

## Dimensionamento de Biodigestor para Geração de Energia Alternativa

Mariliz H. ARRUDA

Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça –FAEF – Graduandos do programa de iniciação científica do curso de Engenharia Florestal

Lúcio de P. AMARAL

Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça –FAEF – Graduandos do programa de iniciação científica do curso de Engenharia Florestal

Odair P.J. PIRES

Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça –FAEF – Graduandos do programa de iniciação científica do curso de Engenharia Florestal

BARUFI, Charles R.V.<sup>2</sup>

Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça – FAEF – Docente

### RESUMO

O dimensionamento sobre energia alternativa gerada pelo biodigestor foi dividido em etapa de elaboração do projeto e etapa de construção do protótipo. Na elaboração do projeto foi feito o levantamento bibliográfico sobre Biodigestores, ressaltando o processo de produção de Biogás. Os materiais envolvidos, os produtos finais e o impacto ambiental causado pela sua utilização, foram também considerados nesta etapa. Em ambas as etapas, constam os cálculos da produção esperada de gás, bem como os materiais utilizados e métodos de montagem e segurança de um Biodigestor. Foi objetivo deste trabalho discutir todo o processo de elaboração de um projeto com bom rendimento e de baixo custo.

**Palavras chave:** GERAÇÃO, BIODIGESTOR, BIOGÁS.

### SUMMARY

The issue about alternative energy, it's divided in: elaboration and building the prototype. In the elaboration of the project was done the bibliographic about biodigestor putting in fact the process of biogas. The causes and effects in this process were analyzed too. In the two stages the calculation of the security of a biodigestor were included. In this project we will discuss about the elaboration in the building stage.

**KEYWORDS:** GERATION, BIODIGESTOR, BIOGAS.

## 1. INTRODUÇÃO

O aproveitamento de restos de natureza orgânica (animal e vegetal) é feito geralmente por meio de estrumeiras e câmaras de fermentação. O Biodigestor dará melhor destino a estes materiais, não só para a obtenção de gás de forma bastante econômica como também para a produção de adubo orgânico de real valor para a fertilização do solo. (SEIXAS, J.; FOLLE, S.; MACHETTI, D.)

O Biogás produzido pelo Biodigestor é obtido através da fermentação bacteriana anaeróbica. Com esse processo biológico se obtém energia sem gasto de energia, portanto, no final do processo o saldo é de 100%. (ALVES, J.L.H; PAULA, J.E.).

Pode-se usar para esse tipo de fermentação, dejetos humanos, esterco bovino, suíno, equino, caprino, de aves, esgoto doméstico, vinhoto, plantas herbáceas, rejeitos agrícolas e capim em geral. Nesse sentido as bactérias agem em silêncio em favor do progresso e conforto da humanidade produzindo energia, fertilizando o solo e evitando a contaminação da água e do solo. (ALVES, J.L.H; PAULA, J.E.).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A decomposição bacteriana de matéria orgânica sob condições anaeróbicas é feita em 3 fases: HIDRÓLISE ENZIMÁTICA; FASE ÁCIDA; FASE METAGÊNICA.

Na fase de Hidrólise Enzimática as bactérias liberam no meio as enzimas extracelulares que irão promover a hidrólise de partículas (quebra de partículas no meio aquoso), transformando moléculas grandes em menores e mais solúveis.

Na fase Ácida as bactérias produtoras de ácidos transformam moléculas de proteínas, gorduras e carboidratos em ácidos (ácido láctico e ácido butílico), etanol, hidrogênio, amônia e dióxido de carbono, entre outros.

Na fase Metagênica as bactérias metanogênicas atuam sobre o hidrogênio e o dióxido de carbono transformando-os em CH<sub>4</sub> (metano). Esta fase limita a velocidade da cadeia de reações devida principalmente à formação de microbolhas de CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> em torno da bactéria metanogênica isolando-a do contato direto com a mistura, razão pela qual a agitação é prática recomendável, através de movimentos giratórios do gasômetro ou com pás no digestor.

O Biogás consta basicamente de:

GÁS METANO (CH<sub>4</sub>) em torno de 50 a 60%; GÁS CARBÔNICO (CO<sub>2</sub>) em torno de 35 a 40%; HIDROGÊNIO (H<sub>2</sub>) em torno de 1 a 3%; OXIGÊNIO (O<sub>2</sub>) em torno de 0.5 a 1%; GASES DIVERSOS em torno de 1 a 5%

Sendo o gás carbônico incombustível, com sua eliminação através da dissolução em água, é possível a obtenção de um Biogás com cerca de 95% de metano de poder calorífico de cerca de 8500 Kcal/m<sup>3</sup>.

