



VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE BIODIGESTORES

ECONOMIC VIABILITY OF BIODIGESTORS IMPLANTATION

José Carlos da Silva – josecarloscontato@hotmail.com

Marcela Midori Yada – marcelayada@gmail.com

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – São Paulo – Brasil

RESUMO

Como o aumento acelerado das tecnologias do mundo foi sendo gerado resíduos de processos da indústria, que até então não se tinha um controle sobre tal, foi sendo construído um mundo onde as consequências eram ignoradas, haviam alguns pesquisadores que por estudo e análises climáticas observaram algumas mudanças, até então, não significava demonstrar alguma preocupação até então. O problema é grave, contudo, a solução pode ser um grande desafio, alguns paradigmas dificultam ações que possibilitam algum resultado. Uma alternativa viável e que pode ter um custo baixo por tudo que proporciona são os biodigestores, que utilizam esses resíduos para metabolizar e produzir energia, energia esta que pode contribuir com a propriedade, com a sociedade e possibilitar que um futuro seja prorrogado para gerações futuras além de proporcionar melhor qualidade do fator social e humano, afim de mostrar que podemos produzir mas que também há uma preocupação com o que se gera em resíduos, sendo o biodigestor uma ótima alternativa de sustentabilidade nas propriedades.

Palavras-chave: Análises Climáticas. Sustentabilidade. Energia. Futuro.

ABSTRACT

As the accelerated increase of the world was generated waste of industrial processes, which until then had not had a control over such, was being built a world where the consequences were ignored, there were some researchers who by study and climate analysis observed some changes, until then, did not mean to show any concern until then. The problem is serious, however, the solution can be a great challenge, some paradigms make difficult actions that allow some result. A viable and cost-effective alternative is biodigesters, which use these wastes to metabolize and produce energy, which can contribute to ownership, to society, and to enable a future to be extended to future generations besides providing a better quality of the social and human factor, in order to show that we can produce but that there is also a concern with what is generated in waste, being the biodigestor a great alternative of sustainability in the properties.

Keywords: Climate Analyzes, Biodigesters, Energy, Future.



1 INTRODUÇÃO

O planeta Terra ao longo destes milhares de anos passou por diversas fases evolutivas, a formação de rios, lagos, montanhas, florestas, o crescimento e equilíbrio da fauna e flora, onde a própria natureza realizava seu controle, tanto de resíduos, que variavam de dejetos, folhas, galhos, animais mortos, com o surgimento do homem acabou que o mesmo obtivesse necessidades específicas, como moradia e alimentação, com a evolução do homem foi sendo criado necessidades de áreas maiores para habitações, onde havia um acúmulo maior de pessoas em um mesmo lugar, e o ecossistema que existia naquele local acabou que sumindo, por ações do próprio homem, até então não se havia conhecimento que tal ação poderia ter algum tipo de consequência, com o avanço de tecnologias, invenções, descobertas fizeram do homem o maior predador.

No final do século XIV, começou a acontecer alguns fenômenos que começaram a abrir os olhos do homem, e que o próprio homem poderia ser o maior responsável, no final do século XX já se sabia que ações do ser humano, como desmatar, descarte inapropriado do lixo, dejetos descartados em rio e efluentes estava matando aos poucos o planeta todo.

