

## Tratamento de dejetos suínos com biorreator UASB

### *Treatment of pig manure with UASB bioreactor*

Pablo Costa da Silva\* & Atanásio Alves do Amaral

**Resumo:** Esse trabalho tem por objetivo analisar a importância do biodigestor UASB no tratamento de dejetos suínos. A suinocultura possui papel importante quanto ao desenvolvimento econômico do Brasil. No entanto, o aumento de produção vem causando problemas ambientais graves, por conta do grande volume de resíduos sólidos gerados pela atividade. O desenvolvimento de métodos de tratamento de dejetos que agreguem valor à produção e respeitem as leis ambientais é um dos grandes desafios do setor. A biodigestão anaeróbia é um dos métodos mais eficazes para o tratamento de dejetos de suinoculturas. Este método de digestão, denominado UASB, tem como característica principal a produção de biogás e de biofertilizante, produto rico em nutrientes, e livre de patógenos. O método oferece vantagens como a promoção do bem estar animal, o aumento da fertilidade do solo, a diminuição da poluição e da emissão de gases geradores do efeito estufa e a melhoria da qualidade de vida, nos centros produtores de suínos, além de minimizar problemas relacionados ao déficit de energia elétrica. Portanto, a utilização de biodigestores UASB para o tratamento de dejetos de suínos é uma opção interessante, que deve ser avaliada com seriedade.

**Palavras-chave:** estação de tratamento de água, digestão anaeróbia, preservação ambiental

**Abstract:** This study aims to analyze the importance of UASB digester to treat pig manure. Swine production has an important role on the economic development of Brazil. However, the increase in production is causing serious environmental problems, due to the large volume of solid waste generated by the activity. The development of waste treatment methods that add value to production and comply with environmental laws is a major industry challenges. The anaerobic digestion is one of the most effective methods for treating waste from swine feeding. This method of digestion, called UASB, whose main characteristic is the production of biogas and biofertilizer, product rich in nutrients and free of pathogens. The method offers advantages such as the promotion of animal welfare, increase soil fertility, reduce pollution and the emission of gases causing the greenhouse effect and improving the quality of life in the centers pork producers, beyond minimize problems related to deficit electricity. Therefore, the use of UASB digesters for the treatment of swine manure is an interesting option that should be seriously evaluated.

Keywords: water treatment plant, anaerobic digestion, environmental preservation

## INTRODUÇÃO

O Brasil tem o quarto plantel de suínos do mundo, com 34 milhões de cabeças e a suinocultura contribui significativamente com a economia, apresentando importância social, econômica e cultural muito grande em regiões com tradição nessa atividade. Entretanto é um setor produtivo com baixa qualidade ambiental, poluindo as águas e os solos e afetando a qualidade do ar, pela emissão de maus odores e pela proliferação descontrolada de insetos, ocasionando muito desconforto às populações (BELLI FILHO et al., 2001).

A eliminação de poluentes na forma de fezes, de urina e de gases mostra que a eficiência do processo de digestão do suíno é limitada, o que faz com que a suinocultura seja uma das atividades agropecuárias com maior impacto ambiental, sendo vigiada com maior intensidade pelos órgãos de proteção ambiental (OLIVEIRA, 2007).

A problemática descrita é resultado da inexistência de um programa de sustentabilidade da suinocultura no Brasil, que integre os produtores de suínos e as agroindústrias. A solução desses problemas passa pelo estabelecimento de estratégias que integrem os componentes humano (formação de recursos humanos), técnico (desenvolvimento de metodologias e tecnologias) e de sensibilização (educação ambiental). Pesquisas direcionadas à valorização e ao tratamento dos dejetos de suínos têm sido desenvolvidas.

A tecnologia de biodigestores tem pelo menos duas décadas no Brasil e iniciou com modelos provenientes da China e da Índia. Nestes países, os biodigestores já são utilizados há muito tempo, e já existe a cultura de como adotar o manejo correto, desde a sua construção até operação. A China possui cerca de sete milhões de biodigestores em operação. Destacam-se também a Índia, com mais de 36.000 biodigestores, a Coreia do Sul, com aproximadamente 27.000, a Tailândia,

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 18/12/2013; aprovado em 24/12/2013

\*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes). E-mails: pablocostadasilva@gmail.com; atanasio@ifes.edu.br

com 225, e as Filipinas, com 100. Nos Estados Unidos, os biodigestores são utilizados nas fazendas, visam a atender ao duplo objetivo de produção de energia e de tratamento de dejetos de animais, o que possibilita o manuseio de um material sem odores.

