

**CIRCULAR TÉCNICA**

**NOVEMBRO 1980**

**NÚMERO 03**

# **BIOGÁS**

## **FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA**

**EMBRAPA  
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO  
SETE LAGOAS, MG**

# BIOGÁS

## FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA

*José Maria Gusman Ferraz  
Ivanildo Evódio Marriel*



EMBRAPA

**CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO**

SETE LAGOAS - MG.

Comitê de Publicações do CNPMS/EMBRAPA  
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo  
Caixa Postal 151 - Telex (031) 2099  
Tels. (031) 921-5466; 5644; 5673  
35700 - SETE LAGOAS, MG. - BRASIL

Ferraz, José Maria Gusman & Marriel, Ivanildo Evódio.  
Biogás: uma fonte alternativa de energia. Sete  
Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1980.

27p. (CNPMS-Circular Técnica, 3)

1. Biogás. 2. Energia. 3. Bio-energia. I.  
Título. II. Série.

CDD. 665.776

## APRESENTAÇÃO

O texto aqui apresentado foi redigido em consequência das atividades do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, da EMBRAPA, no campo da energia. Originalmente criado para desenvolver pesquisas e novas tecnologias para as culturas do milho e do sorgo, o CNPMS passou a direcionar também parte de suas pesquisas no sentido de cooperar para a solução do problema energético do País.

Desse modo, foi montado, para fins de pesquisa e demonstração, um sistema visando um máximo de aproveitamento de produtos vegetais, geradores de combustíveis líquido e gasoso, com um mínimo de poluição ambiente.

Consta o sistema, basicamente, de um biodigestor e uma microdestilaria operando de modo integrado. O digestor, produzindo gás metano, alimentará a destilaria com energia calórica e elétrica, bem como outros aparelhos movidos a gás e comuns às nossas propriedades rurais. A inovação mais importante no seu funcionamento é que ele utilizará resíduos vegetais, ao contrário do fato mais comum que é o uso de resíduos animais. O biofertilizante, também produzido pelo digestor, por sua vez, será utilizado nas lavouras de cana-de-açúcar e sorgo sacarino e desse modo, estará, indiretamente suprimindo o processo de produção de álcool.

Esse combustível líquido, por outro lado, será empregado para mover veículos além dos tratores no preparo da terra. Fecha-se o ciclo, na forma do bagaço e da vinhaça, resíduos da destilaria, que alimentarão o biodigestor, sem prejuízo para a ecologia.

Com esse sistema o CNPMS espera estar difundindo uma tecnologia altamente benéfica para a nossa Sociedade e extremamente promissora para a nossa auto-suficiência energética.

Não poderíamos deixar de externar, nessa oportunidade

de, nossos agradecimentos à EIETROBRÁS, que não só financiou parte da construção do biodigestor e seus complementos, como nos deu constante apoio técnico e entusiasmo necessários. Nossos agradecimentos, também, aos técnicos da Equipe Multidisciplinar do CNPMS que participaram do projeto e ao suporte recebido da Direção da EMBRAPA.

CHEFIA DO CNPMS

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	1
2. Biodigestores .....	3
3. Vantagens que um biodigestor oferece .....	8
4. O que é Biogás .....	8
5. Materiais usados para produção de gás (biomassa) .....	9
6. Composição e propriedades do Biogás .....	9
7. Utilização do Biogás .....	12
8. Transporte dos gases .....	12
9. Aspecto microbiológico da produção de gás ....	12
10. Fatores que afetam a produção de Biogás .....	15
11. Dados para calcular o gasto de Biogás de acordo com a sua utilização .....	17
12. Biofertilizante .....	17
13. Critérios para a escolha do tipo e tamanho de um biodigestor, no meio rural .....	19
14. Biodigestor instalado no CNPMS .....	21
15. Literatura consultada .....	25

## BIOGÁS: FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA

*José Maria Gusman Ferraz\**

*Ivanildo Evódio Marriel\**

### 1. INTRODUÇÃO

O processo de produção de Biogás já é conhecido há muito tempo, mas sua importância, como a de qualquer outra fonte de energia alternativa, só passou a ser encarada com seriedade no ocidente após a crise de energia.

Na Índia e na China já se utilizava o Biogás muito antes da crise do petróleo com fins de saneamento básico e produção de energia. A China possui atualmente, 4,5 milhões de biodigestores instalados e na Índia cerca de 70.000 estão em funcionamento. Países desenvolvidos como França, Inglaterra, Estados Unidos e Austrália, já têm biodigestores e continuam pesquisas para otimizar o processo. Na Austrália existe uma companhia funcionando desde 1911 que produz

---

\* Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Caixa Postal 151, 35700 - SETE LAGOAS, MG.

e comercializa gás metano a partir de esgoto urbano.

No Brasil o interesse pelo Biogás é recente, datando de apenas alguns anos, embora seja do conhecimento de algumas pessoas, inclusive de fazendeiros, há mais tempo. Hoje existem alguns polos de disseminação da idéia representados por Entidades de pesquisa, Universidades e setores de Assistência Técnica Rural, contando com apoio governamental, no financiamento de Unidades ao produtor rural.

A Eletrobrás, é pioneira da idéia de implantação de biodigestores para eletrificação rural visando, com isto, fixar o homem no campo, ao proporcionar-lhe mais conforto e condições para aproveitar ao máximo os recursos de sua propriedade. Esta Empresa firmou vários convênios com diversas Unidades da EMBRAPA, objetivando estudar a utilização de diferentes fontes de resíduos na produção e utilização do gás bem como de biofertilizante.

O Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - EMBRAPA e a ELETROBRÁS firmaram convênio para pesquisa no aproveitamento de resíduos agrícolas para produção de biogás visando principalmente à energização rural e ao aproveitamento do material fermentado, biofertilizante, como adubo. As instalações se encontram prontas e à disposição dos interessados para visitas, onde poderão receber informações sobre o processo de produção do biogás.

O presente trabalho tem como finalidade, familiarizar os que ainda não conhecem o processo de produção de

biogás e ressaltar o potencial que nos oferece esta fonte de energia além de servir como um guia para os que visitam nosso projeto de produção e utilização de biogás e biofertilizante.

## 2. BIODIGESTORES

Biodigestores são tanques fechados de onde se obtém o gás metano, pela fermentação de resíduos orgânicos (dejetos de animais, resíduos vegetais, etc.) na ausência de oxigênio.

Existem vários tipos de biodigestores e a sua indicação é uma função do tipo de resíduo, da disponibilidade do material e da necessidade de utilização de biogás.

