

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
PATRÍCIA SILVA DE OLIVEIRA

**BIODIGESTOR: estudo do potencial energético, a partir do biogás, no município de
Varginha – MG**

Varginha
2012

PATRÍCIA SILVA DE OLIVEIRA

**BIODIGESTOR: estudo do potencial energético, a partir do biogás, no município de
Varginha – MG**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel, sob orientação do Prof. Me. Alexandre de Oliveira Lopes.

Varginha

2012

PATRÍCIA SILVA DE OLIVEIRA

**BIODIGESTOR: estudo do potencial energético, a partir do biogás, no município de
Varginha – MG**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: ____/____/____

Prof. Ms. Alexandre de Oliveira Lopes

Prof. Esp. João Mario Mendes de Freitas

Prof. Esp. Valter Barbosa da Silva

OBS.:

Dedico este trabalho a todos que de certa
maneira contribuíram para sua realização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, minha família e aos meus amigos que me ajudaram a vencer mais uma etapa.

“Não basta ensinar ao homem uma especialidade, porque se tornará assim uma máquina utilizável e não uma personalidade. É necessário que adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto”.

(Albert Einstein)

RESUMO

Este trabalho contém o potencial de geração de biogás do município de Varginha, definido analisando a quantidade de efluentes recebidos nas estações de tratamento de esgoto e a quantidade de bovinos existentes. Mostra uma visão sobre os diversos tipos de fontes alternativas de energia renovável. Entre as energias renováveis, a biomassa se destaca pela excelente disponibilidade que possui e por fornecer compostos que se bem empregados pode vir gerar energia. Uma boa demonstração de geração de energia limpa são os biodigestores que utilizam do reaproveitamento de biomassas como dejetos de animais, matérias orgânicas, e até mesmo esgoto urbano para obtenção do biogás. Exemplifica com a estação de tratamento de esgoto de Ouro Verde, a geração de energia limpa, redução de emissão de metano na atmosfera, a partir do uso do biodigestor. Este estudo tem como objetivo mostrar os tipos de biodigestores existentes, suas vantagens e aplicações, contem até um dimensionamento de um biodigestor modelo indiano para um pequeno produtor. Este equipamento, além de proteger o meio ambiente, reduzindo a carga de poluição lançada nos rios, também promove a redução na emissão dos gases responsáveis pelo efeito estufa e pode significar muito para um futuro com desenvolvimento sustentável, para a empresa de saneamento e/ou para o produtor.

Palavras-chave: Biodigestor. Biogás. Energia Renovável.

ABSTRACT

This work contains the potential for biogas generation in the municipality of Varginha, defined by analyzing the amount of effluent received at sewage treatment plants and the amount of existing cattle. Shows an overview on the various types of alternative sources of renewable energy. Among renewables, biomass stands out for having excellent availability and providing compounds that although employees can come to generate energy. A good demonstration of clean energy generation are the digesters that utilize the reuse of biomass such as animal waste, organic materials, and even urban sewage for obtaining biogas. Exemplifies with the sewage treatment plant of Green Gold, the generation of clean energy, reduce emission of methane into the atmosphere from the use of biodigester. This study aims to show the types of digesters existing advantages and applications, contains a sizing up of a digester Indian model for a small producer. This equipment, in addition to protecting the environment, reducing the burden of pollution released into rivers, also promotes a reduction in the emission of greenhouse gases and can mean a lot for a future with sustainable development, for the sanitation company and / or for the producer.

Keywords: Biodigester. Biogas. Renewable Energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 Representação do biodigestor modelo indiano	17
Figura 02 Representação 3D em corte do biodigestor indiano.....	17
Figura 03 Representação do biodigestor modelo chinês.....	18
Figura 04 Representação 3D em corte biodigestor Chinês	20
Figura 05 Representação 3D em corte do biodigestor Batelada.....	21
Figura 06 Representação do biodigestor modelo Canadense	22
Figura 07 Interior do Biodigestor	24
Figura 08 Esquema da digestão anaeróbia da matéria orgânica.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 Resultados preliminares do desempenho de biodigestores modelo Indiano e Chinês, com capacidade de 5,5 m ³ de biomassa, operados com esterco bovino.....	19
Tabela 02 Quantidade média diária de dejetos por animal por unidade de produção	25
Tabela 03 Proporção de diluição dos dejetos à solução aquosa	25
Tabela 04 Tempo de Retenção em dias.....	26
Tabela 05 Estimativa de quantidade de dejetos para gerar 1 m ³ de Biogás	28
Tabela 06 Biogás X Outros Combustíveis	34

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 ENERGIAS RENOVÁVEIS.....	12
3 BIODIGESTORES	13
3.1 Tipo de abastecimento.....	15
3.1.1 Contínuo	15
3.1.2 Intermitente	15
3.2 Tipos de biodigestores	15
3.2.1 Modelo indiano	15
3.2.2 Modelo chinês	18
3.2.3 Biodigestor de batelada	21
3.2.4 Modelo canadense	22
3.3 Biodigestor no Brasil.....	22
3.4 Escolha de um tipo de biodigestor	23
3.5 Dimensionamento de um biodigestor	23
4 PRODUÇÃO DO BIOGÁS.....	29
4.1 Biomassa como substrato para biodigestor	31
4.2 Parâmetros importantes para produção do biogás.....	32
4.3 Biogás no Brasil.....	33
5 ENERGIA PRODUZIDA A PARTIR DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	34
6 TRATAMENTO DE ESGOTO EM VARGINHA	35
7 POTENCIAL GERADOR DE BIOGÁS DE VARGINHA	36
8 CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho faz um estudo do biogás como fonte de energia limpa uma fonte alternativa que diminui consideravelmente as emissões de metano na atmosfera, um dos principais gases causadores do aquecimento global.

O biogás pode ser obtido utilizando biodigestores, estes equipamentos possuem vários tipos empregados atualmente, que são os modelos Chineses, Indianos, Canadense e de Batelada, que pode ocorrer variações na produção de acordo com o substrato utilizado, os parâmetros encontrados e de acordo com seu projeto inicial

No interior dos biodigestores ocorre à decomposição anaeróbica da matéria pode ser dejetos de suínos, bovinos, restos de alimentos, biomassa no geral.

Uma aplicação da decomposição anaeróbica bem interessante está sendo em Estações de Tratamentos de Efluentes - ETE's para a obtenção do biogás extraído do esgoto, o que reduz o volume de dejetos reduzindo assim os gastos com aterros sanitários.

O projeto apresentado na ETE de Ouro Verde (Paraná) que além de armazenar o biogás utiliza-o para geração de energia elétrica, reduzindo seus gastos mensais de forma significativa, pois depois da folha de pagamento dos funcionários, o segundo gasto está na utilização de energia, no projeto implementado em Ouro Verde a produção de energia é maior que a necessária para manter a ETE, e assim o restante ainda é distribuído na rede de baixa tensão da região utilizado nas residências.

Será realizado ainda um estudo da capacidade da geração de biogás do município de Varginha-MG, com relação aos dejetos de bovídeos e efluentes das estações de tratamento.

O objetivo deste trabalho é expor as vantagens do biogás produzido através de biodigestores implantados no Brasil, e o principal levantar o potencial de Varginha-MG para a produção de biogás por restos de dejetos de bovídeos e do esgoto do município.

2 ENERGIAS RENOVÁVEIS

Durante a década de 70, com a crise do petróleo, os países dependentes de seus subprodutos tiveram sua economia interna prejudicada de forma considerada, sendo diretamente atingidos pela crise. O que serviu de alerta e fez com que começassem a investir em novas fontes de energia, o Brasil, por exemplo, aumentou significativamente seus investimentos em pesquisas de fontes renováveis, na tentativa de diminuir sua dependência dos recursos esgotáveis como os combustíveis fósseis, principalmente pelo fato de que o transporte brasileiro de cargas é rodoviário o que torna o país um dependente em grande potencial do diesel.

No tempo atual, a tecnologia caminha lado a lado com o surgimento de novas técnicas de energia, mas é importante levar em conta o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, fonte de energia limpa, está mais do que na hora de começar a se pensar nos impactos ambientais, em formas de diminuir as emissões de poluentes na atmosfera ou pelo menos estabilizar.

Segundo Al Gore (2006) “Cada um de nós é uma causa de aquecimento global; mas cada um de nós pode se tornar parte da solução em nossas decisões sobre o produto que compramos, a eletricidade que usamos, o carro que dirigimos, o nosso estilo de vida.”

