

SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA E AMBIENTAL DO SÍTIO ECOLÓGICO FALKOSKI

*Helena Quevedo de Lima
Engenharia em Energia e Desenvolvimento Sustentável
Novo Hamburgo, janeiro de 2008*

O biodigestor é uma ferramenta viável na maioria das propriedades agrícolas por apresentar um ganho triplo: saneamento, produção de fertilizante e energia. O biogás é uma alternativa energética que em algumas situações pode substituir o uso de combustíveis fósseis

O sítio utiliza um biodigestor modelo Chinês (figura 1) com capacidade para 10,8 m³, caixa de carga de dejetos com capacidade de 0,1 m³ e caixa de descarga de biofertilizante com capacidade de 0,3 m³. A principal finalidade desse biodigestor na propriedade é atender a demanda por biofertilizante. A produção de biogás ainda não é suficiente para geração de energia elétrica, no entanto o biogás é usado em fogões e também para alimentar alguns equipamentos da propriedade (roçadeira, máquina de cortar grama, etc.).



Figura 1 – Biodigestor Modelo Chinês

Na propriedade um dos objetivos da criação de animais é a produção de dejetos para servir de biomassa para o biodigestor.

1. Biodigestor

Biodigestor é um reservatório fechado, onde a matéria orgânica, na ausência de oxigênio, sofre digestão anaeróbia. A ação de decomposição da biomassa, pelas bactérias metanogênicas, é um processo natural de decomposição dos resíduos orgânicos cujos produtos são biofertilizante e biogás, tal processo pode apresentar vantagens às propriedades rurais nas áreas da energia e da preservação ambiental (FARRET, 1999; NOGUEIRA, 1986).

Desta forma, a finalidade dos biodigestores é criar um ambiente ideal para o desenvolvimento da cultura microbiana, responsável pela digestão anaeróbica da biomassa (COMASTRI FILHO, 1981). Os biodigestores podem ser classificados quanto a sua forma de operação, havendo duas formas distintas, de acordo com o fluxo de alimentação: batelada e contínuo.

1.1 Biodigestor do tipo batelada

O biodigestor do tipo batelada (figura 2) recebe em uma única vez a quantidade de resíduos orgânicos a ser tratado. A biomassa permanece nesse reservatório fechado até que o ciclo da digestão anaeróbica esteja completo. O fim da produção de biogás indica que o ciclo está completo e o biodigestor está apto para receber uma nova carga de matéria orgânica. Nesse sistema só haverá produção constante de biogás quando houver vários biodigestores operando em série.

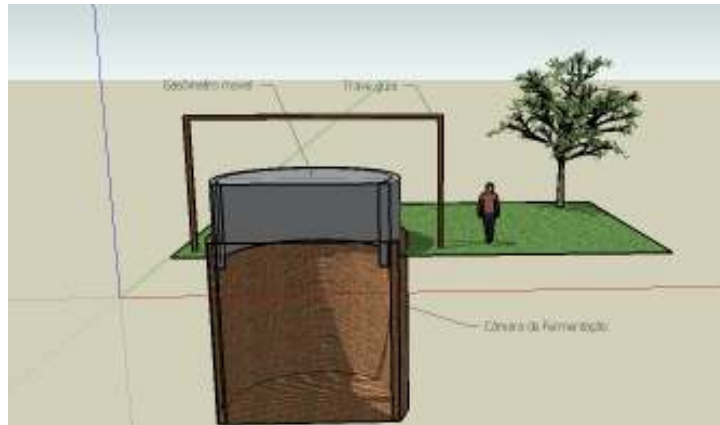


Figura 2 – Vista tridimensional, em corte, do biodigestor modelo batelada.

Sendo um dos modelos mais simples de biodigestores. Este sistema é composto de uma única câmara de fermentação, normalmente feita em alvenaria, e por um gasômetro móvel, construído com chapas metálicas conforme figura 2. Este sistema requer baixa operacionalidade e pode ser alimentado tanto com dejetos diluídos em água quanto resíduos vegetais sólidos, sendo usado, principalmente, para matérias orgânicas de decomposição lenta (NOGUEIRA, 1986) (SGANZERLA, 1983).

