

Análise da implantação de biodigestores em pequenas propriedades rurais, dentro do contexto da produção limpa

**Gilson Eduardo Tarrento (Unesp) gilsonet@feb.unesp.br
José Carlos Martinez (Unesp) martinez@feb.unesp.br**

Resumo: *O censo agropecuário (1995/1996), realizado pelo IBGE, mostrou que 64% das propriedades rurais brasileiras podem ser consideradas como pequenas, com agricultura e pecuária familiares e tradicionais.*

Devido a esta realidade, o biodigestor, não importando o modelo, pode ser considerado como uma boa alternativa, na obtenção de energia limpa (biogás) e biofertilizante, por meio da fermentação anaeróbia, realizada em câmaras de biodigestão, além de contribuir para a redução da contaminação ambiental.

Outros países, tais como a Índia e China comprovaram, por meio de viabilidade econômica, que o biodigestor promove a sustentabilidade do sistema produtivo agrícola, com a utilização de biogás gerado pelo processo fermentativo, em substituição à energia elétrica em iluminação e GLP em fogões e aquecedores, além da produção de biofertilizante rico em nitrogênio, isento de bactérias patogênicas e sementes de ervas daninhas.

A matéria-prima a ser utilizada dependendo das condições locais, poderá ser dejetos de: bovinos, de aves e suínos, os quais apresentam um rendimento em m³ de biogás na ordem de 0,04; 0,43 e 0,35 respectivamente.

No Brasil já existem projetos de pesquisa com implantações em área de assentamento rural, visando uma tecnologia de construção e implementação de baixo custo.

Palavras-Chave: *Biodigestor, Biogás, Desenvolvimento sustentável, Biofertilizante*

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de geração de novas fontes alternativas de energia é um fator importante na busca da sustentabilidade ambiental pois, Leite (1997) afirma que, a questão energética assume o caráter de desafio para os países em desenvolvimento, quando se constata que os 850 milhões de habitantes das nações desenvolvidas de economia de mercado consomem mais da metade de energia do mundo, e que já atinge mais de oito bilhões de toneladas equivalentes de petróleo (tEP) por ano, e constata ainda que nos países em desenvolvimento como no Brasil, que ainda não atendeu às necessidades elementares de grande parte de sua população, o crescimento da demanda de energia tende a permanecer elevado.

Desta forma Colen (2003), aponta que a digestão anaeróbia ganhou maior destaque no Brasil como forma produtora de energia a partir de 1970, com a primeira grande crise mundial de petróleo, onde o preço deste produto ficou muito elevado para o consumo, na época.

Pode-se, resumidamente, dizer que a biodigestão anaeróbia dos resíduos orgânicos é um processo bioquímico que utiliza ação bacteriana para fracionar compostos complexos e produzir um gás combustível, denominado biogás, composto de metano e dióxido de carbono. O local onde se desenvolvem essas reações de decomposição é o digestor ou biodigestor (NOGUEIRA, 1986).

Portanto, neste trabalho será analisada a utilização de biodigestores como fonte de energia alternativa para a produção de biogás em pequenas propriedades rurais, visando o aproveitamento de dejetos de suínos, bovinos e aves, contribuindo para o controle da poluição ambiental, bem como para a viabilidade econômica da utilização do biogás ao invés de energia elétrica para aquecimento de chuveiros e gás GLP para fogões nestas residências.

Além do biogás, outro recurso gerado por meio do biodigestor é o biofertilizante utilizado na lavoura com comprovada eficiência conforme experimento realizado pela Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para Santos (2004) de forma geral, a maioria dos sistemas de produção é consumidor ativo de energia elétrica e, afirma ainda que, como todo processo de produção produz resíduos e todo resíduo armazena alguma energia, os sistemas de produção podem reverter esse resíduo em energia, baratear seu custo de produção e funcionar de forma energeticamente equilibrada.

O biogás pode ser obtido de resíduos agrícolas, ou mesmo de excrementos de animais e de seres humanos e segundo Souza et al. (2005), o biogás, formado principalmente por metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), gás amônia (NH₃), sulfeto de hidrogênio (H₂S) e nitrogênio (N₂), obtido a partir do esterco, tem sido usado com frequência, principalmente na Europa, em substituição ao gás natural que tem se tornado de difícil obtenção. A Índia tem atualmente mais de 10.000 biodigestores em operação. Dentro dessas estruturas, bactérias fermentam a matéria orgânica sob condições estritamente anaeróbias, isto é, sem a presença de oxigênio, e produzem o gás. (SOUZA, 2005).