### a. Biodigestor contínuo

Este biodigestor é formado de um tanque (câmara fechada), geralmente circular, construído abaixo do nível do solo, para o qual, através de uma canalização de entrada, é introduzido o material orgânico misturado com água. Nesse tanque ocorre a fermentação e formação do biogás, que é armazenado no gasômetro, localizado ou não junto ao tanque de fermentação.

Depois de acionado o biodigestor, a produção do

gás é contínua e a cada carga de resíduo fresco, (influente) corresponde a descarga de igual quantidade de biofertilizante (efluente), realizada graças à diferença de nível entre as caixas de entrada e de saída do material.

O efluente, pelo princípio de vasos comunicantes, é retirado do biodigestor por uma canalização de saída, podendo ser imediatamente usado como adubo orgânico. Para sua distribuição no campo pode ser usado um tanque espalhador do resíduo ("chorume").

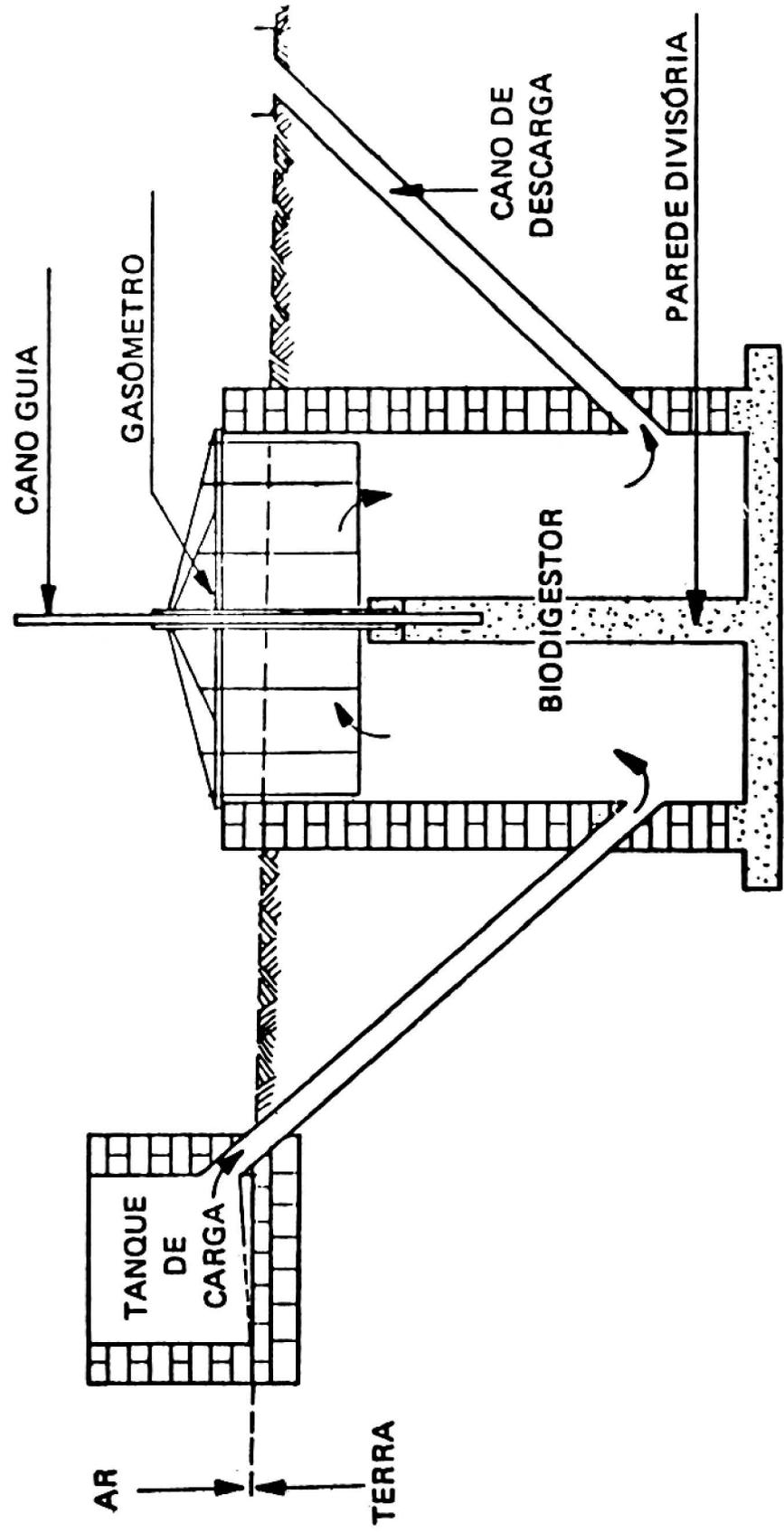
A movimentação interna do material no biodigestor é feita pela colocação do influente, permitindo renovação da superfície do contato da bactéria com o material. Para aumentar a eficiência podem ser usados agitadores que movimentam a massa.

A limitação deste sistema é a de poder usar apenas resíduos agrícolas triturados, ou fezes de bovinos, aves, suínos, dissolvidos numa pasta fluida para não causar entupimentos e permitir a renovação dos resíduos.