O Biogás, contudo só se torna combustível eficiente quando o teor de metano for superior ao de CO<sub>2</sub>. É uma fonte de energia de múltipla utilização: em aquecedor de água, geladeiras, fogão, calefação, iluminação, veículos de grande e pequeno porte, grupos geradores, embarcações, etc.

Sua eficiência é economicamente viável. Como exemplo prático um veículo de 70 HP roda 15 Km com 1m<sup>3</sup> de Biogás, e uma família de cinco pessoas fazendo três refeições por dia consome apenas 1m<sup>3</sup> de Biogás.

O metano é um gás muito antidetonante, portanto, capaz de suportar nos motores uma relação volumétrica bem mais elevada do que as melhores gasolinas. Facilmente inflamável produz uma chama pouco visível, e no caso de vazamento, a tendência é escapar para cima (menos denso que o ar). Quando desprende de alguma cavidade subterrânea, inflama-se com grande facilidade em contato com o ar, causando explosões muito violentas, denominado grisú; também ocorre em pântanos (daí seu nome, gás dos pântanos), devido ao apodrecimento de vegetais.(FELTRE, R.)

Condições necessárias para uma fermentação ótima:

✓ IMPERMEABILIDADE AO AR:

Nenhuma das atividades biológicas (reprodução, metabolismo, etc.) dos microorganismos exigem oxigênio, que em cuja presença são eles de fato, muito sensíveis.

A decomposição de matéria orgânica na presença de O<sub>2</sub> produz CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), e na ausência do ar (O<sub>2</sub>) produz CH<sub>4</sub> (metano).

Portanto o Biodigestor deve ser perfeitamente vedado para a produção não ser inibida.

✓ TEMPERATURA ADEQUADA:

30°C, qualquer mudança brusca que a exceda afeta a produção.

✓ NUTRIENTES ESSENCIAIS:

Nitrogênio, sais orgânicos e principalmente Carbono. A relação Carbono/Nitrogênio (C/N) deve ser mantida entre 20:1 e 30:1.

✓ TEOR DE ÁGUA:

Deve situar normalmente em torno de 90% do peso conteúdo total (1:1 ou 1:1,5). Tanto o excesso quanto a falta são prejudiciais.

✓ SUBSTÂNCIAS PREJUDICIAIS:

NaCl, Cu, Cr, NH<sub>3</sub>, K, Mg, Ni. São elementos conciliáveis se mantidas abaixo de certas concentrações.

✓ TEMPO DE RETENÇÃO:

35 a 45 dias em geral.

Processos de segurança na montagem do Biodigestor e na produção:

- Uso do MANÔMETRO: utilizado para medir a pressão interna, calcular a quantidade aproximada de gás armazenado e zelar pela segurança contra alta pressão.
- Não colocar fertilizantes fosfatados, sob condições de ausência de ar (pressurizado) esse material pode produzir fosfina, tóxico e cujo contato é letal.
- Na utilização de Biogás para queima, acende-se primeiro o fósforo para depois abrir a válvula.

**A Produção:**

A produção do metano, a partir da biomassa, começa a se processar depois de 20 dias, vai aumentando até chegar ao máximo na terceira semana quando começa a decrescer lentamente durante o período de fermentação de cerca de 90 dias.

Para não ocupar o Biodigestor nas fases de produção mínima, na prática costuma-se dimensioná-lo para um período de produção de 5 a 6 semanas.

Em experiências realizadas na França e na Alemanha, verificou-se que a produção diária para 1m<sup>3</sup> de câmara de fermentação é de cerca de 0.6m<sup>3</sup> de gás.

Para melhor produção de Biogás, o material utilizado deve apresentar certa relação Carbono/Nitrogênio (C/N) em torno de 30, ou seja, 30 vezes mais carbono do que nitrogênio.

Havendo excesso de carbono, o que ocorre quando se usa muito material celulósico, principalmente serragem, o Biogás tende a possuir elevado teor de CO<sub>2</sub> e pouco metano. O mesmo ocorre se a matéria-prima é muito rica em nitrogenados (urina, sangue, etc.).

**Considerações favoráveis ao uso de Biodigestor:**

O Brasil dispõe de condições climáticas favoráveis para explorar a imensa energia produzida pelos Biodigestores (o Biogás) e deixar de utilizar o gás de bujão e o combustível líquido (querosene, gasolina e diesel) para o meio rural e urbano.

Com isso, o Brasil reduziria uma significativa parcela de importação de derivados do petróleo.

Fazendo um paralelo ao que ocorreu na China até dezembro de 1979, que dos 7,2 milhões de biodigestores instalados, o valor energético foi equivalente a 5 "ITAIPÚS" ou 48 milhões de toneladas de carvão mineral.