Conforme dados disponíveis no site ambientebrasil, o poder calorífico do biogás, que varia de 5 000 a 7 000 Kcal/metro cúbico é devido à porcentagem do metano. Esta variação é decorrente da maior ou menor pureza (maior ou menor quantidade de metano). O biogás altamente purificado pode alcançar até 12 000 Kcal/metro cúbico.

Porém, Pereira (2005) lembra que para geração e co-geração de energia elétrica é preciso desenvolver estudos de viabilidade técnica envolvendo geradoras e distribuidoras de energia. O mais comum, e recomendável, é o uso do biogás para aquecimento de aviários e leitões em creche, secagem de grãos e aquecimento de água.

Para efeito de comparação, a tabela 1 apresenta o equivalente energético médio de diversas fontes de energia em relação a 1 (um) metro cúbico de biogás.

Tabela 1: Comparação entre várias fontes de energia para gerar o equivalente a um metro cúbico de biogás

Fonte calorífica	Quantidade/unidade
Alcool carburante	0,80 litros
Energia Elétrica	4,69 kwh
Gasolina	0,61 litros
GLP (butano e propano)	0,43 kg
Lenha	3,50 kg
Óleo diesel	0,55 litros
Querosene	0,62 litros

Fonte: Colen (2003)

O poder calorífico do biogás depende diretamente do seu teor de metano. LUCAS JÚNIOR (1987), analisando o biogás produzido em biodigestores modelos indiano e chinês, pelo período de um ano, encontrou, em média, 57,7% de CH₄ e 34,2 de CO₂. (Silva et al. 2005).

Teoricamente, qualquer material orgânico pode ser utilizado na biodigestão, porém os mais comuns são: esterco fresco de bovino, esterco seco de galinha e esterco seco de suíno, contudo, o esterco seco de galinha apresenta o maior rendimento por m³ de biogás, conforme os dados apresentados na tabela 2.

Porém, os pesquisadores da Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp alertam que é importante que se conheça a potencialidade de produção de biogás de cada tipo de esterco, pois o uso de cada tipo de dejetos implicará em tamanhos diferentes de biodigestores e com isso, o custo de construção variará muito em função desta decisão.

Tabela 2: Produção de biogás em função do tipo de esterco

Material	Rendimento (m ³) de biogás por kg de material Orgânico
Esterco fresco de bovino	0,04
Esterco seco de galinha	0,43
Esterco seco de suíno	0,35

Fonte: Nogueira (1986).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia aqui utilizada baseou-se na pesquisa bibliográfica, porém, conforme Deganutti et al. (2002), na prática a produção de biogás é possível com a utilização de um equipamento denominado de biodigestor. O biodigestor constitui-se de uma câmara fechada onde é colocado o material orgânico, em solução aquosa, onde sofre decomposição, gerando o biogás que irá se acumular na parte superior da referida câmara.

Ainda, segundo Deganutti et al. (2002), a decomposição que o material sofre no interior do biodigestor, com a conseqüente geração de biogás, chama-se digestão anaeróbia e como base nos consumos médios de biogás das diversas utilidades que se deseja instalar em uma propriedade, pode-se determinar o volume de biogás diário suficiente para suprir as necessidades da propriedade.

O biodigestor modelo indiano caracteriza-se pelo fato de possuir uma campânula, uma espécie de tampa, como gasômetro, a qual pode estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação, e sua estrutura compõem-se também de uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras, permitindo que o material circule pelo interior da câmara de fermentação. (DEGANUTTI et al. 2002).

Ainda, o modelo indiano possui pressão de operação constante, ou seja, a 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.

Deganutti et al. (2002) afirmam ainda que, 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.

O resíduo a ser utilizado para alimentar o biodigestor indiano deverá apresentar uma concentração de sólidos totais 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 e também a distância da propriedade pode dificultar e encarecer o transporte inviabilizando a implantação deste modelo de biodigestor. (DEGANUTTI 2002).