Com o aumento da população mundial surgiu a necessidade de aumentar os alimentos, assim, inevitavelmente ocorre maior produção tanto de origem animal quanto de vegetal, e conseqüentemente, aumenta a geração de resíduos, os quais se tornam um problema para o produtor se não receberem um tratamento adequado e seguro. Ações a serem realizadas para atender essa crescente demanda de mercado, deveram ser realizadas com base numa consciência ecológica, visando à preservação do meio ambiente. E, para isso, se torna necessário modernizar os sistemas de produção, bem como fazer uso das fontes alternativas de energia existentes (LUCAS JUNIOR; SOUZA; LOPES, 2006).

De acordo com Oliveira (1996) as fontes de energias são todos aqueles componentes da natureza dos quais se pode extrair energia utilizável pelo homem. Elas podem ser classificadas como fontes de energia renovável e não-renovável.

As fontes renováveis de energia são formadas por matérias-primas inesgotáveis, de fontes naturais, que estão sempre se renovando na natureza, gerando fontes de energia limpa, como a matéria orgânica que gera a biomassa; o vento pode extrair a energia eólica; os rios e

correntes de água doce podem extrair a energia hidráulica; com o calor da terra obtém-se energia geotérmica.

A biomassa é o conjunto de excrementos, plantas aquáticas, folhagem, grama, restos de alimentos, cascas de cereais, esgotos residenciais. E segundo Oliveira (1996) é enquadrada como fonte de energia renovável.

Na atualidade a produção de lixo está se tornando um problema, devido seu volume e composição. Soluções estão sendo buscadas para minimizar este impacto ambiental.

A gestão dos resíduos provenientes de sistemas de tratamento de esgotos, coletas e processamento de materiais orgânicos recolhidos das áreas urbanas vem se tornando uma preocupação crescente na sociedade moderna, uma vez que a tendência é só aumentar e muitas vezes o tratamento é precário, apenas pequena quantidade é disposta adequadamente em aterros sanitários, segundo Cassini (2003).

Uma alternativa para tratamento de dejetos é a utilização de biodigestor, que, segundo o Manual Brasileiro de Boas práticas agropecuárias na produção de suínos, “[...] é um reator biológico cuja função principal é a degradação da carga orgânica contida nos dejetos. Funciona em condições anaeróbias (ausência de oxigênio), produzindo um efluente líquido (biofertilizante) e gerando o biogás.”

O biogás possui alto poder energético, capaz de substituir a lenha, a gasolina e o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), podendo ser utilizado ainda como combustível para geração de eletricidade.

De acordo com o Manual brasileiro de boas práticas agropecuárias na produção de suínos, a decomposição de dejetos, nos diferentes tipos de biodigestores, além de gerar o biogás ainda tem a valorização de seus efluentes, isso quando os dejetos utilizados forem excrementos de animais (bovino, suíno, equino, etc.), para o uso agrônômico como biofertilizante. Assim o biodigestor reduz as emissões de poluentes e promove o desenvolvimento sustentável.

3 BIODIGESTORES

Biodigestor é um equipamento constituído por uma câmara fechada onde é colocado o material orgânico em solução aquosa, este material em ambiente sem oxigênio sofre decomposição por bactérias anaeróbicas liberando o biogás que irá acumular na parte superior da câmara (LUCAS JUNIOR; SOUZA; LOPES, 2006).

A utilização do biodigestor possibilita a reciclagem dos dejetos de animais por meio de um manejo integrado, que são sistemas de fácil construção e operação. (LUCAS JUNIOR; SOUZA; LOPES, 2006),

A decomposição no interior do biodigestor ocorre devido às bactérias encontradas na matéria orgânica que se desenvolvem quando encontram um ambiente favorável ao seu desenvolvimento, ou seja, como as bactérias são anaeróbicas quando elas se encontram na câmara fechada sem oxigênio, se multiplicam e decompõem a biomassa gerando o biogás e o biofertilizante (LUCAS JÚNIOR; SOUZA; LOPES, 2006).

Os biodigestores não são mais novidade no Brasil, existem diferentes tipos utilizados atualmente, alguns deles foram trazidos da Índia e da China. O modelo a ser implantado é escolhido de acordo com a aplicação, quantidade de dejetos obtidos, frequência de obtenção, verba de investimento e rendimento esperado (MATOS; FARIAS JÚNIOR, 2011).

Em geral, segundo Lucas Júnior; Souza; Lopes (2006) todos os tipos são compostos pelas seguintes partes:

- ✓ Tanque (Câmara de biodigestão) – Recipiente para abrigar e permitir a digestão da biomassa, no tanque ocorrerá à fermentação do material e a consequente liberação do biogás.
- ✓ Gasômetro (Campânula) – Local onde se situa o biogás liberado da fermentação, normalmente possui formato cilíndrico, cobertura superior abaulada (em forma de cone), para evitar a deposição de impurezas e água na parte externa do mesmo.
- ✓ Caixa de carga – Onde os dejetos diluídos em água serão colocados para serem introduzidos no sistema
- ✓ Tubo de carga – tubo de ligação entre a caixa de carga e o tanque, transporte ocorre por meio da ação da gravidade.
- ✓ Caixa de descarga – caixa onde ficará o material após passagem pelo biodigestor até ser conduzido para outro local
- ✓ Tudo de descarga – tubo de ligação entre a caixa de descarga e o tanque, serve para retirada do material fermentado de dentro do biodigestor
- ✓ Saída do biogás – Componente localizado na parte superior do gasômetro que permite a retirada do biogás da campânula e sua condução aos pontos de aplicação.

3.1 Tipo de abastecimento

Os biodigestores são classificados pelo tipo de abastecimento como contínuo ou intermitente (LUCAS JUNIOR; SOUZA; LOPES, 2006).

3.1.1 Contínuo

Abastecimento diário de biomassa, com descarga proporcional à entrada de biomassa; não param o fornecimento de gás. Normalmente utilizados com dejetos de bovídeos, suídeos, equídeos, caprinos, aves, esgoto doméstico, vinhoto, plantas herbáceas, rejeitos agrícolas e capim em geral.

Ex.: Indiano, chinês e canadense.

3.1.2 Intermitente

Quando utiliza sua capacidade máxima de armazenamento de biomassa, retendo-a até a completa biodigestão.

São retirados os restos da digestão e faz-se nova recarga para o fornecimento de gás para a retirada do material decomposto.

Para materiais orgânicos de decomposição lenta como palha ou forragem, ou ainda em sistemas onde os dejetos são óbitos em período prolongados como em granjas de aves de corte, onde normalmente os dejetos são retirados a cada ciclo das aves, indica-se o modelo Intermitente.

Ex.: Batelada.

3.2 - Tipos de biodigestores

3.2.1- Modelo indiano

O biogás produzido por este modelo de biodigestor é fornecido a uma pressão constante devido à característica específica deste equipamento, sua campânula é móvel, movimenta-se verticalmente de acordo com o volume de biomassa existente e volume de biogás acumulado ou retirado, variando entre os limites mínimo e máximo pré-estabelecidos

em sua implantação, a fim de evitar o bloqueio dos tubos de carga e descarga pelo gasômetro e evitar o escape dos gases (LUCAS JUNIOR; SOUZA; LOPES, 2006).

Para o modelo indiano recomenda-se que o condutor encontrado na saída de gases seja de mangueira flexível, para acompanhar os movimentos do gasômetro.

Possui no seu interior, um tubo guia centralizado com função de guiar o movimento vertical da campânula, normalmente é utilizado um tubo galvanizado para garantir o livre deslizamento do gasômetro.

Seu tanque é cilíndrico, fabricado em alvenaria e possui uma parede no centro em sentido transversal dos tubos de entrada e saída do cilíndrico com a finalidade de forçar a biomassa circular todo o interior do biodigestor antes de ser retirada na caixa de descarga.

As perdas durante o processo de produção de gás são reduzidas pelo fato da campânula situar sobre o substrato (PEREIRA, 1986 apud NEVES, 2010, p. 17).

