

**Produção de biogás a partir de dejetos suínos**

Caroline Monique Tietz<sup>1</sup>, Pedro Rodrigo Hillesheim Soares<sup>2</sup>, Kenia Gabriela dos Santos<sup>3</sup>,  
Armin Feiden<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel

**Resumo:** No Brasil, a atividade de suinocultura tem apresentado grande crescimento, existindo uma concentração de resíduos em determinadas regiões, o que promove não só significativa preocupação em relação à degradação ambiental, mas também os consequentes prejuízos à qualidade de vida das pessoas. Cada vez mais fontes alternativas de energia tornam-se objeto de pesquisas não só em nosso país como também no mundo, com o objetivo de diminuir a dependência dos combustíveis de origem fóssil, além de buscar soluções para colaborar com a matriz energética e reduzir os impactos gerados pela deposição de resíduos da agricultura e pecuária no meio ambiente. Dessa forma, a utilização do biogás como fonte renovável e sustentável de energia permite diversificar a matriz energética em nosso país, além de reduzir a emissão de gases efeito estufa.

**Palavras-chave:** suinocultura, metano, energia alternativa.

**Biogas production from pig manure**

**Abstract:** In Brazil, the activity of swine has shown strong growth, there is a concentration of waste in certain regions, which promotes not only significant concern for environmental degradation, but also the consequent damage to the quality of life. Increasingly alternative energy sources become subject of research not only in our country but also in the world, with the goal of reducing dependence on fossil fuels, and seek solutions to work with the energy matrix and reduce impacts generated by the deposition of waste from agriculture and livestock in the environment. Thus, the use of biogas as a renewable and sustainable source of energy allows to diversify the energy matrix in our country, in addition to reducing the emission of greenhouse gases.

**Keywords:** swine, methane, alternative energy.

**Introdução**

Devido ao modelo de desenvolvimento atual, que prioriza o crescimento sem considerar as consequências provocadas, o meio ambiente vem sofrendo degradações cada vez mais frequentes (Kunz et al., 2005).

Dentro deste contexto o Brasil, que é hoje um dos maiores produtores mundiais de suínos, tem uma significativa preocupação decorrente ao grande acúmulo de suínos em algumas regiões, causando tanto transtornos quanto ao odor como pela contaminação dos corpos d'água e do lençol freático graças ao lançamento de efluentes sem o devido tratamento (Furtado, 2007 e Talarico, 2013).

Optando-se pela criação de suínos em regime de confinamento, os dejetos gerados que antes eram distribuídos na área destinada à exploração extensiva, ficaram restritos a pequenas áreas, causando, desta forma, uma problemática ambiental. Aliado a isto, também ocorreu um aumento do emprego de tecnologia moderna em todo o processo de criação do rebanho suíno, resultando em aumento do rebanho e de elevados índices de produtividade (Beck, 2007).

Dessa maneira, a utilização do biogás como fonte renovável e sustentável de energia, permite diversificar a matriz energética nacional, além de reduzir o impacto ambiental gerado pelo indevido acondicionamento dos dejetos gerados pela suinocultura (Beck, 2007).

Com conteúdo energético semelhante ao gás natural, o biogás pode ser utilizado tanto para a produção de energia elétrica, como térmica e mecânica em propriedades rurais, reduzindo desta forma os custos de produção, contribuindo com o saneamento gerando como subprodutos o biogás e o biofertilizante (BiodieselBR, 2011).

A biodigestão anaeróbia é uma técnica muito antiga, que através do uso de biodigestores possibilita a estabilização de diferentes substratos. Nas décadas de 70 e 80, esta tecnologia teve seu auge, caindo logo após, principalmente pela falta de conhecimento e acompanhamento técnico. Esta novamente ganhou força na década de 90, apresentando-se como alternativa para agregação de valor ao dejetos além de propiciar uma degradação parcial da fração líquida podendo ser utilizado como biofertilizante (Kunz et al., 2005).

## **Material e Métodos**

Esta pesquisa constitui-se de uma revisão da literatura com o objeto de retratar as transformações e impactos socioambientais gerados pela atividade da suinocultura. A realização de estudos e pesquisas demonstra que o processo de biodigestão anaeróbia dos efluentes suínos permite diversificar a matriz energética nacional, diminuir o impacto ambiental gerado pela sua atividade, além de propiciar vantagens econômicas com práticas sustentáveis.

