

CONSTRUÇÃO DE DIGESTORES CONTÍNUOS E NÃO CONTÍNUOS PARA O APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

*Marcos Antônio Pinheiro Barbosa

O presente artigo tem como objetivo mostrar uma tecnologia eficiente para a produção de gás e fertilizantes através de digestores.

1. INTRODUÇÃO

Resíduos orgânicos como lixo, esterco, detritos vegetais acumulados e deixados em repouso, produzem gás. Esse gás pode ser utilizado como combustível, para fins diversos. Nos Estados Unidos o aproveitamento do lixo já atingiu um estágio industrial, sendo disponível no mercado instalações completas. A China desenvolveu um processo de micro aproveitamentos para pequenas comunidades isoladas, com aproveitamento de todos os resíduos vegetais, animais e esgotos, para gerar gás combustível, eliminando o problema do lixo.

O esgoto doméstico, associado com lodo, pode também ser "tratado", para eliminar a concentração de microorganismos causadores de doenças, e produzir gás e fertilizantes de excelentes qualidades.

O Brasil vem realizando trabalhos para desenvolvimento desses processos de tratamento de lixo e esgoto e aproveitamento dos produtos resultantes. Trata-se, assim, de processos importantes, tanto para higiene como para a produção de gás e de fertilizante.

Mas, afinal como são produzidos o gás e o fertilizante?

2. PRODUÇÃO DE GÁS E FERTILIZANTE

Quando um material orgânico de qualquer espécie ou origem se decompõe ou fermenta, produz uma

série de subprodutos úteis, cuja natureza depende da maneira como a fermentação ocorre. Se houver oxigênio na atmosfera em torno do lixo em decomposição, haverá a formação de bactérias, denominadas aeróbicas (aeróbica = com oxigênio) que se reproduzem com bastante facilidade, absorvendo, nessa reprodução, oxigênio, e liberando grandes quantidades de GÁS CARBÔNICO. Quando o oxigênio acaba, inicia um processo chamado digestão anaeróbica (anaeróbica = sem oxigênio) onde duas espécies de bactérias começam a se ativar. O primeiro tipo, denominada BACTÉRIA ÁCIDA, transforma gorduras, proteínas e outros amidos em compostos mais simples. Essas bactérias também se reproduzem rapidamente e não são muito sensíveis a variações que possam ocorrer no seu meio ambiente. Sua função é sintetizar enzimas, liquefazer o lixo e convertê-lo em ácido, este sendo, na maior parte das vezes em que ocorre a digestão anaeróbica, o ÁCIDO ACÉTICO.

Uma vez liquefeito o lixo, o segundo tipo de bactéria, denominada BACTÉRIA METANOGENICA, ativa-se e converte o ácido acético em GÁS METANO. Ao contrário das bactérias ácidas, estas se reproduzem lentamente e são muito sensíveis a variações que possam ocorrer no seu meio ambiente.

O Processo de digestão anaeróbica pode ser acelerado colocando-se o material orgânico (lixo, esterco, etc) em recipientes fechados, denominados "digestores". O material resultante, já digerido não produz mais gás e é uma pasta sem cheiro, rica em nitrogênio e humus, que pode ser utilizado como excelente fertilizante.

* Eng^o Eletricista, Prof. Coordenador do Curso de Eng^a Elétrica da UNIFOR.

3. DIGESTORES

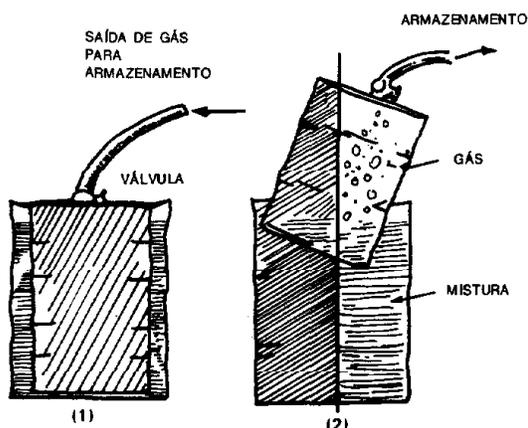
Os digestores podem ser contínuos e não-contínuos. Os primeiros são assim denominados porque vai-se colocando o lixo ou resíduos orgânicos de um lado do digestor e retirando o material já digerido do outro, num processo contínuo. Os digestores não-contínuos são totalmente preenchidos com os resíduos orgânicos e fechados hermeticamente, mantendo-se assim até que todo o material tenha sido digerido e terminado de produzir gás, quando, então, são abertos e esvaziados completamente. Os digestores, transformam, assim, o esterco de animais, restos de comida, grama, restos de vegetais, enfim, toda matéria orgânica, em ótimo fertilizante, ao mesmo tempo que produzem e acumulam gás que pode ser utilizado como combustível, para os diversos fins, como cozinhar, iluminar, gerar energia mecânica e elétrica.