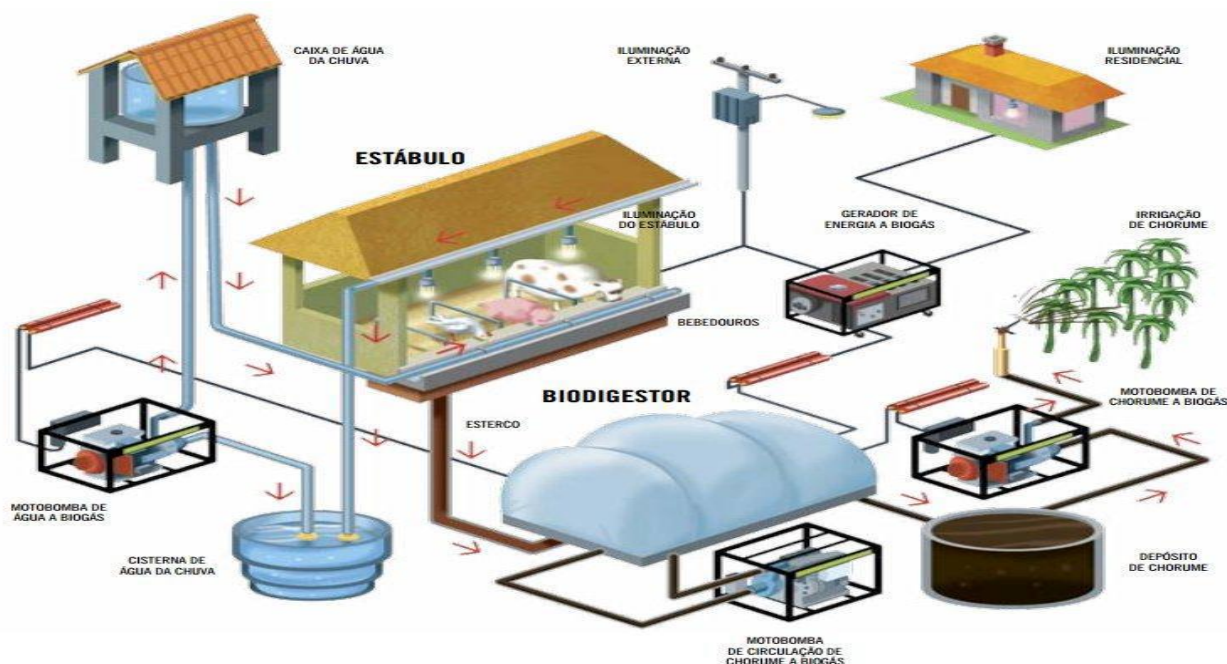
O despejo de efluentes, principalmente industriais e domésticos, em recursos hídricos, está diretamente ligado à definição de sustentabilidade. Dentre os principais fatores de degradação da qualidade da água fluvial, pode-se destacar a poluição ocasionada pelo lançamento de esgotos oriundos das mais diversas atividades humanas e agrícolas.

O objetivo do trabalho é mostrar uma viabilidade na aquisição de um ou mais biodigestores e demonstrar que seria um investimento que trará benefícios para a propriedade e para a sociedade, onde os resíduos que seriam descartados inadequadamente poderão ser utilizados para beneficiamento com a geração de energia, biofertilizante, se tornando uma ótima alternativa sustentável.

2 UTILIZAÇÃO DO BIODIGESTOR

O biogás é extremamente inflamável, pode ser usado para qualquer fim que necessite de combustível. O biogás pode ter o seu potencial energético aproveitado em cozimento, aquecimento, refrigeração, iluminação, incubadores, misturadores de ração, geradores de energia elétrica, etc (Figura 1).

Figura 1. Modelo de funcionamento do biodigestor em um sistema de produção animal.



Fonte: <http://superbanco.wordpress.com/tag/bio-gas>

O biogás pode ser utilizado na manutenção de uma residência, com geradores de energia elétrica, proporcionando mais conforto ao homem do campo, pois muitas cidades do interior ainda não possuem energia elétrica.

Em geral, nas condições mínimas, a adição de dois carrinhos de mão de esterco suíno por dia é suficiente para gerar todo o biogás necessário a uma família média de 5 pessoas e isto requer entre 4 a 5 suínos na granja.

2.1 CONSUMO ENERGIA RESIDENCIAL

Para manter uma residência com um uso básico, foi realizado um cálculo que indica em m³ necessários de biogás por pessoa (Tabela 1).



Tabela 1. Quantidade de biogás necessária para os diferentes equipamentos e usos.

