

Costa, L.V.C. Aproveitamento de resíduos da suínocultura e avicultura: potenciais para produção de biogás e biofertilizante. PUBVET, Londrina, V. 3, N. 10, Art#538, Mar3, 2009.



**PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.**

Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=538>>.

### **Aproveitamento de resíduos da suínocultura e avicultura: potenciais para produção de biogás e biofertilizante**

---

Laura Vanessa Cabral da Costa

Zootecnista, mestranda em Produção Animal, Bolsista Cnpq; FCAV, UNESP, Jaboticabal.

---

#### **RESUMO**

A produção de suínos e frangos vem crescendo consideravelmente, e ambas são consideradas atividades de alto potencial poluidor, o que se agrava com o aumento no número de animais confinados em pequenas áreas, com conseqüente aumento no volume de dejetos e resíduos produzidos. Dessa forma, encontrar uma maneira adequada para o manejo dos dejetos e ou resíduos é o maior desafio para reduzir os custos de produção e minimização dos impactos ambientais. Na tentativa de minimizar esses impactos causados por essas atividades, várias alternativas de tratamento tem sido desenvolvidas, como o sistema de biodigestão anaeróbia com uso de biodigestores, cujo processo ocorre com a degradação de material orgânico em ambiente com ausência de oxigênio livre, obtendo-se como produto final o biogás e o biofertilizante. A possibilidade de aliar aos sistemas de produção

animal conceitos do desenvolvimento sustentável e preservação dos ecossistemas é algo imprescindível. A sustentabilidade dos mais variados sistemas de produção, as validações de tecnologias que reduzam os riscos ambientais são ações que contribuem para uma melhor qualidade de vida não só dos produtores rurais, mas também de toda uma sociedade.

Palavras – chave: biodigestores, biogás, biofertilizante e meio ambiente

### **Utilization of residues of the swines and poultry keeping: potentials for production of biogas and biofertilizer**

#### **ABSTRACT**

The production of swines and chickens comes considerably growing, and both are considered activities of high polluting potential, what if it aggravates with the increase in the number of animals confined in small areas, with consequent increase of dejections and residues by vol. produced. Of this form, to find a way them adjusted for the handling dejections and or residues is the biggest challenge to reduce the costs of production and minimized of the ambient impacts. In the attempt to minimize these impacts caused for these activities, some alternatives of treatment have been developed, as the system of anaerobic biodigestão with use of biodigesters, whose process occurs with the degradation of organic material in environment with absence of free oxygen, getting itself as end item biogás and the biofertilizer. The possibility to unite with the systems of animal production concepts of the sustainable development and preservation of ecosystems is something essential. The sustentabilidade of the most varied production systems, the validations of technologies that reduce the ambient risks are actions that not only contribute for one better quality of life of the agricultural producers, but also of all a society.

**Key Words:** biogesters, biogas, biofertilizer and environment

## **1.0 INTRODUÇÃO**

Uma das preocupações atuais, relacionada ao meio ambiente, diz respeito à disposição de resíduos sólidos, sejam eles de origem humana (lixo domiciliar), animal (dejetos) ou vegetal (palhadas e restos de culturas entre outros). Tais resíduos, quando dispostos no solo, sem tratamento e de forma inadequada, provocam graves problemas de contaminação ambiental, seja pela percolação do chorume (líquido de cor escura, com alta carga poluidora, que se forma onde há acúmulo de material orgânico e pode atingir os mananciais de água subterrânea), seja pela proliferação de insetos e animais nocivos.

Por outro lado os resíduos gerados nas atividades ligadas à produção animal, apesar dos problemas ambientais que podem causar, apresentam valor energético e fertilizante, podendo significar um fator de agregação de valor à atividade principal.

A suinocultura está crescendo mais nos países em desenvolvimento do que nos países já desenvolvidos – observações embasadas em dados dos últimos oito anos. No período (1995-2003), a produção mundial de carne suína cresceu 21,8%, sendo que nos países desenvolvidos cresceu apenas 0,675 ao ano e nos países em desenvolvimento cresceu 3,89% ao ano (PORKWORLD, 2004b). A criação de suínos no Brasil em 2003 atingiu 34,5 milhões de suínos, o que equivale a 2,7 milhões de toneladas (PORKWORLD, 2004 a).

