



2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
22 a 26 de Outubro de 2012



Gestão Ambiental: Análise de viabilidade e dimensionamento de um biodigestor para geração de energia elétrica e biofertilizante

Andre Cristiano Pederiva (FAHOR) ap000739@fahor.com.br

Thiago Rafael Spillari (FAHOR) ts000698@fahor.com.br

Anderson Dal Molin (FAHOR) molinandersond@fahor.com.br

Édio Polacinski (FAHOR) polacinskiedio@fahor.com.br

Resumo

A instalação de biodigestores em propriedades rurais está sendo valorizada nos últimos anos, devido as novas políticas ambientais que estão sendo adotadas pelos governos, bem como as vantagens econômicas que podem ser alcançadas com o uso destes na geração de energia térmica e elétrica, geração de biofertilizantes e possível venda de créditos de carbono. Neste contexto destaca-se que o objetivo do presente trabalho é analisar a viabilidade de instalação de um Biodigestor de modelo indiano em uma propriedade rural, para geração de energia elétrica, térmica e produção de biofertilizantes. Este trabalho se caracteriza por ser um estudo de caso pelo fato de ser baseado em pesquisa de natureza qualitativa, classificada também como exploratória e descritiva, onde foram coletadas informações de uma propriedade rural de Independência-RS, que possui criação de bovinos de corte. Como principais resultados destaca-se a identificação da necessidade energética diária, volume de gás necessário e levantamento de dados para o dimensionar o referido biodigestor.

Palavras-chave: Gestão Ambiental; Biodigestor; Análise de Viabilidade; Geração de Energia.

1. Introdução

A constante emissão de gases causadores de efeito estufa, e a melhor utilização dos recursos energéticos estão sendo encarados com maior seriedade pela sociedade e governos, isso exige estudos que refletem o aparecimento de novas tecnologias energéticas.

O biodigestor é uma tecnologia já existente de grande potencial tanto na proteção ao meio ambiente quanto como fonte alternativa de energia. Sendo um equipamento capaz de criar o ambiente propício para a ação das bactérias metanogênicas, que realizam um processo natural de decomposição dos resíduos orgânicos cujos produtos resultantes são biofertilizantes e biogás (FARRET, 1999; NOGUEIRA, 1986).



2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
22 a 26 de Outubro de 2012



O estrume produzido pelos animais tem poder poluente de 4 a 5 vezes maior do que o homem, devido ao lançamento indiscriminado desses dejetos em rios, lagos e solo causa desconforto e doenças à população, além de degradar o meio ambiente através de poluição dos leitos de água e saturação dos solos pelos componentes químicos presentes (EMBRAPA, 2000).

Tendo em vista estes dados pode-se entender que o tratamento destes resíduos torna-se indispensável para a criação de animais, sendo que além de proteger o meio ambiente, se consegue uma fonte alternativa de energia, obterem algum retorno financeiro pela venda de créditos de carbono (ESA, 2007).

Neste contexto o artigo foi elaborado com o objetivo de analisar a viabilidade de construção de um biodigestor modelo indiano, para geração de energia elétrica para alimentar uma propriedade rural, e conseqüentemente a geração de adubo.

O estudo foi realizado em uma propriedade rural no município de Independência – RS, sendo que o principal fator analisado foi verificar se a quantidade de bovinos existentes na propriedade, será suficiente para gerar a quantidade de matéria prima necessária para o correto funcionamento do biodigestor.

2. Revisão da Literatura

2.1 Biodigestor

O biodigestor é definido como um reservatório “câmara de fermentação” fechada, onde a matéria orgânica “biomassa”, sofre digestão por bactérias anaeróbias, na ausência total de oxigênio. A ação de decomposição da biomassa, pelas bactérias metanogênicas, é um processo natural de decomposição dos resíduos orgânicos cujos produtos são biogás e biofertilizante, tal processo pode apresentar vantagens às propriedades rurais nas áreas de geração de energia e preservação ambiental (FARRET, 1999; NOGUEIRA, 1986).

Segundo Gaspar, 2003 existem vários tipos de biodigestores, porém os mais difundidos são chineses e indianos. Cada um possui sua peculiaridade, porém ambos têm como objetivo criar condição anaeróbica, ou seja, total ausência de oxigênio para que a biomassa seja completamente degradada.

Sendo assim a finalidade dos biodigestores é criar um ambiente ideal para o desenvolvimento da cultura microbiana, responsável pela digestão anaeróbica da biomassa (COMASTRI FILHO, 1981).