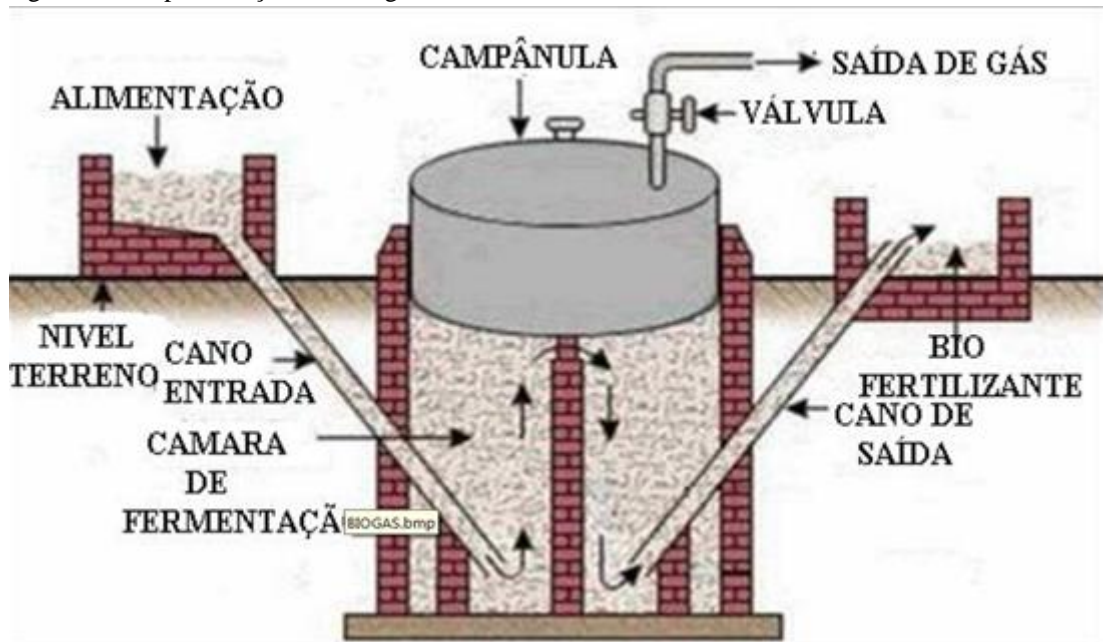
A biomassa introduzida na caixa de carga deverá ser diluída, deverá apresentar uma concentração de sólidos totais (ST) não superior a 8%, evitando assim possíveis entupimentos dos tubos de carga e descarga e facilitando a circulação do resíduo pelo interior da câmara de fermentação.

O tipo de abastecimento é contínuo, alimentado por componentes que apresentam certa regularidade no fornecimento de dejetos, e conseqüentemente, ocorre o fornecimento direto de biogás (LUCAS JUNIOR; SOUZA; LOPES, 2006).

Do ponto de vista construtivo, apresenta-se de fácil construção, contudo o gasômetro de metal pode encarecer o custo final, e também à distância da propriedade pode dificultar e encarecer o transporte inviabilizando a implantação deste modelo de biodigestor.

A figura 01 mostra a vista frontal em corte do biodigestor, realçando os elementos fundamentais para sua construção.

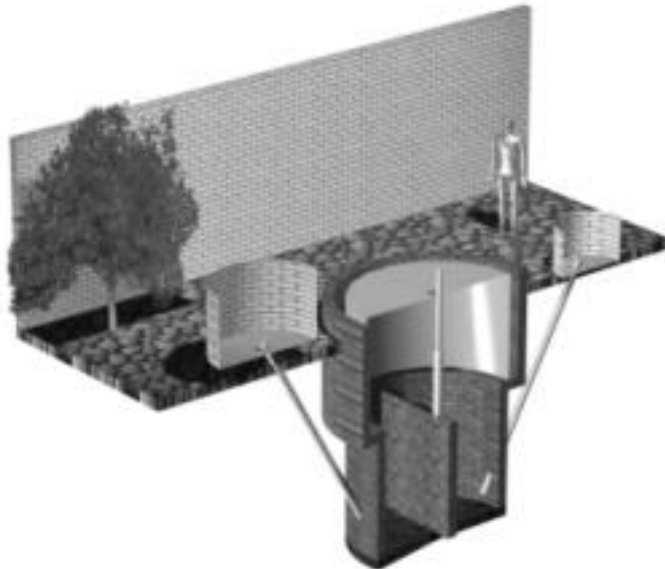
Figura 01 – Representação do biodigestor modelo indiano.



Fonte: (FONSECA et al., 2009 apud NEVES, 2010, p. 17).

A figura 02 mostra uma representação tridimensional em corte do biodigestor modelo indiano, o que permitirá uma boa visualização deste modelo e auxiliará no entendimento de seu funcionamento.

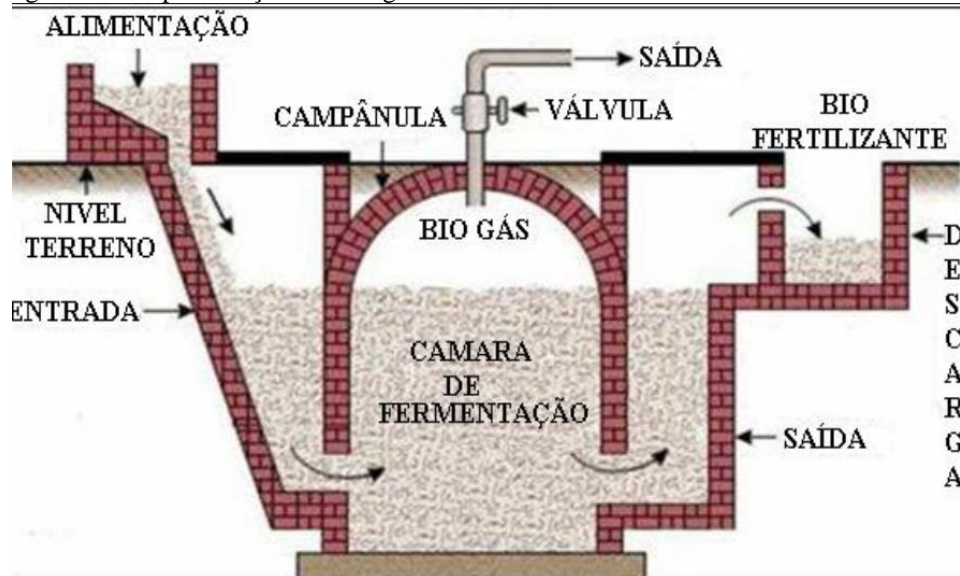
Figura 02 – Representação 3D em corte do biodigestor indiano.



Fonte: (DEGANUTTI et al., 2002).

3.2.2 Modelo chinês

Figura 03 – Representação do biodigestor modelo chinês.



Fonte: (FONSECA et al., 2009 apud NEVES, 2010, p. 18).

Construído normalmente todo em alvenaria (tijolo), este biodigestor é formado por uma câmara cilíndrica, com teto abalado, impermeável, destinado ao armazenamento do biogás. Funciona com base no princípio de prensa hidráulica, de modo que o aumento de pressão em seu interior, resultantes do acúmulo de biogás, resultará em deslocamentos do efluente da câmara de fermentação para a caixa de saída, e em sentido contrário quando ocorre descompressão (PEREIRA, 1986 apud NEVES, 2010, p. 17).

Este modelo Chinês por ser constituído quase que totalmente em alvenaria, dispensa o uso de gasômetro em chapa de aço, reduzindo os custos, mas pode vir a ter problemas com vazamento do biogás caso a estrutura não seja bem vedada e impermeabilizada (DEGANUTTI et al., 2002).

Neste tipo de biodigestor uma parcela do gás formado na caixa de saída é liberada para a atmosfera, reduzindo parcialmente a pressão interna do gás, o que limita sua aplicação em alguns casos.

Semelhante ao modelo indiano, o substrato deverá ser fornecido continuamente, com a concentração de sólidos totais em torno de 8%, para evitar entupimentos do sistema de entrada e facilitar a circulação do material. Na figura 04 com a representação tridimensional em corte, tem-se a noção exata de todo o interior do biodigestor e dos elementos fundamentais para sua construção.

Em termos comparativos, os modelos Chinês e Indiano, apresentam desempenho semelhante, apesar de o modelo Indiano ter apresentado, em determinados experimentos, ser ligeiramente mais eficiente quanto à produção de biogás e redução de sólidos no substrato, conforme podemos visualizar na tabela a seguir.

Tabela 01 – Resultados preliminares do desempenho de biodigestores modelo Indiano e Chinês, com capacidade de 5,5 m³ de biomassa, operados com esterco bovino.

