

VI-038 – DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA INTEGRADO PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO BIOGÁS

Jordanna Barreira Lustosa⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Juan Carlos Valdés Serra

Professor adjunto do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Thaysi Castro Coelho

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Endereço⁽¹⁾: Quadra 1203 sul, Qi-06, Lt-08, Al- 04, Palmas- TO- CEP- 77019-436- Brasil - Tel: (63) 84221787 / (63) 32182310- e-mail: jordannalustosa@yahoo.com.br

RESUMO

A crescente busca por alternativas de energia limpa que possibilitem o aproveitamento de resíduos vem aumentando à medida que se percebe a sua necessidade no mercado que valoriza tais ações. Tais ações tem sido cada vez mais viáveis sobretudo em regiões rurais onde a energia elétrica não tenha sido implementada e onde se dispõe de material natural para realizá-lo, como é o caso da matéria orgânica gerada em propriedades agropecuárias. Dentre a matéria orgânica que pode ser empregada com o fim de geração de energia elétrica a cama de frango produzida a partir de dejetos da avicultura se destaca por seu alto potencial energético. Dessa forma aplicou-se a metodologia do biodigestor anaeróbico para que através do tratamento dos resíduos diminuindo sua carga orgânica poluidora ao mínimo ele também promove a geração de biogás, que pode ser utilizado como fonte de energia alternativa e permite a reciclagem do efluente podendo ser utilizado como fertilizante. Aplicando-se de tal metodologia o presente trabalho objetivou-se em dimensionar um sistema integrado para geração de energia a partir do biogás oriundo dos resíduos da avicultura, comumente chamado de cama de frango.

PALAVRAS-CHAVE: Biodigestor anaeróbico, geração de energia, avicultura.

INTRODUÇÃO

A partir da crise do petróleo, nos anos 70, ocorreu uma busca de fontes alternativas de energia, no Brasil e no mundo. Com a vocação rural do Brasil e suas condições climáticas, verifica-se que a geração de biogás obtido a partir da digestão da matéria orgânica vegetal e/ou animal, sendo estas encontradas em qualquer propriedade agropecuária, é uma importante alternativa para fornecer energia às propriedades rurais, podendo torná-las auto suficientes neste insumo (PALHARES, 2004).

Nesse sentido, o desenvolvimento e a implementação de alternativas tecnológicas com vistas à geração de energia a custos reduzidos para esse segmento podem gerar impactos socioeconômicos positivos (MAURA, 2007).

Vários autores concluem que a energia renovável para substituir os combustíveis fósseis deverá ter como características principais a compatibilidade ambiental, o alto coeficiente energético, o baixo custo, a fácil estocagem e transporte e, ainda, ser de uso conveniente e socialmente compatível. Estas características estão presentes no biogás (PALHARES, 2004).

Dentre as atividades rurais, a avicultura é uma atividade com alto consumo energético, porém, também tem a característica de produzir resíduos com considerável potencial energético, como a cama de frango que, ao ser processada de forma a disponibilizar essa energia, poderia contribuir para um equilíbrio energético nas operações que se desenvolvem dentro do galpão (SANTOS e LUCAS JÚNIOR, 2004).

A biodigestão ou digestão anaeróbia se mostrou como uma das alternativas mais vantajosas para o tratamento de resíduos de biomassa, pois além de permitir a redução do potencial poluidor e dos riscos sanitários dos dejetos ao mínimo, promove a geração do biogás, utilizado como fonte de energia alternativa e permite a reciclagem do efluente, podendo ser utilizado como biofertilizante (AMARAL, 2004).

Com a utilização do biodigestor, essa cama de frango passa a ser uma maneira de gerar energia para a própria granja, diminuindo assim os custos e deixando o balanço energético positivo. O biogás produzido a partir da biodigestão da cama de frango pode ser utilizado no aquecimento das aves, através de equipamentos onde ocorrerá a queima do biogás e conseqüente produção de calor, fundamental para sobrevivência nas duas primeiras semanas de vida destes animais. Pode também substituir a energia elétrica, como por exemplo, na iluminação (lampiões) e no aquecimento da água (para esterilização de equipamentos, lavagem das instalações, em fogões, na moagem grãos, etc) (PALHARES, 2004).

