suporte onde o cano guia é cravado, ou mesmo construir a parte central da parede divisória em concreto, no ato da construção do piso, formando um corpo único (piso e pilar para suporte).

Tanque de carga e descarga e tubulação - o tanque de carga é construído sobre o tubo de carga e que serve como local da mistura do material a ser digerido (influyente). Deve ser construído a uma distância média de 1,40m do digestor. Deve possuir um volume mínimo igual ao volume de carga diária do digestor. Deve ser localizado em nível, pelo menos 20cm acima do nível do líquido do digestor. O tanque de carga é construído em alvenaria simples (10 cm), com o nível de piso elevado e declividade para

o lado oposto ao local onde será inserido o tubo de carga (Fig. 1). Isso tem por finalidade evitar que as impurezas sólidas fiquem decantadas na parte inferior, não se depositando no interior do digestor. Na extremidade do tubo de descarga pode ser construída apenas um amparo para acumulação do material fermentado (efluente). Pode ser feito em alvenaria simples, ou apenas uma parede de terra.

Os canos para carga e descarga do digestor devem ter diâmetro mínimo de 10cm, para permitir a passagem livre do influente e efluente. Os tubos podem ser em PVC rígido ou não (tipo usado para esgoto, ou mesmo em manilhas de barro, bem reforçadas). A fim de permitir um fluxo mais livre do influente e efluente, recomenda-se que as tubulações não apresentem curvaturas e sejam colocadas como mostra a figura 1. A tubulação deve ser colocada na fenda aberta no poço do digestor e deve ser vedada de maneira cuidadosa na parte inferior. De preferência, os canos de entrada e saída devem ser colocados no ato da construção das paredes do digestor.

Acabamento - O acabamento do digestor constitui a parte fundamental da construção no que se refere ao desempenho do digestor. Recomenda-se que o revestimento seja feito com cimento e areia, no traço de 1:3 e sika ou vedacite na proporção do fabricante. Terminado o trabalho de construção do digestor, deve-se preencher com terra ou areia todos os espaços vazios ao redor da parede de sua externa, a fim

BIODIGESTOR (MODELO INDIANO) - CORTE VERTICAL

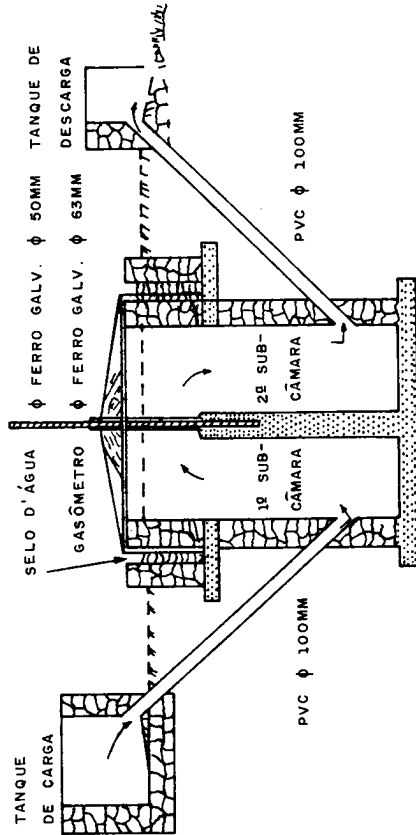


FIGURA 1. CORTE ESQUEMÁTICO DE UM BIODIGESTOR COM CAPACIDADE PARA 5M<sup>3</sup> DIÁRIOS DE BIOGÁS.

de dar maior segurança ao sistema.

Selo D'água - O selo d'água (Fig. 1) deve ficar com aproximadamente 20 cm de largura. O seu revestimento deve ser bem feito para evitar vazamento d'água.

As vantagens do selo d'água são:

- a) proporcionar maior vida útil ao gasômetro;
- b) evitar o escapamento de biogás;
- c) permitir o movimento giratório do gasômetro, para quebrar a crosta que se forma na parte superior do digestor.

Gasômetro - trata-se, comumente, de uma campânula de chapa de ferro. As soldas entre as chapas devem ser feitas cuidadosamente a fim de evitar pequenos buracos por onde o gás poderá escapar (Fig. 2).