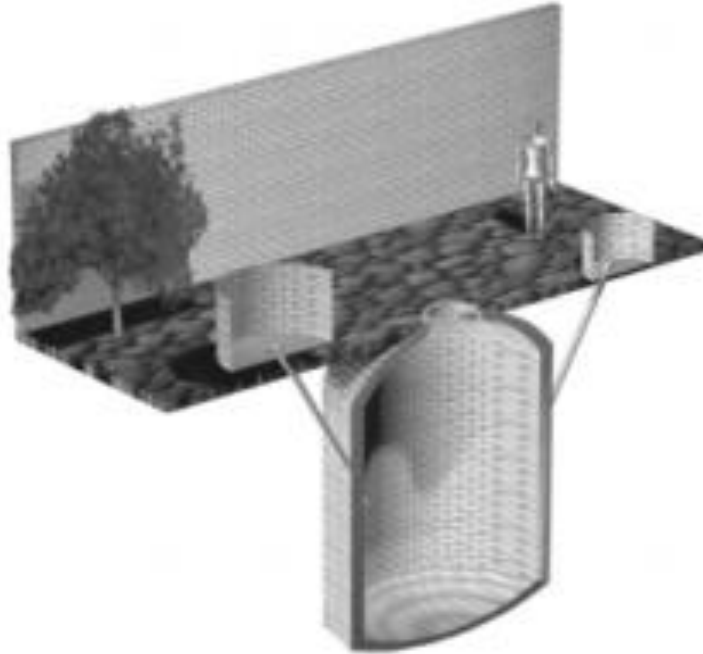
	Chinês	Indiano
Redução de Sólidos (%)	37	38
Produção média (m ³ . dia-1)	2,7	3,0
Produção média (l.m-3 de substrato)	489	538

Fonte: (LUCAS JÚNIOR, 1984 apud DEGANUTTI et al., 2002, p. 4).

O biodigestor modelo Chinês, foi desenvolvido em propriedades rurais muito pequenas na China, este tipo de biodigestor foi projetado de forma que economizasse todo o espaço possível. A solução encontrada foi construí-lo enterrado no solo e, desta maneira, é possível cultivar em sua volta. Enquanto que os biodigestores indianos precisam de artifícios para dar pressão ao biogás, tais como uso de pedras e sacos de areia sobre a campânula, Norton explica que no chinês não precisa de nada disso, pois o próprio biofertilizante contido na caixa de descarga serve como peso para fazer pressão.

Os principais componentes de um biodigestor modelo Chinês são os seguintes: caixa de carga, tubo de carga, câmara de biodigestão cilíndrica com fundo esférico, gasômetro em formato esférico, galeria de descarga e caixa de descarga (LUCAS JUNIOR; SOUZA, 2006).

Figura 04 – Representação 3D em corte biodigestor Chinês.



Fonte: (DEGANUTTI et al., 2002).

Apesar de seu custo relativamente menor, o modelo chinês não é utilizado em instalação de grande porte, uma vez que uma parcela de gás é formada na caixa de saída e liberado para a atmosfera, reduzindo parcialmente o seu rendimento. (DEGANUTTI et. al, 2002).

Vantagens:

- Este modelo tem um custo mais barato em relação aos outros, pois a cúpula é feita alvenaria;
- O biodigestor chinês é o que ocupa menor espaço na superfície do solo;
- Possui temperatura praticamente estável, como é construído completamente enterrado no solo (tanto o digestor, como o gasômetro), sofre pouca variação de temperatura.

Desvantagens:

- Os tubos de comunicação entre a caixa de carga e o digestor estão sujeito a entupimentos;
- Não é indicada sua utilização em qualquer tipo de solo, limitando sua aplicação. Sua construção em solos superficiais não é indicada;
- Possui a área de reserva de gás menor do que os outros modelos por sua cúpula ser fixa, o que o torna mais indicado para uso em geração de biofertilizantes e não em sistemas cuja finalidade é acumular o biogás.

3.2.3 Biodigestor de batelada

É formado por um sistema bem simples e de pequena exigência operacional. Sua instalação poderá ser apenas de um tanque anaeróbio, ou vários tanques em série. Esse tipo de biodigestor é abastecido de uma única vez, classificando como intermitente, mantendo-se em fermentação por um período conveniente, sendo o material descarregado posteriormente após o término do período efetivo de produção de biogás (DEGANUTTI et. al, 2002).

Enquanto, os modelos chinês e indiano prestam para atender propriedades em que a disponibilidade de biomassa ocorre em períodos curtos, como exemplo aquelas que recolhem o gado duas vezes ao dia para ordenha, permitindo coleta diária de biomassa, que deve ser encaminhada ao biodigestor, o modelo em batelada adapta-se melhor quando essa disponibilidade ocorre em períodos mais longos, como ocorre em granjas avícolas de corte, cuja biomassa fica a disposição após a venda dos animais e limpeza do galpão. A figura 05 mostra a vista frontal em corte do biodigestor, realçando os elementos fundamentais para sua construção (DEGANUTTI et. al, 2002).

Figura - 05 – Representação 3D em corte do biodigestor Batelada.



Fonte: (DEGANUTTI et al., 2002).

3.2.4 - Modelo canadense

Conhecido também como biodigestor de fluxo tubular, seu modo de produção é bem simples, sua câmara de biodigestão é do tipo horizontal e escavada no solo já o gasômetro é inflável (LUCAS JUNIOR; SOUZA, 2009). O canadense é composto por um tanque cavado no solo e recoberto e revestido com manta de PVC impermeável ou similares. Possui tubo de entrada para a biomassa e de saída para biogás e biofertilizante (OLIVER et al., 2008 apud PARIS, 2010, p. 20).

Figura 06 – Representação do biodigestor modelo Canadense.



Fonte: (NEVES, 2010).

Este modelo é de fácil construção e custo reduzido, mas sua principal desvantagem é sua durabilidade, por ser constituído de lona plástica pode perfurar com facilidade deixando o gás escapar e diminuindo sua vida útil.

3.3 Biodigestores no Brasil

Segundo o Manual de Treinamento de Biodigestão (2008) o modelo de biodigestor mais encontrado e difundido no Brasil é o modelo de fluxo tubular (canadense), devido seu menor custo e sua fácil instalação com manta de PVC quando comparado aos modelos antigos. Outra vantagem deste modelo é poder ser utilizado em propriedades grandes ou

pequenas. O desenvolvimento de biodigestores no mercado se deve às Universidades e Centro de Pesquisas e ao setor privado, que aliados muito têm incentivado neste sentido.

Outra dificuldade encontrada é durante a utilização do biogás no Brasil, que apesar de indicada, tem sido atualmente limitada pela falta de aparelhos, equipamentos e tecnologias apropriadas para seu uso, pois boa parte dos equipamentos são adaptações a partir de equipamentos dimensionados para uso do Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), entre outros (SILVA, et al., 2005 apud NEVES, 2010, p. 23).

3.4 Escolha de um tipo de biodigestor

No geral qualquer dispositivo construído irá gerar o biofertilizante e o biogás, mas tem que levar em conta a relação custo/benefício, as condições do local, tipo de biomassa a ser utilizada, experiência do construtor na hora de escolher o tipo de biodigestor a ser implantado, para que assim possa se obter um resultado mais satisfatório (DEGANUTTI et al., 2002).

O modelo de batelada, por exemplo, é mais indicado para pequenas produções de biogás, por ser intermitente (abastecido uma única vez por ciclo), fermentando por um período conveniente. Após fermentação, 80% do biofertilizante são retirados e os restantes 20% são deixados como inóculo para o próximo ciclo, o que diminui o tempo de retenção para obtenção do mesmo resultado. Esse tipo de biodigestor, por ser extremamente simples, pode ser construído utilizando materiais simples existentes na propriedade (DEGANUTTI et al., 2002).