No Brasil é uma atividade predominantemente de pequenas propriedades rurais. Cerca de 81,7% dos suínos são criados em unidades de até 100 hectares. Essa atividade se encontra presente em 46,5% das 5,8 milhões de propriedades existentes no país, empregando mão-de-obra tipicamente familiar e constituindo uma importante fonte de renda e de estabilidade social (BUDIÑO et al., 2000).

Segundo o mesmo autor, a suinocultura atualmente é uma importante fonte de renda para o setor rural, trazendo benefícios econômicos e sociais. Porém, a criação de suínos é considerada altamente poluidora e degradante

ambiental, sendo extremamente preocupante em algumas regiões com maior densidade de granjas e/ou topografia irregular, pois o lançamento de dejetos indiscriminadamente em rios, lagos e solo, está causando desconforto e doenças à população, além da própria degradação do ambiente com a poluição dos leitos d'água e saturação de solos pelos componentes químicos presentes nestes dejetos.

Outro sistema de produção que vem se destacando é a criação de aves, segundo ANUALPEC (2008) em 2007 foram produzidos 5,15 bilhões de frango de corte no Brasil, tornando-o por um ano consecutivo, o maior exportador de carne de frangos no mundo. Paralelo a esse crescimento a produção de cama de frango vem aumentando. Em 42 dias de criação, um frango de corte produz cerca de 1,75 kg de cama (MS), ou seja, em 2007 foram produzidos 9,01 bilhões de kg de cama de frango.

Na produção de aves para corte, a cama é o principal subproduto. A cama é normalmente reutilizada para reduzir o custo de produção e a poluição ambiental. Poucos estudos têm avaliado as características da cama reutilizada e, portanto, existem poucas informações sobre as vantagens e desvantagens de se reutilizar a cama.

SANTOS (1997), afirma que a cama de frango foi muito utilizada na alimentação dos bovinos por ser uma fonte barata de nitrogênio protéico e não protéico, podendo ser fornecida o ano todo e, principalmente, no período seco do ano associado com a cana. Além do valor nutritivo, deve-se observar a qualidade microbiológica da cama a ser fornecida aos animais, sendo vários os relatos de distúrbios, quando não a morte causada em ruminantes alimentados com cama de frango contaminada ou com pastagens adubadas com cama de frango contaminada. A mesma autora cita que algumas pesquisas têm demonstrado preocupação com a transmissão de doenças e intoxicações nos animais, pois podem conter além de patógenos, metais como enxofre (S), e cobre (Cu), entre outros.

Porém o uso da cama de frangos na alimentação de ruminantes foi proibido à partir de 2001, quando uma portaria do governo federal proibiu o uso da

cama para tal finalidade (BRASIL, 2001).

Todo criador/produtor deve possuir um programa racional de controle dos dejetos, visando a sua correta utilização para evitar os problemas de poluição. Pela Legislação Ambiental, o produtor pode ser responsabilizado criminalmente por eventuais danos causados ao meio ambiente e à saúde dos homens e animais (PERDOMO, 2004).

Segundo KOZEN (2003), os dejetos de suínos e a cama de aves podem constituir fertilizantes excelentes e seguros na produção de grãos e de pastagem, desde que precedidos dos ativos ambientais que assegurem a proteção do meio ambiente, antes da sua reciclagem.

A consciência de que o tratamento de resíduos produzidos pelas diferentes atividades agropecuárias é de vital importância para a saúde pública e para o combate à poluição, tem levado a necessidade de desenvolver sistemas que combinem alta eficiência e custos baixos de construção e operação (STEIL et al., 2002). Neste sentido, a biodigestão anaeróbia surge como uma alternativa viável.

## **2.0 REVISÃO DE LITERATURA**

Segundo OLIVEIRA (2001), a digestão anaeróbia provavelmente é o processo mais viável para a conversão de esterco em energia, e em alguns casos, além da digestão anaeróbia, a combustão direta é alternativa viável. No calor gerado pela queima direta devem ser considerados os gases emitidos a atmosfera como um fator de impacto ao meio ambiente, com relação à queima direta de resíduos.