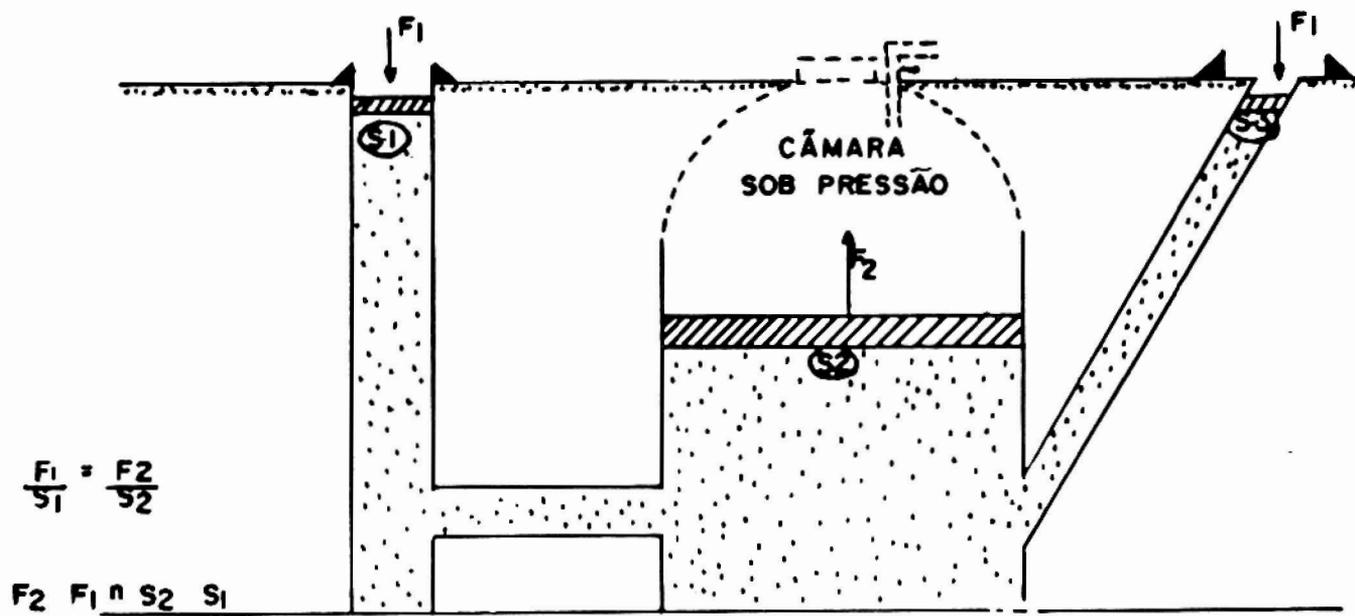
Existem vários modelos de biodigestores contínuos. O modelo GOBAR, de origem Indiana, Fig. 1, o modelo chinês, Fig. 2, e os modelos horizontais, Fig. 3, todos obedecendo aos mesmos princípios.

**FIGURA I – DIGESTOR VERTICAL**

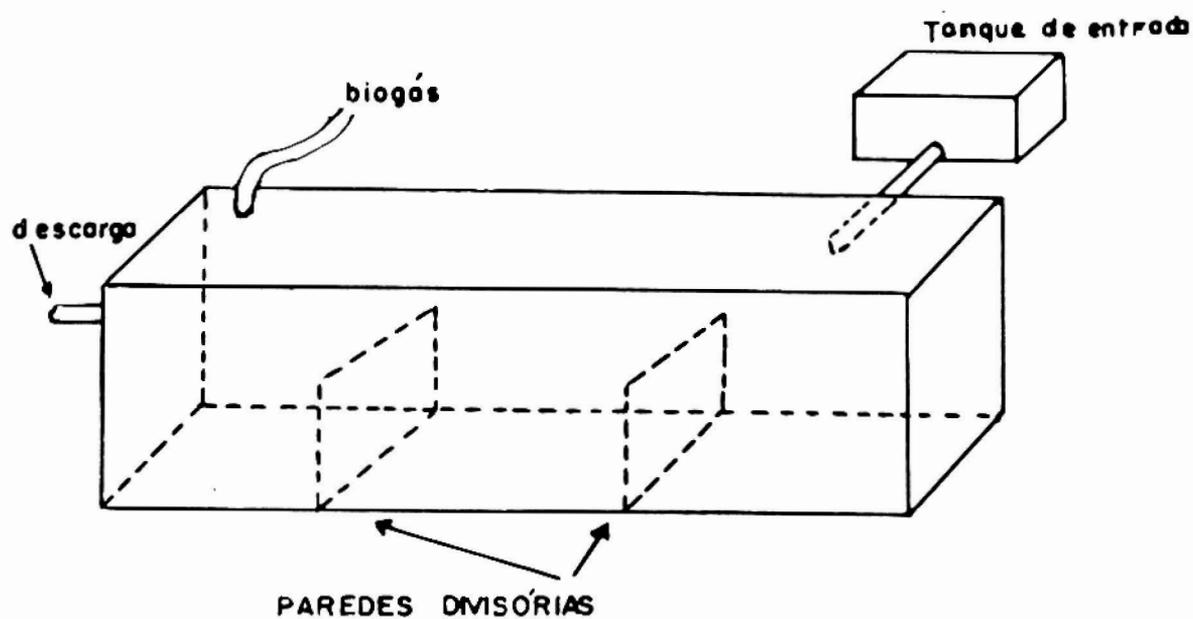
**BIODIGESTOR – VISTA GERAL**



ESQUEMA DE BIODIGESTOR CONTINUO COM BASE NA PRENSA HIDRÁULICA **FIG. 2**  
( Modelo Chinês. FAO/79 )



— DIGESTOR HORIZONTAL — **FIG. 3**



O gasômetro pode ser construído separadamente  
instalado na parte superior.

## b. Biodigestor sistema estático ou de batelada

Tem como característica operacional principal, o fato de ser abastecido de uma só vez, e somente quando todo o gás produzido for utilizado e não houver mais condições bacteriológicas para sua produção é que o conjunto deverá ser aberto, descarregado dos resíduos e limpo.

Neste sistema, cada carga tem produção limitada de gás, mas com a vantagem de poder receber resíduos não triturados. Pode ter as vantagens do contínuo desde que seja montada uma bateria de digestores em série, acoplados a um gasômetro, tendo desta forma a produção contínua de gás.

Para facilidade de descarga, ele deve ser construído na superfície do solo, tornando-se desta forma sujeito às variações de temperatura, que é um fator crítico no processo de fermentação.



- 1 - Entrada para abastecimento do digestor
- 2 - Válvula de descarga.
- 3 - Saída do gás (para o gasômetro).

OBS: o gasômetro para o digestor estático deve ser instalado separadamente.

### 3. VANTAGENS QUE UM BIODIGESTOR OFERECE

. Produção de biogás cuja utilização possibilita economia de outros combustíveis.

. Produção de biofertilizante, economizando adubos químicos que dependem direta ou indiretamente da energia do petróleo para sua obtenção.

. Auxílio no saneamento básico: o resíduo do biodigestor é isento de microorganismos patogênicos ao homem e animais.

. Melhoria da sanidade das culturas: após a colheita muitos microorganismos causadores de doenças em plantas permanecem nos restos das culturas e vão causar novas doenças na cultura seguinte. A utilização destes restos no biodigestor, elimina estes microorganismos.

. O resíduo do biodigestor é isento de sementes de ervas daninhas que se disseminam através do estrume de animais.

### 4. O QUE É O BIOGÁS

É uma mistura gasosa com predominância do gás metano resultante da fermentação de resíduos orgânicos (dejetos de animais, resíduos vegetais, etc.), na ausência de

oxigênio.