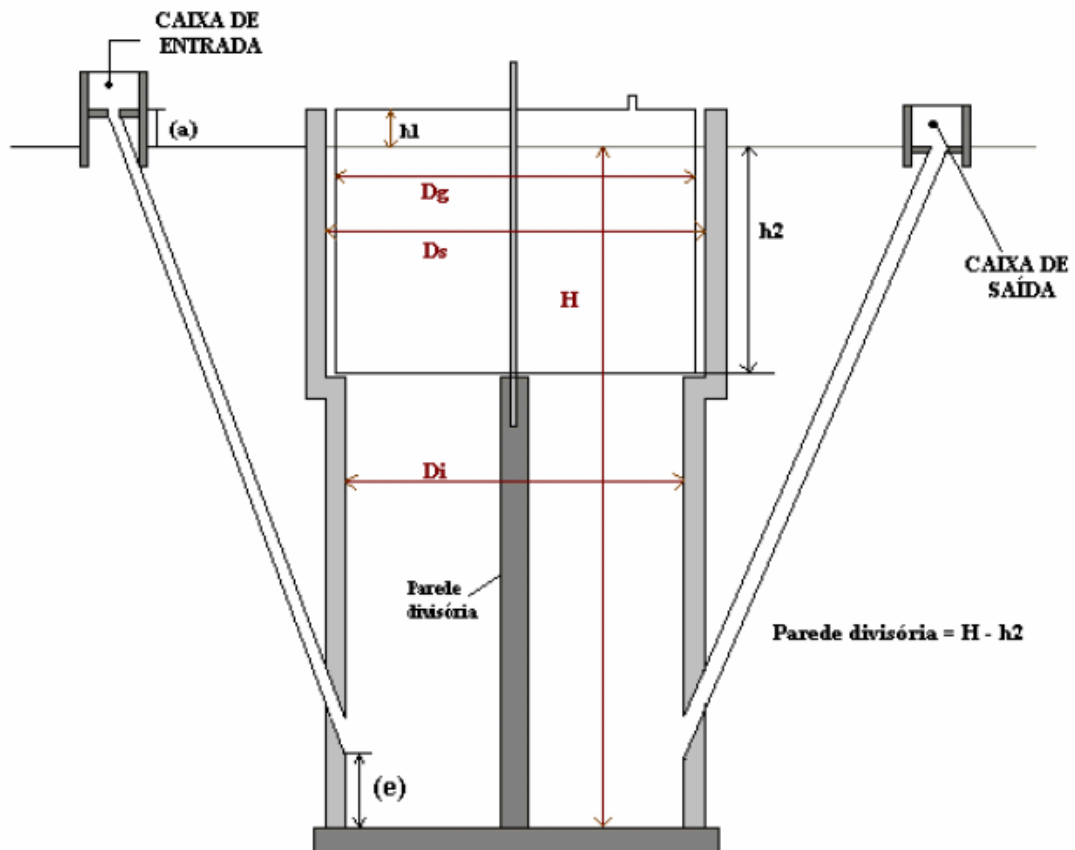
3.5 Dimensionamento de um biodigestor

Segue, abaixo, dimensionamento do tanque e do gasômetro de um biodigestor modelo indiano projetado para receber os dejetos de animais de um pequeno produtor rural, que possui em sua propriedade um total de 28 suínos, dentre eles encontram-se 3 matrizes, 1 reprodutor, 15 leitões e 7 em fase de terminação.

Os cálculos foram efetuados no intuito de exemplificar uma aplicação deste equipamento e demonstrar sua acessibilidade, as fórmulas utilizadas foram de acordo com Lucas Júnior; Souza; Lopes (2006).

Observando a figura 07 podemos definir:

Figura 07 – Interior do Biodigestor.



Fonte: (DEGANUTTI et al., 2002).

- H** - é a altura do nível do substrato;
- Di** - é o diâmetro interno do biodigestor;
- Dg** - é o diâmetro do gasômetro;
- Dis** - é o diâmetro interno da parede superior;
- h1** - é a altura ociosa (reservatório do biogás);
- h2** - é a altura útil do gasômetro.
- a** - é a altura da caixa de entrada.
- e** - é a altura de entrada do cano com o afluente.

O primeiro passo é calcular a quantidade de dejetos gerados pelos animais por dia.

Tabela 02 – Quantidade média diária de dejetos por animal por unidade de produção.

Unidade de Produção	Quantidade média de dejetos Produzida diariamente por animal
Galpão de reprodução	10,9 kg de dejetos, sendo 4,9 kg/porca e 6,0 kg/cachaço
Galpão de gestão	11 kg de dejetos/porca
Galpão de maternidade	18 kg de dejetos/porca com oito leitões cada
Galpão de creche	0,95 kg de dejetos/leitão
Galpão de terminação	4,9 kg de dejetos/animal

Fonte: (LUCAS JÚNIOR; SOUZA; LOPES, 2006).

$$\frac{\text{Total de dejetos}}{\text{dia}} = 4,9 * 3 + 6 * 1 + 0,95 * 15 + 4,9 * 7$$

$$\frac{\text{Total de dejetos}}{\text{dia}} = 69,25 \text{ Kg/dia}$$

Cálculo da diluição em água:

Tabela 03 – Proporção de diluição dos dejetos à solução aquosa.

Tipo de dejetos	Diluição Recomendada
Suínos	1 parte de dejetos para 2 partes de água
Bovinos	4 partes de dejetos para 5 partes de água
Aves	1 partes de dejetos para 3 partes de água

Fonte: (LUCAS JÚNIOR; SOUZA; LOPES, 2006).

De acordo com Lucas Júnior; Souza; Lopes (2006), para restos de suínos faz-se necessário duas partes de água para uma parte de dejetos, para realizar a diluição à solução aquosa.

$$\text{Volume de água} = \frac{\text{Total de dejetos}}{\text{dia}} \times 2$$

$$\text{Volume de água} = 69,25 \times 2 = 138,50 \text{ litros}$$

Assim obtém-se:

$$\text{Volume da solução} = 69,25 \text{ parte de dejetos} + 138,50 \text{ partes de água}$$

$$\text{Volume da solução} = 207,75 \text{ litros/dia}$$

Nesse exemplo será utilizado o tempo de retenção de 30 dias com a finalidade de se obter biofertilizante para se utilizar em atividades desenvolvidas pelo produtor e geração do biogás seguindo a tabela.

Tabela 04 – Tempo de Retenção em dias.

Função do biodigestor	Tempo de retenção
Estabilizar a matéria orgânica	50 a 60 dias
Produzir biogás	10 a 20 dias
Produzir biogás e estabilizar a matéria orgânica	30 dias

Fonte: (LUCAS JÚNIOR; SOUZA; LOPES, 2006).

O próximo passo é calcular o volume útil do tanque.

$$V_{\text{útil}} = \text{Volume da solução} * \text{Tempo de retenção} = \frac{207,75 \text{ litros}}{\text{dia}} * 30 \text{ dias}$$

$$V_{\text{útil}} = 6232,5 \text{ litros}$$

Para se obter o volume bruto do reservatório é necessário majorar o volume útil em 10% para compensar o volume da parede interna existente neste tipo de biodigestor e qualquer outra eventualidade que venha acontecer.

$$V_{bruto} = 1,1 * 6232,5 = 6855,75 \text{ litros}$$

Será adotado um reservatório de 7 m³ (7000 litros) com diâmetro interno de 1,5 metros.

Cálculo da altura do biodigestor:

$$H = \frac{4 * V}{\pi * D_i^2} = \frac{4 * 7}{\pi * 1,5^2} = 4 \text{ metros}$$

Cálculo do diâmetro do gasômetro:

$$D_g = D_i + 0,10 = 1,6 \text{ metros}$$

Cálculo do diâmetro interno superior (0,10 de folga):

$$D_{is} = D_g + 0,10 = 1,7 \text{ metros}$$

Cálculo do diâmetro externo superior (0,20 de cada tijolo):

$$D_{es} = D_{is} + 0,40 = 2,1 \text{ metros}$$

Diâmetro externo inferior:

$$D_{ei} = D_i + 0,40 = 1,90 \text{ metros}$$

Diâmetro da base:

$$D_b = D_{ei} + 0,20 = 2,1 \text{ metros}$$

O passo seguinte é dimensionar o gasômetro e para isso é necessário levar em conta o volume de biogás produzido diariamente.

Tabela 05 – Estimativa de quantidade de dejetos para gerar 1 m³ de biogás.

DEJETOS/m³ DE BIOGÁS		
Dejeto	Quantidade	Biogás produzido
Suínos	11 kg e 300 g	1 m ³
Bovinos	28 kg e 600 g	1 m ³
Aves de corte	6 kg e 400 g	1 m ³
Aves de postura	8 kg e 350 g	1 m ³

Fonte: (LUCAS JÚNIOR; SOUZA; LOPES, 2006).

