

TECNOLOGIAS DE MANEJO E TRATAMENTO  
DE DEJETOS DE SUÍNOS ESTUDADAS NO BRASIL<sup>1</sup>

*Airton Kunz<sup>2</sup>*  
*Martha Mayumi Higarashi<sup>3</sup>*  
*Paulo Armando de Oliveira<sup>4</sup>*

RESUMO

A suinocultura no Brasil tem evoluído sensivelmente nas últimas décadas, como comprovam os altos índices de produtividade alcançados. No entanto, a atividade suinícola tem causado grande ônus ambiental pela poluição dos recursos naturais, como o solo e a água. O correto manejo e tratamento dos dejetos suínos deve ser considerado parte do processo produtivo, exigindo critérios técnicos para a escolha da tecnologia e o nível de tratamento desejado. O presente trabalho traz um panorama de pesquisas que têm sido realizadas no Brasil, com o intuito comum de minimizar os impactos da suinocultura sobre o meio ambiente.

**Termos para indexação:** suinocultura, resíduos animais, poluição ambiental.

TECHNOLOGIES FOR MANAGEMENT AND TREATMENT  
OF HOG MANURE ASSESSED BY RESEARCH INSTITUTIONS IN BRAZIL

ABSTRACT

The swine production in Brazil has increased significantly in the last decades, as proved by high productivity obtained. However, this activity has caused environmental problems due to pollution of natural resources like soil and water. The correct management and treatment of hog manure need to be considered as a part of the productive process. The choice of the adequate technology demands technical criteria. The objective of the present article is to present some topics of research conducted in Brazil on hog manure management and treatment having the aim of reducing environmental impacts of the swine production.

**Index terms:** swine production, animal waste, environmental pollution.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em outubro de 2005.

<sup>2</sup> Químico Industrial, Doutor em Química, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, BR 153, Km 110, CEP 89700-000 Concórdia, SC. E-mail: airton@cnpa.embrapa.br

<sup>3</sup> Química, Doutora em Química, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves. E-mail: martha@cnpa.embrapa.br

<sup>4</sup> Engenheiro agrícola, Doutor em Ciências Ambientais, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves. E-mail: paolive@cnpa.embrapa.br

## INTRODUÇÃO

O grande crescimento da população mundial gerou fortes pressões sobre os setores industrial e agropecuário, forçando-os a produzirem cada vez mais para atender à crescente demanda, sem que houvesse, no entanto, maiores cuidados com o meio ambiente. Esse descaso trouxe sérias conseqüências em todo o mundo, como a desertificação de vastas regiões, a morte de importantes rios e a contaminação de lençóis subterrâneos.

A suinocultura é reconhecidamente uma atividade de grande potencial poluidor, por produzir grandes quantidades de resíduos com altas cargas de nutrientes (fósforo e nitrogênio), matéria orgânica, sedimentos, patógenos, metais pesados (cobre e zinco utilizados nas rações como promotores de crescimento, por exemplo), hormônios e antibióticos (USDA; USEPA, 1999). O modelo de produção atual, caracterizado pela criação intensiva e em confinamento, concentra grande número de animais em áreas reduzidas, o que aumenta ainda mais os riscos de contaminação ambiental.

O manejo inadequado dos resíduos da suinocultura (extravasamento de esterqueiras, aplicação excessiva no solo, para citar alguns) pode ocasionar a contaminação de rios (como a eutrofização), de lençóis subterrâneos (o aumento da concentração do íon nitrato é um exemplo), do solo (patógenos e excesso de nutrientes, dentre outros) e do ar (como emissões gasosas).

O exemplo do Estado de Santa Catarina é bastante interessante e merece ser citado. O estado possui um grande complexo agroindustrial de suínos e aves, com um plantel de cerca de 8,17 milhões de suínos (ROPPA, 2002). A maior parte da produção suína concentra-se nas regiões oeste e sul do estado e se caracteriza por pequenas propriedades (95,3% possuem até 50 ha), onde predomina a mão-de-obra familiar (SILVA, 2000; EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2003).

A pequena área das propriedades e o relevo acidentado da região fazem com que haja insuficiência de áreas agrícolas para a aplicação agrônômica de todo o resíduo gerado pela suinocultura nessas propriedades (BERTO, 2004). Portanto, uma grande quantidade de dejetos é aplicada sobre o solo, sem passar por qualquer tipo de tratamento ou estabilização e sem levar em consideração critérios agrônômicos e legais.

Existem fortes evidências do comprometimento da qualidade das águas na região oeste-catarinense. Estudos bacteriológicos realizados em rios do oeste e extremo oeste do Estado de Santa Catarina, enquadrados nas classes 1 e 2 (CONAMA; 1986), apresentaram resultados que excedem, em grande parte deles, a concentração de coliformes totais permitida (NMP/100 g = 5000) (VOTTO, 1999).