KUNZ e PALHARES (2006), os biodigestores podem também possibilitar a venda de créditos de carbono, o que agregaria mais valor a este processo de tratamento de dejetos. O crédito de carbono surgiu devido a preocupação sobre a emissão de gases na atmosfera que contribuem para o aumento do efeito estufa. Em 1997, com a definição do Protocolo de Kyoto, foi preconizado que os países que não precisarem reduzir o índice de emissão poderiam vender

créditos para os países desenvolvidos que precisam alcançar uma meta de redução. Os países ricos poderão transferir recursos financeiros e tecnologias sustentáveis para países em desenvolvimento, contribuindo para a redução global das emissões.

Assim sendo, o setor agropecuário poderá participar deste mecanismo através da tecnologia de biodigestores, que além de diminuir as emissões de CO<sub>2</sub> pela substituição de outras fontes energéticas de origem fóssil (lenha carvão, etc.), diminui-se também a emissão de gases produzidos na fermentação e estabilização dos dejetos que normalmente seriam lançados pelas esterqueiras e lagoas de estabilização (OLIVEIRA, et al., 2001; 1997), agregando valores produzindo biogás e biofertilizante.

## **2.1 - A BIODIGESTÃO ANAERÓBIA E O SISTEMA CONTINUO DE TRATAMENTO**

A biodigestão anaeróbia é um processo biológico natural e eficiente no tratamento de consideráveis quantidades de resíduos, reduzindo o seu poder poluente e os riscos sanitários advindos dos mesmos (HILL, 1980). Uma maneira de viabilizar os sistemas de degradação anaeróbia, agregando valor aos subprodutos e reduzindo a emissão de odores é a implementação dos biodigestores (HIGARASHI, 2003), os quais são câmaras que realizam fermentação anaeróbia da matéria orgânica produzindo o biogás e o biofertilizante (DIESEL et al., 2002).

Existem dois tipos principais de biodigestores quanto a sua alimentação: o de batelada (não precisa ser abastecido com substrato diariamente) (Figura 1) e o contínuo (abastecimento diário) (Figura 2), sendo que, dentro dos biodigestores contínuos destacam-se os modelos indiano, chinês (SILVA e LUCAS JR, s/d) e modelo canadense ou tubular (PERDOMO, et al., 2003).

A vantagem desse processo está na produção constante de biogás que está relacionada com a carga diária e os teores de sólidos totais e voláteis (OLIVEIRA, 2001).

## **2.2 - A BIODIGESTÃO ANAERÓBIA E SISTEMA DE ABASTECIMENTO EM MODELO BATELADA**

Os biodigestores em batelada são bastante indicados para tratamento daqueles resíduos que são disponíveis em determinadas épocas, como por exemplo, para tratamento de resíduos de cama de frango, que são disponíveis após a retirada do lote do galpão.

Esse modelo constitui-se, basicamente de um corpo cilíndrico, um gasômetro flutuante e uma estrutura para guia do gasômetro, que poderá ser um sistema de trave e roldana.

Os biodigestores em batelada diferem dos modelos indiano e chinês, principalmente pelos seguintes aspectos:

- São abastecidos em uma só vez e esvaziados após um período conveniente de fermentação;
- Apresentam produção de biogás na forma de pico;
- Não possuem caixa de entrada nem de saída;
- Não necessitam ter parede divisória (ORTOLANI et al.; 1991).

De acordo com FUKAYAMA (2008), para estabelecer relações entre os principais tipos de biodigestores e suas características microbiológicas, é fundamental o conhecimento de três parâmetros básicos que influem na operação destes e em suas eficiências na produção de biogás, esses parâmetros são:

- Tempo de Retenção de Microrganismos (TRM);
- Tempo de Retenção Hidráulica (TRH) e
- Tempo de Retenção de Sólidos (TRS).

O TRH é entendido como o intervalo de tempo necessário de permanência do afluente para que ocorra o processo de biodigestão de maneira adequada. Os TRM e TRS são os tempos de permanência dos microrganismos e dos sólidos no interior dos biodigestores, esses tempos são expressos em dias. De forma resumida pode-se dizer que altas produções de metano são conseguidas, satisfatoriamente, com longos TRM e TRS. Porém

quando se utiliza biodigestores bateladas, apenas o TRH e considerado.

### **2.2.1 PROCESSOS DA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA**

O processo biológico para a produção de biogás ocorre na ausência de oxigênio molecular, no qual um consórcio de diferentes tipos de microorganismos interage estreitamente para promover a transformação de compostos orgânicos complexos em produtos mais simples, resultando principalmente nos gases metano e dióxido de carbono (FORESTI et al. 1999).