Os trabalhos analisados para a produção deste material foram consultados através dos bancos de dados Scielo, Science Direct, American Chemical Society, etc. As principais

palavras-chave utilizadas para a pesquisa foram “suinocultura”, “digestão anaeróbia”, “energia alternativa” e “biogás”.

## **Resultados e Discussão**

### *Problemas ambientais relacionados aos dejetos*

O problema ambiental que vem recebendo atenção especial nos últimos anos, não apenas no que se refere à suinocultura, mas a produção animal em geral é o alto potencial de emissão de gases de efeito estufa proveniente da degradação dos dejetos em locais inapropriados. Segundo a United Nations Framework Convention on Climate Change (1998) grande parte das emissões mundiais de gases de efeito estufa são provenientes das atividades agropecuárias, sendo o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) os principais gases envolvidos.

Estes gases impedem a saída da radiação solar que é refletida na superfície da Terra para o espaço, contribuindo assim para o aumento da temperatura global. Esses trazem grande preocupação devido ao seu tempo de vida na atmosfera e seu potencial de aquecimento global com relação ao CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono). Ainda segundo a United Nations Framework Convention on Climate Change (1998) a vida média desses na atmosfera seria de 12 anos para o CH<sub>4</sub> e 120 anos para o N<sub>2</sub>O e os respectivos potenciais de aquecimento global de 21 e 310. A única forma de evitar a emissão destes gases seria a captação e posterior queima, onde o CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O seriam transformados em CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> após a queima, reduzindo assim a contribuição para o aquecimento global.

Em função do apelo ambiental, o manejo de dejetos merece destaque, como uma preocupação a mais aos produtores do setor, envolvendo qualidade, comércio e interferindo nos custos de investimento e retorno, os quais são fatores importantes na produção lucrativa de suínos (Aires, 2009).

Quando dispostos sem prévio tratamento, os resíduos comprometem a qualidade do solo e da água, com contaminação dos mananciais pelos microorganismos, toxicidade a animais e plantas e depreciação do produto, porém com percepção em médio e longo prazo, deste modo, fica evidente a necessidade de desenvolvimento de tecnologias mais limpas com perspectivas de mitigar o abuso ao meio ambiente e produção de tais resíduos (Mendonça, 2009).

O poder poluente dos dejetos animais é extremamente alto, face ao elevado número de contaminantes que possui, cuja ação individual ou combinada, representa uma fonte potencial de contaminação e degradação do ar, dos recursos hídricos e do solo. Estes fatos vêm

exigindo a fixação de parâmetros de emissão cada vez mais rigorosos pela legislação ambiental, visando à preservação dos recursos naturais, do conforto e da saúde humana (Steil, 2001).

Quando o manejo adotado é bem conduzido, observa-se o aproveitamento quase integral dos resíduos dentro das condições estabelecidas em cada propriedade (Santos, 2000).

Com base nas características quantitativas, qualitativas e pelo alto potencial de emissão de gases de efeito estufa dos dejetos suínos, torna-se evidente a necessidade de um tratamento que atue sobre cada um desses pontos. A biodigestão anaeróbia pode ser utilizada nesse tratamento, pois além de reduzir o poder poluente e os riscos sanitários dos dejetos, tem como subprodutos o biogás e o biofertilizante (Plaixats et al., 1988).

#### *Características do substrato*

Em uma comparação feita por Beck (2007), os dejetos suínos são 200 vezes mais poluentes que o esgoto doméstico, podendo esta afirmação ser comprovada pela DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxigênio), referencial que traduz, de maneira indireta, o conteúdo de matéria orgânica de um resíduo através da medida da quantidade de oxigênio necessária para oxidar biologicamente a matéria orgânica por um período de 5 dias. A DBO5 para o esgoto doméstico é de 200 mg/L enquanto que para os dejetos suínos é de 40.000 mg/L.

Análises realizadas por Cunha (2007), demonstraram que 70% do nitrogênio e fósforo e 94% do potássio ingeridos pelos animais em estudo estão presentes nos dejetos produzidos, desta forma, tornando a aplicação destes dejetos de grande importância para os solos agrícolas.