2.1.1 Histórico

O uso de biodigestores difundiu-se através de varias pesquisas, após a descoberta do gás metano, gerado pela decomposição de restos vegetais confinados. Sendo então criado em 1939 na cidade de Kampur, na Índia, o



2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
22 a 26 de Outubro de 2012



Instituto Gobár Gás (Instituto de Gás de Esterco), foi onde surgiu à primeira usina de gás de esterco, e seu objetivo principal era tratar os dejetos animais, obter biogás e aproveitar o biofertilizante. Após a utilização do biogás na Índia, como fonte de energia, levou a China motivou-se a adotar tal tecnologia a partir de 1958, e em 1972, já possuíam aproximadamente 7,2 milhões de biodigestores em atividade (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2008).

Com a chegada da crise energética em 1973, a implantação de biodigestores passou a ser interessante para países ricos e terceiro mundo, mas onde a tecnologia mais cresceu foi na China e na Índia (GASPAR, 2003).

No Brasil os biodigestores também chegaram junto com a crise energética, com base em um relatório técnico da FAO, a Emater instalou em novembro de 1979, o primeiro biodigestor modelo chinês, na Granja do Torto em Brasília (PALHARES, 2008).

No ano de 1979 com a crise do petróleo, o governo buscou a substituição e conservação de derivados de petróleo estimulando a instalação de biodigestores. O governo criou programas de incentivo à implantação deste equipamento em fazendas. Na época, cerca de sete mil biodigestores foram instalados, mas problemas operacionais levaram muitos pecuaristas a abandonar, anos depois a tecnologia (REVISTA DA TERRA, 2007).

2.1.2 Biodigestor Indiano

O uso de biodigestores não é recente, em 1900, na cidade de Bombain, havia biodigestores em funcionamento, conferindo a Índia o pioneirismo na produção biogás em grande escala (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. Possui pressão de operação constante, ou seja, à medida que o volume de gás produzido não é consumido de imediato, o gasômetro tende a deslocar-se verticalmente, aumentando o volume deste, portanto, mantendo a pressão no interior deste constante. O fato de o gasômetro estar disposto ou sobre o substrato ou sobre o selo d'água, reduz as perdas durante o processo de produção do gás (DEGANUTTI et al., 2002)

Na Figura 1 pode-se ver um vista em 3D de como é construído o modelo indiano.



2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
22 a 26 de Outubro de 2012

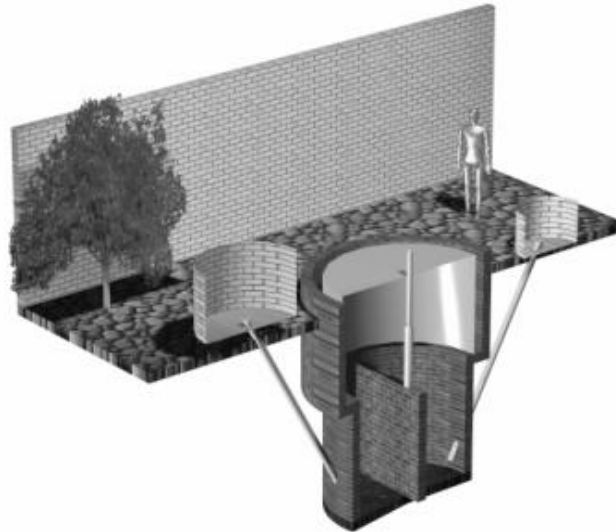


Figura 1 – Vista em 3D, do biodigestor modelo indiano. Fonte: Deganutti et al., (2002)

A Figura 2, mostra a vista frontal em corte do biodigestor modelo indiano, apresentando os elementos fundamentais para sua construção.