A transformação das macromoléculas orgânicas complexas do dejetos em  $\text{CH}_4$  e  $\text{CO}_2$  ocorre por várias reações seqüenciais e requer a mediação de diversos grupos de microrganismos (STEIL, 2001), os quais desenvolvem metabolismos coordenados e independentes, e contribuem para a estabilidade do sistema Cezar, (2001); citado por FUKAYAMA (2008), encontrando como alimento, os sólidos voláteis dos dejetos. Este processo desenvolve-se em quatro estágios principais: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese, sendo que para cada estágio estão envolvidas diferentes populações microbianas (STEIL, 2001).

Segundo LUCAS JR e SANTOS (2000) o processo se desenvolve em diferentes estádios de interação de microrganismos e substratos, ZEIKUS, (1980) citados pelos mesmos autores propôs a seguinte distinção metabólica das populações microbianas na digestão anaeróbica:

- bactérias hidrolíticas, fermentam grande variedades de moléculas orgânicas complexas (por exemplo, polissacarídeos, lipídeos e proteínas) em amplo aspecto de produtos finais (por exemplo, ácido acético,  $\text{H}_2/\text{CO}_2$ , composto de um carbono e ácidos orgânicos maiores que o ácido acético e compostos neutros maiores que o metanol);

- bactérias acetogênicas, produtoras de hidrogênio incluem espécies facultativas e estritamente anaeróbicas que fermentam ácido voláteis maiores que o acético (por exemplo, butirato, propanol) a hidrogênio e acetato;

- bactérias homoacetogênicas, que podem fermentar amplo espectro de compostos de um carbono à ácido acético;

- bactérias homoacetogênicas, que fermentam  $H_2/CO_2$  compostos de um carbono (por exemplo, metanol, CO, metalanina) e acetato a metano.

No último estágio da biodigestão anaeróbia, a metanogênese, ocorre a formação de metano a partir da redução de ácido acético e hidrogênio pelas bactérias metanogênicas. De acordo com STAMS (1994) citado por AUGUSTO (2007), as bactérias metanogênicas dividem-se em decorrência da afinidade entre o substrato e a produção de metano em: metanogênicas acetoclásticas, aquelas utilizadoras de acetato; e matanogênicas hidrogenotróficas, utilizadoras de hidrogênio (Figura 03).