De acordo com a tabela para se gerar 1m³ de biogás são necessários 11,3 Kg de dejetos de suínos. Segue os cálculos de biogás gerado na respectiva propriedade

$$V' = \frac{69,25 \text{ Kg/dia}}{11,3 \text{ Kg}} = 6,13 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Supondo que o maior índice de armazenamento ocorrerá durante a noite e considerando que este será de 50% do volume produzido diariamente, tem-se que:

$$V'_2 = 0,5 * 6,13 = 3,065 \text{ m}^3$$

Majorando o V'₂ em 10% obtém-se o volume bruto do gasômetro de 3,37 m³. Segue o cálculo da altura útil do gasômetro:

$$h_{\text{útil}} = \frac{4 * V'_2}{\pi * D_g^2} = \frac{4 * 3,37}{\pi * 1,6^2} = 1,68 \text{ metros}$$

Para a altura ociosa (h₁) será utilizado o valor de 16 centímetros, estabelecendo assim a pressão de 16 cm.c.a.

Altura do gasômetro:

$$H_g = h_1 + h_{\text{útil}} = 0,16 + 1,68 = 1,84 \text{ metros}$$

4 PRODUÇÃO DO BIOGÁS

A produção do biogás torna-se normalmente viável durante o período de 5 a 6 semanas, de acordo com a biomassa utilizada. O início do processamento do biogás ocorre por volta de 20 dias, o ideal é que não se ocupe o biodigestor nessa fase, pois isso pode vir a atrapalhar o processo retardando-o. Após os 20 dias a produção vai aumentando até chegar ao máximo na terceira semana e conseqüentemente diminuindo lentamente durante o período de fermentação (ARRUDA et al., 2002 apud NEVES, 2010, p. 26).

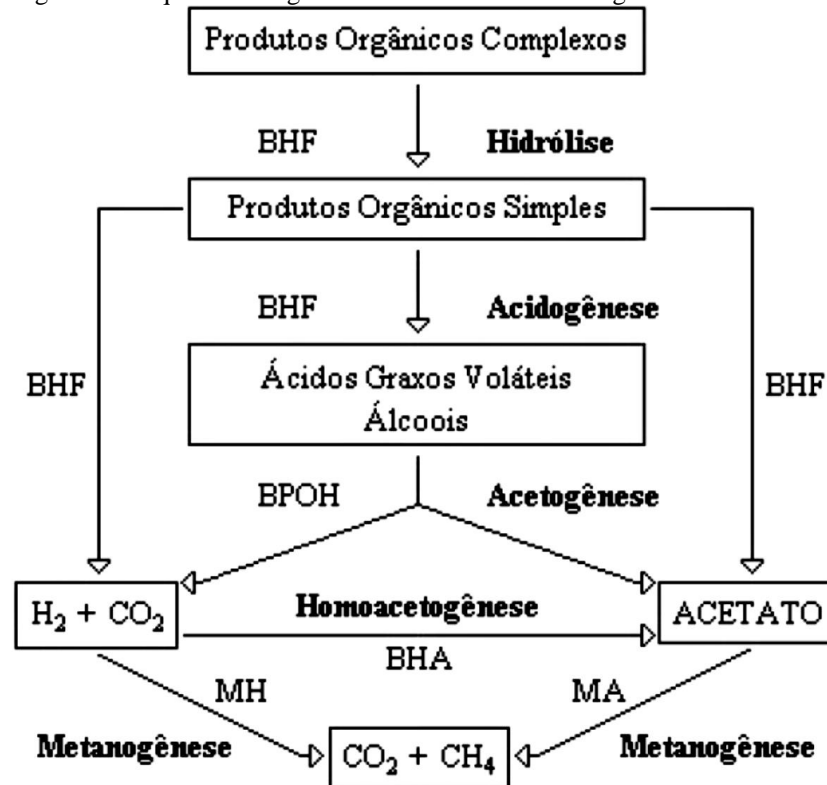
De acordo com Comastri Filho (1981 apud NEVES, 2010, p. 26) a produção inicial do biogás contém muito dióxido de carbono (CO₂), sendo totalmente inviável sua imediata utilização, isso faz com que surja a necessidade de esvaziar o gasômetro até a metade e assim eliminar grande porcentagem desse carbono através da válvula de escape, e, a partir de então, pode-se utilizar normalmente o biogás.

O substrato utilizado do biogás influencia na sua qualidade, para melhorar a produção de gás, com maior teor de metano, o substrato deve apresentar cerca de 20 a 30 vezes mais carbono do que nitrogênio, sendo que o excesso de carbono ocorrido em resíduos com muito material celulósico, até mesmo em matéria-prima rica de urina e sangue em sua composição, o biogás gerado terá alta concentração de dióxido de carbono (CO₂) e pouco metano (CH₄) (COMASTRI FILHO, 1981 apud NEVES, 2010, p. 26).

A digestão anaeróbia de biomassa, desde a hidrólise até a produção do biogás, é efetuada primeiramente por bactérias quimioheterotróficas não metanogênicas e logo em seguida por bactérias metanogênicas. Seguindo as etapas da conversão anaeróbia são encontrados quatro grupos de bactérias essenciais para a atividade: bactérias hidrolíticas, acidogênicas, acetogênicas e metanogênicas (AQUINO; CHERNICHARO, 2005 apud NEVES, 2010, p. 27).

O processo de fermentação da matéria orgânica para conversão em biogás da matéria orgânica pode se distinguir em quatro fases distintas, para a formação do metano através da digestão anaeróbia. O esquema da digestão da figura 08 demonstra as quatro fases mencionadas (MAUNOIR, 1991 apud HENN, 2005, p. 53).

Figura 08: Esquema da digestão anaeróbia da matéria orgânica.

**Onde:**

BHF - Bactérias Hidrolíticas Fermentativas

BPOH - Bactérias Produtoras Obrigatórias de Hidrogênio

BHA - Bactérias Homoacetogênicas

MH - Metanogêneas Hidrogenotróficas

MA - Metanogêneas Acetotróficas

Fonte: (MAUNOIR, 1991 apud HENN, 2005, p. 52).

✓ **Hidrólise**

Neste momento, as bactérias fermentativas secretam exo-enzimas que atuam na conversão de compostos complexos como os materiais orgânicos em compostos de menor peso molecular (VAN HAANDEL & LETTINGA, 1994 apud HENN, 2005, p. 53). A celulose, a hemicelulose, o amido, as pectinas, as proteínas e os lipídios (matérias complexas) são convertidos pelas bactérias hidrolíticas em compostos solúveis, tais como aminoácidos, peptídeos de cadeia curta, mono e dissacarídeos (MARTIN, 1985 apud HENN, 2005, p. 53).

✓ **Acidogênese**

Os compostos gerados no processo de hidrólise são metabolizados pelas bactérias fermentativas em compostos orgânicos simples como álcoois, aldeídos, cetonas e ácidos graxos de cadeia curta, CO₂ e H₂ (FOX & POHLAND, 1994 apud HENN, 2005, p.53).

✓ **Acetogênese**

Nesta fase os ácidos graxos e os álcoois são transformados em ácidos acéticos por ação das bactérias formadoras de hidrogênio (PHILIPPI, 1992 apud HENN, 2005, p. 54). Neste processo de decomposição ocorre simultânea liberação de hidrogênio, gás carbônico e ácidos acéticos.

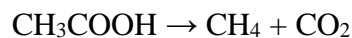
A decomposição dos produtos da acidogênese nesta etapa é de grande importância para a geração metano, por impedir o acúmulo de ácidos graxos voláteis e gerar o ácido acético.

✓ **Metanogênese**

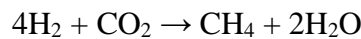
Fase na qual ocorre ação das bactérias metanogênicas que convertem ácidos orgânicos simples em metano e CO₂, com período de duração de dez dias a 20°C.

O metano é produzido pelas bactérias acetotróficas a partir da descarboxilação do ácido acético ou pelas bactérias hidrogenotróficas a partir da redução do dióxido de carbono (CO₂).

Reação de descarboxilação para formação de metano (CH₄):



Reação de redução do dióxido de carbono para formação de metano (CH₄)



4.1 Biomassa como substrato para biodigestores

Qualquer material que possa sofrer a decomposição por meio de causas biológicas, pela ação de diferentes tipos de bactérias é chamado de biomassa. De acordo com este critério pode-se considerar como biomassa as plantas, restos de animais, matérias orgânicas provenientes de indústrias alimentícias e outras indústrias, restos de supermercados e feiras em geral, dejetos humanos e de animais, entre outros (GASPAR, 2003 apud NEVES, 2010, p.14).