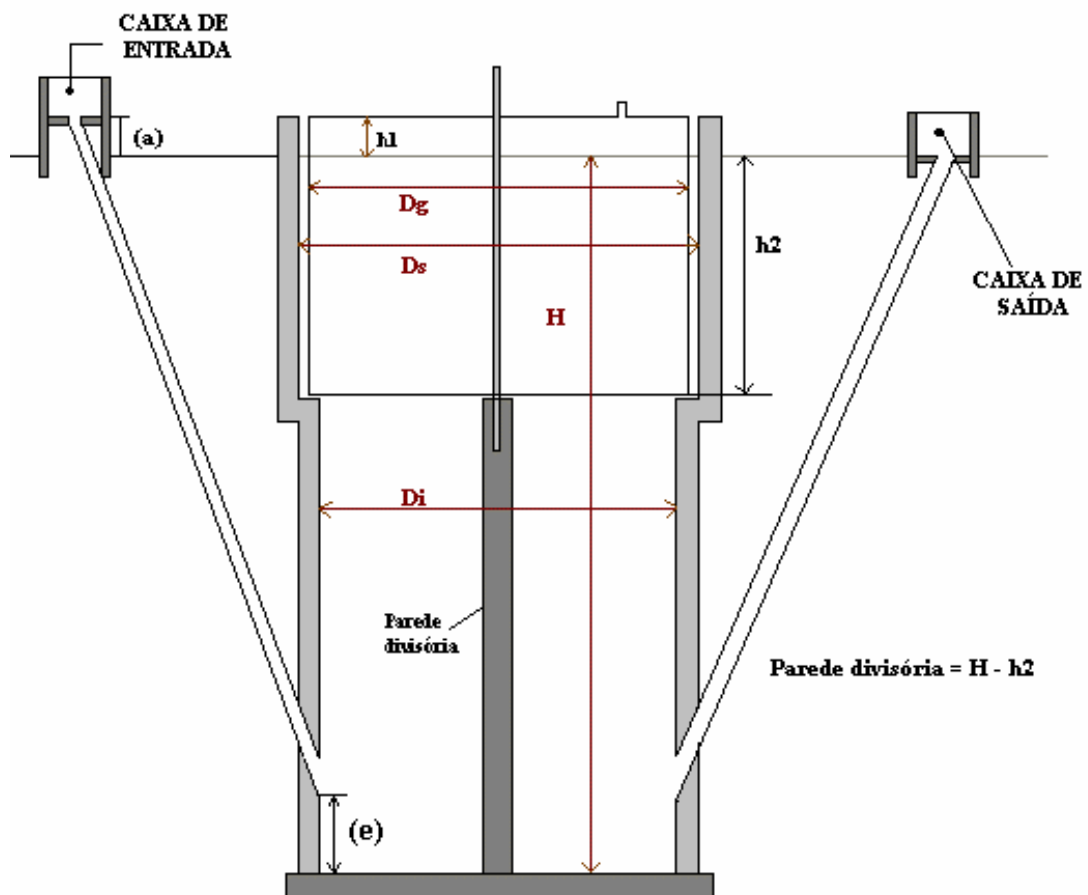


Figura 2 - Biodigestor modelo Indiano Fonte: Deganutti et al., (2002)



Segundo Deganutti *et al.*, (2002) pode-se definir observando a Figura 2 que:

- H - é a altura do nível do substrato;
- D_i - é o diâmetro interno do biodigestor;
- D_g - é o diâmetro do gasômetro;
- D_s - é o diâmetro interno da parede superior;
- h_1 - é a altura ociosa (reservatório do biogás);
- h_2 - 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.

2.1.3 Biodigestor 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 (LIMA, 2008).

O modelo Chinês de biodigestor é formado por uma câmara cilíndrica em alvenaria para a fermentação, com teto abobado, impermeável, destinado ao armazenamento do biogás. Este biodigestor funciona com base no princípio de prensa hidráulica, de modo que aumentos de pressão em seu interior resultantes do acúmulo de biogás resultarão em deslocamentos do efluente da câmara de fermentação para a caixa de saída, e em sentido contrário quando ocorre descompressão.

O modelo Chinês é constituído quase que totalmente em alvenaria, dispensando o uso de gasômetro em chapa de aço, reduzindo os custos, contudo pode ocorrer problemas com vazamento do biogás caso a estrutura não seja bem vedada e impermeabilizada. Neste tipo de biodigestor uma parcela do gás formado na caixa de saída é libertado para a atmosfera, reduzindo parcialmente a pressão interna do gás, por este motivo as construções de biodigestor tipo chinês não são utilizadas para instalações de grande porte (DEGANUTTI *et al.*, 2002).

Na Figura 3 pode-se ver um vista em 3D de como é construído o modelo Chinês.



2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
22 a 26 de Outubro de 2012

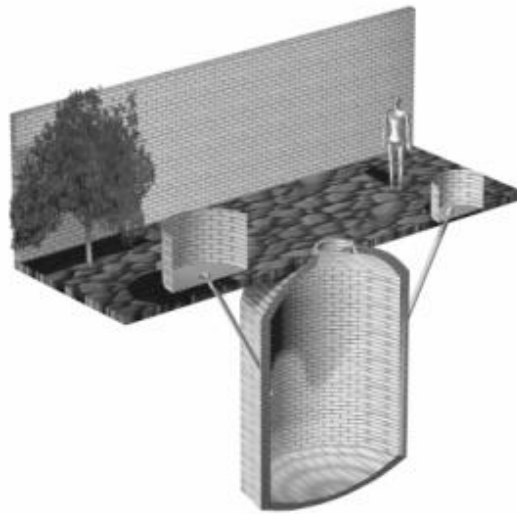


Figura 3 – Vista 3D, em corte, do biodigestor modelo indiano Fonte: Deganutti et al., (2002)

A Figura 4, mostra a vista frontal em corte do biodigestor modelo chinês, apresentando os elementos fundamentais para sua construção.