## 5. MATERIAIS UTILIZADOS PARA PRODUÇÃO DE GÁS (BIOMASSA)

São inúmeros os materiais que podem ser utilizados para produção de gás:

Esterco: de gado, suínos, aves, etc.

Resíduo orgânico: residencial, restaurantes, matadouros, frigoríficos, curtumes, fábricas de conservas, usinas de açúcar e álcool, restos de culturas, palha, grama, etc.

Efluentes: esgoto de residência, de fábricas de laticínios, de frigoríficos, de curtumes, vinhos, etc.

Quando o biodigestor não for utilizar dejetos de animais para produção de gás, deve-se utilizá-los, pelo menos na fase inicial, para garantir a presença, em quantidade razoável, de bactérias metanogênicas, sem as quais não se produz o biogás.

## 6. COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES DO BIOGÁS

A proporção dos componentes do biogás varia de acor-

do com o resíduo utilizado e com a eficiência do processo. A sua composição média é a seguinte:

Metano (CH <sub>4</sub> )	60%
Gás carbônico (CO <sub>2</sub> )	38%
Nitrogênio e Hidrogênio (N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> )	pouco
Gás sulfídrico	traços

Apresenta poder calorífico de 5000 a 7000 kcal/ m<sup>3</sup>, podendo chegar a 12000 kcal/m<sup>3</sup> quando puro, ou seja, livre de gás carbônico.

É altamente explosivo na proporção de 6-15% com o ar atmosférico, da mesma forma que o gás liquefeito de petróleo.

Não apresenta nenhum odor e fuligem quando queimado, mas devido a presença de gás sulfídrico, apresenta um odor típico que pode ser útil para detectar vazamentos.

Na Tabela 1 encontramos algumas propriedades dos gases que compõem o biogás.

Para se ter uma idéia, mostramos, a seguir uma comparação, em termos energéticos, do biogás com alguns combustíveis.

1 m<sup>3</sup> de biogás corresponde a:

0,613 de litro de gasolina

0,579 de litro de querosene

0,553 de litro de óleo diesel

0,454 de kg de gás liquefeito de petróleo (GLP)

1,428 de Kw/h

Tabela 1. Propriedades dos gases que compõem o biogás e seu efeito fisiológico.

Gás	Peso Específico	Odor	Cor	Taxa explosiva		Efeitos fisiológicos
				min. %	máx. %	
						IRRITANTE
Amônia (NH <sub>3</sub> )	0,6	picante cortante	nenhuma	16	-	Irritação dos olhos e garganta. Asfixiante.
						ASFIXIANTE
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1,5	nenhum	nenhuma	-	-	Causa sonolência, dor de cabeça.
						TÓXICO
Gás sulfídrico (H <sub>2</sub> S)	1,2	ovo podre	nenhuma	4	16	Irritação dos olhos, nariz, dor de cabeça, vertigem, náusea, excitação, inconsciência.
						ASFIXIANTE
Metano (CH <sub>4</sub> )	0,5	nenhum	nenhuma	6	15	Dor de cabeça, não tóxico.

## 7. UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS

O biogás, por apresentar alta percentagem de gás metano, possui alto poder energético e pode ser utilizado das seguintes maneiras:

- . Na queima direta em fogões, (sem nenhum odor)
- . Na iluminação com lampiões de camisa
- . No aquecimento de incubadoras, fornalhas, secadores, caldeiras, etc.
- . Na alimentação de motores de combustão interna convencionais, para gerar energia mecânica que, se acoplados a um gerador, podem produzir energia elétrica.

## 8. TRANSPORTE DOS GASES

O gás produzido é armazenado sob baixa pressão, (0,009 kg/cm<sup>2</sup>) e não pode ser levado a longas distâncias, usualmente de 50 a 150m, sem utilizar compressor. O transporte até o local de consumo é feito por meio de canalização, podendo ser utilizados tubos de PVC.

## 9. ASPECTO MICROBIOLÓGICO DA PRODUÇÃO DE GÁS

O gás produzido durante a degradação de resíduos orgânicos é conhecido desde 1776, quando foi comprovada a existência do metano. A comprovação de que se tratava de

fenômeno biológico só se concretizou em 1875.

A produção biológica do metano ocorre em condições anaeróbicas (ausência de oxigênio), e não segue uma linha única, variando em função do substrato utilizado e dos microorganismos envolvidos.

Didaticamente poderíamos considerar três etapas principais, para os resíduos comumente utilizados:

1ª Hidrólise enzimática: Onde um grupo de microorganismos anaeróbicos atua sobre os sólidos orgânicos, através de uma reação de hidrólise enzimática na qual os polímeros (celulose, hemicelulose, etc) são transformados em monômeros (carboidratos), que são solúveis e servem de substrato para a etapa seguinte.

2ª Fase acetogênica: Estes carboidratos podem ser metabolizados por um ou mais caminhos bioquímicos, resultando ácidos orgânicos de cadeia curta, como, acético, propiônico, fórmico, láctico, etc.

Estudos mostram que 70% do metano produzido é proveniente do ácido acético, daí o nome desta fase ser acetogênica.

3ª Fase metanogênica: Nesta fase, ao contrário das outras, encontramos apenas um grupo restrito de bactérias, que fermentam os ácidos orgânicos a metano.

O substrato de maior importância para a produção de metano é proveniente do ácido acético, que é fermentado a metano e a gás carbônico. Esta produção se dá pela redução do  $\text{CO}_2$  utilizando  $\text{H}^+$  ou formatos, previamente pro-