A Embrapa do Rio Grande do Sul, apresentou em 2002 uma pesquisa feita por Diesel et al. (2002) na qual foram determinadas algumas características dos dejetos suínos. Os resultados obtidos pelos autores estão representados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição química média dos dejetos suínos obtida na Unidade do Sistema de Tratamento de Dejetos da Embrapa, Concórdia - SC

<b>Variável</b>	<b>Mínimo (mg/L)</b>	<b>Máximo (mg/L)</b>	<b>Média (mg/L)</b>
DQO	11.530,2	38.448,0	25.542,9
Sólidos Totais	12.697,0	49.432,0	22.399,0
Sólidos Voláteis	8.429,0	39.024,0	16.388,8
Sólidos Fixos	4.268,0	10.408,0	6.010,2
Sólidos Sedimentáveis	220,0	850,0	428,9
Nitrogênio Total	1.660,0	3.710,0	2.374,3
Fósforo Total	320,0	1.180,0	577,8
Potássio Total	260,0	1.140,0	535,7

Fonte: Adaptado de Diesel et al. (2002).

Na área experimental do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria no Rio Grande do Sul, Port et al. (2003) analisaram dejetos suínos utilizados na adubação de solos no sistema da plantio direto e determinaram o pH e os valores de matéria seca destes dejetos. Os valores de matéria seca e de pH dos dejetos foram, respectivamente, 2,83% e 7,5 na avaliação realizada no outono, e 5,23% e 6,5 na do verão.

Segundo Oliveira (2004), as propriedades produtoras de suínos, nas quais ocorre um elevado desperdício de água, é possível observar que a porcentagem de sólidos totais é menor que 1,5 kg/m<sup>3</sup>. Os sólidos voláteis representam entre 70 e 75% dos sólidos totais.

Scherer et al. (1996), realizaram algumas observações em propriedades produtoras de suínos, no Oeste Catarinense e os resultados obtidos determinaram que o valor médio dos sólidos totais observado foi de 3% (30 kg/m<sup>3</sup>), em função do desperdício de água existente nas propriedades. Na Tabela 2, podem-se observar outros dados analisados pelos autores.

**Tabela 2.** Estimativa dos teores da MS, N<sub>tot.</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, nos dejetos de suínos em função da sua densidade

Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	Matéria Seca MS - (%)	N_NTK (kg/m <sup>3</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg/m <sup>3</sup> )
1008	1,24	1,60	1,14	1,00
1012	2,14	2,21	1,75	1,25
1016	3,04	2,83	2,37	1,50
1020	3,93	3,44	2,99	1,75
1024	4,83	4,06	3,60	2,00
1028	5,73	4,67	4,22	2,25
1032	6,63	5,28	4,84	2,50
1040	8,42	6,51	6,07	3,00

Fonte: Adaptado de Scherer et al. (1996).

### *Biodigestão anaeróbia*

A biodigestão anaeróbia consiste na degradação da matéria orgânica em meio anaeróbio, no qual vários microorganismos interagem, promovendo a transformação de compostos orgânicos complexos em produtos simples, principalmente nos gases metano e dióxido de carbono (Orrico Junior et al., 2009).

Os compostos orgânicos utilizados no metabolismo dos microorganismos ocorrem por dois mecanismos distintos: anabolismo e catabolismo. No anabolismo, o material orgânico é utilizado como matéria-prima para a síntese de material celular que resulta no aumento da massa microbiana pela reprodução e no catabolismo, o material orgânico é usado como fonte de energia por meio de sua conversão em produtos estáveis pelo processo de respiração celular e gera os produtos catabólicos ou produtos finais da respiração (Faustino, 2007).

O processo pode ser dividido em três fases principais: hidrólise, acidogênese e metanogênese, considerando que todas as fases ocorrem simultaneamente. A fase de hidrólise envolve a transformação mediada por enzimas extracelulares dos compostos insolúveis e dos compostos com alto peso molecular como carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos em compostos solúveis mais simples como monossacarídeos, aminoácidos e ácidos graxos (Liu et al., 2002).

Na acidogênese, os microorganismos transformam os produtos resultantes da fase anterior em ácido acético, dióxido de carbono, hidrogênio e outros ácidos orgânicos como o propiônico e o butírico que devem ser convertidos em ácido acético (Tietz et al., 2013).