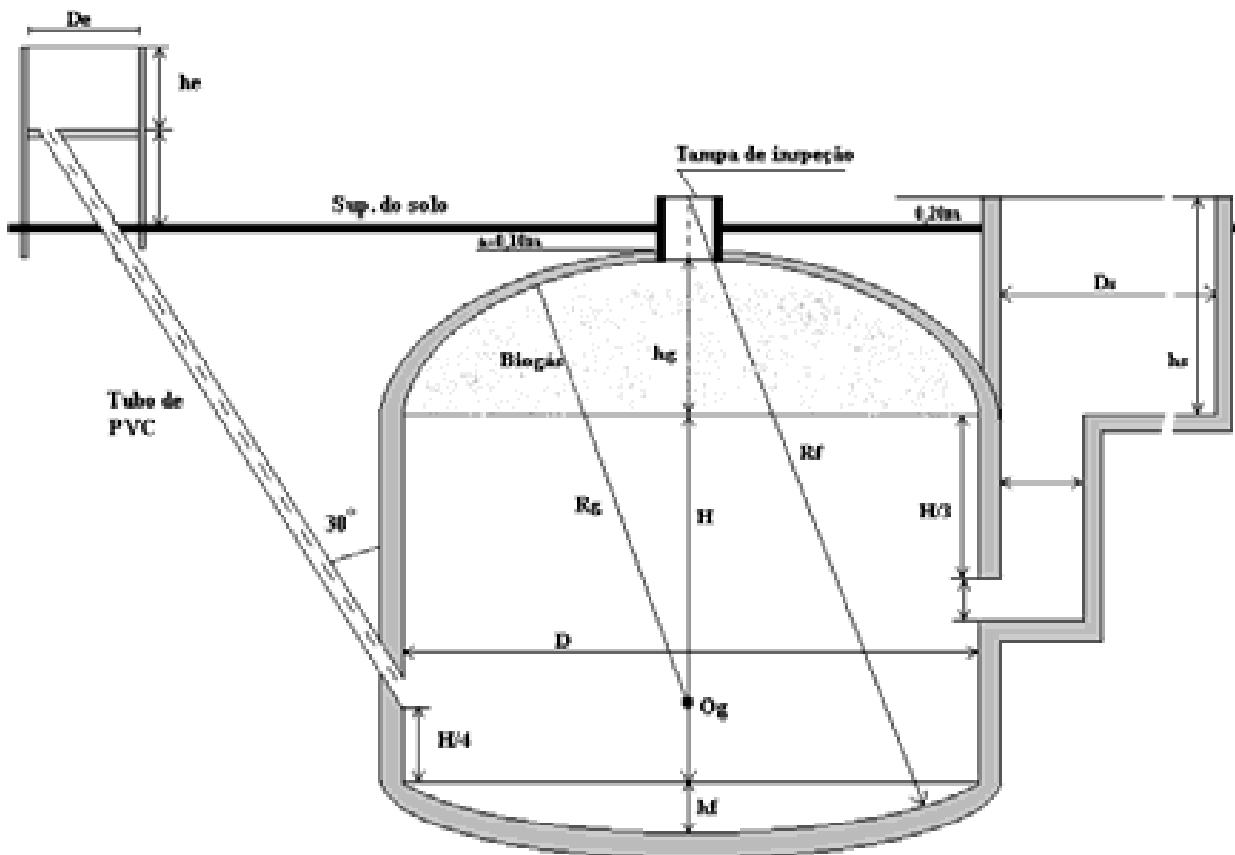


Figura 4 - Biodigestor modelo Chinês Fonte: Deganutti et al., (2002)



Segundo Deganutti et al., (2002) pode-se definir observando a Figura 4 que:

- D - é o diâmetro do corpo cilíndrico;
- H - é a altura do corpo cilíndrico;
- Hg - é a altura da calota do gasômetro;
- hf - é a altura da calota do fundo;
- Of - é o centro da calota esférica do fundo;
- Og - é o centro da calota esférica do gasômetro;
- he - é a altura da caixa de entrada;
- De - é o diâmetro da caixa de entrada;
- hs - é a altura da caixa de saída;
- Ds - é o diâmetro da caixa de saída;
- A - é o afundamento do gasômetro.

2.2 Biogás

No Brasil, os biodigestores rurais vêm sendo utilizados, principalmente, para saneamento rural, tendo como subprodutos o biogás e o biofertilizante.

O biogás é um combustível gasoso com um conteúdo energético elevado semelhante ao gás natural, composto, principalmente, por hidrocarbonetos de cadeia curta e linear. Pode ser utilizado para a geração de energia elétrica, térmica ou mecânica em uma propriedade rural, contribuindo para a redução dos custos de produção. O desenvolvimento de tecnologias para o tratamento e utilização dos resíduos é o grande desafio para as regiões com alta concentração de produção agropecuária, em especial suína e aves (LUCAS JR., 2006).

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 $0,55 \text{ kg/m}^3$, menor que a massa específica do ar ($1,2 \text{ kg/m}^3$). Vazamentos em locais fechados expõem o organismo humano ao risco de asfixia (NOGUEIRA, 1986).