Esses dados demonstram a relevância de avaliar e desenvolver e aplicar tecnologias alternativas de manejo e tratamento que minimizem o volume e a concentração de poluentes gerados pela atividade. Com isso, promove-se o desenvolvimento sustentável da suinocultura, prospectando a possibilidade de adequação e ampliação dela, tanto no Sul quanto em outras regiões do Brasil.

#### TECNOLOGIAS DE MANEJO E TRATAMENTO EM USO NO BRASIL

No Brasil, a forma mais usual de manejo de dejetos é o armazenamento em esterqueiras ou em lagoas e posterior aplicação no solo (KUNZ et al., 2004a). As esterqueiras e lagoas, desde que corretamente dimensionadas e operadas, são uma opção de baixo custo para produtores que possuem áreas de cultivo suficientes, onde esses resíduos possam ser utilizados como fertilizante orgânico. As recomendações agronômicas para essa prática devem ser respeitadas levando em conta o balanço de nutrientes, imprescindível para nortear a tomada de decisão e mitigar os impactos ambientais (SEGANFREDO, 1999).

Para esterqueiras, o tempo de armazenamento recomendado para uma certa estabilização da matéria orgânica e inativação de patógenos gira em torno de 120 dias (as legislações estaduais apresentam variações com relação à exigência e ao período de retenção). Durante o armazenamento, o dejetos sofre certa degradação anaeróbia (daí a importância de as esterqueiras terem profundidade mínima de 2,5 m), podendo ocorrer liberação de gases responsáveis pela geração de odores, principalmente nos meses de verão, quando o aumento da temperatura ambiente favorece a atividade biológica e a volatilização de gases.

A utilização de biodigestores é uma alternativa tecnológica para o gerenciamento dos dejetos de suínos, o que permite a agregação de valor ao resíduo mediante a utilização do biogás produzido em sistemas de geração de energia e calor (PERDOMO et al., 2003).

A tecnologia de digestão anaeróbia por biodigestores para estabilização de dejetos de suínos há muito tempo é conhecida. Vários modelos de biodigestores têm sido desenvolvidos e adaptados, visando a aumentar tanto a eficiência desses sistemas quanto a redução de custos dos equipamentos (KUNZ et al. 2004b). No entanto, o sistema ainda enfrenta algumas limitações, principalmente no que diz respeito ao entendimento, que falta aos usuários, de alguns aspectos microbiológicos básicos, vitais ao bom funcionamento do sistema, mas nem sempre seguidos, o que acarreta perda de eficiência do biodigestor.

O biofertilizante (efluente) gerado no biodigestor não pode ser descartado diretamente nos corpos d'água, pois ainda apresenta alto potencial poluidor. Seu uso agrícola deve seguir os mesmos preceitos de balanço de nutrientes já discutidos para esterqueiras. Para a utilização do biogás na propriedade rural, é recomendável que haja um planejamento da demanda dessa fonte de energia. Isso se faz necessário para que o biogás possa ser utilizado de maneira racional, levando em conta critérios de demanda e produção, que durante os meses de inverno (especialmente no Sul do Brasil) podem se tornar críticos.

Como alternativa tecnológica, as lagoas de tratamento de dejetos de suínos são, via de regra, um sistema primário de separação da fase sólido-líquido, que é fundamental para diminuir o assoreamento do sistema e aumentar sua vida útil. A separação de fases é seguida por quatro lagoas em série: primeiro, duas anaeróbias, depois uma facultativa e, por último, uma lagoa de aguapés (PERDOMO et al. 2003). Esse sistema mostra-se bastante interessante para produtores que dispõem de área para implementação do sistema e apresenta altas taxas de remoção de matéria orgânica e nutrientes. Os inconvenientes do sistema estão associados ao seu alto tempo de detenção hidráulico (geralmente maior de 100 dias) e à baixa controlabilidade do processo, que podem se tornar críticos durante o inverno.

Outra alternativa tecnológica é a compostagem de dejetos líquidos, visando sua conversão numa matriz sólida para facilitar seu manejo e exportação de áreas com densidade de produção muito alta. A primeira dificuldade para a compostagem de dejetos de suínos diz respeito à necessidade de remoção da umidade do dejetos, tipicamente maior que 95%. Portanto, o manejo do processo deve ser distinto da compostagem convencional, devendo o processo evaporativo ser privilegiado de tal forma que se consiga incorporar um grande volume de dejetos ao substrato. Na utilização de maravalha e serragem para a

compostagem de dejetos de suínos, têm sido alcançadas relações superiores a 1:8 (substrato/dejeto) na incorporação do dejeto de suíno a esses substratos (NUNES, 2003).