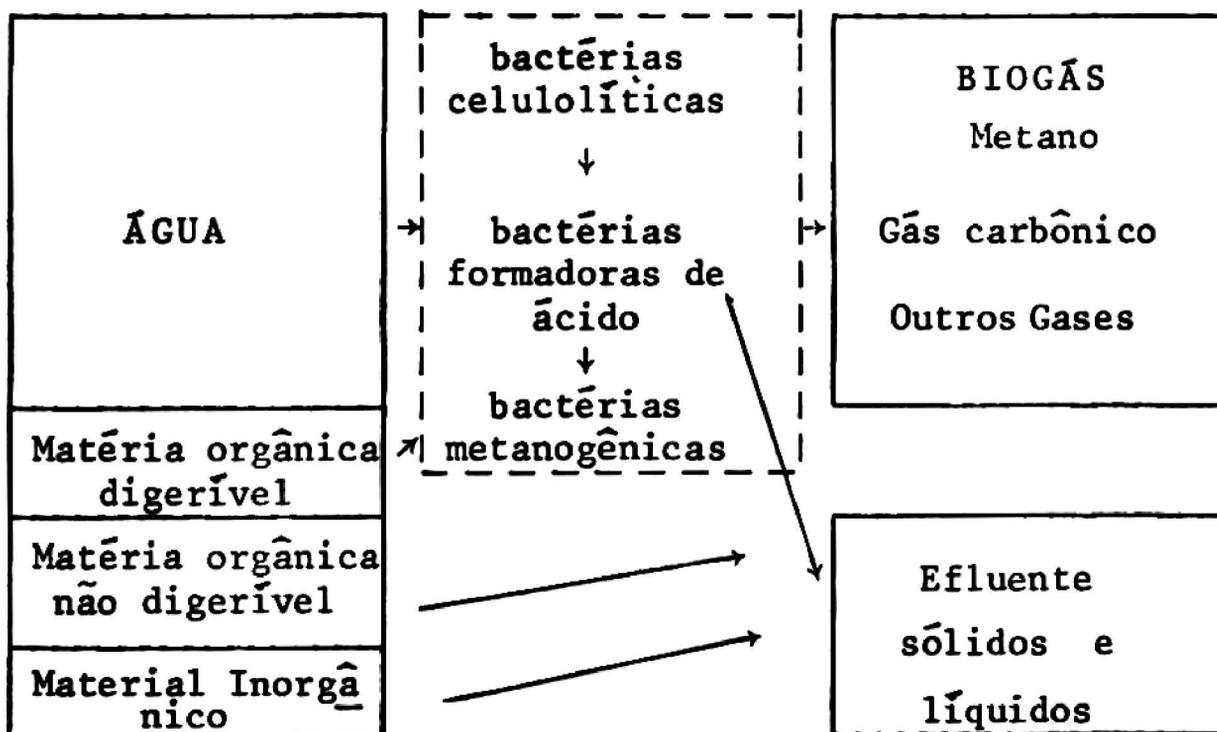
duzidos por outras bactérias, como doador de elétrons.

O metanol é outra fonte para produção de metano, onde o  $H_2$  e o  $CO_2$  também podem ser utilizados como substrato.

Para se desenvolverem, todas as bactérias metanogênicas exigem sais nutritivos,  $CO_2$ , um agente redutor, um substrato oxidável e uma fonte de N, geralmente  $NH_3^+$ , com exceção do *Methanobacillus omelianskii* que é capaz de fixar o N atmosférico.

São conhecidas 9 espécies de bactérias formadoras de metano, as quais incluem bastonetes, coccus e micrococcus. Todas são imóveis, gram negativas, não esporulantes, de desenvolvimento lento e anaeróbicas obrigatórias.

O processo poderia ser esquematizado da seguinte forma:



## 10. FATORES QUE AFETAM A PRODUÇÃO DE GÁS

**Temperatura:** O processo de produção de gás tem melhor rendimento quando a temperatura está ao redor de 35°C. Com o declínio da temperatura, o processo é retardado. A 15°C o processo é drasticamente afetado.

Em dias muito frios, adicionando-se sulfato de amônia e melão, pode-se contornar o problema.

Em regiões de climas temperados há necessidade de se usar uma serpentina com aquecimento.

**Acidez:** o pH do meio é um fator importante. O melhor desenvolvimento se dá entre pH 6,4 e 7,8.

Caso ocorra sobrecarga do biodigestor, as bactérias formadoras de ácido predominarão sobre as metanogênicas resultando no abaixamento do pH pois as metanogênicas multiplicam-se mais lentamente.

A medida do pH pode ser feita por meio de papéis indicadores de pH, e a amostra deve ser tomada no material que está saindo do biodigestor.

A nível de propriedade rural, os materiais que podem ser utilizados com facilidade para a correção do pH são: calcário agrícola, cal fibra, água de cal, etc. A correção poderá ser feita através do material que entra no biodigestor.

Aconselha-se que o pH seja determinado pelo menos uma vez por semana.

Concentração de nutrientes: Quando a concentração de nutrientes é suficiente, a fermentação ocorre rapidamente, estando a relação C:N ótima em torno de 30.

Amônia, particularmente na forma  $\text{NH}_3$ , é inibidora quando presente no meio em altas concentrações.

Substâncias tóxicas: metais alcalinos e alcalinos terrosos acima de certas concentrações podem ocasionar v<sup>á</sup>rios graus de toxidez, assim como sulfitos, e solventes orgânicos, tais como álcoois e ácidos graxos de cadeia lon- ga.

Tabela 2. Ions inibidores da formação de metano (Biogás).

Ion	Dosagem mg/l		
	Estimulante	Média	Inibidora
Na	100-200	3500-5500	8000
K	200-400	2500-4500	12000
Ca	100-200	2500-4500	8000
Mg	75-150	1000-1500	3000
$\text{NH}_3^+$	50	-	150
$\text{NH}_4$	200-1000	1500-3000	3000
$\text{S}^{-2}$	50-100	100-200	200

Quando se utilizam fezes de animais, deve-se obser- var que o cobre, quando presente em altas concentrações nas rações de suínos e os antibióticos dados às aves, po-

dem impedir a produção de gás por atuarem sobre as bactérias. Outro cuidado a ser tomado é, quando se desinfetar o estábulo, certificar-se de que o desinfetante não está sendo levado junto com o esterco para o biodigestor.

## 11. DADOS PARA CALCULAR O GASTO DE BIOGÁS DE ACORDO COM A SUA UTILIZAÇÃO

Para se calcular a demanda de biogás em relação aos aparelhos que se deseja instalar damos a seguir alguns dados que poderão ser úteis:

Quantidade de gás produzido por kg de esterco fresco =  $0,0368 \text{ m}^3$  (37 litros/kg esterco).

Consumo de gás:

Para cozinhar:  $0,227 \text{ m}^3$  por pessoa por dia (6 kg esterco/pessoa/dia)

Para iluminação:  $0,127 \text{ m}^3$  por lâmpada 100 velas/hora (3,5 kg esterco/100w/hora)

Para força motriz:  $0,425 \text{ m}^3$  por HP por hora (11 kg esterco/HP/h)

Para banho:  $0,8 \text{ m}^3$  por banho/pessoa (21,5 kg esterco/banho/pessoa)

## 12. BIOFERTILIZANTE

Em média, 70% da matéria orgânica que entra no biodi

gestor, é degradada na fermentação anaeróbica. Os 30% restantes, correspondem a substâncias como lignina e cutina. Estas substâncias, juntamente com células bacterianas resultantes da conversão de parte do material original em massa celular, são liberadas no efluente. Este, além de não ter cheiro, não atraindo, portanto, moscas, é isento de sementes de ervas daninhas, de agentes causadores de doenças e rico em nutrientes, funcionando como um bom fertilizante orgânico.