1.2 Biodigestor do tipo Contínuo

Existem vários modelos de biodigestores de alimentação contínua, a diferença entre eles está no modelo de construção e operação. Estes modelos de biodigestores realizam a carga e a descarga do material orgânico (dejetos de animais diluídos em água) pelo princípio de vasos comunicantes ou através de bombas hidráulicas. A alimentação não é de forma constante, mas em intervalos regulares de tempo. A concentração de sólidos totais deve ser de 8%, para evitar obstrução do tubo de carga e facilitar a circulação da biomassa. Em geral, biodigestores deste modelo são ideais para atender propriedades que produzem dejetos em curtos períodos de tempo, por exemplo, suinocultura (NOGUEIRA, 1986; SGANZERLA, 1983). A carga regular de matéria orgânica no biodigestor faz com que o substrato esteja em várias etapas no processo, com presença simultânea de culturas microbianas distintas, respectivas de cada fase do processo de biodigestão. A adição periódica de carga orgânica assegura uma produção constante de biogás e biofertilizante.

Os biodigestores de sistemas contínuos mais difundidos no mundo são: o modelo Indiano (figura 3) e o modelo chinês (figura 4). Ambos possuem caixa de carga e descarga diferenciando-se apenas pela câmara de fermentação.

1.2.1 Modelo Indiano

O uso de biodigestores não é recente, em 1900, na cidade de Bombaim, havia biodigestores em funcionamento, conferindo a Índia o pioneirismo na produção biogás em grande escala (DEGANUTTI *et al.* 2002 e SGANZERLA 1983). O modelo de biodigestor indiano caracteriza-se por possuir uma câmara de fermentação cilíndrica, feita em alvenaria e dividida em duas partes por uma parede central. Esta divisão faz com que a biomassa tenha que percorrer dois estágios distintos do processo de fermentação.

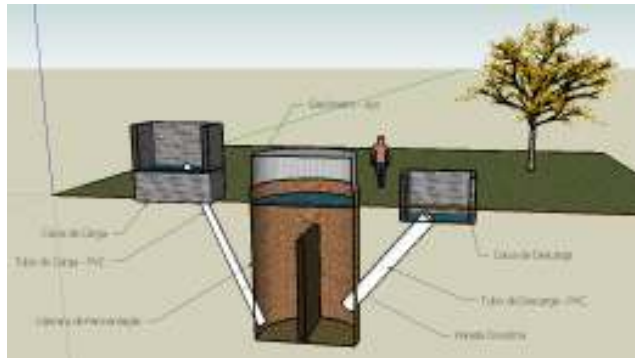


Figura 3 – Vista tridimensional, em corte, do biodigestor modelo indiano.

Outra característica é a campânula flutuante ou gasômetro móvel, que pode ser imersa na própria biomassa ou em água. O gasômetro é o recipiente onde o biogás fica armazenado, sendo feito de chapas metálicas seu peso permite fornecer biogás com pressão constante.

1.2.2 Modelo Chinês

O biodigestor contínuo modelo Chinês foi inspirado no modelo Indiano e houve adaptação do seu projeto para as condições locais da China. O custo foi reduzido eliminando-se o gasômetro móvel, pode ser construído em alvenaria ou material de construção local, tem o corpo em formato cilíndrico com o fundo e o teto em formato de calotas esféricas, tornando seu aspecto construtivo mais difícil que o do modelo Indiano, conforme figura 4.

Semelhante ao modelo Indiano, o biodigestor modelo Chinês, também possui caixa de carga e caixa de descarga. Como o modelo Chinês possui o gasômetro com volume fixo, a pressão interna é variável e dependerá da quantidade de biogás armazenado. O aumento na pressão interna desloca o efluente da câmara de fermentação para caixa de saída. Este tipo de biodigestor não é utilizado em projetos de grandes escalas (DEGANUTTI *et al.* 2002).

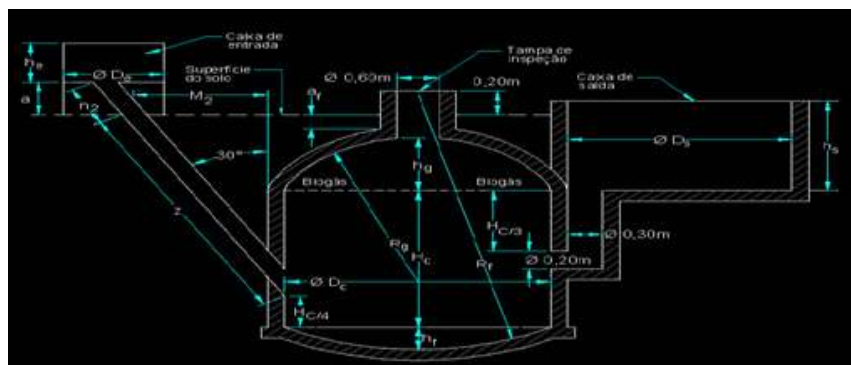


Figura 4 – Vista frontal, em corte, do biodigestor modelo chinês.