Equipamentos	Biogás
Para uso na cozinha	2,10 m ³
Para iluminação	0,63 m ³
Para geladeira	2,20 m ³
Para banho quente	4,00 m ³
Total de biogás necessário	8,93 m³ (por dia)

Fonte: SOUZA (2006)

O total de biogás necessário por dia corresponde a mais ou menos um quarto do botijão de 30kg de gás de cozinha (GLP). Analisando melhor a tabela de gasto e produção (Tabela 1) é possível ver que uma sobra de biogás que poderiam ser utilizados pelo pequeno proprietário para os gastos energéticos com o resto da propriedade ou até uma possível venda dessa energia para a rede de energia elétrica.

Segundo Souza (2006), utilizando metodologia e tipos de investimentos diferentes (biodigestores, motor elétrico e conjunto de irrigação), totalizam um custo de R\$ 60 mil, com um período de retorno que varia entre 1,80 e 2,65 anos, dependendo do tempo de uso diário do gerador.

Outro estudo de Jordan (2004) mostra que um biodigestor com capacidade de produção de 120 m³ diários de biogás apresenta investimento inicial que pode chegar a R\$ 10 mil reais e tempo de retorno de aproximadamente 24 meses.

Com isso, é viável a construção de biodigestores em pequenas propriedades rurais, produzindo produtos e subprodutos que podem ser aproveitados pelo pequeno produtor, com um possível aumento de renda da propriedade e com um custo mínimo, já que os insumos para a produção do biogás serão produzidos pela própria propriedade. O único custo é a construção e manutenção do biodigestor, de acordo com o modelo que mais se enquadra ao perfil da propriedade.



3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do artigo foi estudado uma revisão bibliográfica com apoio de livros, artigos científicos, alguns sites do governo, revistas técnicas que direcionam a implantação de biodigestores, onde foi possível verificar sua viabilidade e funcionamento do equipamento.

Ainda é muito pouco divulgado e propagado os benefícios deste recurso que traz grandes resultados, tanto quanto energéticos quanto sociais, os pontos abaixo trarão um detalhamento específico e que trará um embasamento sobre seu funcionamento e resultados.

3.1 Biodigestores

Biodigestor é o equipamento onde a biomassa sofre a digestão pelas bactérias anaeróbicas, gerando gás, e que consiste em um recipiente fechado, podendo ser construído de alvenaria, concreto ou outros materiais, em que é depositado o material digerido. O processo de decomposição da matéria orgânica resulta na produção de biogás e biofertilizante.

Neste sentido, o biodigestor apresenta-se como fonte alternativa de produção e geração de energia produzida é, em geral, muito menor que a das hidrelétricas, devido, ao porte destas em relação ao número de biodigestores, mas, em compensação, os impactos ambientais e sociais aproximam-se de níveis mínimos, a produção de energia acaba sendo barata e o aproveitamento dos resíduos animais evita que estes sejam lançados no meio ambiente, poluindo efluentes.

Além de proporcionar tais benefícios, ainda transforma os dejetos produzidos na propriedade em gás e os resíduos destes processos podem ser utilizados como fertilizantes.

Há dois tipos de biodigestores:

a) Biodigestores descontínuo - específicos para biomassas de decomposição lenta, onde recebem a carga total, retendo-a até terminar o processo de biodigestão, logo após o processo, o biodigestor é totalmente esvaziado para que seja realizado um novo processo, podendo ser novamente carregado.

b) Biodigestores contínuos - mais difundido e de fácil adaptação da maioria das biomassas com cargas diárias ou periódicas, onde o descarte de biofertilizante é de forma contínua.

Os modelos mais utilizados são chinês, indiano e canadense.