Na fermentação anaeróbica dos resíduos, são conservados todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas. As únicas substâncias perdidas são  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$ , na forma de gases.

O nitrogênio contido nos restos de cultura é, praticamente, todo conservado após a digestão anaeróbica. Esta é uma das grandes vantagens deste tipo de digestão de resíduos orgânicos, onde, aproximadamente 99% do nitrogênio presente no material original é conservado na forma orgânica ou de amônia. Para melhor aproveitamento deste nitrogênio é aconselhável que o resíduo fermentado seja aplicado na forma em que sai do digestor, pois caso seja seco, parte do nitrogênio se perderá por volatilização.

A composição média do biofertilizante (seco) é, segundo a literatura, a seguinte:

N	P	K	micronutrientes
1,4 a 1,8%	1,1 a 2,0%	0,8 a 1,2%	traços

O resíduo de um biodigestor instalado no laboratório

do CNPMS, para testes, que foi alimentado com restos de cultura de sorgo e estrume bovino na proporção de 1:1, apresentou a seguinte composição:

N%	P %	K%	Ca%	Mg%
1.17	0.35	4.12	16.30*	0.28

O cálcio apresenta-se alto por ter sido utilizado cal cáreo para corrigir o pH na fermentação.

A moderna direção dada pela agricultura biorregenerativa se enquadra com os preceitos dos antigos agricultores que valorizavam o retorno da matéria orgânica ao solo, aumentando desta forma a sua fertilidade e propriedades físicas, como sua capacidade de reter água, minimizando o efeito dos períodos secos e favorecendo a microflora do solo. Daí a vantagem da utilização do Biofertilizante como suplemento ou substituto do adubo químico.

### 13. CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DO TIPO E TAMANHO DE UM BIO-DIGESTOR NO MEIO RURAL.

O Tamanho do biodigestor está na dependência direta do resíduo disponível, e da necessidade do gás.

Os dimensionamentos de biodigestores, quando se tem resíduo bovino como matéria prima são dados na Tabela 3.

Tabela 3. Dimensionamento de biodigestores, quando se usa resíduo bovino como matéria prima para produção de biogás.

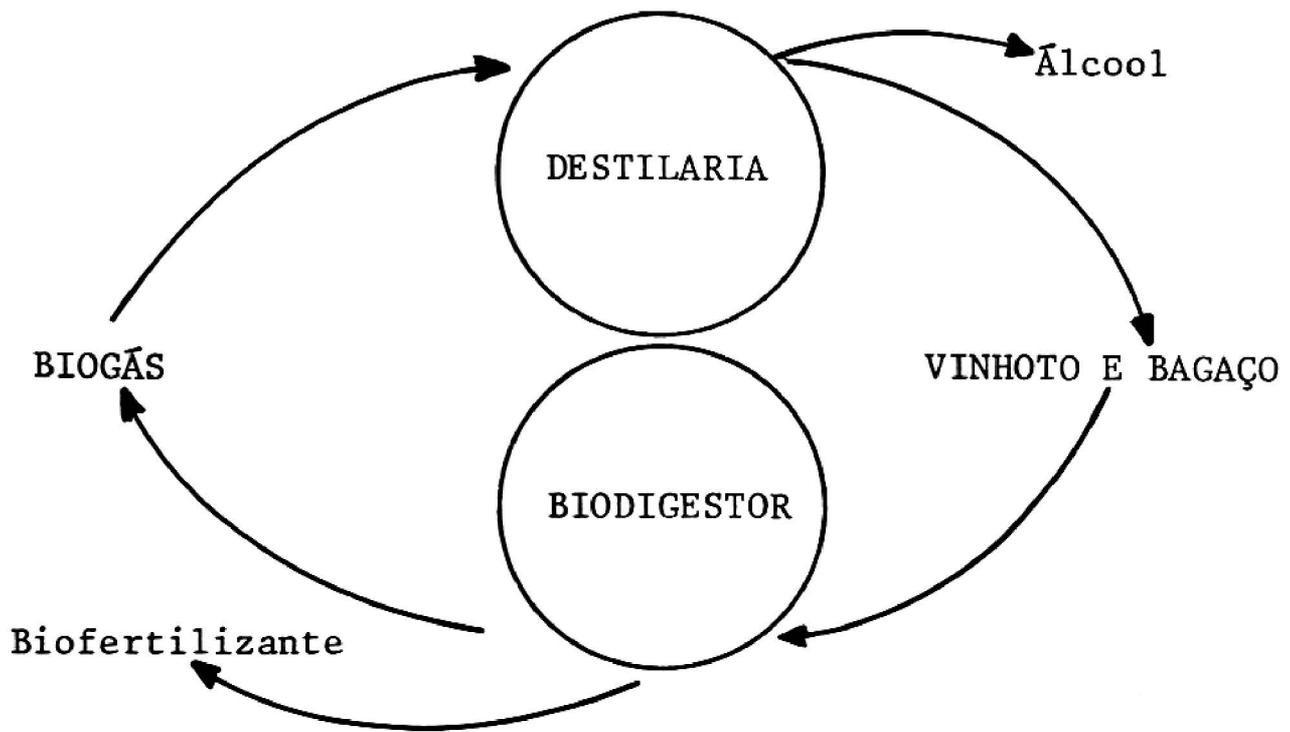
Animais estabu- lados	Equivalente em esterco verde (kg)	Tam. do digestor (m <sup>3</sup> )	Prod. diá- ria de gás (1)	Gás suficiente para		
				Cozinha Pessoas /dia	Ilumina- ção 100 wh	Motor HP/h
2 - 3	30	2	1100	4,8	8,7	2,58
3 - 4	45	3	1660	7,3	13,0	3,9
4 - 6	60	4	2200	9,7	17,3	5,2
5-10	90	6	3300	14,5	26,0	7,8
12-15	180	8	6620	29,2	52,1	15,6
16-20	240	10	8830	38,9	69,5	20,8
25-30	375	15	13800	60,8	108,7	32,5
35-40	525	20	19320	85,1	152,1	45,5
40-45	600	25	22000	96,9	173,2	51,8
45-55	675	35	24800	109,3	195,3	58,4
60-70	900	45	33120	148,9	260,8	77,9
85-100	1280	60	47100	207,5	310,9	110,8
110-140	1650	85	60700	267,4	477,9	142,8
400-450	6000	140	220800	972,7	1738,6	519,5

#### 14. BIODIGESTOR INSTALADO NO CNPMS

O biodigestor instalado no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, é do tipo Indiano (Gobar) com algumas modificações (Fig. 5). A produção de gás prevista inicialmente é de  $110 \text{ m}^3/\text{dia}$ , mas com o funcionamento de agitadores de massa e controle da temperatura, espera-se uma produção máxima de aproximadamente  $220 \text{ m}^3/\text{dia}$ .