Em geral, um digestor consiste de dois compartimentos: Uma câmara de digestão e uma de armazenamento. A câmara de digestão é acoplada a um gasômetro que funciona como "tampa" onde se coloca uma válvula de saída de gás para a câmara de armazenamento. No projeto de construção de um digestor deve ser considerado a quantidade de gás desejada, quantidade de resíduos orgânicos disponíveis, e finalidades do gás, para que se possa dimensionar corretamente o digestor. É importante salientar que os digestores podem ser construídos perto de residências, desde que fiquem a uma distância de pelo menos 15 metros de fontes ou poços d'água, para que estes não sejam contaminados.

4. DIGESTORES NÃO-CONTÍNUOS

O tipo de digestor não-contínuo pode ser construído com 2 cilindros de diâmetros ligeiramente diferentes, para que se encaixem com uma pequena folga. Estes cilindros podem ser obtidos cortando-se uma das extremidades de tambores metálicos usados para transporte de óleo.

Para se construir um digestor de pequeno porte pode-se, por exemplo, usar um cilindro de 50 litros e outro de 30 litros. O cilindro de menor capacidade deve ser o de diâmetro menor, o qual, deve ser encaixado dentro do outro como se fosse uma tampa. A figura abaixo mostra um digestor não-contínuo.



Observa-se que foi feito no cilindro menor uma pequena abertura por onde se introduz uma válvula acoplada a um cano para saída do gás. A válvula deve ser bem vedada para evitar escapamento do gás produzido.

4.1. Manipulação e Cuidados

Os digestores não-contínuos requerem cuidados na manipulação. No tambor maior são colocados restos de plantas, lixo e esterco animal até ocuparem 3/4 de seu volume. Introduce-se então o tambor menor de boca para baixo, tendo-se o cuidado de abrir a válvula para que o ar existente no interior seja retirado. Esse cuidado é importante porque o gás quando misturado com o ar é explosivo. O digestor deve ser colocado num local arejado e onde haja bastante sol, porque o aumento de temperatura no seu interior acelera o processo de digestão.

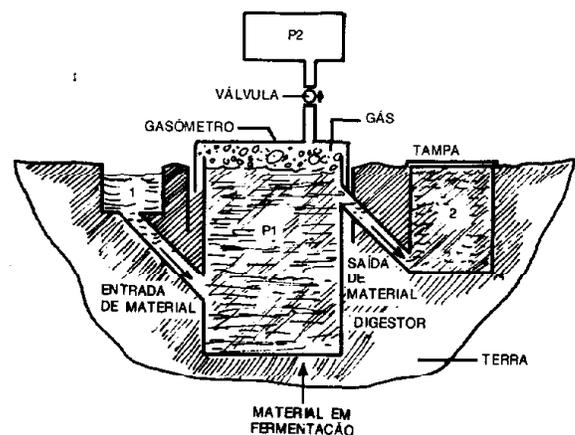
À proporção que o gás vai sendo produzido, o tambor menor vai subindo devido o aumento de pressão no interior do digestor. O primeiro gás obtido deve ser solto na atmosfera, pois há o perigo dele ainda estar misturado com ar e explodir. Ainda com a válvula aberta empurra-se o tambor menor para baixo até comprimir bem a superfície do lixo no interior do digestor quando então, fecha-se a válvula.

Quando o tambor menor subir pela segunda vez, recolhe-se o gás para seu armazenamento.