2.3 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, este material apresenta alta qualidade para o uso agrícola. Esse efluente tem grande quantidade de nutrientes, é utilizado, como orgânico, nas lavouras nos sistemas de irrigação. O biofertilizante não possui odores desagradáveis, característicos dos dejetos que abastecem o biodigestor, é isento de micro-organismos patogênicos e no



solo favorece a multiplicação de bactérias que fixam o nitrogênio. Contribuindo assim para aumentar a produtividade e fertilidade dos solos (SGANZERLA, 1983).

2.4 Sistema de Gestão Ambiental

Segundo ABNT (2006), o Sistema de Gestão Ambiental é a parte de um sistema de gestão da organização voltada para desenvolver e programar sua Política Ambiental e gerenciar seus aspectos ambientais. Esse sistema deve ser bem estruturado e integrado com os objetivos da organização, e deve ter o comprometimento de todos os níveis e funções da organização. Corazza (2003) complementa ainda que o sucesso na implementação de um sistema de gestão ambiental demanda que sejam tomadas decisões nos níveis hierárquicos mais elevados da organização, enviando uma clara mensagem à empresa de que se trata de um compromisso corporativo.

O tratamento da questão ambiental através de um sistema fornece para a organização uma estrutura procedimental capaz de levar efetividade a suas ações ecológicas (SEIFFERT, 2005). Portanto, a elaboração e implementação de um sistema de gestão ambiental (SGA) se constitui em ferramenta estratégica para que consiga, de forma contínua, reduzir os impactos de atividades sobre o meio ambiente, e possa usufruir das vantagens competitivas (KITAZAWA; SARKIS, 2000).

2.5 Biodigestor e o Meio Ambiente

Até meados dos anos 70, os dejetos dos suínos não eram constituídos como fator preocupante para o meio ambiente devido a baixa criação de animais confinados e o solo era capaz de absorver os dejetos produzidos. Já com o desenvolvimento da suinocultura e com a criação de animais confinados trouxe uma produção em grande quantidade de dejetos que pela falta de tratamento adequado se transformou na maior fonte poluidora dos mananciais de água (EMBRAPA, 2000).

Os dejetos produzidos pelos suínos tem poder poluente de 4 a 5 vezes maior do que o homem, tendo uma produção diária muito grande de dejeções, compostas por esterco, urina, desperdícios de água de bebedouros ou limpeza, resíduos de rações, etc,.. Devido ao lançamento indiscriminado desses dejetos em rios, lagos e solo causa desconforto e doenças à população, além de degradar o meio ambiente através de poluição dos leitos de água e saturação dos solos pelos componentes químicos presentes no dejetos (EMBRAPA, 2000).

Tendo em vista estes dados pode-se entender que o tratamento destes resíduos torna-se indispensável para a realização dessa atividade, sendo que além de proteger o meio ambiente, se consegue uma fonte alternativa de energia, obterem algum retorno financeiro pela venda de créditos de carbono, com a utilização dos biodigestores (ESA, 2007).



2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
22 a 26 de Outubro de 2012



3. Métodos e Técnicas

Este artigo caracteriza-se como estudo de caso, por considerar apenas uma unidade de análise, no caso uma propriedade rural, no município de Independência. Neste sentido, conforme Gil (2002), estudo de caso é um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

Este estudo também de acordo com Lakatos e Marconi (2001), o trabalho é caracterizado por ser descritivo, quando busca descrever sistematicamente uma área de interesse ou fenômeno. Mas pode ser também definido como exploratório, pois procura em sua fase inicial, entender um fenômeno, para depois, poder explicar suas causas e consequências (GIL, 1999).

A pesquisa ainda tem a características qualitativas também são encontradas no trabalho, que de acordo com Mattar (1999), identifica a presença ou ausência de algo, não tendo a preocupação de medir o grau em que algo está presente.

Se referindo ao processo de pesquisa, a técnica de estudo de caso, foi utilizada para a realização do trabalho, que conforme Gil (1999), apresenta como objetivo a análise profunda e exaustiva de uma, ou poucas questões, visando permitir o seu conhecimento amplo e detalhado.

No que se refere aos procedimentos metodológicos, quanto aos tipos de dados, Chizzotti (1995), evidencia-se que os dados foram coletados seguindo as respectivas etapas: reunião de dados diante de documentações variadas e entrevistas pessoais. Aonde, eles foram considerados da seguinte forma:

a) Os dados primários foram coletados por meio da realização de diversas entrevistas não estruturadas-dirigidas, com o proprietário da propriedade rural (CHIZZOTTI, 1995);

b) Os dados secundários foram obtidos através de pesquisa bibliográfica e documentação temática, que são documentos e publicações especializadas, provenientes de materiais informativos já disponíveis para a fundamentação teórica (GODOY, 1995). Sendo a pesquisa bibliográfica e a documentação temática extraída de artigos acadêmicos, livros, manuais e sites da internet especializados no tema.