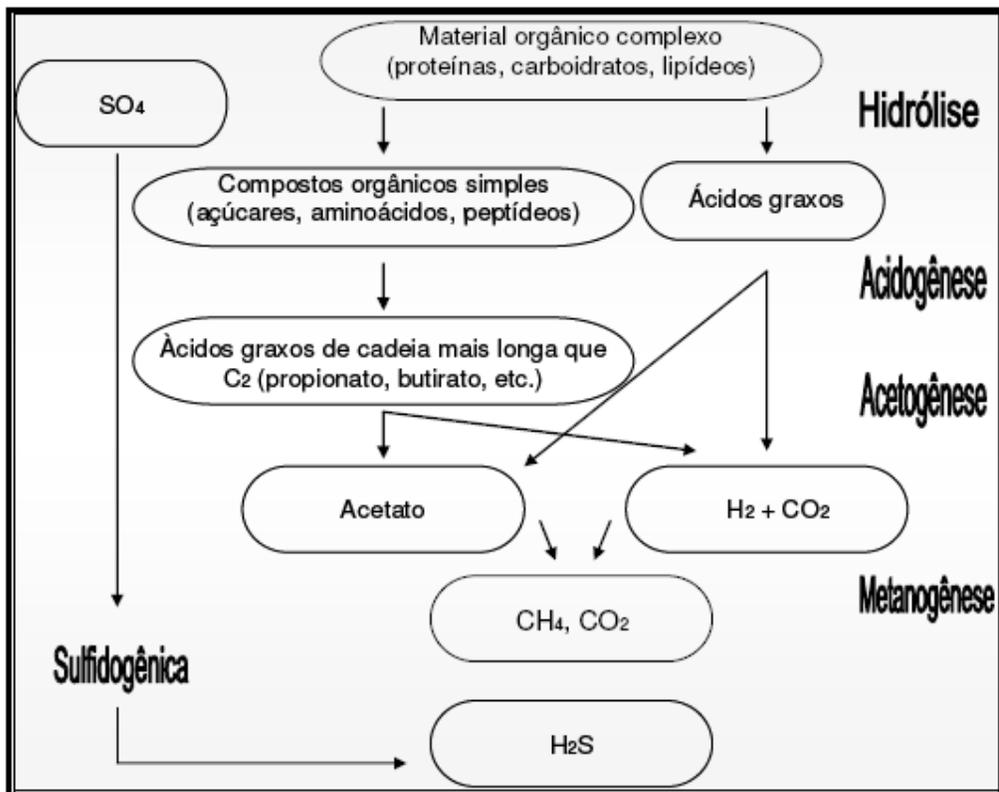


Figura 03- Seqüência metabólica e grupos microbianos da biodigestão anaeróbia (adaptado de FORESTI et al., 1999; Rivera-Ramirez et al. citado por IAMAMOTO, 1999), citados por AUGUSTO (2007).

O sucesso do processo de biodigestão anaeróbia depende, portanto, de condições ambientais específicas (nutrientes, temperatura, tempo de retenção hidráulica suficiente, entre outros) para que diferentes populações de microorganismos possam crescer e se multiplicar (SINGH e SINGH, 1996; HAMMAD, et al., 1999; YADVIKA et al., 2004) citados por FUKAYAMA (2008); RUIZ et al. (1992), citado por XAVIER (2002), existe uma série de substâncias que são prejudiciais e tóxicas para as bactérias do biodigestor, certas substâncias poluentes, como por exemplo o NaCl, Cu, Cr, NH<sub>3</sub>, etc, estes são concebíveis caso mantidas abaixo de certas concentrações, todos os desinfetantes e bactericidas são tóxico para as bactérias metanogênicas.

Para tanto, o sucesso depende também do manejo adequado adotado na granja, recomendações técnicas ao funcionários também são medidas de bom funcionamento do biodigestor.

### **3.0 Capacidade de produção de biogás em diferentes sistemas de produção animal**

Segundo COLDEBELLA et al., (2006) desde que as condições sejam adequadas ao desenvolvimento das bactérias anaeróbias a digestão se realiza a partir de qualquer matéria orgânica, com a fermentação provocada pelas bactérias obtêm-se o biogás. Para cada fonte de matéria orgânica temos uma produção diferente de biogás, a Tabela 1, mostra a capacidade de produção de biogás a partir de resíduos pecuários comuns das propriedades rurais.

A biodigestão anaeróbia precisa ser utilizada como uma tecnologia integrada de tratamento de resíduos e produção de energia. Se vista só como uma tecnologia de produção de energia a digestão é extremamente cara, especialmente para os pequenos produtores. Resultados de análise econômica, mostram que a digestão anaeróbia de resíduos avícolas não pode ser economicamente sustentada somente pela produção de metano. Para ser economicamente viável o biofertilizante deve ser comercializado, LORA (1997); COLLINS et al. (2000), citados por SANTOS (2001).

TABELA 1 – Produção de biogás a partir de resíduos pecuários

Espécie pecuária	Unidade referência	Produção específica de biogás (m <sup>3</sup> /kg SV)	Produção diária (m <sup>3</sup> /animal/dia)
Suínos <sup>1</sup>	Porca reprodutora em ciclo fechado	0,45	0,866
	Porca reprodutora em criação de leitões	0,45	0,933
	Porco em exploração de engorda	0,45	0,799
Bovinos <sup>2</sup>	Vaca leiteira com 600 kg de peso	0,28	0,980
	Bezerro até 150 kg de peso	0,28	0,294
	Bovino engorda entre 120 a 520 kg de peso	0,28	0,292
Galináceos	Galinha poedeira em baterias (2 kg)	0,46 – 0,77	0,010 – 0,017
	Frango engorda (até 1,5 kg)	0,13 – 0,26	0,001 – 0,002
Equídeos	Cavalo adulto com 400 a 500 kg de peso	0,28	1,225

Fonte: SANTOS (2000), citado por COLDEBELLA et al., (2006)

Em todo o processo da biodigestão anaeróbia o biogás é apenas um subproduto gerado pelo sistema de tratamentos dos resíduos produzido, que quando aproveitado de forma adequada torna o produtor rural auto-suficiente em energia elétrica e paga o capital investido na implantação do biodigestor e do conjunto motor/gerador. O tempo de retorno pode ser ainda menor se biofertilizante produzido no biodigestor for aproveitado para fertirrigação viabilizando ainda mais o uso de biodigestores com forma de saneamento rural.