Este trabalho tem por objetivo analisar a importância do reator UASB no tratamento de dejetos suínos.

## O BIORREATOR UASB

Segundo Van Haandel e Lettinga (1994), o reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (Upflow Anaerobic Sludge Blanket - UASB) é o mais amplamente utilizado para o tratamento de águas residuárias, de natureza simples ou complexa, de baixa ou de alta concentração, contendo material solúvel ou particulado. Ele foi desenvolvido na década de 1970, na Holanda, e se caracteriza pela presença de um separador de fases, que divide o reator em duas partes: uma inferior, ou zona de digestão, onde há uma manta de lodo responsável pela digestão anaeróbia, e uma superior, ou zona de sedimentação (VAN HAANDEL; LETTINGA, 1994; POMPERMAYER; PAULA JUNIOR, 2000) (Figura 1).

O afluente a ser tratado distribui-se uniformemente na base do reator, passando pela camada de lodo, onde a matéria orgânica é transformada em biogás. Os defletores impedem o biogás de dirigir-se ao sedimentador. A porção de lodo que atinge o decantador é separada, retornando à base do reator, e o afluente é uniformemente retirado pela superfície do mesmo (POMPERMAYER; PAULA JUNIOR, 2000).

O reator UASB tem sido aplicado com sucesso no tratamento de uma ampla faixa de esgotos, do doméstico ao industrial, e seu alto desempenho, comparado aos sistemas tradicionais, é devido à granulação da biomassa ativa. Com isso, pode-se dizer que o reator UASB para o tratamento de dejetos suínos apresenta grande eficiência (LETTINGA; HULSHOFF, 1991).

Alves (2007) destaca algumas vantagens do reator UASB: baixo consumo de energia, baixa demanda de área, baixo custo de implantação, preservação da biomassa no interior do reator por vários meses, tolerância a elevadas cargas orgânicas, baixo consumo de nutrientes, produção de biofertilizante e produção de biogás.

Em muitos casos faz-se necessária a utilização de unidades de pré-tratamento para adequação do efluente ao processo. Essas unidades são empregadas para a separação das fases sólida e líquida dos efluentes e para a retenção de partículas indesejáveis ao tratamento. A Figura 3 apresenta um reator UASB utilizado na estação de tratamento de dejetos suínos da Embrapa suínos e aves.

A digestão anaeróbica é um processo biológico que ocorre na ausência de oxigênio molecular ( $O_2$ ) e sob a ação de uma associação de microrganismos (fungos, protozoários e, principalmente, bactérias anaeróbias e

facultativas), que transformam a matéria orgânica solubilizada, ou em estado semilíquido (lodo), em biogás, constituído, sobretudo, de gás metano ( $CH_4$ ) e gás carbônico ( $CO_2$ ) (BELLI FILHO, 1995).

A digestão anaeróbia de esterco animal leva a uma conversão parcial da DQO do lodo para DQO do metano. Na digestão de lodo de suínos cerca de 40% da DQO é convertida em metano (ZEEMAN, 1991). Portanto o aproveitamento dos dejetos sob a forma de biogás (metano) é apenas uma das vantagens da biodigestão anaeróbia, podendo ser citados a redução de odores, eliminação de patógenos, redução da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), produção de biofertilizante, baixa produção de lodo, baixos custos operacionais e de investimento e possibilidade de sistemas descentralizados de tratamento de dejetos (OLIVEIRA, 2004).

A estabilização dos dejetos de suínos através desses biodigestores tem merecido destaque, em função dos aspectos sanitários e como potenciais na geração de energia renovável, além de oferecer condições econômicas de reciclagem orgânica e de nutrientes (KONZEN, 2005).

## IMPORTÂNCIA DOS BIORREADORES ANAERÓBIOS

Antes de se pensar em qualquer sistema de tratamento devem-se voltar às atenções ao sistema de produção, onde o tratamento de dejetos deve ser visto como parte integrante no processo produtivo, com isso, tudo que for feito dentro das instalações pode ter influências positivas ou negativas no tratamento dos dejetos (KUNZ et al., 2004). O tratamento consiste em remover ou transformar os agentes poluentes do material, de forma que possa ser reaproveitado no solo ou descartado de forma segura nos cursos de água, minimizando os problemas ambientais (SOUZA, 2005).