A matéria prima utilizada (biomassa) é composta de restos de cultura de milho e sorgo.

O gás produzido está canalizado para uma construção onde estão instalados aparelhos que funcionam com biogás, como fogão, geladeira, motor de combustão interna acoplado a um gerador para produzir energia elétrica, lâmpões para iluminação, etc. O biogás será utilizado também no aquecimento da caldeira da microdestilaria, na qual serão utilizados como matéria prima na produção de álcool, sorgo e cana de açúcar (Fig. 6). Futuramente, o vinhoto e bagaço de sorgo provenientes da destilaria serão utilizados no biodigestor (biomassa), integrando desta forma o projeto Álcool e Biogás, resolvendo pelo menos parte, do problema de poluição ambiental causado pelo vinhoto.



# ESQUEMA GERAL DO BIODIGESTOR INSTALADO NO CNPMS

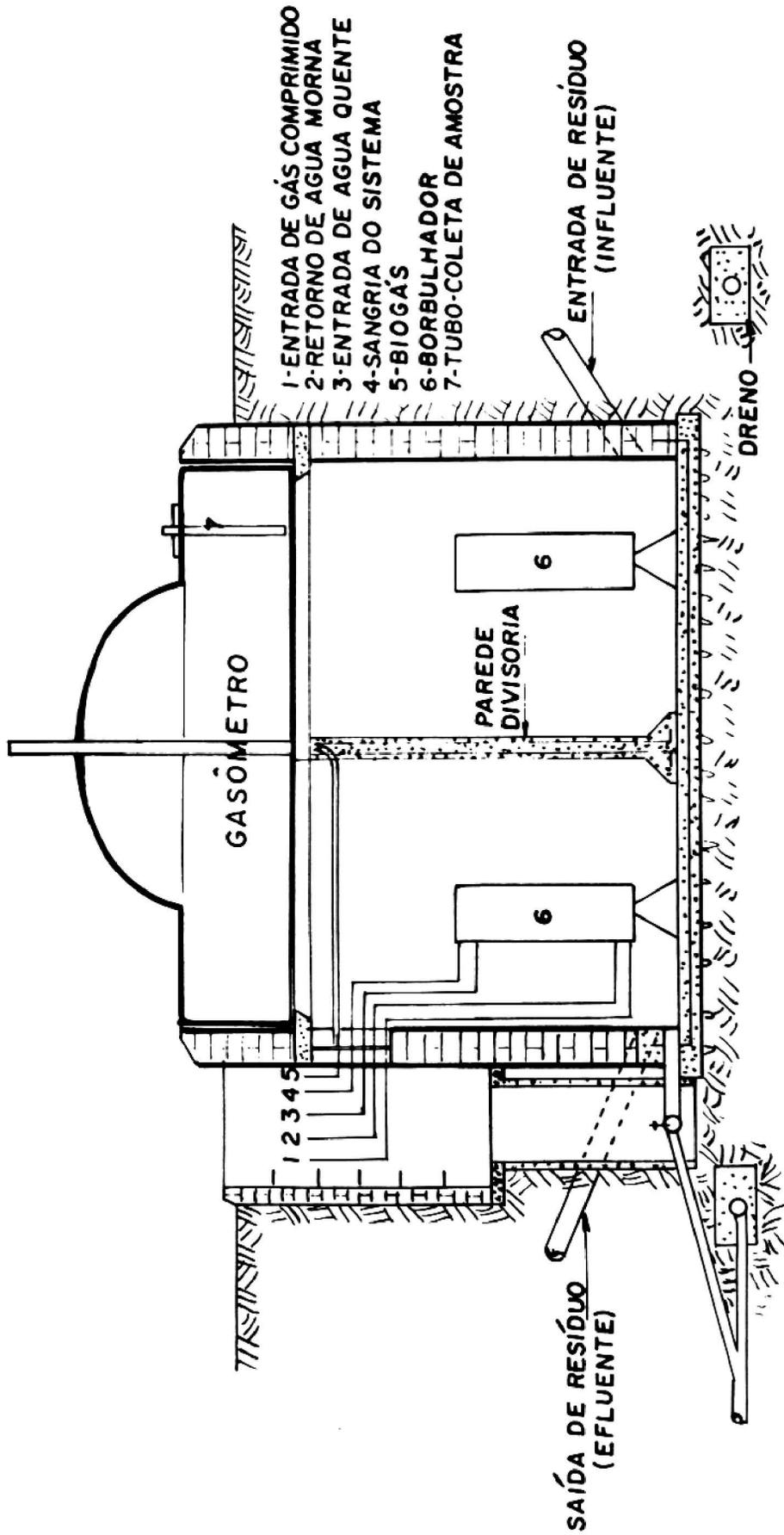
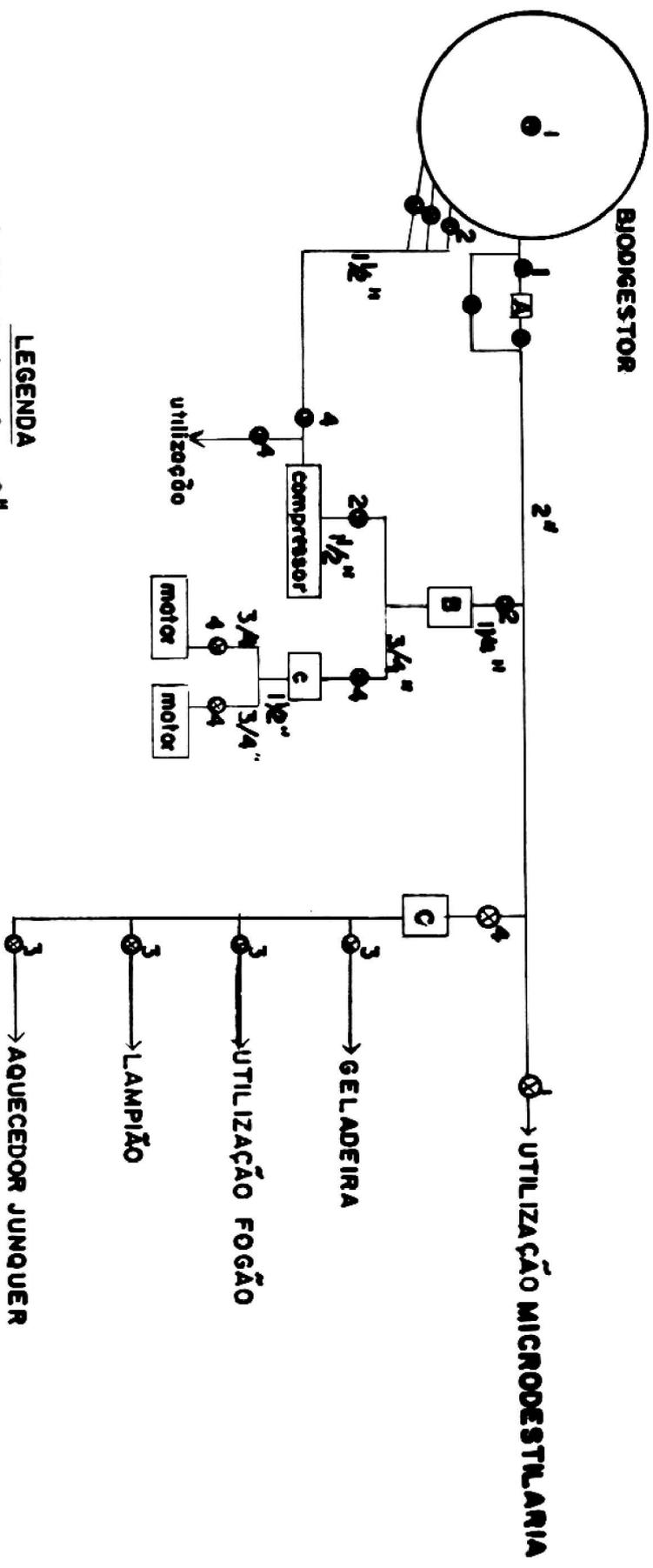