A figura 1 representa o esquema estrutural de um biodigestor modelo Indiano, utilizado para a produção de biogás e biofertilizante, aonde observa-se a presença das caixas de entrada e saída, utilizadas para abastecimento de dejetos e retirada do biofertilizante, respectivamente. Ressalta-se que no modelo de biodigestor em batelada não existe a caixa de entrada, sendo que o abastecimento do mesmo é realizado através da remoção da campânula, sendo portanto, o biodigestor modelo batelada, considerado do tipo contínuo ficando em processo

fermentativo por um determinado período em que ainda ocorre a produção do biogás, após este período ele é descarregado para posterior abastecimento com os dejetos.

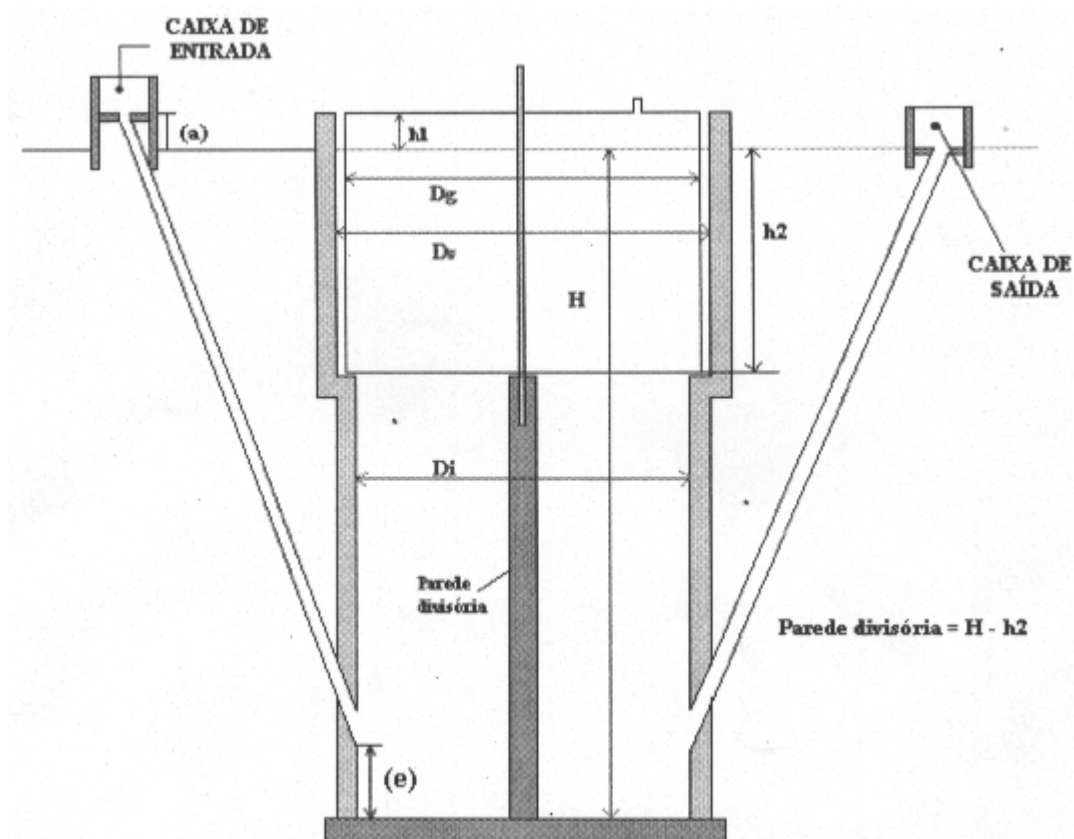


Figura 1: Estrutura de um biodigestor modelo Indiano
Fonte: Deganutti et al. (2002)

Legenda:

- H** é a altura do nível de substrato;
- Di** é o diâmetro interno do biodigestor
- Dg** é o diâmetro do gasômetro;
- Ds** 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 efluente.

Já o biodigestor modelo chinês funciona com base no princípio da prensa hidráulica, de modo que aumentos de pressão em seu interior resultantes de acúmulos de biogás, resultarão em deslocamentos do efluentes da câmara de fermentação para a caixa de saída, e em sentido contrário quando ocorre a descompressão. (DEGANUTTI et al. 2002).