Segundo Kunz et al. (2004), fatores como diluição dos dejetos, nutrição dos animais com ração de baixa conversão alimentar, usos de antibióticos e detergentes, capacitação do pessoal responsável pela operação dos sistemas, tem influência direta no tratamento de dejetos.

Cunha (2007) afirma que várias técnicas têm sido propostas para reduzir os impactos ambientais provocados pela suinocultura. Ou seja, de um modo geral, o que sempre se procura é reduzir o volume de dejetos produzidos bem como reduzir a sua carga poluente.

Com base nas informações deste mesmo autor o uso de sistemas de lagoas anaeróbias e facultativas é uma dessas técnicas. Nas lagoas ocorre a maturação dos dejetos, sendo para isso necessário um período de 120 dias estabelecido por lei. Durante este período, ocorre redução da sua carga poluente, porém, gases que contribuem para o efeito estufa são produzidos e emitidos para a atmosfera. Sendo assim, uma alternativa que tem ganhado espaço nos últimos tempos é o uso de biodigestores. Os biorreatores são câmaras que realizam a biodigestão anaeróbia da

matéria orgânica produzindo biogás e biofertilizante rico em nutrientes e com número bastante reduzido de microrganismos patogênicos (OLIVEIRA, 2004).

De acordo com Souza et al. (2009) o biogás pode ser adotado na propriedade rural agroecológica como uma ótima fonte de energia renovável e pode vir a ser um substituto do gás liquefeito derivado do petróleo (GLP). Para ele ser produzido, se faz necessário um biodigestor (um ambiente criado artificialmente pelo homem), que propicie o desenvolvimento de bactérias anaeróbicas produtoras de biogás. Para tanto é necessário à presença de matéria-prima constituída de esterco e/ou resíduos vegetais misturados com água em proporções adequadas para as bactérias desenvolverem-se.

Dentro dos princípios agroecológicos, o biogás destaca-se como uma importante energia renovável para a autossustentabilidade energética da propriedade rural. Dentro da filosofia de que nela tudo se aproveita, ele pode ser utilizado como fonte de energia, e também como recuperador da fertilidade do solo, na forma de biofertilizante (SOUZA et al., 2009).

O biogás produzido pelos biodigestores se dá por um processo de produção anaeróbica, que visa o melhor aproveitamento para uma propriedade agroecológica, pois é uma fonte de energia mais econômica onde o agricultor pode utilizar todos os restos orgânicos que tem em sua propriedade para produzir o biogás (SOUZA et al., 2009).

As energias renováveis são fundamentais para uma agricultura mais sustentável e ecologicamente correta. Quando falamos em energia renovável podemos pensar em tudo aquilo que se renova e que se transforma em outro tipo de energia. Como exemplos deste tipo de energia poder citar a energia solar, a energia eólica, e a biomassa (resíduos vegetais e animais) (ARAUJO, 2008). Segundo esse autor, a biomassa engloba todos os resíduos que de alguma forma podem se transformar em energia, incluindo os dejetos suínos. A produção de energia elétrica através desses dejetos é plenamente viável do ponto de vista econômico e sustentável. É importante a utilização dos biodigestores nos sistemas de produção agroecológicos, pois, possibilita a transformação dos dejetos suínos em energia renovável.

Esta energia em forma de biogás é um combustível gasoso e que possui conteúdo energético elevado. É muito semelhante ao gás natural, sendo uma mistura de gases. Pode ser utilizado para geração de energia elétrica, térmica ou mecânica em uma propriedade rural, contribuindo para a redução dos custos de produção. Vale destacar ainda que, o tratamento de dejetos animais tem muitas vantagens, como, a destruição de organismos patogênicos, melhorando as condições sanitárias do ambiente; a correta destinação destes materiais, evitando que estes causem poluição de rios e do lençol freático; a utilização do biogás como energia, gerando renda e economia; e a produção de biofertilizante, um adubo natural, rico em nutrientes que enriquece o solo e pode ser utilizado também como repelente de pragas (ARAUJO, 2008). Estes fatores caracterizam os biodigestores como

ferramenta de grande auxílio para atividades ligadas a agroecologia.

## **A SUINOCULTURA BRASILEIRA**

A suinocultura é uma das atividades mais importantes do setor agropecuário brasileiro, chegando a ser a principal fonte de renda em algumas regiões de criação intensiva como, por exemplo, o Oeste Catarinense. Essa atividade é importante nos aspectos econômico e social, apontada como instrumento de fixação do homem no campo e alternativa de renda para pequenas propriedades rurais tendo os sistemas confinados de produção como a base da expansão suínica e onde são observadas as maiores produtividades (OLIVEIRA et al., 2003).