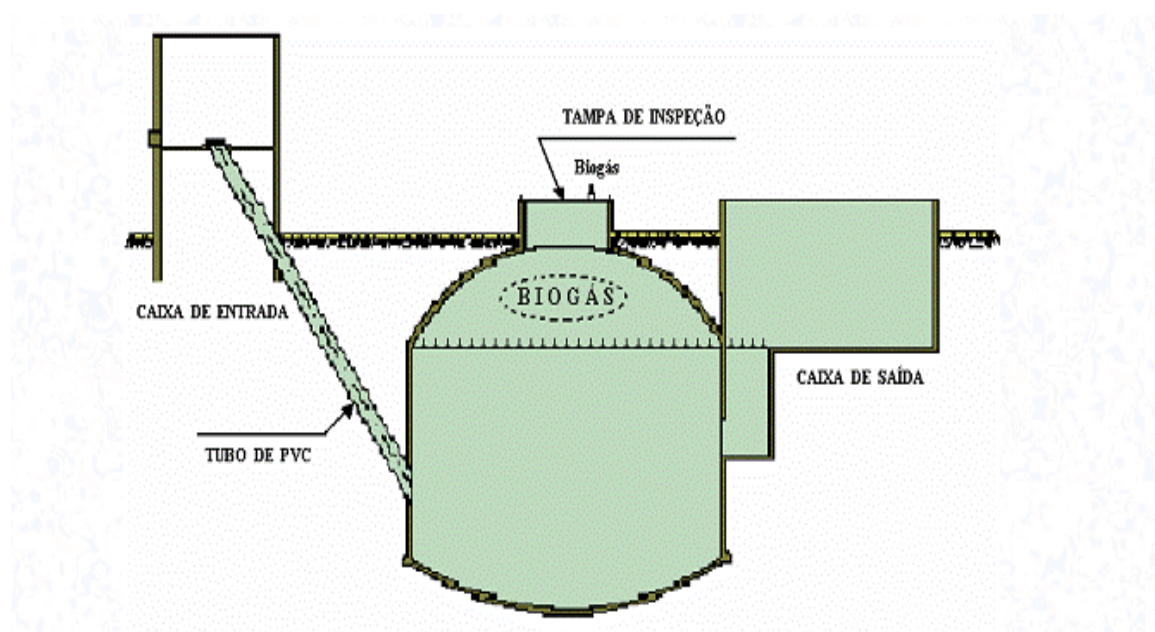
3.1.1 MODELO CHINÊS

O modelo chinês 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 aumento de pressão em seu interior resultante do acúmulo de biogás resultarão em deslocamentos do efluentes da câmara de fermentação para caixa de saída, e em sentido contrário quando ocorre descompressão. Como ele é feito de alvenaria, dispensa o uso de gasômetro em chapa de aço, reduzindo um pouco os custos.

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, por este motivo a construção do biodigestor chinês não é utilizado para grandes instalações.

Semelhante ao modelo indiano, o substrato deverá ser fornecido continuamente, com a concentração de sólidos totais (ST) em torno de 8%, para evitar entupimentos do sistema de entrada e facilitar a circulação do material. A figura 2 mostra a vista frontal do biodigestor, realçando os elementos fundamentais para sua construção.

Figura 2. Biodigestor modelo Chinês.