As operações posteriores são idênticas: Comprime-se o tambor menor com a válvula aberta até a superfície do lixo quando, então, ela é fechada, repetindo-se o processo.

5 – DIGESTORES CONTÍNUOS

O digestor contínuo é geralmente um reservatório de tijolo, concreto ou metal construído abaixo do nível do solo a uma profundidade de 3,5 a 6 metros e com diâmetro de 1,5 a 6 metros, dependendo da quantidade de material disponível. A construção abaixo do nível do solo é necessária devido ao perigo de explosão pelo aumento de temperatura das paredes do digestor em dias quentes. A figura abaixo mostra um digestor contínuo construído abaixo do nível do solo.



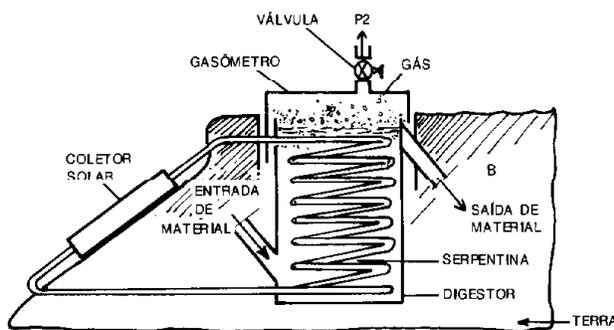
Os resíduos orgânicos são colocados no interior do digestor através de uma caixa 1 que é ligada à parte inferior do digestor por meio de um tubo. Na parte superior do digestor faz-se uma saída para o material já digerido, que é coletado em outra caixa 2 através de outro tubo. O material coletado será utilizado como adubo.

Esse digestor tem uma tampa, onde será acumulado o gás. A tampa faz o papel de gasômetro cuja função é fazer uma pressão sobre o gás, equivalente ao seu peso. A altura da tampa acima do nível do chão dá uma medida da quantidade de gás no digestor. O gasômetro é construído de chapa de ferro ou de madeira revestida de fibra de vidro, para maior conservação. Aconselha-se fazer uma pintura anual para evitar corrosão.

Quando a válvula é aberta o gás formado sai pelo cano e pode ser coletado em butijões. A pressão P_2 no butijão deve ser menor que a pressão P_1 no gasômetro pois, caso contrário, o gás não seria empurrado para o interior do butijão. O peso da tampa (gasômetro) deve ser tal que a diferença de pressão $P_1 - P_2$ não seja exageradamente grande, para evitar explosão, nem tão pequena que dificulte a saída do gás para o butijão.

6 – DIGESTORES CONTÍNUOS COM AQUECIMENTO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS

Para que o sistema seja mais eficiente, os resíduos orgânicos em decomposição podem ser aquecidos dentro do digestor. Um método de aquecê-los é fazer circular água quente através de canos colocados dentro do digestor. Essa água pode ser aquecida por coletores solares conforme figura abaixo:



O coletor solar é instalado num desnível do terreno. A água aquecida entra no digestor pela parte superior, através de um cano metálico, de cobre ou ferro, passa por uma serpentina colocado no interior do lixo, até aquecê-lo. Em seguida a água sai pela parte inferior do digestor, voltando ao coletor com uma temperatura menor. É novamente aquecida, tendendo a subir e forçando a sua movimentação no sistema.

7 – FATORES A SEREM CONSIDERADOS

Na utilização de digestores contínuos existem certos fatores importantes a serem considerados tais como: Temperatura do lixo, volume, concentração, período de retenção e pH.

7.1. Temperatura

Para que as bactérias que formam o gás (bactérias metanogênicas) possam ter sua eficiência máxima, a temperatura do lixo deve estar em torno de 40°C. Essa temperatura deve ser a mais constante possível, pois essas bactérias são bastantes sensíveis a quaisquer mudanças que ocorram no digestor. O fertilizante produzido nessa temperatura é perfeitamente digerido, é melhor, não tem cheiro e o gás é o mais estável.