A parte superior do gasômetro tem forma plana ou cônica rasa; no centro deixa-se um buraco para acoplagem do sistema de proteção do guia. Chama-se proteção do guia um tubo que veste o cano guia e serve para bloquear o escapamento de gás do gasômetro.

Na parte superior do gasômetro deve ser colocado um cano de 50 cm de altura munido de torneira tipo gaveta, para saída do gás do gasômetro. Deve se localizar a 20 ou 30 cm do centro do gasômetro.

Para proteger o gasômetro contra a ferrugem, deve-se aplicar alcatrão e em seguida pintá-lo com tinta preta, por dentro e por fora.

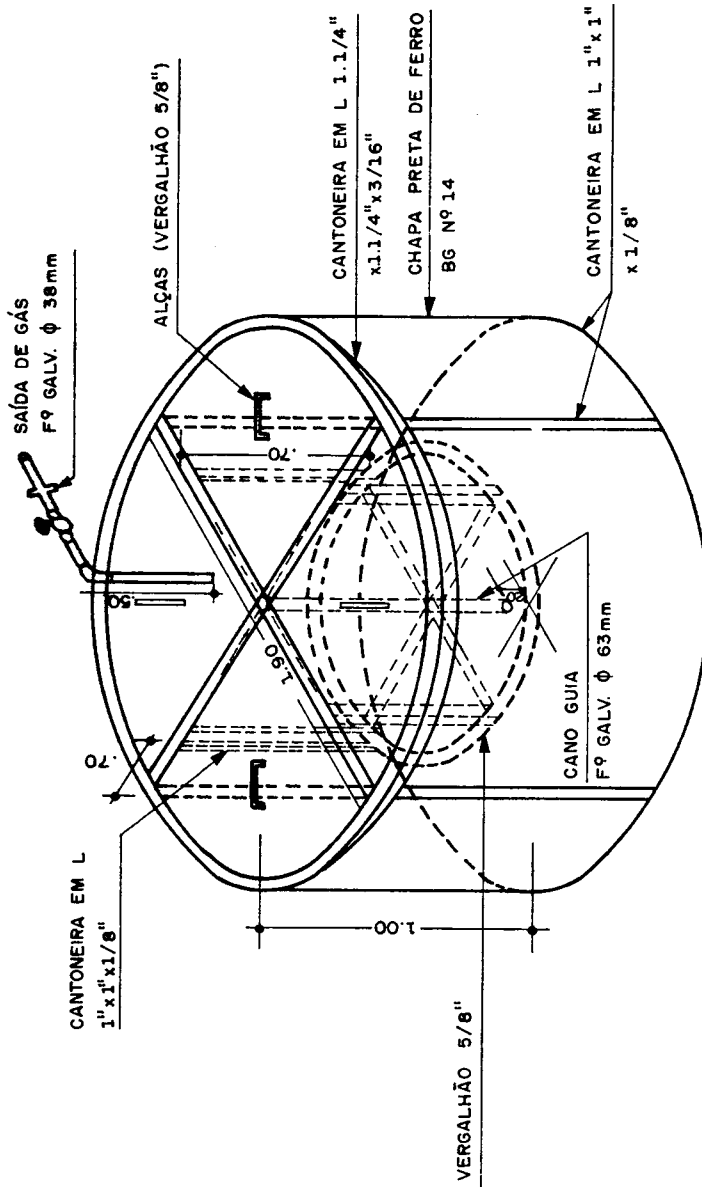


FIGURA 2. ESQUEMA DO GASÔMETRO PARA UM DIGESTOR (MODELO INDIANO) COM SELO D'ÁGUA, E COM CAPACIDADE PARA PRODUÇÃO DE 5m<sup>3</sup> DIÁRIOS DE BIOGÁS.