Fonte: PORTES e FLORENTINO, 2006.

1.3 Biogás

O biogás é combustível gasoso, resultado da mistura de vários gases, cujo principal constituinte é o metano (CH_4). É incolor, sem cheiro e sua combustão produz uma chama azul-clara sem deixar fuligem. Entretanto, quando há presença significativa de gases de enxofre, sua combustão exala odores desagradáveis. O poder calorífico do biogás situa-se na faixa de 5000 e 7000 Kcal/m³ variando em função do percentual de metano (CH_4), grau de umidade e da presença de impurezas (SILVA, 1981).

O biogás é um combustível seguro, não tóxico, em caso de vazamento se dissipa rapidamente no ambiente evitando o risco de explosão, por ter massa específica igual a 0,55 kg/m³, menor que a massa específica do ar (1,2 kg/m³). Vazamentos em locais fechados expõem o organismo humano ao risco de asfixia (NOGUEIRA, 1986).

Qualquer matéria orgânica pode ser utilizada no processo de biodigestão: restos de culturas, esterco de animais, fezes humanas, lixo orgânico urbano, plantas aquáticas, etc. De acordo com a tabela 1, o rendimento da produção de biogás depende do tipo de matéria orgânica digerida e de vários outros fatores que influenciam no processo de biodigestão, tais como: impermeabilidade ao ar, temperatura adequada, percentual de diluição em água, tempo de retenção hidráulico, pH, etc.

Tabela 1 – Produção de biogás por matéria-prima

Matéria-prima	m ³ /ton	Porcentagem % de CH_4
Esterco de suíno	560 – 460	50
Esterco de bovino	360 – 270	50 – 60
Esterco de aves	620 – 520	Variável
Esterco de equino	560 – 460	Variável
Esterco de ovinos	350 – 250	50
Capim fresco	630	70
Casca de arroz	650	Variável
Folhas de árvores	290 – 210	58
Folhas de parreira	280 – 260	Variável
Palhas	340	59

Fonte: NOGUEIRA, 1986, pg. 55.

1.3.1 Purificação do biogás

O objetivo da purificação do biogás é eliminar as substâncias não combustíveis presente no biogás, aumentar o poder calorífico, remover substâncias que causam corrosão nos motores e componentes metálicos, e evitar a contaminação da atmosfera. A umidade, o gás carbônico (CO_2) e o gás sulfídrico (H_2S) são elementos que devem ser retirados do biogás. Como o gás carbônico tem caráter ácido pode ser absorvido em solução alcalinas de hidróxido de cálcio ou hidróxido de sódio. Esta reação forma carbonatos e bicarbonatos, evita a emissão de CO_2 para atmosfera (NOGUEIRA, 1986).

O gás sulfídrico (H_2S) tem um odor desagradável e causa danos ao meio ambiente. A queima do biogás como combustível sem remoção de H_2S leva à formação de dióxido de enxofre (SO_2), poluente tóxico que em altas concentrações na atmosfera provoca chuva ácida. A remoção do H_2S do biogás pode ser feita através da reação com o óxido de ferro (Fe_2O_3), fazendo-o passar por filtros com limalhas de ferro (HORIKAWA, *et al.*, 2004).

1.3.2 Armazenamento

O armazenamento do biogás tem a função de garantir oferta deste quando o consumo for maior que a rendimento do biodigestor. O armazenamento a altas pressões só se justifica

em grandes sistemas que necessitam reduzir o volume e estabilizar a pressão para viabilizar a sua comercialização.

O armazenamento pode ser feito de três maneiras: baixa pressão, alta pressão e liquefação. No sistema de baixa pressão o biogás é armazenado em balões de manta plástica a uma pressão de, aproximadamente, 2 atm, esse o sistema de armazenagem tem o menor custo quando comparado com os outros dois métodos de armazenagem. No armazenamento sob alta pressão o biogás é comprimido a 200 atm e estocado em cilindros especiais. O processo de liquefação tem o custo mais alto de armazenagem, é obtido pelo sistema de criogenia onde o metano se liquefaz em pressão ambiente a uma temperatura de -161°C (LUCAS JÚNIOR; SOUZA; LOPES, 2003).