Um dos cuidados ao se utilizar a biomassa para abastecer o biodigestor, é atentar na mistura do substrato com volume de água compatível para diluição, quando realizado corretamente garante o fluxo normal de carga e descarga nos digestores de carregamento contínuo, bem como a produção normal de biogás (BARREIRA, 1993 apud NEVES, 2010, p. 24).

4.2 Parâmetros importantes para produção do biogás

Devem ser considerados parâmetros importantes para se obter um biogás com alto teor de metano, produzido de forma eficiente, seguem em sequencia os parâmetros (ARRUDA et al., 2002 apud NEVES, 2010, p. 29).

✓ TEOR DE ÁGUA:

A diluição da biomassa deve ser feita na proporção adequada, esta proporção varia de acordo seu tipo, normalmente encontra-se em torno de 1:1 a 1:2.

O excesso ou a falta da água são prejudiciais ao sistema, podendo vir a atrapalhar o processo da hidrólise ou ocasionar o entupimento na tubulação de carga ou descarga.

✓ CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES:

A concentração de metano no biogás é influenciada diretamente pela porcentagem dos nutrientes componentes dos substratos. A proporção de carbono com relação ao nitrogênio deve ser mantida entre 20:1 e 30:1, ou seja, para cada parte de nitrogênio deve conter de 20 a 30 partes de carbono.

O excesso de nitrogênio pode levar a má formação do biogás, originando os compostos nitrogenados, como a amônia (NH_3), componentes do produto final.

✓ PH:

O ph no interior da câmara de biodigestão deve permanecer entre os valores de 6 e 8, tendo como ideal o 7 (ambiente neutro). Alterações fora desse parâmetro afetarão as bactérias envolvidas no processo prejudicando diretamente a decomposição dos substratos.

✓ TEMPERATURA:

Um dos elementos variantes mais importantes é a temperatura, por estar diretamente ligada com o desenvolvimento das bactérias metanogênicas e conseqüentemente com a produção de gás, para melhor produção deve-se manter a temperatura entre 35 a 45°C.

Para estabelecer as condições ideais, deve estudar a cultura de bactérias com que se pretende trabalhar, os grupos de bactérias como as termofílicas, mesofílicas ou psicofílicas apresentam necessidades diferentes umas das outras, considerar também as condições do local.

✓ TEMPO DE RETENÇÃO:

Os diferentes substratos exigem diferentes tempos de acondicionamento para a obtenção do biogás, podendo variar de reação para reação.

Para se obter o biogás e o biofertilizante como produtos finais, o tempo de retenção é de normalmente de 30 a 45 dias dependendo da biomassa.

✓ SUBSTÂNCIAS TÓXICAS:

Faz-se necessário o cuidado com o uso de bactericidas, desinfetantes e antibióticos nas instalações onde são confinados os animais, os estes podem contaminar os dejetos intoxicando o sistema.

4.3 Biogás no Brasil

O Brasil possui um grande potencial para geração do biogás, é um país de clima favorável à produção do gás, possui abundância em substratos, deveria aproveitar mais esse recurso e contribuir menos na emissão de gases agravadores do efeito estufa. O metano liberado diariamente na atmosfera deveria ser aproveitado como fonte de energia limpa (HENN, 2005).

Atualmente, a fonte de energia principal no Brasil é proveniente de recursos hídricos, deveria investir mais no biogás como fonte de energia, por dispor de condições climáticas favoráveis e quantidade expressiva de biomassa para explorar esse amplo mercado, deixando de esgotar os recursos de rios nacionais.

Segue, em sequencia, relação entre o biogás e outros combustíveis.

Tabela 06 – Biogás X Outros Combustíveis.

Volume de biogás	Equivale a
1 m ³ de biogás	1,8 kg de lenha seca
	910 ml de álcool
	610 ml de gasolina
	570 ml de querosene
	550 ml de óleo diesel
	450 g de gás GLP

Fonte: (LUCAS JÚNIOR; SOUZA; LOPES, 2006).

5 ENERGIA PRODUZIDA A PARTIR DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Um projeto bem sucedido de energia renovável é a utilização dos dejetos de esgoto urbano para gerar energia, o projeto inovador e em fase avançada está sendo implantado pela Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Ouro Verde, em Foz do Iguaçu, está se destacando e já é referência para pesquisadores, universitários e técnicos de empresas de saneamento do Brasil, e até mesmo para outros países. Este processo de produção de energia limpa na ETE Ouro Verde consiste na utilização do gás metano, subproduto do tratamento de esgoto, para a geração de energia, assim, todo esgoto doméstico produzido por cerca de 17.550 pessoas é convertido em energia elétrica.

Na estação de Ouro Verde produz anualmente cerca de 18 mil metros cúbicos de metano por ano, utilizado para gerar energia elétrica como resultado da digestão anaeróbia do esgoto doméstico. O procedimento de produção energético da ETE Ouro Verde é constituído de coleta, filtração e armazenamento do biogás e de geração de energia elétrica, gerando assim cerca de 16.000 kWh/ano.

A Sanepar além de produzir sua própria energia ainda disponibiliza o restante de energia de sua produção na rede de baixa tensão da Companhia Paranaense de Energia (Copel), já que a energia produzida pelo sistema é maior do que a demanda energética da estação. A autorização do uso desse excedente está na Resolução da Aneel nº 1.482, de 29 de julho de 2008.

A produção da ETE chega a 1.500 quilowatts/hora por mês, equivalente ao consumo anual de cinco residências. Com isso todo o sistema da ETE de Ouro Verde funciona com a energia produzida pelo biogás, consome 68 kW/h por mês em todos os seus processos. Com isso cerca de 1,5 tonelada de gás metano deixou de ser lançada, por ano, no meio ambiente.

A Sanepar tem a intenção de levar a experiência da ETE Ouro Verde para as outras 228 estações de tratamento operadas pela Sanepar atualmente em todo Paraná. Dessas, 199 utilizam o sistema de gestão anaeróbia gerando gás metano com potencial de gerar energia elétrica. Processando 250 toneladas de matéria orgânica, que deixam de ser lançadas aos rios. Ao implantar este método em todas suas estações a Sanepar irá gerar com o esgoto 11 milhões de metros cúbicos de gás metano ao ano, que são atualmente queimados nas ETEs para não contaminar o ambiente. Estima-se assim que, todo este metano convertido em energia elétrica, poderá gerar cerca de 10 GW de energia por ano, o equivalente a um terço do que a Sanepar gastou com energia elétrica na coleta e tratamento de todo o esgoto em 2008. Oferecendo uma grande economia de energia em seu orçamento.

6 TRATAMENTO DE ESGOTO EM VARGINHA

A Copasa é a empresa responsável pelo tratamento de águas e esgoto de Varginha e de toda Minas Gerais que visa melhorar a infraestrutura e as condições de saúde no Estado.

O tratamento dos esgotos é composto por processos sequenciais empregados para a remoção de substâncias indesejáveis, ou pelo menos transformá-las em outras aceitáveis.

O nível e a eficiência do tratamento, pela remoção dos poluentes, estão associados ao padrão de qualidade ditado pela legislação vigente.

Os níveis de tratamento podem ser classificados como: preliminar, primário, secundário e terciário.

- ✓ **Tratamento preliminar:** Efetuado por meio de mecanismos físicos e tem como objetivo a remoção de sólidos grosseiros e de areia;
- ✓ **Tratamento primário:** Para remoção de sólidos flutuante, como graxa e óleo, sólidos em suspensão e parte da matéria orgânica, ocorre por meio de mecanismos físicos também.
- ✓ **Tratamento secundário:** Realizado predominantemente pelos mecanismos biológicos, para a remoção de matéria orgânica e eventualmente nutrientes (nitrogênio e fósforo).
- ✓ **Tratamento terciário:** Objetiva complementar o tratamento secundário e remoção de poluentes específicos.

Na cidade de Varginha, todo esgoto coletado é tratado, existem três ETE's localizadas em pontos estratégicos do município para garantir a qualidade dos serviços prestados, sendo a

primeira localizada no bairro Santana, outro no São José e a terceira próxima a empresa Wallita.

7 POTENCIAL GERADOR DE BIOGÁS DE VARGINHA

Foi realizada uma pesquisa com o intuito de levantar dados referente ao volume de esgoto tratados nas ETE's e do quantitativo de bovídeos existentes nas propriedades rurais de Varginha.