Purgador - o biogás estocado no gasômetro contém uma certa proporção de vapor d'água, que precisa ser eliminado para melhorar a combustão do biogás. Além de funcionar como filtro de umidade, o purgador funciona como dispositivo de segurança, pois um defeito do mecanismo de movimento do gasômetro pode causar uma pressão elevada, com consequências danosas para o sistema. Para evitar superpressão e eliminar a umidade, recomenda-se fazer o purgador mostrado na figura 3. Este dispositivo deve ser colocado no ponto mais baixo da tubulação. Deriva-se da tubulação um tubo de 60 a 80cm, mergulhado em massa de cimento e cheio d'água.

DETALHE DO PURGADOR - VISTA GERAL

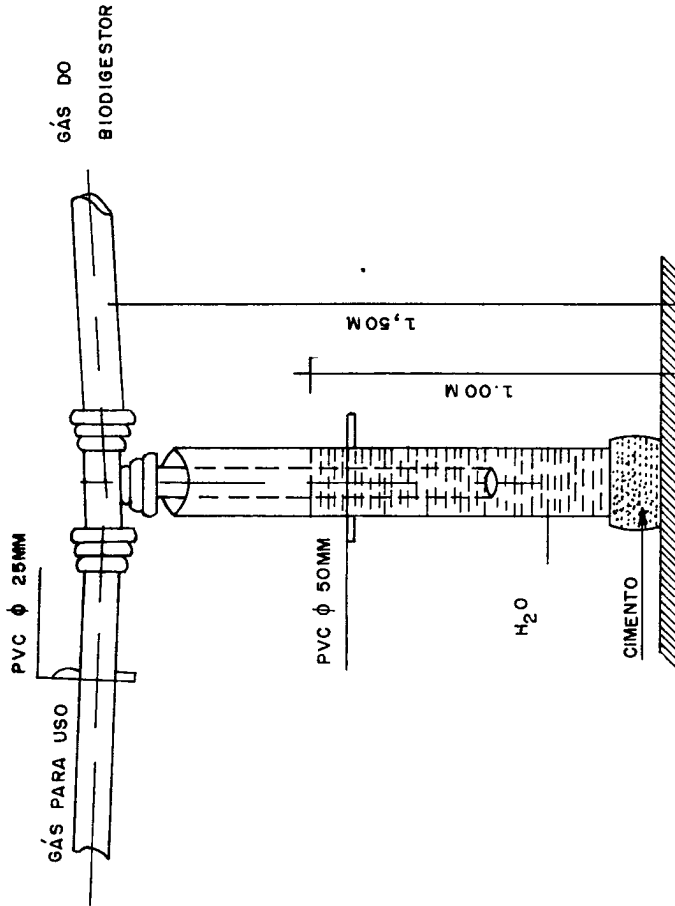


FIGURA 3. CORTE ESQUEMÁTICO DO PURGADOR (DISPOSITIVO DE SEGURANÇA E FILTRO DE UNIDADE).



Orçamento

Material	Unid.	Quant.
Pedra britada ou equivalente	m <sup>3</sup>	0,40
Areia	m <sup>3</sup>	1,50
Sika 1	kg	25
Cimento	Saco	9,00
Tijolo maciço	mil.	2,00
Tubo PVC 6"	Tubo	2,00
Cano de ferro galvanizado 2"	m	2,50
Cano de ferro ganvanizado 2,5"	m	1,20
Registro para gás	Reg.	1,00
Chapa preta 2x1 x 1/8"	kg	250
Cantoneira 1/2 x 1/2 x 1/8"	kg	4
Vergalhão 5/8"	kg	18
Tinta	galão	2
Mão-de-obra para construção do diges- tor	H/D*	25
Mão-de-obra para construção do gasô- metro	H/D*	12

\*H/D - Homem/dia

### 3. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO DIGESTOR

#### b) Operação

O carregamento inicial do digestor deve ser efetuado em proporções iguais nas duas câmaras, para evitar possível desmoronamento da parede divisória. Encher o digestor até que a massa a ser digerida atinja o nível do tubo de descarga. De uma maneira geral, recomenda-se que a matéria orgânica (esterco fresco) deva estar acompanhada de igual proporção de água (1 litro de água para cada quilo de esterco fresco). Esta recomendação é devido ao fato de que as bactérias metano<sup>g</sup>ênicas, só conseguem desempenhar sua função quando o substrato encontra-se bastante aquoso.