E finalizando os dados coletados tiveram sua análise feita pela técnica de análise de conteúdo (MINAYO et al., 1994; BARDIN, 1977).

4. Resultados e discussões

O presente trabalho foi realizado em uma propriedade rural localizada no município de Independência-RS, sendo que, o primeiro passo foi realizar uma visita à propriedade, e posterior entrevista com o proprietário com o intuito de estipular necessidade energética diária, e a quantidade média mensal de animais existentes na mesma, a fim de se ter uma média mensal de esterco produzido.



2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
22 a 26 de Outubro de 2012



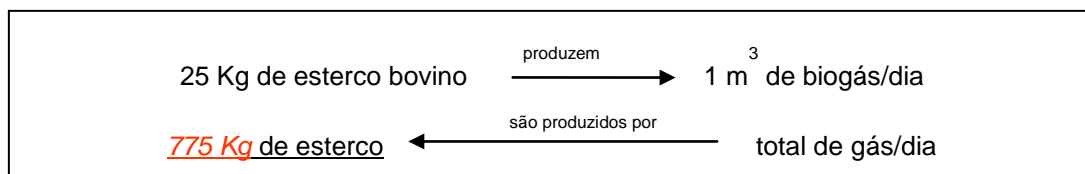
O cálculo para obter a quantidade de biogás necessário por dia foi baseado no número de moradores, e nos equipamentos existentes na propriedade, sendo que nela residem cinco pessoas, foi feita uma média aproximada da quantidade necessária de biogás.

Tabela 1
Necessidade diária de biogás

Cozimento	0,27m ³ /pessoa/dia = 1,35 m ³	Total
Geladeira	2,5m ³ /geladeira/dia = 2,5 m ³	
Lampião	0,12m ³ /lâmpião/dia = 0,72 m ³	
Motor 5hp	0,4m ³ /HP/hora = 24 m ³	
Ferro de passar	0,12m ³ /ferro/hora = 0,12 m ³	
Necessidade total diária	28,69 m ³ + 10 % (coef. De segurança) =	31 m ³

Fonte: Adaptado de Medeiros (1999)

Após a obtenção da necessidade diária de biogás foi analisada a quantidade de matéria prima (esterco), necessária para a produção dos 31 m³ de biogás, partindo da premissa de que 25 Kg de esterco produzem 1 m³ de biogás, foi realizada uma regra de três para chegar ao valor necessário.

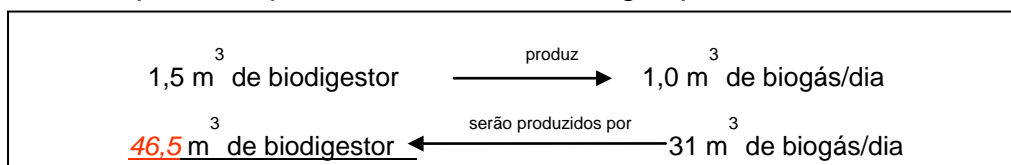


Fonte: Adaptada de Lucas Junior (1987)

Quadro 1: Quantidade esterco x biogás

Com a aplicação da regra obtivemos um valor de 775 Kg de esterco/dia, para a geração de biogás necessária, o que foi um valor bem a baixo da quantidade produzida na propriedade. A propriedade tem uma média mensal de 100 bovinos, sendo que cada bovino adulto produz uma média de 20 Kg/esterco por dia, a propriedade produz 2000 Kg de esterco diários. Portanto com essas necessidades energéticas iremos utilizar apenas 39% da matéria prima produzida na propriedade.

Após a confirmação de haver matéria prima em abundância para o correto funcionamento do biodigestor, o mesmo foi totalmente dimensionado, tendo como ponto de partida o seu volume de gás produzido.



Fonte: Adaptada de Lucas Junior (1987)

Quadro 2: Cálculo volume biodigestor

Com base no volume de gás produzido, foi possível obter o volume total que o biodigestor deverá ter, sendo este de 46,5 m³. A partir do volume do

biodigestor foi obtido as suas dimensões, estas expostas abaixo juntamente com suas respectivas fórmulas.