Além da produção de Biogás para a utilização de seu alto poder energético, os resíduos da biodigestão apresentam alta qualidade para o uso como fertilizante agrícola pois há o aumento no teor de nitrogênio e demais nutrientes em consequência da perda de carbono, diminuição da relação C/N da matéria orgânica o que melhora as condições do material para fins agrícolas, maiores facilidades de imobilização do biofertilizante pelos microorganismos do solo, devido ao material já se encontrar em grau avançado de decomposição, o que aumenta a sua eficiência e solubilização parcial de alguns nutrientes, poupa as matas da retirada de lenha, reduz custo de transporte e poluição pôr hidrocarbonetos vindos do petróleo.

### **A queima**

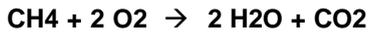
No emprego do Biogás como combustível (transformação da energia do gás em energia térmica como é o caso), deve-se estabelecer entre este e o ar, uma relação que permita a combustão integral. Quando esta se dá, a chama é forte, de coloração azul claro e o gás emite um assobio.

Se a chama tremer há insuficiência de ar e combustão incompleta. Se for curta, amarela e piscante, indica Biogás insuficiente e ar excessivo.

### **Quanto ao impacto ambiental:**

A mudança no ambiente desfavorável ao uso de Biodigestores é na produção de gases nocivos com sua queima.

No caso da queima completa do metano a equação dá-se pôr:



Não produzindo gases tóxicos a não ser o **CO<sub>2</sub>** que contribui benéficamente na manutenção da temperatura global mas que em grandes quantidades altera o “Efeito Estufa”, resultando num aquecimento excessivo da Terra.

Já na combustão incompleta do metano a equação dá-se pôr:



Esse fenômeno ocorre na carência de comburente, no caso o O<sub>2</sub>.

Nessa situação produz-se monóxido de carbono (CO) que é um gás venenoso que em contato com o sangue é aceitado pôr ele no lugar do oxigênio. O CO liga-se a hemoglobina entrando no processo de hematose (trocas gasosas), causando a morte de indivíduos pôr asfixia. Isso além da fuligem que entra no sistema respiratório causando danos ao mesmo.

Também os líquidos residuais, dependendo do material que foi degradado podem contaminar a água de mananciais.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este trabalho em sua fase prática tem como objetivo a construção de um BIODIGESTOR em pequenas proporções, seu abastecimento e a conseqüente produção de Biogás.

O Biogás produzido será revertido e sua utilização será na transformação para Energia Térmica produzida pela sua queima.

São necessários os seguintes materiais:

- 2 tambores de 200L (0.2m<sup>3</sup>)
- 1 válvula manométrica
- 1 válvula de esfera ¾ pol.
- 1 válvula de esfera ½ pol.
- 6m de mangueira de fogão
- 1 funil para alimentação da câmara de fermentação
- 1 manômetro
- 6 abraçadeiras para mangueira ½ pol.

Em um tambor de 200 L ( 0,2m<sup>3</sup>) faz-se dois orifícios de 3” na região inferior lateral, um com um cano que ultrapasse a altura média do tambor, destinado para o abastecimento com biomassa ( deve-se ter uma tampa vedante na ponta do cano) e outro com uma válvula de esfera ¾” , destinado à retirada do material decomposto, estando os dois em nível;

Na região superior lateral do tambor, faz-se um orifício com uma válvula esférica de ½" , destinada ao alívio de pressão no momento de abastecimento da câmara de fermentação;

Na região superior do tambor é instalada uma válvula manométrica com a finalidade de se regular a pressão interna do sistema. Nesta válvula é conectada uma mangueira de ½" que também é conectada à outro tambor de 200 L (0,2m³), que terá função de reservatório de gás;

Na região superior do tambor- reservatório é instalado um manômetro para que se possa ter o controle da pressão interna do reservatório. Ainda neste é instalada uma válvula esférica de ½" com uma mangueira. Na extremidade desta é instalado um queimador, que servirá como fonte de calor ou de luz (lampião).

Volume do Reservatório de Biogás:

Altura: 0,83 m (h)

Diâmetro: 0,58 m (raio= 0,29m)

$$V = \pi R^2 \cdot h$$

$$V = 3,14 \cdot (0,29)^2 \cdot 0,83$$

$$V = 0,219 \text{ m}^3$$

No Digestor:

Metade do volume do digestor será ocupado pela biomassa, portanto, um tambor de 0,2m³ terá aproximadamente 0,1m³ de material.

O outro 1m³ será ocupado com Biogás processado pela biomassa.

Considerando:

1m³ de biomassa produz 30m³ de CH<sub>4</sub>.

Portanto: 1m³-----30m³

0,1 ----- x

$$x = 3\text{m}^3 \quad (\text{no digestor})$$

Pôr isso a utilização de um reservatório de Biogás de 0,2m³ que somados com o 0,1m³ do gasômetro terá capacidade de armazenar essa quantidade de gás. (0,3m³).