Uma vez que o digestor estiver com as duas câmaras cheias, o gasômetro deve ser colocado na sua posição de funcionamento. Aguarda-se então o final do período de retenção, que é o período que leva o material orgânico para ser digerido e, conseqüentemente, liberar o metano ( $\text{CH}_4$ ), adicionado de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). O gás inicialmente formado é rico ou predominantemente formado de dióxido de carbono, conseqüentemente não inflamável. Este gás deverá ser eliminado através da abertura do registro, procedimento denominado usualmente de "sangria". Após esta operação, deve-se fazer o abastecimento diário do digestor. As sangrias deverão cessar quando o gás obtido for inflamável e apresente uma chama azul característica do metano. O biogás produzido sairá do sistema, com a pressão deter

minada pelo peso do gasômetro, através de uma tubulação, que poderá ser de cano soldável, ou de mangueira flexível com diâmetro de 3/4" ou 1/2".

#### b) Manutenção

Fazer, anualmente, pintura no gasômetro, usando tinta preta.

O cano guia deve ser mantido sempre, com graxa, a fim de consertá-lo e facilitar o movimento do gasômetro.

O digestor deve ser totalmente descarregado a cada 2-3 anos, para limpeza e possíveis reparos na alvenaria.

O gasômetro deve ser girado periodicamente, a fim de quebrar a crosta intensa que se forma na parte superior do digestor.

#### 4. PRODUÇÃO DE BIOGÁS

A decomposição bacteriana de matéria orgânica sob condições anaeróbicas é feita em três fases: 1) fase de hidrólise; 2) fase ácida e 3) fase metanogênica.

- 1) Fase de Hidrólise - Nesta fase as bactérias liberam no meio as chamadas enzimas extracelulares, as quais irão promover a hidrólise das partículas e transformar as moléculas maiores em moléculas menores e solúveis ao meio. Assim a celulose é transformada em glicose.
- 2) Fase Ácida - Nesta fase, as bactérias produzo

ras de ácidos, transformam moléculas de proteínas, gorduras e carboidratos em ácidos orgânicos (ácido lático, ácido butírico), etanol, amônia, hidrogênio, dióxido de carbono e outros.

- 3) Fase Metanogênica - As bactérias metanogênicas atuam sobre o hidrogênio ( $H_2$ ) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ), transformando-os em Metano ( $CH_4$ ). Esta fase limita velocidade da cadeia de reações, devido principalmente à formação de microbolhas de metano e dióxido de carbono em torno da bactéria metanogênica, isolando-a do contato direto com a mistura em digestão. Razão pela qual a agitação no digestor é prática sempre recomendável, através de movimentos giratórios do gasômetro.

## 5. UTILIZAÇÃO DO BIOFERTILIZANTE

O biofertilizante apresenta alta qualidade para uso como fertilizante agrícola, devido principalmente aos seguintes aspectos:

- a) diminuição no teor de carbono do material , pois a matéria orgânica ao ser digerida perde exclusivamente carbono na forma de  $CH_4$  e  $CO_2$ .
- b) aumento no teor de nitrogênio e de demais nutrientes, em consequência da perda de carbono.

c) diminuição na relação C/N (carbono/nitrogênio) da matéria orgânica, o que melhora as condições do material para fins agrícola.

O resíduo da fermentação metanogênica flui livremente do digestor, por ocasião do seu recarregamento. Este resíduo é um composto que, em função da sua composição em NPK, acrescida de micronutrientes, coloca-o na condição de excelente fertilizante.

A tabela 1 indica a composição percentual do biofertilizante (resíduo), o qual é isento de odor e de atrativo para mosca, em condições de ser levado diretamente ao campo.

Tabela 1 - Composição percentual dos nutrientes no fertilizante

NUTRIENTE	%
Nitrogênio (N)	1,4 - 1,8
Fósforo ( $P_2O_5$ )	1,1 - 2,0
Potássio ( $K_2O$ )	0,8 - 1,2