Com base nos dados do Balanço Energético Nacional referente ao ano de 2004, as principais fontes de energia para o consumo no segmento agropecuário foram óleo diesel (58%), lenha (26%), energia elétrica (15%) e outros (1%) (BRASIL, 2005). E que no triênio 2002-2004, dados oficiais disponíveis mostraram elevação dos preços pagos pela energia, pois os preços do óleo diesel apresentaram aumento de 41%, da lenha aumento de 52% e da energia elétrica aumento de 36%, em média, nesse período (ESPERANCINI, 2007).

Assim sendo, a utilização de balanços de energia pode constituir-se importante instrumento para definição de novas técnicas e manejos agropecuários, que podem vir a proporcionar importante economia de energia e, conseqüentemente, aumento de eficiência e redução de custo de produção, em sistemas de produção mais tecnificados, que possuem utilização intensiva de energia em suas várias formas (CAMPOS e CAMPOS, 2004). Com isso os Sistemas biointegrados podem maximizar o aproveitamento energético dos dejetos gerados pela avicultura, dentro do próprio agroecossistema, reduzindo a contaminação exterior dos recursos naturais (ANGONESE *et al.*, 2006). E esses sistemas integrados de energia são normalmente caracterizados pela utilização conjunta e otimizada dos recursos energéticos renováveis disponíveis em determinada localidade, tipicamente áreas remotas ou rurais.

Tendo em vista a realidade energética atual, a proposta é realizar um estudo para a elaboração de um modelo que sirva de base para a implantação de um sistema integrado de recursos energéticos renováveis, aplicados a ambientes rurais, gerando assim energia limpa, tendo como fonte de energia o biogás oriundo da biodigestão da cama de frango gerada nos galpões, por meio de um biodigestor.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho baseia-se em uma pesquisa do tipo exploratório descritivo com uma abordagem qualitativa, pois este permite ao investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema.

Deste modo, o trabalho iniciou-se com uma pesquisa bibliográfica para verificação, estudo e seleção de tecnologias já existentes sobre geração de energia a partir da combustão do metano. Foram adicionados levantamentos sobre o histórico de uso do biogás e outras fontes renováveis de energia. Existem duas situações possíveis para o aproveitamento do biogás, a queima direta (aquecedores, esquentadores, fogões, caldeiras) e a conversão de biogás em eletricidade, permitindo a produção de energia elétrica e térmica

Tal pesquisa teve por objetivo elaborar um modelo para dimensionamento de um sistema integrado de geração de energia elétrica utilizando biogás. Para a elaboração de tal modelo fez-se necessário uma análise dos dados adquiridos em trabalho elaborado anteriormente pela mesma equipe, onde por meio do balanço energético podemos constatar que a granja em estudo tem potencial para gerar biogás suficiente para suprir a necessidade de energia elétrica. Assim, o estudo da viabilidade do emprego do biogás inicia-se pela avaliação de equivalência energética entre o biogás e o combustível a ser substituído, prevendo as adaptações necessárias ao emprego do biogás como único recurso energético ou combustível complementar. De forma geral, a geração de energia elétrica a partir do biogás pode ser viabilizada como alternativa por suas significativas vantagens estratégica, econômica e ambiental.

Depois de tal comprovação, fica mais evidente a necessidade da implantação de um modelo integrado de geração de energia elétrica para que assim o proprietário da granja possa economizar e ter um destino certo para os resíduos de tal atividade, além de poder usar o subproduto da biodigestão com biofertilizante. As etapas realizadas para elaboração do modelo foram:

- Projeto de implantação de um sistema integrado gerador de energia elétrica a partir do biogás;
- Análise dos diferentes tipos de biodigestores;

- Seleção e dimensionamento dos equipamentos;
- Análise das variáveis relevante na construção do biodigestor;
- Análise das variáveis principais do sistema integrado;
- Dimensionamento do sistema integrado de energia, tendo em conta a demanda e a geração de biogás;
- Seleção dos materiais necessários para a construção;
- Metodologia do programa de manutenção e método de limpeza do biodigestor.

RESULTADOS

A cama de aviário está sendo produzida em grande quantidade, devido ao crescente aumento da avicultura de corte nos últimos anos. A avicultura do Brasil obteve um crescimento médio de 8,6% em um comparativo da produção de carne de 2003 para uma estimativa de 2004 e alcançando em 2005 a 3ª posição mundial na produção de carne de frango, liderada pelos Estados Unidos e China (SORDI *et al.*, 2005).