Ainda, segundo Deganutti et al. (2002), 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 vazamentos do biogás, caso a estrutura não seja bem vedada e impermeabilizada.

Neste tipo de biodigestor uma parcela do gás é formado na caixa e libertado para a atmosfera, reduzindo parcialmente a pressão interna do gás, por este motivo as construções de biodigestores tipo chinês não são utilizadas para instalações de grande porte.

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. (DEGANUTTI et al. 2002).

A figura 2 representa esquema de um biodigestor modelo Chinês.

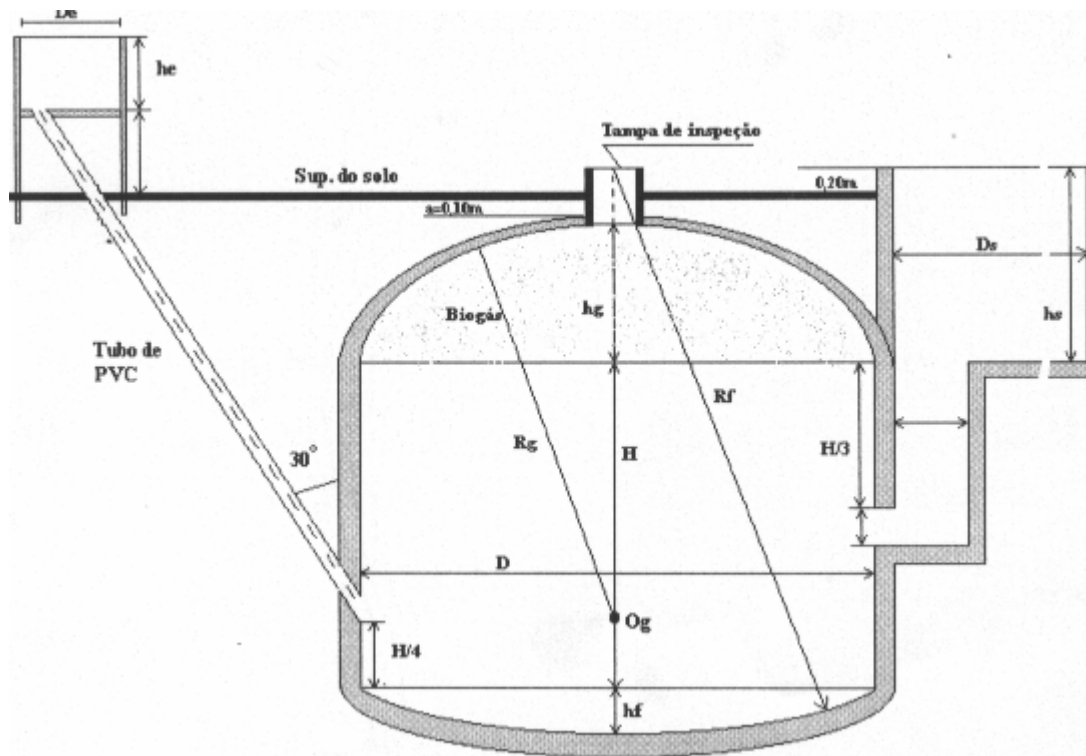


Figura 2: Estrutura de um biodigestor modelo Chinês

Fonte: Deganutti et al. (2002)

Legenda

- 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;
- O_f** é o centro da calota esférica do fundo;
- O_g** 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.

4. RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

“Gás gerado com material orgânico a partir de dejetos de animais, projeto obtém produto para iluminação e aquecimento em área rural”. Desta forma foi divulgada a notícia no Jornal da Unesp em junho de 2006, sobre a implementação de um biodigestor que supre a demanda energética de três famílias de agricultores em área de assentamento rural no interior do estado de São Paulo.

O projeto foi realizado por uma equipe da Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) campus de Botucatu no qual foi implementado um biodigestor modelo indiano para uma produção média diária de 23,4 m³ de biogás oriunda através de dejetos de suínos e bovinos.

Conforme os dados divulgados, para uma produção diária de 23,4 m³ de biogás o estudo propõem uma mistura de 60 kg de esterco bovino, 60 kg de esterco suíno e 150 litros de água não clorada. Após cerca de 60 dias, ocorre a produção de biogás e de biofertilizante, resultantes da reação entre material orgânico e bactérias anaeróbias.