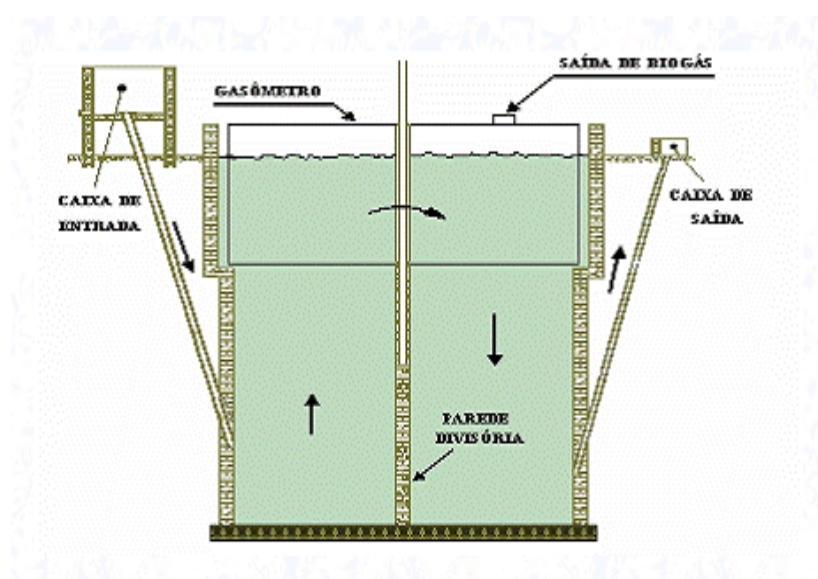
3.1.2 MODELO INDIANO

Caracteriza-se por possuir uma campânula como gasômetro, a qual pode estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação, ou em um selo d'água externo, e uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras. A função da parede divisória faz com que o material circule por todo o interior da câmara de fermentação. O modelo indiano 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 do gasômetro estar disposto ou sobre o substrato ou sobre o selo d'água, reduz as perdas durante o processo de produção do gás. O resíduo a ser utilizado para alimentar o biodigestor indiano, deverá apresentar uma concentração de sólidos totais (ST) não superior a 8%, para facilitar a circulação do resíduo pelo interior da câmara de fermentação e evitar entupimentos dos canos de entrada e saída do material.

O abastecimento também deverá ser contínuo, ou seja, geralmente é alimentado por dejetos bovinos e/ou suínos, que apresentam uma certa regularidade no fornecimento de dejetos. Do ponto de vista construtivo, apresenta-se de fácil construção, contudo o gasômetro de metal pode encarecer o custo final, assim como a distância da propriedade pode dificultar e encarecer o transporte inviabilizando a implantação deste modelo de biodigestor (Figura 3).