Após a incorporação e a compostagem propriamente dita do dejeto de suíno, o produto final, devido a seu valor agrônômico, pode ser aplicado no solo ou exportado para outras regiões (GOLUEKE, 1991). A prática de exportação e comercialização do composto gerado ainda é limitada pela baixa viabilidade econômica, pois compete com outros resíduos, como os da avicultura. Esse fato foi ainda mais acentuado após o ano de 2001, com a proibição da alimentação de ruminantes com cama de aviário (IN 15, 17/07/2001, Ministério da Agricultura e Abastecimento). Isso torna necessária a propagação do uso da tecnologia, para que novos mercados sejam abertos com a criação de uma demanda do produto.

O sistema de criação de suínos em cama sobreposta representa uma tecnologia de manejo de dejetos de suínos na fase sólida onde a cama, constituída de maravalha, serragem ou outros substratos, é utilizada em substituição ao piso convencional para a alocação dos animais (OLIVEIRA; NUNES, 2002). Esse sistema permite a incorporação das fezes e urina do animal diretamente na cama, eliminando o dejeto líquido e diminuindo a geração de odores e a proliferação de moscas. Uma outra vantagem refere-se aos baixos custos de implementação e operacionalização do sistema, o que diminui a necessidade de estruturas de processos complementares de tratamento, haja vista que a estabilização do dejeto já se inicia na própria cama e é acelerada pelo revolvimento dela pelos animais. Algumas limitações do processo, que impedem uma maior difusão da tecnologia, ainda dizem respeito a aspectos de sanidade animal, principalmente relacionados ao aparecimento de linfadenite (lesões granulomatosas causadas pelo *Micobacterium* do complexo *avium*). Para que isso seja suprimido ou minimizado, recomenda-se cuidados maiores com os fatores de risco presentes nas granjas (OLIVEIRA et al., 2002; AMARAL et al., 2002).

## PESQUISAS EM MANEJO E TRATAMENTO DE DEJETOS DE SUÍNOS

A Embrapa Suínos e Aves, por ser um centro nacional de pesquisa e desenvolvimento na área, tem centrado esforços na busca de soluções para os problemas ambientais associados à suinocultura.

Diversos estudos em escala piloto e real têm sido realizados em colaboração com universidades, como a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). O foco dessas pesquisas estão centrados no desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias que envolvem sistemas de separação de fases (peneiras e decantadores), esterqueiras e bioesterqueiras, compostagem, sistemas de lagoas e produção de suínos em cama sobreposta (Tabela 1).

A Embrapa em conjunto com a UFSC desenvolveram um sistema completo para tratamento de dejetos de suínos. A unidade é composta de uma caixa de homogeneização, seguida de um separador de fases, duas lagoas anaeróbias, uma lagoa facultativa e uma de aguapés. Nos últimos anos, diversos trabalhos foram conduzidos nesse sistema, com ênfase na otimização de parâmetros para melhorar o desempenho e reduzir o tempo de retenção hidráulica (MEDRI, 1997).

A remoção da carga orgânica do sistema de lagoas atinge valores de até 99%. No entanto, alguns parâmetros, como os nutrientes N e P, ainda permanecem acima dos índices exigidos pela legislação ambiental aplicável (CONAMA, 1986), para o descarte em corpos d'água (BELLI FILHO et al., 2001).

No que diz respeito à cama sobreposta, a Embrapa Suínos e Aves e a UFSC realizaram estudos que demonstram que a decomposição do material se inicia nas camas durante a permanência dos animais (OLIVEIRA et al., 2001a). Entretanto, após a remoção dos lotes, ainda é necessário que o material seja submetido à compostagem antes de ser utilizado como fertilizante, para garantir sua completa estabilização (TUMELERO, 1998). Diversos materiais podem ser utilizados nos leitos, desde que possuam boa capacidade de absorção dos dejetos e permitam o desenvolvimento do processo de compostagem. Assim, o sistema de cama sobreposta permite o uso do material que estiver mais disponível na propriedade, o que contribui para a viabilização da tecnologia nas diferentes regiões do Brasil (CORREA, 1998).

Os estudos envolvendo compostagem têm se orientado na busca do aumento da capacidade de absorção de dejetos por diferentes materiais e com baixo custo.

**Tabela 1.** Comparativo de algumas tecnologias de manejo ou tratamento, avaliadas ou desenvolvidas no Brasil, para dejetos de suínos.