Os pesquisadores ressaltam que o projeto é economicamente viável, pois o sistema custou aproximadamente R\$ 8.000,00 e possibilita ao agricultor uma economia de cerca de 15% mensais, considerando uma renda no valor de um salário mínimo. Afirmam ainda que, além da economia existem outras vantagens ligadas ao desenvolvimento da tecnologia. O envio de dejetos de animais para o biodigestor evita que eles sejam jogados no ambiente sem tratamento, contaminando nascentes e lençóis freáticos. Ao contrário do material poluente, o que se obtém é o biofertilizante, um líquido rico em nutrientes para as plantas, que segundo os pesquisadores da FCA, pode substituir total ou parcialmente a adubação com produtos químicos. (CHAGAS 2006).

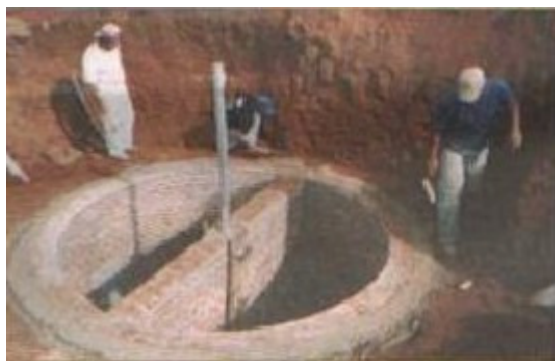


Figura 3: Fase de construção do biodigestor
Fonte: Jornal da Unesp – Junho 2006



Figura 4: Residências abastecidas com biogás
Fonte: Jornal da Unesp – Junho 2006

Além do Brasil, muitos outros países investem em pesquisas sobre a implementação de biodigestores, pois segundo An et al. (1997), a Colômbia, Etiópia, Tanzânia, Vietnã, Camboja, Bangladesh promoveram a tecnologia baixo-custo do biodigestor que visa reduzir os custos de gastos de fabricação usando materiais locais e simplificando sua instalação e operação.

A tecnologia tubular do biodigestor da película do polietileno é uma maneira barata e simples para produzir o gás para fazendas em pequena escala no Vietnã. Este sistema é indicado aos pequenos proprietários rurais por causa do investimento baixo, do retorno sobre o investimento rápido, da tecnologia simples e dos efeitos positivos no ambiente (AN et al. 1997).

Conforme as previsões de An et al. (1997) e visando também uma maior eficiência na produção do biogás, pesquisadores do Cambôdia investem em experimentos, pois conforme San Try et al. (2005), uma experiência foi conduzida nos quatro países que participam no projeto de MEKARN: Cambôdia (CelAgrid, Cambôdia), Tailândia (universidade de Chiang Mai), Vietnã (universidade do Lam de Nong) e Lao (centro de pesquisa dos animais domésticos). As atividades nos países diferentes foram iniciadas em horas diferentes: em Vietnã de setembro a novembro 2003, em Cambôdia e em Lao de fevereiro a abril 2004; e Tailândia de junho a julho 2004.

Segundo San Try et al. (2005) os biodigestores foram feitos da película de polietileno tubular (diâmetro interno 0.63m), montada nas trincheiras rasas alinhadas com tijolos (para assegurar as dimensões eram exatamente do mesmo tamanho do biodigestor plástico), para fornecer um volume líquido na proporção de 80% da capacidade total do biodigestor.

Desta forma, com a fabricação em baixa escala de biodigestores construídos com a película do polietileno obtém-se uma alternativa energética economicamente viável para os países

envolvidos neste experimento, sendo que tal tecnologia pode se enquadrar para outros países que buscam na biodigestão uma alternativa para geração energética e tratamento dos resíduos agrícolas para as pequenas propriedades rurais.

Considerando o rendimento do esterco fresco de galinha (0,43m³ de metano por quilo de material) no processo fermentativo, o biodigestor enquadra-se também como uma alternativa viável para pequenos e médios empresários do setor de produção de aves. Economicamente viável ao considerar o fato de que parte da energia utilizada para iluminação e aquecimento dos galpões das granjas podem ser gerada através do biogás e ambientalmente viável na questão do tratamento do resíduo conhecido como “cama-de-frango” com alta concentração de amônia, pois segundo Gonzáles & Saldanha (2001), citado por Oliveira (2004) “Altos níveis de amônia no ar (60 a 100 ppm) podem ser observados no início da criação, em galpões com reutilização da cama”.