A suinocultura é um dos grandes responsáveis pelo desenvolvimento econômico do Brasil. No entanto, o aumento da produção vem causando problemas ambientais graves, por conta do grande volume de resíduos sólidos gerados, que não recebem tratamento adequado (COSTA, 2004).

Do ponto de vista econômico e social, a suinocultura é uma atividade importante para as pequenas e médias propriedades agrícolas, uma vez que se constitui em ferramenta de fixação do homem no campo e meio de geração de empregos diretos e indiretos em toda a cadeia produtiva. O Brasil é o único país da América Latina incluído na lista dos 10 maiores produtores mundiais de carne suína, sendo responsável por 10% das exportações mundiais. Somente a região Sul, concentra 42,87% do rebanho nacional (MIELE e MACHADO, 2006).

A partir da década de 70, com a aceleração no desenvolvimento da suinocultura, houve uma crescente tendência pela adoção de sistemas confinados de produção, decorrentes do modelo agroindustrial, que trouxe como consequência a grande produção de dejetos nas propriedades rurais. No entanto, não houve uma adequação dos sistemas de manejo e sua utilização (PERDOMO et al., 2001). Esse grande volume de dejetos, somado aos desperdícios de ração, água de higienização das instalações e perda dos bebedouros, se tornou uma importante fonte de poluição, principalmente quando o manejo e destinação final ocorrem de forma inadequada. Assim, a atividade é considerada por órgãos ambientais como potencialmente causadora de degradação ambiental, principalmente pelo elevado risco de contaminação do solo e de cursos d'água, transformando-se em fator de risco para a saúde animal e humana e obstáculo à expansão da suinocultura como atividade econômica (CERETTA, 2003; SEGANFREDO, 2004).

O crescimento desordenado da suinocultura em sistemas industriais confinados, concentrou a maioria dos estudos na descoberta e introdução de novas técnicas, quase sempre voltadas ao aumento da produtividade. Contudo, não houve uma preocupação similar quanto aos impactos ambientais que essa atividade poderia ocasionar

e, muito menos, estudos preventivos de controle ambiental (OLIVEIRA, 2004).

Para que a suinocultura seja autossustentável há necessidade de se desenvolver recursos que venham diminuir o volume de material sólido, minimizar o odor e demais efeitos indesejáveis resultados desta atividade. Há necessidade de se definir um sistema capaz de harmonizar a redução do potencial poluidor com as propriedades fertilizantes dos dejetos e que seja compatível com a realidade econômica da atividade e dos criadores (PERDOMO et al., 2001).

Os sistemas de produção de suínos e o manejo dos dejetos são fontes de emissão de uma expressiva quantidade de gases. De acordo com Oliveira (2004) os biodigestores realizam uma digestão anaeróbia do resíduo animal resultando na produção de biogás, composto por metano (CH<sub>4</sub>-70%) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>-30%). Segundo este autor, o metano gerado nos biodigestores pode ser aproveitado como fonte de energia térmica ou elétrica e usada em substituição aos combustíveis fósseis ou a lenha, tendo como vantagem ser uma fonte de energia renovável. Além de reduzir a emissão de gases de efeito estufa, o biogás pode agregar valor à produção, gerando energia térmica e biofertilizantes. Assim a produção pode se tornar autossustentável economicamente.

A contribuição da suinocultura à economia brasileira pode ter reflexo em todo o país porque é praticada com maior ou menor intensidade em todos os Estados, embora a maior parte esteja concentrada na região Sul, a produção de suínos no Brasil em 2007 foi calculada em torno de 37 milhões de cabeças (ABIPECS, 2012).

Vale salientar ainda que a suinocultura é uma atividade importante para a economia brasileira, pois gera emprego e renda para cerca de 2 milhões de propriedades rurais, sendo que, o setor fatura mais de R\$ 12 bilhões por ano (PERDOMO et al., 2008). Sendo assim, este agronegócio tem grande importância para a economia nacional, pois apresenta amplo potencial de geração de empregos, renda e divisas. Dado esta importância, o setor tem ampliado sua produção continuamente, promovendo o desenvolvimento do país e incrementando as exportações. Esta atividade é um dos grandes responsáveis pela retomada do crescimento econômico e, em razão da abertura comercial intensificada a partir do início do ano de 1990, vem procurando especializar-se, cada vez mais, em tecnologia, com vistas em aprimorar suas atividades e tornar o setor competitivo e com destaque no mercado internacional (RODRIGUES, 2006).