Figura 3. Biodigestor modelo Indiano



Fonte: <http://www.revistaeta.org/artigo.php?idartigo=1248>

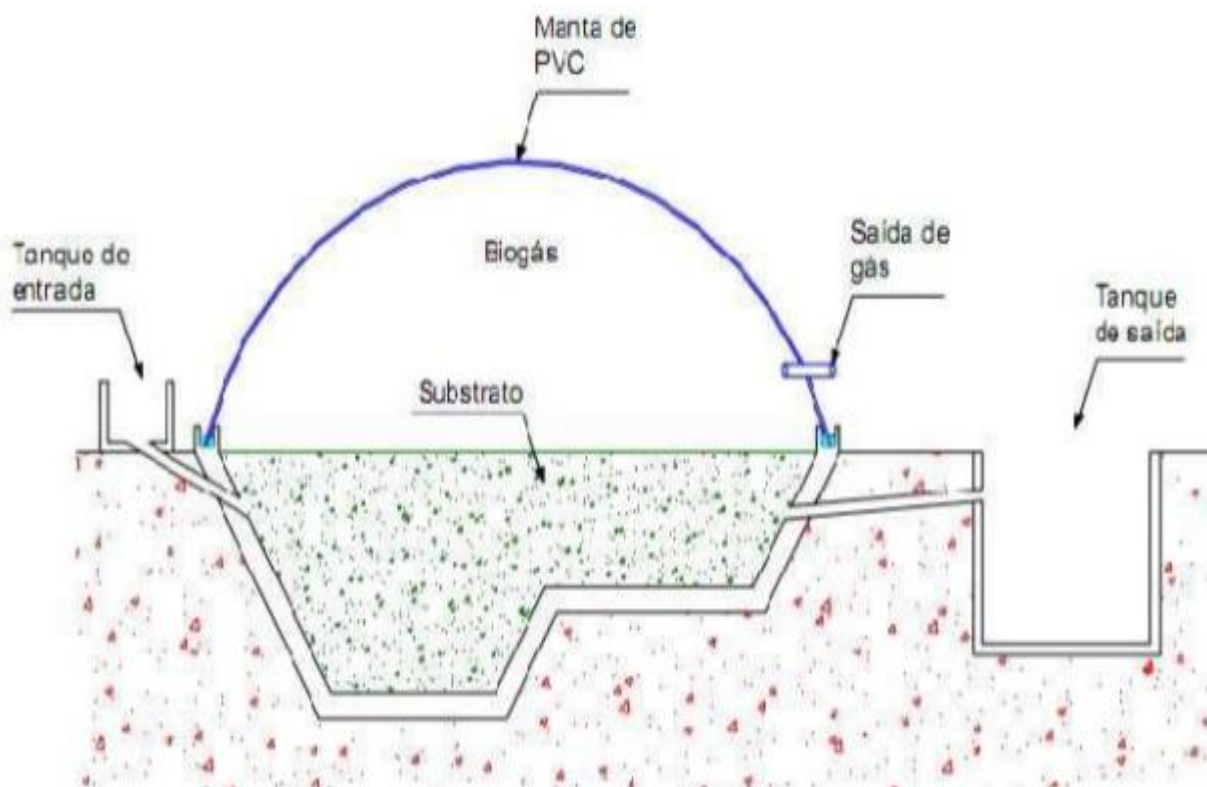
3.1.3 MODELO CANADENSE

O biodigestor canadense é um modelo tipo horizontal, tem a largura maior que a profundidade, sua área de exposição ao sol é maior, com isso é maior a produção de biogás. Sua cúpula é de plástico maleável, tipo PVC, que infla com a produção de gás, como um balão. Pode ser construído e enterrado.

Esse modelo com cobertura em lona de PVC, em substituição às campânulas (metálica ou fibra de vidro), vem ganhando maior espaço em virtude dos menores custos e facilidade de implantação. A cúpula pode ser retirada, o que ajuda na limpeza (Figura 4).

A vantagem desse processo está na produção constante de biogás que é relacionado com a carga diária de sólidos voláteis.

Figura 4. Biodigestor modelo Canadense



Fonte: <http://www.revistaeta.org/artigo.php?idartigo=1248>



4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CUSTO DE CONSTRUÇÃO DOS BIODIGESTORES

A implantação de um biodigestor exige a construção de uma estrutura para o funcionamento do mesmo. Os custos envolvem os reservatórios de biogás limpo, conjunto de limpeza do biogás e a mão de obra. Além disso, é preciso adquirir os seguintes equipamentos: os secadores do biogás, as tubulações, compressores, entre outros.

O custo foi dimensionado a partir de um biodigestor com 120 m³, a Tabela 2 indica um comparativo entre os três modelos.

Tabela 2. Custos gerais dos modelos de biodigestores.

CUSTOS BIODIGESTOR			
	CUSTO ANUAL	PRODUÇÃO BIOGÁS KW/h	CUSTO KW/h
INDIANO	R\$ 5.028,40	120,450	R\$ 0,042
CHINÊS	R\$ 4.407,00	120,450	R\$ 0,037
CANADENSE	R\$ 2.577,30	120,450	R\$ 0,021

Fonte: XAVIER(2010).

Pode-se observar que há uma leve diferença entre o modelo indiano e o chinês, mas quando comparado com o modelo canadense, o custo pode se tornar duas vezes menor em relação ao indiano.

O custo é apenas uma previsão, não significa que possam ocorrer estes custos, mas supondo que haja algumas manutenções e serviços.

A digestão anaeróbia oferece algumas possibilidades interessantes e soluções para esses problemas globais como a produção de energia alternativa, manejo dos resíduos humanos, animais, urbanos e industriais com segurança, controle da poluição ambiental e produção de fertilizante natural para a agricultura. Outros benefícios da digestão anaeróbia incluem a diminuição de odores, a redução ou a eliminação de bactérias patogênicas dependendo da temperatura do tratamento (FAO, 1992; AL SEADI, 2008).

Os custos de implantação e manutenção acabam sendo diluídos com a eficiência do biodigestor, há uma diferença de valores com a implantação de algum dos três modelos citados, mas não indica que um seja menos eficiente que o outro, pelo contrário, os três



acabam tendo a mesma eficiência, a diferença acaba acontecendo no custo de construção, que são de grande importância no desenvolvimento do projeto.

Os biodigestores apresentados foram baseados em alguns modelos de baixo custo, tanto para baratear a sua instalação como para divulgar e incentivar as comunidades locais a também implantarem essa tecnologia. Pretende-se assim que haja uma diminuição da poluição difusa gerada pelos efluentes sanitários e pela criação de animais, que afetam diretamente os rios.