### 3.1 Biofertilizante produzido nos diferentes sistemas de produção animal

Segundo KIEHL (1985) citado por XAVIER (2002), no processo de decomposição da matéria orgânica, uma grande quantidade de substância é formada para gerar células microbianas, essas células serão, por morte dos microrganismos, ocorrendo uma reciclagem até um ponto em que a matéria orgânica original complexa se transforme em compostos minerais simples.

A diminuição na relação carbono/nitrogênio da matéria orgânica após sua

passagem por biodigestores é que o condiciona para uso agrícola. Devido a um maior grau de decomposição, se torna mais fácil para os microorganismos do solo imobilizar os nutrientes presentes no biofertilizante.

O biofertilizante que é resultante da produção do biogás em biodigestores anaeróbios, a o contrário dos adubos minerais que oferecem nutrientes para as plantas, oferecem para o solo melhora nos seus parâmetros físico - químicos por ser um adubo rico em matéria orgânica.

Segundo MAGALHÃES et al., (2001), a biodigestão anaeróbia de resíduos, é uma forma de bioconversão, que oferece muitas vantagens como a transformação de resíduos orgânicos em gás metano, podendo ser transformado em energia, redução na emissão de amônia, controle de odores, e ainda o efluente da biodigestão, pode ser utilizado como biofertilizante de plantas, por ser fonte de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, zinco, ferro, cobre, manganês , e outros minerais .

Na TABELA 2, estão apresentados as concentrações de macro e micronutrientes de diferentes biofertilizantes, segundo XAVIER (2002), citando ARAUJO (1987).

Segundo HARDOIM (1999), para o correto manejo dos resíduos, em qualquer atividade agropecuária, deve ser adotado inicialmente, uma avaliação quantitativa e, em seguida, qualitativa do resíduo gerado. Posterior a esta avaliação, deverá ser planejado o sistema de manejo, considerando-se várias possibilidades existentes, sendo o sistema projetado para minimizar o impacto ao meio ambiente e maximizar a recuperação dos recursos energéticos e fertilizantes, com o objetivo de aproveitá-los no aumento da produtividade.

Relacionando a necessidade de manejar e reciclar os dejetos de suínos e aves de forma econômica e ambientalmente correta, juntamente com a importância dos biofertilizantes e do biogás para a setor agropecuário, o objetivo desse trabalho de revisão foi fazer um levantamento de estudo para conhecimento da importância dos resíduos gerados por essas atividades.

TABELA 2 – Porcentagem de macronutrientes e micronutrientes em partes por milhão em biofertilizantes de diferentes materiais de origem.

Material de origem do efluente				
Nutrientes	Estrume de Bovino	Estrume de Suíno	Estrume de Aves	Estrume de Búfalo
N %	1,71	1,75	1,85	1,22
P %	1,25	0,94	1,13	1,00
K %	1,19	1,58	1,48	1,43
Mg %	0,51	0,88	0,52	0,35
Ca %	1,90	4,00	7,63	2,11
S %	0,33	0,57	0,49	0,18
Cu %	135	135	375	60
Fe %	1624	2050	1798	1208
Mn %	304	353	484	135
Zn %	349	353	433	130

Fonte: ARAÚJO, (1987), adaptado.

#### 4.0 Conclusões

Mediante os parâmetros obtidos nas literaturas, conclui-se que o processo de biodigestão anaeróbia, tanto sistemas contínuos ou bateladas, são eficazes para o tratamento de resíduos provenientes da suinocultura e da avicultura, podendo atribuir valores econômicos e ambientais para a granja e para o produtor.

#### 5.0 REFERENCIAS

ANULPEC 2008: Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Angr FNP, Instituto FNP, 2008. p. 243 – 270.