A atividade suinícola brasileira vem passando por profundas transformações, visando a manter altos níveis de produtividade. Com a abertura comercial no início de 1990 e com a desvalorização cambial em 1999, o Brasil conseguiu aumentar sua produção e ampliar suas exportações no mercado internacional, passando a configurar, em 2006, como quarto maior produtor e exportador mundial (FIALHO, 2006). Para manter essa

posição e subir no ranking, evitando as perdas dos índices de produção esta atividade vem investindo em tecnologias que evitem problemas nos cultivos, como, o surgimento de algumas enfermidades que devastam as produções, como, a doença de Aujeszky e a febre aftosa.

Essa tomada de decisão vem em encontro ao mercado consumidor, que está mudando o seu comportamento em relação ao consumo de carne suína, passando a observar as condições de segurança alimentar, buscando produtos mais saudáveis. Dada a crescente preocupação com a questão sanitária e dada a imposição de barreiras comerciais às exportações de carne suína, tem-se verificado a intensificação de medidas que visam melhorar o perfil sanitário dos suínos. Como resultado, a produção brasileira de carne inspecionada vem apresentando taxas anuais de crescimento bastante elevadas. No período de 2000 a 2006, a produção total aumentou cerca de 19% (2,51% ao ano, conforme a taxa geométrica de crescimento) (FIALHO, 2006).

Segundo o Ministério da Agricultura (2012), especialistas brasileiros também investiram na evolução genética da espécie por 20 anos, o que reduziu em 31% a gordura da carne, 10% do colesterol e 14% de calorias, tornando a carne suína brasileira mais magra e nutritiva, além de saborosa. Consequência de investimento, a produção vem crescendo ao longo dos anos, sendo os estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul os principais produtores de suínos do País. Atualmente, o Brasil representa 10% do volume exportado de carne suína no mundo. Esses fatores apontam para um crescimento ainda mais satisfatório: estima-se que a produção de carne suína atinja média anual de 2,84%, no período de 2008/2009 a 2018/2019, e o seu consumo, 1,79%. Em relação às exportações, a representatividade do mercado brasileiro de carne suína saltará de 10,1%, em 2008, para 21% em 2018/2019.

Fica evidente a importância da suinocultura brasileira para o desenvolvimento econômico do país, com investimentos em tecnologias e ganhos de produção, não apenas em quantidade produzida, mais especialmente, em qualidade do produto, ganhando o mercado nacional e internacional, com índices cada vez maiores de produção e cada vez menos impactos ambientais devido à disponibilização e tratamento adequado dos resíduos suínos.

Para manter o nível de qualidade na produção é preciso destinar de forma correta os dejetos suínos, sendo assim, os biodigestores são uma alternativa viável para alcançar este objetivo. No Brasil a legislação referente às atividades ligadas a suinocultura passou por uma validação e ajustes a partir de 1991, onde, o Ministério Público passou a dar uma maior ênfase ao assunto, fiscalizando e cobrando o cumprimento da legislação, aplicando advertências e multas, e mesmo, pedindo até o fechamento de granjas em desconformidade com a legislação vigente (DIESEL, 2002).

Mesmo considerada potencialmente poluidora, não existe no Brasil uma legislação ainda completamente

específica para a suinocultura. São vários os instrumentos legais, tanto a nível federal quanto estadual, que interferem no ordenamento da atividade, referente principalmente, à localização das instalações, aos padrões de emissão dos efluentes líquidos e a disposição final dos dejetos (HADLICH, 2004).

Quanto à localização das instalações, deve-se atender ao Código Florestal (Lei 7.803, de 18/07/89), respeitando-se a largura da faixa marginal de preservação permanente em cada margem de rio, definida no Artigo 225, § 2º da Constituição da República Federativa do Brasil. No caso dos padrões de emissão dos efluentes líquidos, deve-se primeiramente, observar a classe do curso d'água que servirá de corpo receptor. Conforme enquadramento estabelecido pela Portaria Estadual 024/79 (Decreto nº. 14.250/81 – FATMA, 1999).

Esse enquadramento deve estar baseado não necessariamente no estado atual do curso d'água, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade; e expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação (CONAMA, 2005).