7.2. Volume

No sistema contínuo deve-se colocar cerca de 2 quilos de resíduos orgânicos para cada metro cúbico do digestor, numa proporção aproximada de 80% de lixo e 20% de lodo de esgoto. Essa proporção deve ser o mais constante possível, para que haja boa produção de gás.

7.3. Concentração

A concentração considerada ideal é 7 a 9 partes de sólidos para 100 partes de líquido (água ou urina animal). Caso haja muito líquido nessa mistura a digestão poderá ser retardada. Nesse caso, recomenda-se juntar à mistura 4 partes de esterco de vaca misturados em 5 partes de água. Se houver produção razoável de gás, essa proporção deve ser mantida. O estrume de galinha, de suínos e mesmo humana é fácil de coletar e deve ser usado obedecendo a proporção acima, com o cuidado de não haver excesso de líquido pois, nesse caso, há diminuição da produção de gás. Vale salientar que a massa da mistura (lixo mais esterco) deve, ter consistência de creme.

7.4. Período de retenção

O período de retenção é aquele no qual o material orgânico a ser digerido permanece no digestor. Nos digestores contínuos, esse período é de 55 dias, observando-se que a produção máxima de gás ocorre dentro das 4 primeiras semanas e diminui gradualmente.

Se a digestão não for completa, há produção de odor desagradável e o aparecimento de moscas. O mesmo acontece se o digestor for carregado acima de sua capacidade.

7.5. PH

Dependendo da concentração de seus componentes, todo material orgânico pode ser **neutro, alcalino ou ácido**. Uma solução neutra tem PH 7 e, nesse caso, não é nem ácida nem alcalina. O PH tem grande influência na vida das bactérias metanogênicas que formam o gás, portanto, é necessário que o PH seja

estável. O gás tem ótima produção entre o PH 7 e 8. Se o PH diminuir abaixo desse valor, a produção de gás cessa. Recomenda-se não usar muita urina animal (uréia) devido ao seu PH ácido, que fará diminuir a produção de gás.

7.6. Considerações Finais

Deve-se ressaltar que é difícil fazer uma avaliação da quantidade de gás esperada quando se utiliza esterco animal. A quantidade de esterco por animal varia de acordo com a espécie, dependendo também de sua alimentação e da estação climática. A tabela abaixo apresenta algumas estimativas da disponibilidade de esterco de algumas espécies, bem como da produção de gás esperada.

Fonte Animal	Disponibilidade dia (kg)	Gás (Kg/m ³)	Gás por animal por dia (litros)
Bovino	10	0,0371	368
Fezes humanas	0,400	0,0707	028
Suínos	2,250	0,0636	178
Galinha	0,180	0,0050	011

O tamanho do digestor deve ser dependente do número de animais da propriedade. A tabela abaixo indica com precisão não rigorosa o número de animais necessários para diferentes quantidades de gás produzidos.

Tamanho do Sistema (litros)	Número aproximado de animais necessários
2.000	2 - 3
3.000	3 - 4
4.000	4 - 6
6.000	6 - 10

8.000	12 - 15
10.000	16 - 20
15.000	25 - 30
20.000	35 - 40
25.000	40 - 45
35.000	45 - 55
45.000	60 - 70
60.000	85 - 100

Finalmente apresentamos uma tabela que indica o consumo de gás para seus diferentes usos:

Utilização do Gás	Consumo do Gás
Para cozinhar	300 litros/dia/pessoa
Para iluminação (100 velas)	127 litros/hora
Para motores	453 litros/hora/hp

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. STEADMAN, P. "Energia Médio Ambiente y Edificación". H. Blume Ediciones, Madrid, 1978.
2. SCHULZE, K. L. "Aerobic Decomposition of Organic Waste Materials (Continuous Thermophilic Composting) Final Report", Michigan State University, Lansing, Michigan, abril 1961.
3. PRETORIUS, W. A. "Anaerobic Digestion - III. Kinetics of Anaerobic - Fermentation", Walter Research, vol. 3, nº 8, 1969.
4. HOTTEL, H. C. & HOWARD, J. B. "New Energy Technology - Some Facts and Assessments", Massachusetts Institute of Technology Press 1971.
5. Eletrobrás. "Fontes não convencionais", Agosto, 1976.