A avicultura industrial, além dos seus produtos, gera consideráveis quantidades de resíduos que, se mal manejados, podem causar impactos ao meio ambiente (SANTOS e LUCAS JÚNIOR, 1997). Dentre os resíduos existentes na criação de frango a cama de aviário apresenta uma quantidade significativa e de grande relevância para a questão ambiental. Na avicultura de corte, estima-se a produção de 1,4 a 1,7kg de cama de frango por frango produzido de acordo com Weaver e Meijerhof (1991); Malone (1992) e Tabelas (1996), citados por Santos e Lucas Júnior (1997).

Sabendo do potencial de tal biomassa, constatou-se que a melhor alternativa para aproveitamento da mesma, visando o aproveitamento energético é por meio da biodigestão anaeróbia fazendo uso de um biodigestor.

O biodigestor é uma câmara na qual ocorre um processo bioquímico denominado digestão anaeróbia, que tem como resultado a formação de biofertilizantes e produtos gasosos, principalmente o metano e o dióxido de carbono. Em geral o volume do biodigestor (V_{bd} , em m^3) é calculado em função da vazão diária de dejetos (V_d , em m^3/dia) e do tempo de retenção (Tr , em dias) pela expressão $V_{bd} = V_d \times Tr$. Sabendo que o período de detenção hidráulica é de aproximadamente 40 dias em condições ideais de temperatura, no caso da vazão diária de dejetos não tem como estipular pelo fato de não ser repostado diariamente e sim a cada trimestre.

Existem vários modelos de biodigestores que foram desenvolvidos e adaptados a matrizes e substratos. O biodigestor aceita qualquer tipo de esterco seja bovino, equino, suíno, avícola, caprino e até humano e também restos culturais segundo a Empresa Recolast, desde que seja mantida a relação C/N (carbono/nitrogênio) recomendada, da ordem de 1:15 a 1:25. Isto porque as bactérias usam cerca de 15 a 25 vezes mais rápido o nitrogênio do que o carbono.

Como a cama de frango é um resíduo produzido em intervalos de tempo e considerando suas características físicas e químicas como alto teor de sólidos, baixa umidade e tamanho das partículas, o biodigestor ideal para atender a essas particularidades seria o modelo de batelada. Esse modelo apresenta características de desenho e performance, para uma perfeita digestão anaeróbia da biomassa avícola, podendo este ser manejado em forma de bateria ou sequencialmente (PALHARES, 2004b; KUNZ, 2005).

A desvantagem do manejo em forma de batelada está relacionada à velocidade de fermentação da cama, que é lenta, dificultando o aproveitamento do biogás. No manejo seqüencial, deve-se utilizar inóculos para que este seja viabilizado.

Assim sendo o biodigestor foi dimensionado levando em consideração a quantidade de cama produzida no período de 135 dias que é de aproximadamente de 219.375kg para o estudo de caso em questão, e essa quantidade de cama é capaz de produzir 13601,25 m^3 de biogás, e sabendo que 1 m^3 de biogás é equivalente a 1,25 kWh de eletricidade, assim a geração de eletricidade é de 17001,56 kWh.

Na granja em questão existe 2 galpões de 1800 m^2 com capacidade para 25000 aves e 65 lâmpadas fluorescente em cada galpão para aquecimento das aves, além de 16 exaustores em pleno funcionamento para refrigeração do ambiente. Assim o gasto com eletricidade em cada galpão é de aproximadamente de 1500 kWh além do gasto com a sede e a casa do zelador isso totaliza em 3750kWh, valor esse que o biogás, por meio de um motor de conversão, é capaz de suprir essa demanda energética.

Quanto à escolha do modelo e do tamanho ideal de biodigestor, é levada em consideração, entre outras variáveis, o tipo da matéria orgânica de entrada, características como a DBO e DQO, as condições locais do solo, capital e custo de manutenção, alta eficiência compatibilizada com custos e operacionalidade, necessidade energética da propriedade e disponibilidade de matéria prima.

Ao decidir-se pela instalação de um biodigestor, a primeira medida que se deve tomar, seja qual for o modelo escolhido, é a determinação do local para construí-lo. Há Algumas regras básicas que devem ser respeitadas, visando à economia e o desempenho, como por exemplo: O biodigestor não deve ficar a mais de 30 metros da casa, isto para encurtar os custos com a instalação da tubulação que conduzirá o gás a ser aproveitado; levar em consideração a temperatura, tendo em vista que a temperatura ideal para que ocorra a biodigestão é de aproximadamente 35° C, entre outros.