Resumidamente, de acordo com o Artigo 19 do decreto supracitado, os efluentes líquidos provenientes da suinocultura poderão ser lançados em rios Classe 2, desde que obedeçam as seguintes condições: pH entre 6,0 e 9,0; temperatura inferior a 40°C; materiais sedimentáveis até 1,0 mL.L<sup>-1</sup> em teste de 1 hora em “Cone Imhoff”; ausência de materiais flutuantes visíveis. Nos lançamentos em corpos de água contribuintes de lagoas, lagunas e estuários serão também observados os limites máximos para fósforo total (1,0 mg.L<sup>-1</sup>); nitrogênio total (10,0 mg.L<sup>-1</sup>); e ferro total (15,0 mg.L<sup>-1</sup>); DBO<sub>5</sub> (20°C) máxima de 60 mg.L<sup>-1</sup>, podendo ser ultrapassada no caso de efluente de sistema de tratamento que reduza a carga poluidora em no mínimo 80%.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A biodigestão, em virtude de seus produtos (biogás e biofertilizante), oferece soluções aos produtores, relacionados a problemas como o déficit no fornecimento de energia elétrica e a infertilidade do solo. A produção de biogás é uma alternativa que vem de encontro a esta temática. Em relação a outras fontes energéticas, o biogás ocupa um lugar de extrema importância, considerável, pois é uma forma de energia autossustentável, barata e que ainda gera subprodutos aproveitáveis. A utilização do biogás diminui consideravelmente a emissão de gases geradores do efeito estufa e poluição dos recursos naturais.

Os biorreatores UASB são uma ferramenta de auxílio para atividades ligadas a agroecologia, pois aproveitam resíduo para geração de energia. Portanto, a utilização de biorreatores UASB, para o tratamento de dejetos de suínos, é uma opção interessante, que deve ser avaliada com seriedade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPECS. Associação Brasileira de Informações e Pesquisa em Carne Suína. Disponível em: <[www.abipecs.org.br](http://www.abipecs.org.br)>. Acesso em: 01 de dezembro de 2012.

ALVES, R. G. C. M. **Tratamento e valorização de dejetos da suinocultura através de processos anaeróbios**: operação e avaliação de diversos reatores em escala real. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. 2007. 172p.

ARAÚJO, E. **Projeto biodigestor tipo tambor**. Disponível em: <<http://www.etcbebedouro.com.br/servicos/noticias/168/>>. Acesso em: 01 de dezembro de 2012.

ARAÚJO, I. S.; OLIVEIRA, J. L. R.; ALVES, R. G. C. M.; BELLI FILHO, P.; COSTA, R. R. Avaliação de sistema de tratamento de dejetos suínos instalado no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.16, n.7, p.745-753, 2012.

ARROYO, N. A. R. **Valorização do Biogás**. Seminário sobre Tecnologias para Dejetos Suínos. EPAGRI/CIRAM. Florianópolis/SC. 2004. 31p.

BELLI FILHO, P. Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.166-170, 2001.

BORZACCONI, L.; LÓPEZ, I.; OHANIAN, M.; VIÑAS, M. Anaerobic-aerobic treatment of municipal solid waste leachate. **Environment technology**, v. 20, p. 211-217. 1999.

CAPOANE, V. **Poluição hídrica por dejetos de suínos**: um estudo de caso na microbacia do arroio Caldeirão - Palmitinho - RS. Universidade Federal de Santa Maria - Centro de Ciências Naturais e Exatas. Departamento de Geociências. Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Geografia Bacharelado. 2008. 87p.

CAVALCANTI, S. S. **Produção de Suínos**. Campinas: Instituto Campineiro de

Ensino Agrícola, 1984. 453 p.

CERETTA, C. A. Característica química de solo sobre aplicação de esterco líquido de suíno em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.6, p.729-735, 2003.

CHANG, J. E. Treatment of landfill leachate with an upflow anaerobic reactor combining a sludge bed and a filter. **Water Science Technology**, v.21, p.133-143, 1989.

CHERNICHARO, C. A. L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. Belo Horizonte, v.5, 1997. 245p.