Na metanogênese, o ácido acético, dióxido de carbono e hidrogênio são convertidos em biogás pelas *archeas metanogênicas* (Liu et al., 2002).

#### *Fatores que interferem na biodigestão anaeróbia*

Por se tratar de um processo biológico é necessário manter condições favoráveis para que ocorra a eficiência do mesmo, a qual pode ser afetada por vários fatores que podem favorecer ou não o processo, como a degradação do substrato, o crescimento e declínio dos microorganismos e a produção de biogás. Entre estes fatores podemos citar a temperatura, pH (potencial hidrogeniônico), composição do substrato, presença de inóculo e nutrientes, a porcentagem de sólidos totais e a interação entre os microorganismos envolvidos (Orrico Junior, 2007).

Um fator extremamente importante na biodigestão, a temperatura, influi na velocidade do metabolismo bacteriano, no equilíbrio iônico e na solubilidade dos substratos (Orrico Junior, 2007). O processo de biodigestão anaeróbia é termodinâmico e mudanças bruscas na temperatura podem prejudicar o desempenho da biodigestão, visto que os microorganismos produtores de metano são sensíveis à variação de temperatura. Variações na ordem de 2 °C no intervalo de um dia podem paralisar a produção de biogás (Miranda, 2009).

O efeito das variações da temperatura sobre o desempenho de reatores mesófilos (35 °C) e termófilos (55 °C) com água residuária, demonstram que a queda de temperatura causa menor eficiência na remoção de demanda química de oxigênio (DQO) e de sólidos suspensos, menor produção de biogás e acúmulo de ácidos graxos voláteis (Ahn e Forster, 2002).

O pH, a alcalinidade e a concentração de ácidos voláteis estão intimamente correlacionados e devem ser monitorados a fim de garantir um controle adequado da biodigestão (Trevizan, 2013). O aumento do pH durante a biodigestão anaeróbia está

associado a oxidação de ácidos voláteis de cadeias curtas, como ácido acético, butírico e propiônico, de *archeas metanogênicas* e de amonificação do meio (Steil, 2001).

A maioria das bactérias se desenvolvem em pH próximo da neutralidade (entre 6,5 e 7,5), em que as acidogênicas tem um crescimento ótimo na faixa de pH entre 5,0 e 6,0, mas suportam valores mais baixos, enquanto que as *arqueas metanogênicas* têm um crescimento ótimo em uma faixa entre 6,6 e 7,4 (Chernicharo, 1997).

O pH pode interferir no processo anaeróbio de forma direta, em que as suas variações afetam a atividade das enzimas, alterando suas estruturas proteicas, ou também, indiretamente, em que as mudanças do pH podem provocar a alteração de substâncias, aumentando a toxicidade do meio (Chernicharo, 1997).

O TRH (tempo de retenção hidráulica) é de fundamental importância por estar diretamente relacionado com a velocidade do processo de biodigestão anaeróbia o que, por sua vez, depende do tamanho do biodigestor (Trevizan, 2013). Está indiretamente relacionado com o teor de sólidos totais (ST) do substrato e se refere ao tempo em que uma carga de material a ser degradado permanece dentro do biodigestor (Augusto, 2007).

A utilização de inóculo consiste em reutilizar parte do material que já passou pelo processo, capaz de fornecer ao novo substrato uma população adicional de microorganismos típicos da biodigestão anaeróbia. A reutilização contínua de inóculo de vários ciclos de fermentação implica a sua qualidade e quanto maior sua inclusão junto ao novo substrato, menor volume do biodigestor será utilizado para a reciclagem dos dejetos (Trevizan, 2013).

A utilização de inóculo é justificada pela redução do tempo de início da operação do biodigestor até a estabilidade de funcionamento, o que está relacionado com a degradação do substrato. Assim, o uso de inóculo poderá antecipar o pico de produção de biogás e aumentar o número de microorganismos presente no interior do biodigestor (Trevizan, 2013).

### *Biodigestores*

Equipamentos utilizados na biodigestão anaeróbia, em que ocorre a reação entre o material orgânico e microorganismos anaeróbios, resultando na produção de biogás e biofertilizante (Galinkin e Bley, 2009).

Os biodigestores podem ser classificados de acordo com o modo de abastecimento, podendo ser batelada, que recebe afluente (substrato) em uma única vez, e contínuo, que recebe afluente diariamente (Trevizan, 2013).