O sistema que permite o mais eficiente funcionamento do biodigestor esta representado na figura 1 e é constituído pelos seguintes componentes:

- Tanque de entrada: local onde são depositados os dejetos das aves;
- Tubo de carga: conduto através do qual se faz a introdução do resíduo no digestor;
- Digestor: tanque fechado onde se processa a fermentação da matéria orgânica;
- Septo: parede que divide e direciona o fluxo do resíduo dentro do digestor;
- Gasômetro: câmara em que se acumula o biogás gerado pela digestão anaeróbia;
- Tubo de descarga: conduto por meio do qual é expelido o resíduo líquido depois de fermentado;
- Leito de secagem: tanque onde é recolhido o resíduo líquido, que após a perda do excesso de água se transforma no biofertilizante;
- Saída do biogás: tubulação instalada na parte superior do gasômetro para conduzir o biogás até o ponto de consumo.

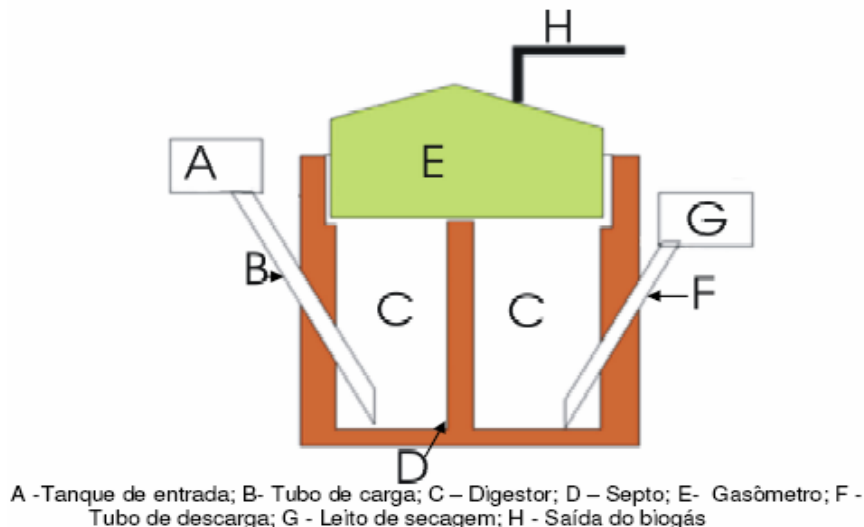


Figura 1: Desenho esquemático de biodigestor

Assim sendo o sistema de integrado segue esquematizado na figura 2 envolvendo todos os equipamentos e processos necessários para a geração do biogás e do biofertilizante e da sua distribuição, começando pela granja onde se encontra os animais e a biomassa que será primeiramente triturada e adicionada água antes de ser introduzida na caixa ou tonel de entrada. Após esse procedimento, a biomassa vai para o biodigestor através de tubulação por meio da gravidade. O biodigestor é uma câmara fechada onde o material orgânico é degradado por microrganismos. No biodigestor, são armazenados produtos da degradação biológica da biomassa como o biogás e o biofertilizante, os quais serão coletados por saídas distintas. A saída do biogás é controlada por válvulas de segurança que mantêm a pressão do gás recomendada pelo fabricante dos equipamentos utilizados na propriedade, tais como o gerador de eletricidade, aquecedor e motobomba.