Essa quantidade de gás produzido (3m³) é suficiente para abastecer uma cozinha (dependendo do queimador) pôr 4 horas, visto que ele gasta de 0,32 a 0,63 m³/h , ou lâmpadas do tipo "camisinha" (1), que consome 0,08 m³/ hora pôr aproximadamente 37,5 horas.

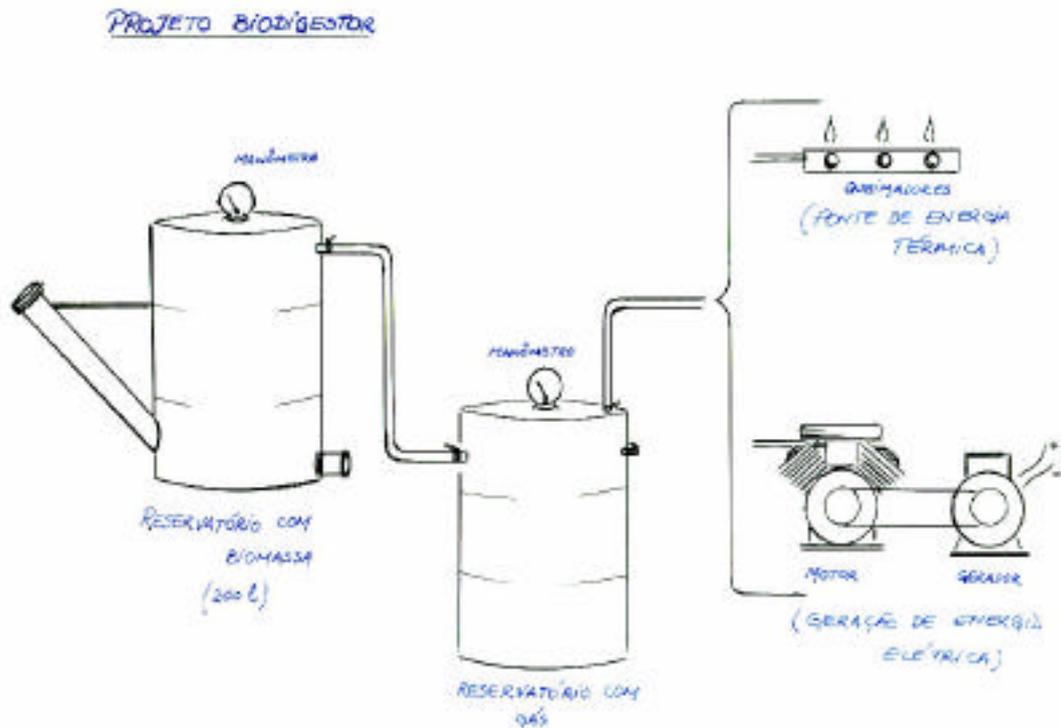
Um veículo de 70 HP rodaria 45 Km com esses mesmos 3 m³.

Direcionamento do gás para a utilização em motores. Energia Elétrica:

O uso do Biogás como combustível para motores necessita de alguns cuidados, como pôr exemplo:

- A partida do motor pode ser feita primeiramente com gasolina até que o mesmo trabalhe normalmente, o que se consegue abrindo gradualmente a válvula do gás e ao mesmo tempo ajustando a entrada de ar.

- O motor poderá começar a funcionar diretamente com o gás sem ajuda da gasolina, neste caso se retirarão os dispositivos de entrada de gasolina e a bóia do carburador.
- Serão necessários ajustes para que a máquina trabalhe normalmente. A admissão do Biogás é feita através da tubulação de gasolina.



#### 4. CONCLUSÕES

O consumo em média é:

Motor comum à gasolina: 0,45m<sup>3</sup>/HP/h

Motor diesel com alimentação comum: 0,32m<sup>3</sup>/HP/h

Ligado diretamente à ponta do virabrequim vai um gerador que pode ser: alternador automotivo ou dínamo. Produzindo assim Energia Elétrica.

A noção de que é melhor possuir um grande biodigestor do que um pequeno deve, pois, ser combatida. Naturalmente o volume do digestor não deverá ser tão pequeno que a produção de gás seja insuficiente e as necessidades não sejam atendidas.

“O sucesso de um Biodigestor depende de sua operação e não de seu tamanho.”

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J.L.H.; PAULA, J.E.; **Madeiras nativas, anatomia, dendrologia, dendometria, produção e uso**. Fundação Mokiti Okada- MOA

FELTRE, R.; **Fundamentos da Química**. São Paulo: Moderna, 1996.

PEREIRA, M.F.; **Construções Rurais** Nobel.

SEIXAS, J.; FOLLE, S.; MACHETTI, D.; **Construção e Funcionamento de Biodigestores**. Embrapa, 1980.