O modelo de biodigestor a ser utilizado deve ser escolhido de acordo com as necessidades locais, bem como a disponibilidade de materiais necessários para a construção e

manutenção. Os modelos indiano, chinês, batelada, tubular revestido com manta de PVC (policloreto de vinila) e UASB (upflow anaerobic sludge blanket) estão entre os biodigestores mais encontrados (Trevizan, 2013).

### *Biogás*

Pode ser obtido a partir de resíduos agrícolas ou mesmo de excrementos de animais e de seres humanos. Formado, principalmente, por metano, dióxido de carbono, gás amônia, sulfeto de hidrogênio e nitrogênio, tem sido usado com frequência em substituição ao gás natural, o qual tem se tornado de difícil obtenção (Souza et al., 2005).

O biogás é um combustível gasoso com um conteúdo energético elevado semelhante ao gás natural, composto, notadamente, por hidrocarbonetos de cadeia curta e linear (Castanho e Arruda, 2008).

Existem variações quanto à porcentagem de cada gás na composição final do biogás, sendo basicamente composto por 40 a 75% de metano, 25 a 40 % de dióxido de carbono e os demais gases como leves traços (Faria, 2012).

O metano é incolor, inodoro, altamente combustível, queima com chama azul lilás sem deixar fuligem e com poluição mínima. O sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) confere ao biogás o odor pútrido característico da mistura quando o gás é liberado (Miranda, 2009).

### *Biofertilizante*

Biofertilizante é o nome dado ao efluente líquido obtido da fermentação metanogênica da matéria orgânica e água, podendo ser utilizado como fertilizante agrônômico promovendo a incorporação de nutrientes, além de provocar melhorias nas propriedades físicas, biológicas e químicas do solo (Araújo et al. 2007).

O biofertilizante contém todos os nutrientes presentes no dejetos fresco, mas apresentado na forma estável e prontamente disponível para as plantas. A aplicação de biofertilizante no solo tem mostrado efeito benéfico na redução da acidez do mesmo, ou seja, no aumento de pH e ainda, aumento do teor de P (fósforo) disponível, melhoria das propriedades do solo e menor disseminação de plantas daninhas (Miranda, 2009).

## **Conclusões**

Quando corretamente planejado e aplicado, projetos envolvendo o emprego energético do biogás a partir dos dejetos suínos proporcionam tanto benefícios ecológicos quanto sociais



e econômicos. A implantação do biodigestor é a opção que mais trará resultados positivos, dando tratamento correto aos efluentes e gerando energia limpa para a própria unidade de produção suína.

### Referências

AHN, J.H.; FORSTER, C.F. The effect of temperature variations on the performance of mesophilic and thermophilic anaerobic filters treating a simulated papermill wastewater. **Process Biochemistry**, v. 37, n. 6, p. 589-594. 2002.

AIRES, A.M. **Biodigestão anaeróbia da cama de frangos de corte com ou sem separação das frações sólida e líquida**. 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

ARAÚJO, E.N.; OLIVEIRA, A.P.; CAVALCANTE, L.F.; PEREIRA, W.E.; BRITO, N.M.; NEVES, C.M.L.; SILVA, É.É. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 5, p. 466–470, 2007.

AUGUSTO, K.V.Z. **Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos em sistemas de produção de ovos: compostagem e biodigestão anaeróbia**. 2007. 132 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita”, Jaboticabal, 2007.

BECK, A.M. O biogás de suínos como alternativa energética sustentável. **In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Foz do Iguaçu – PR, 2007. 10p.

BiodieselBR. **Biogás**. 2011. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/energi%20a/biogas/biogas.htm>. Acesso em: 08 de jan. 2014.

CASTANHO, D.S.; ARRUDA, H.J. Biodigestores. **In: VI Semana de Tecnologia em Alimentos**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2008.

CHERNICHARO, C.A.L. **Reatores anaeróbios: princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG. 1997. 379 p.

CUNHA, L. **Uso do biodigestor para tratamento de dejetos suínos – estudo de caso na empresa SADIA S. A.** Florianópolis, 2007. 72p.

DIESEL, R.; MIRANDA, C.R.; PERDOMO, C.C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. **Boletim Informativo de Pesquisa**. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves – EMBRAPA e Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER/RS, 2002. 31p.