- CHERNICHARO, C. A. L.; HAANDEL, A. C. V.; FORESTI, E.; CYBIS, L. F. Aplicabilidade da tecnologia anaeróbica para o tratamento de esgotos domésticos. Cap.1, 2006. 12p.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 357, de 17/03/05: **Classificação dos corpos d'água e padrões para o lançamento de efluentes**. Ministério do Meio Ambiente. 2005.
- COSTA, R. D. **Biodigestão de Resíduos da Suinocultura**. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química, Maringá, PR, Brasil. 2004. 88p.
- CRAVEIRO, A. M.; LA IGLESIA, M. R.; HIRATA, Y. S.. **Manual de biodigestores rurais**. São Paulo: IPT, 1982. 61p.
- CUNHA, L. **Uso do biodigestor para tratamento de dejetos suínos**. Universidade Federal de Santa Catarina - Centro de Ciências Agrárias. Relatório de estágio Supervisionado do curso de Agronomia. 2007. 72p.
- DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L. **Manejo de dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA /EMATER/RS, 1998. 32p.
- DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA /EMATER/RS, 2002. 30p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 30 de novembro de 2012.
- FATMA. Fundação do Meio Ambiente. **Legislação Ambiental Básica do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis/SC, 1999.
- FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. Disponível em: <[www.fepam.rs.gov.br/programas/monitoramento\\_uru.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/programas/monitoramento_uru.asp)>. Acesso em: 01 de dezembro de 2012.
- FIALHO, R. Competitividade das exportações brasileiras de carne suína, no período de 1990 a 2004. Viçosa, MG: UFV. Dissertação de Mestrado em Economia Aplicada. Universidade Federal de Viçosa. 2006. 94p.
- HADLICH, G. M. **Poluição hídrica na bacia do Rio Coruja-Bonito (Braço do Norte/SC) e Suinocultura: Uma Perspectiva Sistêmica**. Tese de doutorado, PGRN/UFSC, Florianópolis/SC. 2004. 272p.
- IM, J. H.; WOO, H. J. CHOI, M. W.; HAN, K. B.; KIM, C. W. Simultaneous organic and nitrogen removal from municipal landfill leachate using an anaerobic-aerobic system. **Water Residual**, v.35, n.10, p.2403-2410, 2001.
- KENNEDY, K. J.; LENTZ, E. M. Treatment of landfill leachate using sequencing bath and continuous flow Upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactors. **Water Residual**, v.34, n.14, p.3640-3656, 2000.
- KETTUNEN, R. H.; HOILJOKI, T. H.; RINTALA, J. A. Anaerobic and sequential anaerobic-aerobic treatments of municipal landfill leachate at low temperatures. **Bioresidual Technology**, v.58, p.31-40, 1996.
- KUNZ, A.; PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. **Biodigestores: avanços e retrocessos**. 2004. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 30 de novembro de 2012.
- KONZEN, E. A.. **Dejetos de suínos fermentados em biodigestores e seu impacto ambiental como insumo agrícola**. Simpósio Goiano de Suinocultura. Seminários técnicos de suinocultura. Goiânia. 2005, p.56-64.
- LETTINGA, G.; HULSHOFF, P. L. W. UASB process design for various types of wastewater. **Water Science and Technology**, v.24, n.8, p.87-107, 1991.
- LIN, C. Y.; CHANG, F. Y.; CHANG, C. H. Co-digestion of leachate with septage using a UASB reactor. **Bioresidual Technology**, v.73, p.175-178, 2000.
- LUCAS JUNIOR, J.; SOUZA, C. F.; FERREIRA, W. P. M. Biodigestão anaeróbica de dejetos suínos sob efeito de três temperaturas e de dois níveis de agitação do substrato – considerações sobre a partida. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.2, p 530-539, 2005.
- MERCANINE, C. A. Biodigestores e seus efeitos microbiológicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.2, n.3, p.89-96, 2004.
- METCALF, J.; EDDY, A. Y. **Wastewater Engineering: Treatment Disposal reuse**. Ed. McGraw- Hill Publishing. 1991. 349p.
- MIELE, M.; MACHADO, J. S. Levantamento Sistemático da Produção e Abate de Suínos- LSPS. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. **Série Documentos**, v.104, p.1-25, 2006.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/suinos>>. Acesso em: 03 de dezembro de 2012.
- MOURA, J. P. Estudos das rotas tecnológicas para produção de biogás e da influência da composição química de dejetos de matrizes suínas na qualidade do biogás gerada por biodigestor. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.4, p.452-461, 2012.
- NISHIMURA, R. **Análise de balanço energético de sistema de produção de biogás em granja de suínos: implementação de aplicativo computacional**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2009. 82p.