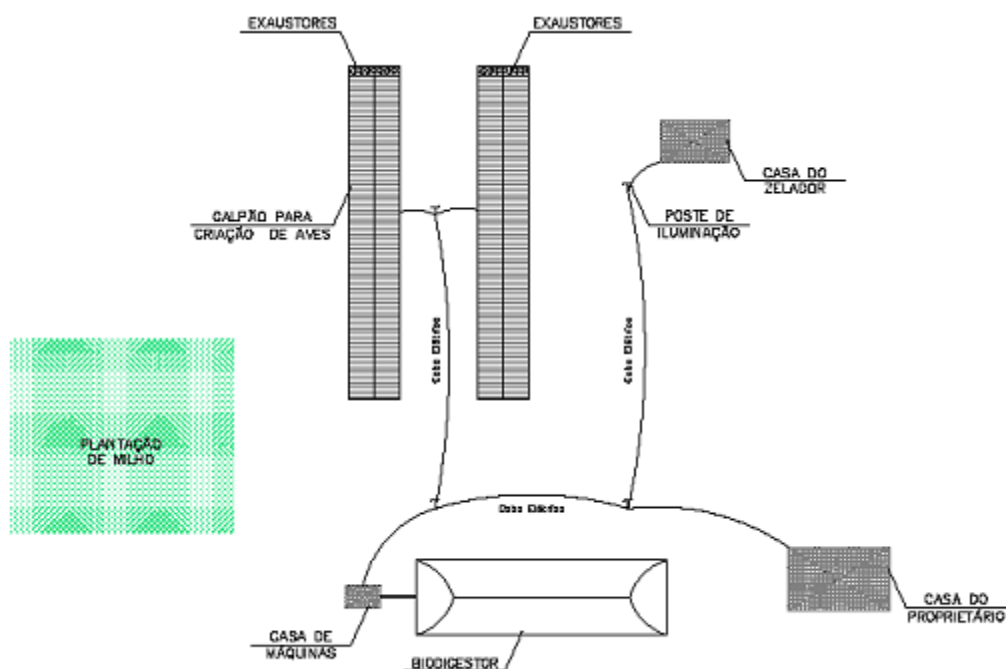


Figura 2: Sistema integrado de geração de energia elétrica limpa

O biofertilizante deve ser retirado do biodigestor a partir de um sistema de bombeamento e distribuído em tubulações até chegar à caixa de saída onde será armazenado e retirado de acordo com as necessidades do produtor. Existe também a possibilidade da canalização ser feita diretamente para aspersores que fará a distribuição adequada do biofertilizante na lavoura, nesse caso a caixa de saída é desnecessário.

A digestão anaeróbia da cama de frango realizada dentro do biodigestor é transformada em aproximadamente 78% de biogás, sendo este composto de uma mistura de gases constituído basicamente de 60 a 70% de metano (CH_4) e 30 a 40% de dióxido de carbono (CO_2), além de traços de O_2 , N_2 , H_2S , etc., isto para resíduos orgânicos (PALHARES, 2004). O metano é o componente do biogás que apresenta propriedades combustíveis, servindo, por exemplo, ao funcionamento de motores, onde o desempenho obtido é bastante semelhante ao do gás natural ou dos combustíveis líquidos. A diferença está no campo econômico e ambiental, pois o biogás é um dos subprodutos do tratamento de resíduos orgânicos, produzindo menos resíduos sólidos a base de enxofre. (PALHARES, 2004).

Assim sendo, a utilização da biodigestão anaeróbia, propicia que três benefícios ocorram concomitantemente, ou seja, saneamento no meio rural, atendimento da demanda energética e a utilização do material biodegradado como biofertilizante.

CONCLUSÕES

A importância da avicultura de corte no país como um todo torna evidente que são necessários estudos que apontem alternativas para um correto destino aos resíduos das cadeias produtivas. Por isso, tem-se a necessidade de resolver o problema ambiental dos resíduos através do manejo adequado somado ao uso da biomassa animal para a geração de energia elétrica ou térmica.

Na granja estudada, podemos observar que se fosse instalado um sistema integrado de geração de energia limpa ela seria auto suficiente em vários aspectos, pois com a produção de aproximadamente 219.375 kg de cama de frango em um período de 135 dias a geração de biogás é de 13601,25m³, isso transformado em energia é equivalente a 17001,56 kWh, sendo assim suficiente para a demanda do empreendimento que é de aproximadamente de 3750kWh.

O biodigestor mais adequado para o estudo em questão foi o modelo batelada, ou o modelo indiano sendo esse segundo em uma escala menor e de forma mais artesanal. A opção pelo modelo batelada e em decorrência da cama de frango ser um resíduo produzido em intervalo de tempo consideráveis (135 dias), e considerando suas características físicas e químicas como alto teor de sólidos, baixa umidade e tamanho das partículas. Esse modelo apresenta características de desenho e performance, para uma perfeita digestão anaeróbia da biomassa avícola, podendo este ser manejado em forma de bateria ou sequencialmente.

Um dos maiores entraves enfrentados para utilização da cama de frango para produção de biogás em condições de campo é provavelmente, a dificuldade operacional, tanto antes como depois da cama ter sido submetida à fermentação para a produção de energia. A diluição da cama em água e o trabalho de fazer a mistura para formar uma pasta homogênea antes do abastecimento dos biodigestores, representam uma grande dificuldade para o agricultor. Após o término da fermentação, a dificuldade de manejar um esterco diluído em água aumenta em relação a um esterco com menor teor de umidade.