AUGUSTO, K. V. Z. Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos em sistemas de produção de ovos: compostagem e biodigestão anaeróbia. 2007. 131 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual

Costa, L.V.C. Aproveitamento de resíduos da suinocultura e avicultura: potenciais para produção de biogás e biofertilizante. PUBVET, Londrina, V. 3, N. 10, Art#538, Mar3, 2009.

Paulista: UNESP. Jaboticabal – S.P . 2007

BRASIL, Instrução normativa número 15 do ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Diário Oficial da União, 17/7/2001, Brasília DF, 2001,

BUDIÑO, L. F. E.; TUCCI, M. F. e HANNAS, M. I. **I** Seminário sobre geração, aproveitamento e utilização de resíduos na suinocultura. UNESP - Jaboticabal, 2000. 79 p.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R. E PERDOMO, C. C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. BIPES. Boletim Informativo: Pesquisa e Extensão, 2002. 25 p.

FORESTI, E. et al. Fundamentos dos tratamento anaeróbios. In: CAMPOS, J. R. (Coord.). Tratamento de esgotos sanitários por processo anaerobio e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro: ABES, 1999, p. 29 – 52.

FUKAYAMA, E. H. Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante. 2008. 96 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista: UNESP. Jaboticabal – S.P . 2008

HIGARASHI, M. M. Sistemas de tratamentos de dejetos suínos. In: Revista Porkworld. Ano 2, nº 13, p. 74 – 76, maio/junho, 2003.

KOZEN, E. A. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **V Seminário técnico de milho**, Videira, 2003.

KUNZ, A .; PALHARES, J. C. P. Créditos de carbono e suas conseqüências ambientais. Disponível em: [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br), Acessado novembro de 2006.

LUCAS JUNIOR, J.SANTOS, T. M. B. Aproveitamento de resíduos na industria avícola para produção de biogás. In: **Simpósio de Resíduos da Produção Avícola. Anais...** Embrapa Suínos e Aves. Concórdia, 2000.27 -43 p

OLIVEIRA, P. A . Impacto ambiental causado pelos dejetos de suínos. Embrapa suínos e Aves. Concórdia –SC. 1997.

OLIVEIRA, P.A . Potencial de produção e utilização de biogás na avicultura comercial. **In: Encontro de Avicultores do Estado de São Paulo**, 27. Jornada técnica, 24. **Anais...** do Sindicato Rural de Bastos. Bastos/SP, 2001. 16-28 p.

ORTOLANI, A . F. BENINCASA, M.; LUCAS JUNIOR., J. Biodigestores rurais modelos indiano, chinês e batelada. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 35 p.

PERDOMO, C.C. OLIVEIRA, P. A . V.; KUNZ, A . Sistemas de tratamento de dejetos de suínos: inventário tecnológico. Documento nº 85. Embrapa suínos e Aves: Concórdia/SC, 2003: 83 p.

PORKWORLD. Perspectivas da suinocultura no curto e médio prazos. Disponível em [www.porkworld.com.br/artigos](http://www.porkworld.com.br/artigos). acessado em fev. 2004 Ano 3, nº 18, janeiro/fevereiro, 2004 a.

PORKWORLD, Tendência de crescimento da suinocultura mundial. Disponível em [www.porkworld.com.br/artigos](http://www.porkworld.com.br/artigos). acessado em abril 2004 Ano 3, nº 19, março/abril, 2004 b.

Costa, L.V.C. Aproveitamento de resíduos da suínocultura e avicultura: potenciais para produção de biogás e biofertilizante. PUBVET, Londrina, V. 3, N. 10, Art#538, Mar3, 2009.

SANTOS, T. M. B. Caracterização química, microbiológica e potencial de produção de biogás a partir de três tipos de cama, considerando dois ciclos de criação de frango de corte. 1997. 95 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP:Jaboticabal, 1997.

SILVA, F. M.; LUCAS JR, J. Biogás: produção e utilização. Jaboticabal – UNESP, s/d.

STEIL, L.; LUCAS JUNIOR, J.; OLIVEIRA, R. A . Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbica de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, Vol. 22, nº 1, p. 146- 149, 2002.

STEIL, L. Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbia de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos. 2001. 109f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2001.

Xavier, C. A. N. Aspectos gerais da biodigestão anaeróbia com ênfase no tratamento de resíduos da bovinocultura de leite. Trabalho de graduação em Zootecnia, 2002. Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul – UEMS, Aquidauana MS 2002.