Tabela 2
 Fórmulas e dimensões obtidas para o biodigestor

$v = \frac{\pi D^2}{4} \times H \quad H = \frac{4V}{\pi D^2}$	H = 4,32 m (Altura do biodigestor)
	D = 3,7 (Diâmetro do biodigestor)
$H_r = H_u + P + 0,10$	$H_r = 4,57\text{m}$ (Altura real)
$V_g = (\text{Volume de biogás}/\text{dia})/2$	$V_g = 15,5 \text{ m}^3$ (Volume do gasômetro)
$D_g = D_i + 2L + 0,10\text{m}$	$D_g = 4,1 \text{ m}$ (Diâmetro do gasômetro)
$H_{ug} = 4V_g \cdot \pi D_g^2$	$H_{ug} = 1,17 \text{ m}$ (Altura útil do gasômetro)
$H_{rg} = H_{ug} + P + 0,10\text{m}$	$H_{rg} = 1,42 \text{ m}$ (Altura real do gasômetro)
$H_p = H_r - H_{ug}$	$H_p = 3,4 \text{ m}$ (Altura da parede divisória interna)
Parede interna (selo d'água)	$H_{rg} = 1,42 \text{ m}$ (Altura parede selo d'água)
Fossa (largura)	Fossa = 0,2 m (Largura da fossa)
$C_g = 1,00 + H_{rg} + H_{rg}/2$	$C_g = 3,13 \text{ m}$ (Cano guia)
$V_{\text{carga}} = V/30$	$V_{\text{carga}} = 1,55 \text{ m}^3/\text{dia}$ (Volume de diária)
$C_d = \sqrt{(H_r - 0,6)^2 + (1,6)^2}$	$C_d = 4,28 \text{ m}$ (Cano descarga)
$C_c = C_d + 0,2$	$C_c = 4,48 \text{ m}$ (Cano de carga)

Fonte: Adaptado de Medeiros (1999)

Na Figura 5, está representado esquematicamente um biodigestor modelo indiano cotado com as principais dimensões obtidas através dos cálculos realizados no presente trabalho.

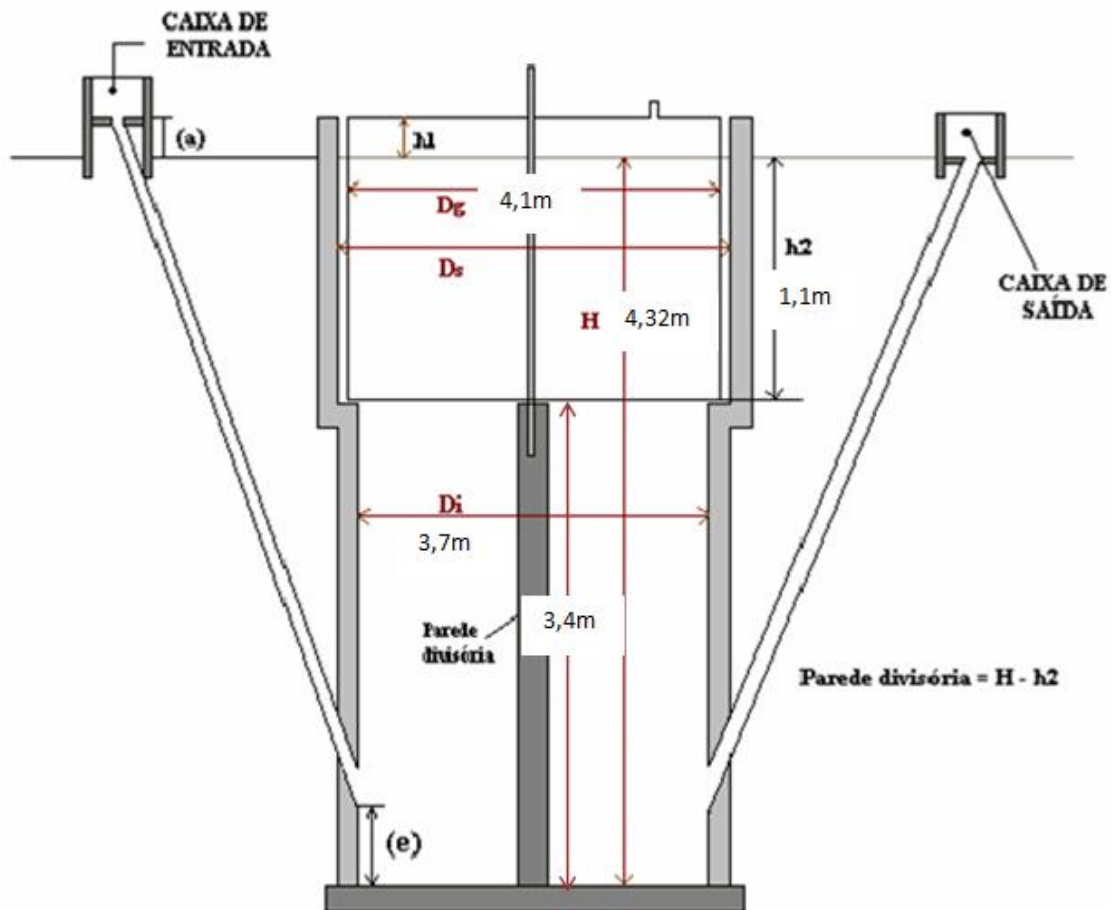


Figura 5 - Biodigestor indiano proposto, com suas cotas
Fonte: Adaptado de Deganutti et al., (2002)

Devido ao seu tamanho relativamente pequeno em comparação aos modelos usados, o biodigestor será de fácil instalação e de custo não expressivo.