FARIA, R.A.P. **Avaliação do potencial de geração de biogás e de produção de energia a partir da remoção da carga orgânica de uma estação de tratamento de esgoto – estudo**

**de caso.** 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2012.

FAUSTINO, A.S. **Estudos físico-químicos do efluente produzido por fossa séptica biodigestora e o impacto do seu uso no solo.** 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

FURTADO, P.G. **O uso de biodigestores como opção rentável para o tratamento de dejetos de suínos.** Fortaleza, 2007.

GALINKIN, M.; BLEY, C. **Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais.** 2 ed. rev. Foz do Iguaçu/Brasília: Itaipu Binacional, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, TechnoPolitik Editora, 2009. 140p.

KUNZ, A.; MIGUEL, W.C.; MATEI, R.M.; STEINMETZ, R.L.R. Eficiência de um biodigestor na estabilização de dejetos de suínos durante os meses de inverno no oeste de Santa Catarina. **In:** 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande – MS, 2005. 4p.

LIU, W.T.; CHAN, O.C.; FANG, H.H.P. Microbial community dynamics during start-up of acidogenic anaerobic reactors. **Water Resource**, v. 36, n. 13, p. 3203-3210, 2002.

MENDONÇA, E.F. **Tratamento anaeróbio de efluentes oriundos da bovinocultura de leite em biodigestor tubular.** 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2009.

MIRANDA, A.P. **Suínos em diferentes fases de crescimento alimentados com milho ou sorgo: desempenho, digestibilidade e efeitos na biodigestão anaeróbia.** 2009. 123 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita”, Jaboticabal, 2009.

OLIVEIRA, P.A.V. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos - manual de boas práticas.** PNMA II – Gestão Integrada de Ativos Ambientais – Santa Catarina. Concórdia, 2004. 109p.

ORRICO JUNIOR, M.A.P. **Biodigestão anaeróbia e compostagem de dejetos de suínos, com e sem separação de sólidos.** 2007. 77 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

ORRICO JUNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J. Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos com e sem separação da fração sólida em diferentes tempos de retenção hidráulica. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 474-482, 2009.

PLAIXATS, J.; BARCELO, J.; GARCIA-MORENO, J. Characterization of the effluent residue from anaerobic digestion of pig excreta for its utilization as fertilizer. **Agrochimica**, v. 32, n. 2-3, p. 236-239, 1988.

PORT, O.; AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Perda de nitrogênio por volatilização de amônia com o uso de dejetos de suínos em plantio direto. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 7, p. 857-865, 2003.

SANTOS, C.C. **Avaliação físico-química de compostos de cama de frango e sua utilização na agricultura**. 2000. 93 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2000.

SCHERER, E.E.; AITA, C. BALDISSERA, I.T. **Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região oeste catarinense para fins de utilização como fertilizante**. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Boletim Técnico, 79. Florianópolis, 1996. 46p.

SOUZA, C.F.; LUCAS JÚNIOR, J.; FERREIRA, W.P.M. Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos sob efeitos de três temperaturas e dois níveis de agitação do substrato – considerações sobre a partida. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 530-539, 2005.

STEIL, L. **Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbia de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos**. 2001. 127 f. Dissertação (Mestrado de Biotecnologia) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2001.

TALARICO, S. **Brasil pode se tornar maior produtor mundial de carne**. 2013. Disponível em: <http://www.businessreviewbrasil.com.br/lifestyle/travel-food/brasil-pode-se-tornar-maior-produtor-mundial-de-carne>. Acesso em: 08 de jan. 2014.

TIETZ, C.M.; SOARES, P.R.H., SANTOS, K.G. Produção de energia pela biodigestão anaeróbia de efluentes: o caso da bovinocultura. **Revista Acta Iguazu**, Cascavel, v. 2, n. 3, p.15-29, 2013.

TREVIZAN, P.S.F. **Produção de biogás por dejetos de suínos em terminação suplementados com ractopamina**. 2013. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Aquidauana.

UNFCCC. United Nations framework convention on climate change. **Kyoto protocol**, 1998. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. Acesso em: 12 de jan. 2014.

---

**Recebido para publicação em:** 12/05/2014

**Aceito para publicação em:** 07/10/2014