Em síntese, dentro do contexto da Produção Mais Limpa, o biodigestor se enquadra como uma alternativa interessante, pois considerando que os resíduos gerados na agricultura é de responsabilidade do próprio gerador, o processo de biodigestão contempla o conceito de reciclagem destes resíduos, bem como a própria redução dos impactos ambientais provocados por uma disposição final inadequada destes dejetos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AN, B. X.; PRESTON, T. R.; DOLBERG, F. **The introduction of low-cost polyethylene tube biodigesters on small scale farms in Vietnam. 1997** (University of Agriculture and Forestry, Thu Duc, Ho Chi Minh City, Viet Nam) disponível na World Wide Web <www.cipav.org.co/lrrd/lrrd9/2/an92.htm > disponível em 28/07/2006.

BOLETIM TÉCNICO SOBRE BIODIGESTORES – **Viabilidade da implantação de biodigestores como fonte alternativa de energia e produção de compostos orgânicos em áreas de assentamentos rurais no estado de São Paulo** - FCA Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP Campus de Botucatu 2006

CHAGAS G. **Gás gerado com material orgânico**. Divulgação no jornal Unesp em junho/2006 – ano XX – nº 212, caderno ambiente página 6.

COLEN, F. **Potencial energético do caldo de cana-de-açúcar como substrato em reator UASB. 2003**. 85 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu 2003.

DEGANUTTI, R.; PALHACI, M. C. J. P.; ROSSI, M.; TAVARES, R; SANTOS, C. **Biodigestores rurais: modelos indiano, chinês e batelada** disponível na World Wide Web <www.agr.unicamp.br/energia/agre2002/pdf0004.pdf> acesso em 29/06/2006

GONZÁLES, E.; SALDANHA, E.S.P.B. **Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 11., 2001, Goiânia. *Anais...* Goiânia: SBZ, 2001. p.312-313. Palestra.

LEITE, A. D. **A energia do Brasil**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 528p.

NOGUEIRA, L. A. **Biodigestão. A alternativa energética**. São Paulo: Nobel, 1986. 93p.

OLIVEIRA, M.C., FERREIRA, H.A. and CANCHERINI, L.C. **Effect of chemical conditioners on poultry litter quality**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. [online]. Aug. 2004, vol.56, no.4 [cited 05 July 2006], p.536-541. Available from World Wide Web: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352004000400016&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0102-0935.

PEREIRA, M. L. **Biodigestores: opção tecnológica para a redução dos impactos ambientais da suinocultura** (2005), artigo acessado no site da EMBRAPA.

SANTOS, Tânia M. B. e LUCAS JUNIOR, Jorge de. **Balço energético em galpão de frangos de corte**. Eng. Agríc. [online]. jan./abr. 2004, vol.24, no.1 [citado 24 Junho 2006], p.25-36. Disponível na World Wide Web: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162004000100004&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 0100-6916.

SILVA, Fabio M. da, LUCAS JUNIOR, Jorge de, BENINCASA, Mario et al. **Desempenho de um aquecedor de água a biogás**. Eng. Agríc. [online]. set./dez. 2005, vol.25, no.3 [citado 24 Junho 2006], p.608-614. Disponível na World Wide Web: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162005000300005&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 0100-6916.

SOUZA, Cecília F., LUCAS JUNIOR, Jorge de e FERREIRA, Williams P. M. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos sob efeito de três temperaturas e dois níveis de agitação do substrato: considerações sobre a partida**. Eng. Agríc. [online]. maio/ago. 2005, vol.25, no.2 [citado 24 Junho 2006], p.530-539. Disponível na World Wide Web: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162005000200027&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 0100-6916.

San Thy, Buntha P, Vanvuth T, Preston T R, Duong Nguyen Khang, Soukanh K, Boualong Phouthone, Choke Mikled and Sopharoek N 2005: **Effect of length: diameter ratio in polyethylene biodigesters on gas production and effluent composition**. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 17, Article #120. Retrieved July 15, 2006, from <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/11/sant17120.htm>

Site:<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/biogas.html> – acesso em 27/06/2006