5. Conclusões

Com a crescente demanda por fontes alternativas de energia, devido à necessidade de um desenvolvimento mais sustentável da sociedade, que agrida menos o meio ambiente consumindo menos combustíveis fósseis, o biogás vem se tornando uma alternativa cada vez mais viável e limpa de energia.

O uso de biodigestores em propriedades rurais pode trazer uma série de benefícios para o proprietário e para o meio ambiente, produzindo biogás através de um dejetos animal muitas vezes rejeitado, e também gerando



2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
22 a 26 de Outubro de 2012



fertilizantes que podem ser usados em diversas culturas. Basicamente de um material que seria descartado é possível se obter energia elétrica, térmica e um fertilizante natural que pode também ter um valor comercial.

Este trabalho foi realizado tendo como principal objetivo, o de realizar a análise de viabilidade de instalação de um biodigestor modelo indiano e posteriormente o seu dimensionamento. Objetivo este que foi alcançado com uma análise da necessidade energética da propriedade escolhida, e da quantidade de matéria prima disponível na mesma, quantidade esta que foi estipulada pela média de bovinos residentes na propriedade no período de um mês.

Como a propriedade tem uma necessidade diária de 31m³ de biogás, para a sua geração de energia através de um gerador estacionário de 5hp, e cozimento dos alimentos com a queima do próprio biogás. A partir das análises realizadas chegou-se a conclusão de que para produzir 31m³ seria necessário de 775Kg de esterco/dia, mas como na propriedade a produção diária é de 2000Kg de esterco, para o perfeito funcionamento do biodigestor serão consumidos apenas 37,8 % da produção diária de esterco, viabilizando a implementação do biodigestor na propriedade, como o seu volume é de 46,5 m³ ele não irá ocupar uma grande área na propriedade, oferecendo energia limpa e praticamente sem custo, a não ser o de implementação e manutenção dos equipamentos.

Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.001: **Sistema de Gestão Ambiental** – requisitos com orientações para uso. Rio de Junho, 2006.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 1995.

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

CORAZZA, R. I. **Organizações - Gestão Ambiental e Mudança da Estrutura Organizacional**. Janeiro, 2 ed., 2004.

DEGANUTTI, R. P. *et al.* **Biodigestores Rurais: Modelo Indiano, Chinês e Batelada**. Departamento de Arquitetura, Artes e Representações Gráficas, UNESP: Bauru, 2002.

DEUBLEIN, D; STEINHAUSER, A. **Biogas from waste and renewable resources: an introduction**. Weinhein-Germany: Verlag GmbH & Co. KGaA, 2008.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Dejetos de Suínos preocupa pesquisadores da Embrapa**. Meio Ambiente e Agricultura. Ano VIII, nº 31, jul/ago/set 2000.



2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
22 a 26 de Outubro de 2012



ESA - EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Biodigestores, a solução?** Suinocultura Industrial. Ano 30, Edição 208, ago/2007.

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

GASPAR, R. M. B. L. **Utilização de Biodigestor em Pequenas e Médias Propriedades Rurais com Ênfase na Agregação de Valor: Um Estudo de Caso na Região de Toledo-PR.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Faculdade de Engenharia de produção e sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2003.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed., São Paulo: Atlas, 2002.

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades.** Revista de administração de empresas. São Paulo, mar./abr. 1995.

KITAZAWA, S.; SARKIS, J. **The relationship between ISO 14001 and continuous source reductions programs.** International Journal of Operations & Production Management, 2000.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 1991.

LIMA, H. Q. **SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA E AMBIENTAL DO SÍTIO ECOLÓGICO FALKOSKI.** Engenharia em Energia e Desenvolvimento Sustentável. Novo Hamburgo, janeiro de 2008.

LUCAS JR., J. **Geração e Utilização de Biogás em Unidades de Produção de Suínos.** Revista de Administração em empresas (RAE-eletrônica), 0Jul/Dez 2003.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing.** São Paulo: Atlas, 1999.

MINAYO, M. C. S. et al. **Pesquisa social.** Petrópolis: Vozes, 1994.

NOGUEIRA, L. A. H. **Biodigestão – A alternativa Energética.** Nobel: São Paulo, 1986.

PALHARES, J. C. P. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos: aprendendo com o passado para entender o presente e garantir o futuro.** 2008.

REVISTA DA TERRA. **O lixo virou lucro.** Barretos, SP, 2007.

SEIFFERT, M. E. B. ISO 14001: **Sistemas de gestão ambiental.** São Paulo: Atlas, 2005.

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