Por meio dos cálculos, prevê-se que com a instalação do biodigestor são obtidos os seguintes resultados:

- Consumo do metano, gás altamente provocador de efeito estufa, gerado a partir da depuração dos efluentes;
- Produção de aproximadamente 250 litros de biofertilizante por dia, que pode ser usado nos viveiros de mudas nativas, nos plantios de mudas e nos jardins;
- Servir de modelo para outras unidades de conservação pelo país afora, que se também instalassem biodigestores nas suas sedes, serviriam de modelos para as comunidades locais.

O tempo de retenção foi estimado em 40 dias, gerando um volume de mistura de aproximadamente 10 m³ e de volume gasoso de aproximadamente 3,3 m³, totalizando 13,3 m³.

Ressaltam-se alguns cuidados para utilização do biodigestor:

- Não colocar fertilizantes fosfatados no biodigestor;
- Não utilizar sabões, detergentes ou desinfetantes na mistura que irá aos Biodigestores;
- Checar diariamente a válvula de segurança;
- Checar periodicamente as purgas de água na tubulação de condução do biogás;
- Na utilização de biogás para queima, acende-se primeiro o fósforo para depois abrir a válvula.

Não foram incluídas despesas com serviço de mão-de-obra pois nesse caso serão aproveitados os próprios agricultores que ali já vivem.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, esta tecnologia dos biodigestores encontra amplo potencial por ser um país quente, onde há abundância de água no meio natural e onde as populações humanas estão em geral assentadas em áreas planas.

Os principais benefícios que a instalação de biodigestores pode render são: geração de energia (biogás), tratamento de efluentes, resíduos domésticos e agrícolas, produção de biofertilizante para o solo.

Entretanto, ocorre a falta de incentivos públicos para a instalação de biodigestores, especialmente na zona rural, onde a distribuição de energia elétrica é mais cara devido ao espalhamento e os serviços de saneamento mais difíceis de serem oferecidos.

REFERÊNCIAS

CREMONEZ, P. A.; Feiden, A.; Zenatti, D. C.; Camargo, M. P.; Nadaleti, W. C.; Rossi, E.; Antonelli, J. **Biodigestão anaeróbia no tratamento de resíduos celulósicos. Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 2, p. 21-35, 2013.

ERENO, D. **Eletricidade do lixo**. Revista FAPESP, v. 165, p. 78-79, 2009.

FAO – **Food and Agriculture Organization. Biogas processes for sustainable development. Roma (Itália)**, 1992.

HENRIQUE, F.;etal. **BIODIGESTOR CASEIRO PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE LIXO ORGÂNICO**, 2014.
http://www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/sites/www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/files/CONSTRUT_Biodigestor%20Caseiro%20Biog%2B%C3%ADs_.pdf. Acesso em: 26 Maio 2018.

JORDAN, R.A.; CORTEZ, L.A.B.; NEVES FILHO, L.C.; LUCAS JÚNIOR, J.L.; BALDASSIN JÚNIOR, R. **Comparativo econômico do uso de uma bomba de calor para**



aquecimento e resfriamento de água em laticínios em relação ao aquecedor elétrico e o sistema de refrigeração convencional. 2004.

PEREIRA, R. H. Geração Distribuída de Energia Elétrica – Aplicação de Motores Bicomcombustível Diesel/Gás Natural, In: 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, Salvador – BA, 2005.

SOUZA, S.N.M.; COLDEBELLA, A.; SOUZA, J.; KOEHLER, A.C. Viabilidade econômica de uso do biogás da bovinocultura para geração de eletricidade e irrigação. 2006.

TORRES, A.;etal. FUNDAMENTOS DE IMPLANTAÇÃO DE BIODIGESTORES EM PROPRIEDADES RURAIS, 2012. disponível em:<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1248>. Acesso em: 28 Maio 2018.

VITORELLI NEVES, V. L. Construção de biodigestor para produção de biogás a partir da fermentação de esterco bovino. 57p. Trabalho de graduação – Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Araçatuba, 2010. Disponível em: http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20140917140023.pdf. Acesso em: 19 Setembro 2018.

XAVIER, C. A. N; LUCAS JÚNIOR, J. Parâmetros de dimensionamento para biodigestores batelada operados com dejetos de vacas leiteiras com e sem uso de inóculo. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.30, n.2, p.212-223, mar./abr. 2010.