O biogás pode ser também aproveitado para a geração de créditos de carbono através do MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. O Protocolo de Kyoto vem em busca de melhorias no clima do planeta. Para isso, podem desenvolver a alternativa do MDL, e esta alternativa implica em assumir responsabilidade para reduzir as emissões de poluentes e promover o desenvolvimento sustentável. São mecanismos de investimentos pelos quais os países desenvolvidos aplicam recursos financeiros em projetos que venham reduzir a emissão de gases do efeito estufa com metas de redução de poluentes.

E a continuação dessa ciclagem de energia é importante para o meio ambiente, pois se reduz o impacto ambiental causado pelos resíduos; e o biogás aproveitado e utilizado como energia, evita a liberação de gases do efeito estufa para a atmosfera. Essa estabilização dos resíduos em biodigestores e a captura de biogás gerado representam um grande avanço tecnológico nos sistemas de produção e de tratamento dos dejetos avícolas.

Portanto, com o balanço energético e a implantação desse ciclo integrador pode-se verificar o ganho de eficiência na produção de aves ao se utilizar o biodigestor para geração de energia, visto que a eficiência deste sistema é superior em 50% à encontrada para sistemas sem o biodigestor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMARAL, Cecília Maria Costa do. et al. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica**. Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.6, p.1897-1902, nov-dez, 2004.
2. ANGONESE, André R., Alessandro T. Campos, Carlos E. Zacarkim, Melissa S. Matsuo1 & Francielly Cunha. **Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.10 n.3, p.745-750, 2006. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG.
3. BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço energético nacional**. Disponível em: <<http://ftp.mme.gov.br/Pub/Balanco/BEN/Portugues/Benp99.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2004.
4. BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional 2005**. Brasília, DF, Brasil <Disponível em www.mme.gov.br>, Acesso em 12 jul 2009.
5. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 15, de 17 de julho de 2001**. Dispõe sobre o uso da cama de aviário para alimentação de ruminantes. Disponível em: <<http://www.mapa.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2009.
6. CAMPOS, Alessandro Torres. CAMPOS, Aloísio Torres. **Balancos energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agrossistemas**. Ciência Rural, v.34, n.6, nov-dez, 2004.
7. ESPERANCINI, Maura S. T. et al. **Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do estado de São Paulo**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.27, n.1, p.110-118, jan./abr. 2007.
8. FUKAYAMA, E.H.; LUCAS JÚNIOR, J. de; AIRES, A.M.; SILVA, A. A. de; OLIVEIRA, R. A. de. **Produção de biogás utilizando cama de frangos de corte**. I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais, Florianópolis – SC. p. 49-55, mar. 2009.
10. KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V. de; HIGARASHI, M. M. **Biodigestor para o tratamento de dejetos de suínos: influência da temperatura ambiente**. Concórdia: Embrapa Comunicado Técnico 416, 2005.

11. MAURA S. T. Esperancini et al. **Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.27, n.1, p.110-118, jan./abr. 2007.
12. PALHARES, Júlio César Pascale. **Uso da cama de frango na produção do biogás.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. Circular Técnica nº41. 12p.
13. PALHARES, Júlio César Pascale. **Uso de biodigestores para o tratamento da cama de frango: conceitos importantes para a produção de biogás.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004.
14. **Plano Nacional de Agroenergia – PNA.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2006. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/portal/page?_pageid=33,2864458&_dad=portal&_schema=portal Acesso em: 10 abril de 2009.
15. SANTOS, Tânia M. B.; LUCAS JÚNIOR, Jorge de. **Balanço energético em galpão de frangos de corte.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.24, n.1, p.25-36, jan./abr. 2004.
16. SANTOS, Tânia M. B.; LUCAS JÚNIOR, Jorge de. **Produção de biogás a partir de três tipos de cama obtidos em dois ciclos de criação de frangos de corte.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.17, n.2, p.9-20, dez. 1997.
17. SORDI, Alexandre; SOUZA, S. N. M. de, MAGALHÃES; OLIVEIRA, F. H. de. **Biomassa gerada a partir da produção avícola na região Oeste do Estado do Paraná: uma fonte de energia.** Acta Sci. Technol. Maringá, v. 27, n. 2, p. 183-190, July/Dec., 2005.