A primeira etapa foi solicitar a empresa Copasa que respondesse um questionário para fornecer os dados importantes para esse levantamento. Seguem, em sequencia, as perguntas realizadas e as respectivas respostas obtidas pela empresa, que graças à boa vontade do funcionário Flávio Gomes foi possível obtê-las .

- Qual o volume de esgoto coletado em Varginha?

O volume gira em torno de 320 l/s.

- Quantas e quais são as ETE em Varginha?

São 03 unidades, a ETE Santana, a São José e a Wallita.

- Qual o volume de esgoto coletado por cada ETE?

ETE Santana aproximadamente 60 %.

ETE São Jose aproximadamente 40 %.

ETE Wallita 100 % do complexo industrial Claudio Galvão Nogueira (Wallita).

- Qual tipo e ciclo de tratamento de cada ETE?

ETE Santana e São Jose Tratamento Biológico, anaeróbios do tipo RAFA (Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente).

ETE Wallita misto aeróbio e anaeróbio.

- Existe algum reaproveitamento dos gases gerados nos tratamentos de esgoto?

No momento os gases são queimados, existem estudos para reaproveitamento ainda não concluídos.

- Qual destino dos resíduos após tratamento?

Após desidratado no leito de secagem o lodo é depositado no aterro na própria ETE.

Outra pesquisa quanto ao quantitativo de bovídeos existentes em Varginha foi realizada no Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), sendo obtido um valor de 17756 bovídeos, dentre eles 17669 são bovinos e 87 bubalinos.

Varginha, município localizado no sul do estado de Minas Gerais, tem uma população de 123081 habitantes (IBGE, 2010), possui um grande potencial quanto à geração do biogás e de acordo com dados obtidos, pode-se fazer uma estimativa deste potencial.

Se considerar o projeto da ETE de Ouro Verde como referencial, que possui uma vazão máxima de 70 litros por segundo e gera cerca de 18000 m³ de metano por ano, estima-se que Varginha que tem uma vazão de 120 litros por segundo possa gerar 30000 m³ de metano.

Analisando o potencial da zona rural, deve se levar em conta o tipo de manejo do gado, um bovívdeo de corte normalmente gera 24 kg de dejetos por dia e quando sistema intensivo pode vir a gerar ate 40 kg por dia de dejetos. Considerando que a maioria dos bovídeos, do município, são criados em sistemas semi-intensivos, deve-se considerar os 24 kg no cálculo. Com a população de 17756 bovídeos, num ano serão produzidos aproximadamente 150 milhões de quilogramas de dejetos. Segundo a Tabela 04, 28,6 kg são capazes de emitir 1 m³ de biogás, sendo assim por meio dos restos dos bovídeos, Varginha tem potencial de produzir cerca de 5 milhões de metros cúbicos por ano.

Como se pode ver, Varginha tem um grande potencial que não é aproveitado, um total de aproximadamente de 5030000 m³ de biogás por ano, que se bem empregado para geração de energia elétrica, por exemplo, poderia gerar cerca de 300000 KW/h por mês.

CONCLUSÃO

As atividades do homem no planeta tem afetado seu ciclo natural, já está na hora de mudar a maneira de pensar e de agir para reverter esta situação ou pelo menos estabilizar para que não agrave ainda mais a situação do planeta.

Uma das maneiras existentes para minimizar a emissão de gases que aumentam o aquecimento global é a utilização do metano, principal elemento constituinte do biogás, para geração de energia elétrica na substituição do GLP-Gás liquefeito de petróleo (gás de Cozinha), entre outras atividades, aplicando esta fonte de energia limpa no lugar de outras.

A partir do levantamento do potencial de Varginha realizado neste trabalho fica de sugestão a criação de um trabalho com intuito de sugerir uma adaptação ao sistema de tratamento de esgoto, podendo seguir o exemplo de Ouro Verde, com a finalidade de se obter energia elétrica, reduzir as emissões de metano, e ainda a realização da higienização do produto obtido após a decomposição para posterior aplicação na agricultura.

Deveria haver maior incentivo do governo com relação a esta fonte de energia, incentivando pesquisas de desenvolvimento de aparelhos próprios para funcionar quando abastecido com o biogás, orientando os produtores rurais, pequenos e grandes desvantagens de como construir um biodigestor através de cursos e panfletos e incentivar as ETE's a seguir o exemplo da ETE de Ouro Verde, com a finalidade de aproveitar esse potencial de biogás.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Manual Brasileiro de Boas práticas agropecuárias na produção de suínos** / Elaboração de conteúdo técnico Alexandre César Dias... [et al.]. Brasília, DF: ABCS; MAPA; Concórdia: Embrapa suínos e aves, 2011. 140 p.; 29,7 cm.

CASSINI, Sérgio Túlio. **Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás**. Editora: Vida e Consciência, 2003. Rio de Janeiro. 210p.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS – COPASA MG. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br>>. Acessado em 09 de Setembro de 2012.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ – SANEPAR 1963 – 2012. Disponível em: <http://educando.sanepar.com.br/ensino_superior/energia-produzida-partir-de-esta%C3%A7%C3%A3o-de-tratamento-de-esgoto>. Acessado em 03 de Setembro de 2012.

DEGANUTTI, R. et al. **Biodigestores rurais**: modelo indiano, chinês e batelada. In: 40 encontro de energia meio rural. São Paulo, 2002. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. UNESP. São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2002/pdf/0004.pdf>>. Acessado em 05 de Setembro de 2012.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO. **Biodigestores**. Instituto de Tecnologia – it 136 e 137. Energia na Agricultura I e II. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/search?q=Metano%20Biodigestor%20Energia%20Biog%E1s%20Engenharia%20Agr%EDcola+Universidade%20Federal%20Rural%20do%20Rio%20de%20Janeiro>>. Acessado em 04 de Setembro de 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Meio ambiente, recursos genéticos e recursos naturais**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/>>. Acessado em 20 de Setembro de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acessado em: 17 de Setembro de 2012.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA – IMA. **Relatório de vacinação contra febre aftosa de bovídeos referente a campanha de maio de 2012**.

GORE Jr., A. A. **Uma verdade inconveniente**: o que você precisa saber (e fazer) sobre o aquecimento global. [tradução Isa Mara Lando] - Barueri, SP: Editora Manole, 2006. 328p. **An Incovenient Truth**. Dirigido por Davis Guggenheim. Produzido por Lawrence Bender, Scott Burns, Laurie Lennard e Scott Z. Burns. Elenco: Albert Arnold Gore Júnior. Estados Unidos: Lawrence Bender Productions / Participant Productions, 2006. Filme (100 min), DVD, color, 35 mm.

LOPES, Alexandre de Oliveira et al. **Produção de metano em estações de tratamento de esgotos e co-geração de energia elétrica:** Um estudo de caso na ETE em Passos – MG. UNIFEI. Itajubá-MG.

LUCAS JÚNIOR, Jorge de; SOUZA, Cecília de Fátima; LOPES, José Dermeval Saraiva. **Construção e operação de biodigestores.** Viçosa/MG, CTP, 2006. 158p.

MATTOS, Luis Cláudio; FARIAS JÚNIOR, Mário. **Manual do biodigestor sertanejo.** Projeto Dom Helder Câmara, 2011. Recife. Disponível em: <www.projetodomhelder.gov.br>. Acesso em 03 de Setembro de 2012.

NEVES, VERA L. V. **Construção de biodigestor para produção de biogás a partir da fermentação de esterco bovino.** Araçatuba, 2010. Faculdade de Tecnologia de Araçatuba. Disponível em: <<http://www.fatecaracatuba.edu.br/suporte/upload/Biblioteca/BIO%2017701020005.pdf>>. Acessado em 20 de Setembro de 2012.

PARIS, Camila Manhas. **Implantação de biodigestor e produção de biofertilizante.** Araçatuba/SP. Fatec, 2010. Disponível em: <<http://www.fatecaracatuba.edu.br/suporte/upload/Biblioteca/BIO%2017701020009.pdf>>. Acessado em 09 de Setembro de 2012.

OLIVEIRA, Elvira de. **Ciência e Tecnologia.** Editora: Klick editora, 1996. São Paulo.

OLIVER, A. P. M. et al. **Manual de treinamento em biodigestão.** Disponível em: <<http://wp2.oktiva.com.br/ider/files/2010/01/16.Manual-de-Treinamento-em-Biodigestao.pdf>>. Acessado em 03 de Setembro de 2012.