1.3.3 Aplicações do biogás

O biogás é um combustível gasoso que pode substituir completamente o uso de GLP e substituir em parte fontes de energia como: lenha, gasolina, diesel, álcool e eletricidade. Na geração de energia térmica com biogás há necessidade de adaptar os queimadores de gás GLP apenas aumentando o diâmetro dos injetores, pois o fluxo em baixa pressão necessita de maior vazão de biogás.

O uso do biogás para aquecimento é diversificado e pode ser empregado: para o aquecimento ambiental; na avicultura abastece chocadeiras; em fornos e secadores de grãos. O acionamento de motores de bombeamento de água, compressores de ar, refrigeradores e iluminação através de lâmpadas também podem ser feito utilizando o biogás como fonte de energia. Usando o biogás como combustível é possível gerar energia elétrica alimentando motores acoplados a geradores (LUCAS JÚNIOR; SOUZA; LOPES, 2003).

1.4 Biofertilizante

O material que se encontra no interior da câmara de fermentação, que já foi biodigerido, será deslocado para caixa de descarga no momento que o sistema for abastecido com nova carga. Esse efluente tem grande quantidade de nutrientes, é utilizado, como fertilizante orgânico, nas lavouras nos sistemas de irrigação. O biofertilizante não possui odores desagradáveis, característicos dos dejetos que abastecem o biodigestor, é isento de microorganismos patogênicos e no solo favorece a multiplicação de bactérias que fixam o nitrogênio. Devido ao pH na faixa de 7,0 a 8,5 o biofertilizante corrige a acidez do solo e contribui para aumentar a produtividade (SGANZERLA, 1983).

O fator que diferencia a prioridade da produção de biogás ou biofertilizante no biodigestor é o tempo de retenção hidráulico (TRH). Tempo de retenção hidráulico (TRH) corresponde ao tempo necessário que leva para toda carga do biodigestor ser substituída. Esse será o tempo que os microrganismos atuam no substrato para fermentá-lo.

Referências Bibliográficas

COMASTRI FILHO, José Aníbal. **Biogás, independência energética do Pantanal Matogrossense**. Circular Técnica nº 9, EMBRAPA: Corumbá, 1981.

DEGANUTTI, Roberto; Palhaci, Maria do Carmo Jampaulo Plácido; Rossi, Marco; Tavares, Roberto; Santos, Claudemilson dos. **Biodigestores Rurais: Modelo Indiano, Chinês e Batelada**. Departamento de Arquitetura, Artes e Representações Gráficas, UNESP: Bauru, 2002.

FARRET, Felix Alberto. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica**. Santa Maria: UFSM, 1999.

HORIKAWA, M.S.; Rossi, F.; Gimenes, M.L.; Costa, C.M.M.; da Silva, M.G.C. **Chemical absorption of H₂S for biogas purification**. Brazilian Journal of Chemical Engineering. Vol. 21, No. 03, pp. 415 - 422, July - September 2004.

KUNZ, Airton; OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de. **Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás**. Revista Agrícola, Ano XV n.º 3, 2006.

KUNZ, Airton; PERDOMO, Carlos Cláudio; OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de. **Biodigestores: avanços e retrocessos**. Suinocultura Industrial, v.26, n.º 4, p.14-16, 2004.

LUCAS JÚNIOR, Jorge de; SOUZA, Cecília de Fátima; LOPES, Jose Dermeval Saraiva. **Construção e Operação de biodigestores**. UNESP: Jaboticabal, 2003.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. **Biodigestão – A alternativa Energética**. Nobel: São Paulo, 1986.

OLIVEIRA, Antônio Jorge de; RAMALHO, José. (Coord.) **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Produção e Agroenergia. 2.º ed. rev., DF: Embrapa Informação Tecnológica: Brasília 2006.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victorio de; HIGARASHI, Martha Mayumi. **Geração e utilização de biogás em unidade de produção de suínos**. Série Documentos n. 115. Embrapa Suínos e Aves: Concórdia, 2006.

PORTES, Zara Aparecida; FLORENTINO, Helenice de Oliveira. **Aplicativo Computacional para Projetos e Construções de Biodigestores Rurais**. Energia na Agricultura, v. 21, p. 118-138. UNESP: Botucatu, 2006.

SGANZERLA, Edílio. **Biodigestor, uma solução**. Porto Alegre: Agropecuária, 1983.

SILVA, Normando Alves da. **Manual técnico e operação de biodigestores modelo chinês**. EMATER: Brasília, 1981.