FIG. 6 ESQUEMA DA DISTRIBUIÇÃO DE GÁS DO BIODIGESTOR INSTALADO NO CNPMS



- LEGENDA**
- 1 - Vólculo de esfera 2"
  - 2 - " " " " 1 1/2"
  - 3 - " " " " 1 1/2"
  - 4 - " " " " 3/4"
  - A - Purgador
  - B - Filtro H2S
  - C - Medidor

## 15. LITERATURA CONSULTADA

- BARKER, H.A. Biological formation of methane. Ind. Engng. Chem., 48: 1438-42, 1956.
- BATISTA, L.F. Manual técnico construção e operação de biodigestores. Brasília, EMATER, 1980. 54p.
- BUSWELL, A.M. Fermentation in waste treatment. In: UNDERKOFIER, L.A. & HICKEY, R.J. Industrial fermentation. New York, Chemical Publishing, 1954. p.555-85.
- \_\_\_\_\_. & SOLLO, F.W. The mechanism of the methane fermentation. Am. Chem. Soc. J., 70: 1778-80, 1948.
- EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, Curitiba, 1979. 26p.
- FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL, Jaboticabal, SP. Projeto biogás. Jaboticabal, s.d. 31p.
- FAIR, G.M. & MOORE, E.W. Time and rate of sludge digestion and their variation with temperature. Sewage Wks J., 6: 3-18, 1934.
- MALINA, J.F. The effect of temperature on high rate digestion of activated sludge. Proc. 16th. ind. waste conf., Purdue University, p. 232-50, 1961.
- McCARTY, P.L. Anaerobic waste treatment fundamentals. J.

Chem. Microbiol. Publ. Wks, sept. 1964.

\_\_\_\_\_. Anaerobic waste treatment fundamentals, part three, toxic materials and their control. Publ. Wks., p.91-4, 1964.

\_\_\_\_\_. & BROSSEAU, M.H. Effect of high concentrations of industrial volatile acids on anaerobic treatment. Proc. 18th Ind. Waste Conf., Purdue University, 1963.

\_\_\_\_\_.; JERRIS, J.S. & MURDOCH, W. Industrial volatile acids in anaerobic treatment. J. Wat. Pollut. Control Fed., 35: 1501-16, 1963.

MILLER, F.H. & BARRON, W.T. The CO<sub>2</sub> alarm in digester operation. Wat. Sewage Wks., 104: 362-5, 1957.

MORGAN, P.F. Studies of accelerated digestion of sewage sludge. Sewage Ind. Wastes, 26: 426-76, 1964.

PETTET, A.E.J.; TOMINSON, T.G. & HEMENS, J. The treatment of strong organic wastes by anaerobic digestion. Instn. Publ. Heth. Engrs. J., p.170-91, 1959.

PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY, Pennsylvania. Biogás from manure. Pennsylvania, 1980. 8p. (Special circular, 260).

PHOLAND, F.G. & BLOODGOOD, D.E. Laboratory studies on mesophilic and thermophilic anaerobic sludge digestion. J. Wat. Pollut. Control Fed., 1: 11-42, 1963.

SPEECE, R.E. & McCARTY, P.L. Nutrient requirements and

biological solids accumulations in anaerobic digestion.  
Proc. Int. Conf. Wat. Pollut. Res., London, 1962.

## BOLETINS TÉCNICOS JÁ PUBLICADOS

Número	Data	Nome
1	Fevereiro/79	Resultados dos Ensaio Nacionais de Sorgo Granífero - 1975/76 e 1976/77.
2	Fevereiro/79	Resultados do Ensaio Nacional de Sorgo Sacarino do Ano Agrícola 1977/78.
3	Setembro/79	Distribuição do Crédito Agrícola para o Milho e Sorgo nas Regiões Brasileiras.

Nova denominação: CIRCULAR TÉCNICA

1	Mai/80	Recomendações para o Cultivo do Sorgo.
2	Setembro/80	Sistema de Produção de Milho, Avaliação Agronômica e Econômica.
3	Novembro/80	Biogás: Fonte Alternativa de Energia.



EMBRAPA  
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO  
Caixa Postal 151 - Telex (031) 2099  
35700 - SETE LAGOAS, MG. - BRASIL