- NOGUEIRA, L. A. H. **Biodigestão: A alternativa energética.** São Paulo: Nobel, 1992. 93p.
- OLIVEIRA, P. A. V. **Produção e aproveitamento do biogás.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 109p.
- OLIVEIRA, P. A. V. SOUSA, P. M.; SILVA, A. H. Efeito Estufa. **Suinocultura Industrial**, v.25, n.172, p.16-20, 2003.
- OLIVEIRA, R. M. S. **Biossistemas integrados na suinocultura.** Instituto de Tecnologia do Paraná. Dossiê Técnico. 2007. 62p.
- OLIVEIRA, R. M. S.; TAVARES, C. R. G.; COSSIC, E. S. **Processo integrado para tratamento de resíduos gerados na suinocultura.** II Fórum Ambiental da Alta Paulista. 2006, p.1-14.
- OLIVEIRA, R. M. S. **Digestão anaeróbica.** 2005. Disponível em: <[www.enge.com.br/digestao\\_anaerobia.htm](http://www.enge.com.br/digestao_anaerobia.htm)>. Acesso em: 04 de dezembro de 2012.
- PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M; NONES, K. **Produção de Suínos e Meio Ambiente.** In: XIX Seminário Nacional de Desenvolvimento em Suinocultura. Gramado - PR. 2001.
- PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M; SCOLARI, T. M. G. **Importância da Suinocultura para o agronegócio brasileiro.** 2008. Disponível em: <[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agropecuaria/dejetos\\_de\\_suinocultura/situacao\\_da\\_suinocultura\\_no\\_brasil.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agropecuaria/dejetos_de_suinocultura/situacao_da_suinocultura_no_brasil.html)>. Acesso em: 01 de dezembro de 2012.
- PEREIRA, E. L.; CAMPOS, C. M. M.; MOTERANI, F. Avaliação do desempenho físico-químico de um reator UASB construído em escala piloto na remoção de poluentes de efluentes de suinocultura. **Revista Ambiente e Água**, v.5, n.1, p.79-83, 2010.
- POMPERMAYER, R. S.; PAULA JUNIOR, D. R. Estimativa do potencial brasileiro de produção de biogás através da biodigestão da vinhaça e comparação com outros energéticos. **Encontro de Energia no Meio Rural**, n.3, p.27-34, 2000.
- RODRIGUES, R. O agronegócio brasileiro é um caso de sucesso. **Revista de Política Agrícola**, v.15, n.1, p.3-14, 2006.
- RUMPF, M. I.; FERGUSON, J. F. Anaerobic pre-treatment of a landfill leachate for metals and organics removal. In: Proceedings of ASCE. 1990.
- SCHOENHALS, M.; FRARE, L. M.; SARMENTO, L. A. V. Análise do desempenho de reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo no tratamento de efluentes da suinocultura. **Engenharia Ambiental**, v.4, n.1, p.005-023, 2007.
- SEGANFREDO, M. A. **Visualizando além dos benefícios, na análise do uso dos dejetos de animais como fertilizante.** Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Santa Maria, RS. 2004.
- STEGEMAMN, C. **Limpeza produtiva: o tratamento dos dejetos acumulados nas pocilgas evita a poluição dos recursos hídricos e reforça a adubação agrícola.** Globo Rural Suinocultura, 1997.
- SOUZA, C. F. Produção de biogás e tratamento de resíduos: Biodigestão anaeróbia. **Ação Ambiental**, n.34, p.26-29, 2005.
- SOUZA, J. C.; DUARTE, M. A.; CAMBRUZZI, C. **Produção de biogás em propriedades agroecológicas.** Universidade Federal de Santa Catarina - Colégio Agrícola de Camboriú. Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar - III MICTI. 2009
- TIETJEN, C. **From bio dung to biogas.** Ann Arbor Science Publishers Inc., Ann. Arbor, Michigan.1975. 428p.
- TIMUR, H.; OZTURK, I. Anaerobic sequencing bath reactor treatment of landfill leachate. **Water Residual**, v.33, n.13, p.3225-3230.
- VAN HAANDEL, A. C.; LETTINGA, G. **Tratamento Anaeróbio de Esgotos: Um Manual para Regiões de Clima Quente.** Campina Grande/PB. 1994. 328p.
- VAN VELSEN, A. F. M. **Anaerobic digestion of piggery waste.** Tese de Doutorado. Thesis Agricultural University. Wageningen. 1981. 154p.
- ZAGO, S. **Potencialidade da produção de energia através do biogás integrada à melhoria ambiental em propriedades rurais com criação intensiva de animais, na região do meio-oeste catarinense.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. FURB, 2003. 90p.
- ZEEMAN, G. **Mesophilic and psychrophilic digestion of liquid manure.** Tese de Doutorado. Landbouwniversiteit. Wageningen, Netherlands. 1991. 111p