<b>Tecnologia</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>	<b>Referência</b>
Esterqueira/bioesterqueira	Baixo custo, facilidade de operação	Odor, baixa estabilização do dejeito, necessidade de área para aplicação	Gosmann (1997)
Separador de sólidos (peneiras)	Rapidez, móvel e compacto, fração sólida com menos umidade	Alto consumo de energia elétrica, preço relativamente alto, eficiência de separação	Veiga (1999)
Decantador de palhetas	Facilidade de operação, baixo custo, alta eficiência de separação	Lento, gera grande volume de lodo com umidade alta	Perdomo (2001)
Biodigestores	Reduz o odor, agrega valor ao dejeito pela produção de fertilizante e biogás	Suscetível a mudanças de manejo, como uso de antibióticos e desinfetantes	Giroto (1989) Palhares et al. (2003)
Sistema de lagoas em série UFSC/Embrapa	Grande eficiência, custo relativamente baixo	Problemas com odor, tempo de residência muito alto	Medri (1997) Costa et al (1997)
Lagoas de alta taxa e aerada	Aumenta a remoção de nutrientes	Aumenta o tempo de tratamento e a área ocupada pelo sistema	Silva (1996) Belli Filho et al. (2001) Oliveira (2002)
Compostagem	Redução de odor e de insetos, agrega valor (fertilizante)	Exige manejo adequado (umidade, aeração, temperatura)	Tumelero (1998) Nunes (2003)
Sistema de cama sobreposta	Idem compostagem, redução de consumo de água para higienização, conforto animal	Manejo do sistema para eliminar riscos sanitários	Oliveira et al. (2001b) Goulart (1997) Corrêa (1998) Oliveira et al. (2000)

A otimização dos parâmetros do processo e das construções (plataformas de compostagem) foi estudada recentemente por NUNES (2003). Os resultados apresentaram altas taxas de incorporação do dejetos, usualmente maiores que 1:8 (substrato/dejeto) em substratos como maravalha e serragem, durante um mês de incorporação do dejetos com matéria seca de cerca de 3 % (OLIVEIRA et al., 2003), sendo, na maioria dos casos, superiores à capacidade de absorção do material (KUNZ et al., 2004), o que evidencia a alta capacidade de evaporação do sistema proposto.

A utilização de alguns materiais orgânicos que são resíduos em certas atividades agropecuárias têm sido estudadas para a compostagem de dejetos de suínos. Matos et al. (1998) e Sedyama et al. (2000) avaliaram a compostagem de palha de café, bagaço de cana-de-açúcar (resíduos característicos da Zona da Mata mineira), com adição de dejetos suínos para suplementação de nitrogênio. Os resultados apresentaram um composto orgânico de alta qualidade, sendo uma boa alternativa tanto para tratamento de dejetos de suínos quanto para o aproveitamento de resíduos vegetais.

Embora apresente uma série de vantagens, grande parte das pesquisas tratam como tema central a disposição final dos dejetos de suínos no solo. Isso se deve ao poder fertilizante desses resíduos, fruto da alta concentração de nutrientes e da falta de alternativas realmente viáveis para a disposição final do resíduo sólido. No entanto, essas alternativas têm sido objeto de críticas, devido à capacidade limitada do solo em absorver nutrientes, e porque pelos fenômenos de percolação e lixiviação os resíduos facilmente poderiam atingir os corpos d'água (SEGANFREDO, 1999; BERTO, 2004).

A utilização de dejetos de suínos, como fonte primária de biofertilizantes, pode ser altamente benéfica para a produção de grãos e forragem. No entanto, tem sido dada grande ênfase apenas à capacidade de produção, não enfocando aspectos ambientais do processo (SCHERER, 1997). Matos et al. (1997) estudaram mudanças químicas e microbiológicas causadas em solo podzólico vermelho-amarelo pela aplicação de dejetos de suínos líquidos em diferentes taxas e observaram um rápido aumento da população de microrganismos no solo. Esse efeito pode causar o desequilíbrio ecológico do solo, influenciando sua química e sua microbiologia, o que alteraria a biodisponibilidade e a taxa de absorção micro e macronutrientes pelas plantas.

As pesquisas com o tratamento anaeróbio envolveram a avaliação do uso de inóculo com uma população microbiana adaptada ao resíduo, favorecendo a partida do processo, além de melhorar o desempenho dos biodigestores (STEIL et al., 2002). Miranda et al. (2001) observaram um aumento da eficiência do sistema de tratamento anaeróbio com a instalação de um sistema de remoção prévia de óleos e graxas, mediante flotação com polieletrólitos e  $\text{FeCl}_3$ , que podem ter influência negativa na etapa inicial do processo de decomposição anaeróbio.

A remoção de metais de dejetos de suínos também tem sido objeto de estudos, haja vista que metais pesados, principalmente Cu e Zn, são adicionados à ração animal como promotores de crescimento e antibióticos. A concentração desses metais nos sólidos secos dos dejetos de suínos podem variar de 90 a  $1.560 \text{ mg kg}^{-1}$ , para o Cu, e de 303 a  $1.771 \text{ mg kg}^{-1}$ , para o Zn. Estudos de avaliação da utilização de filtros orgânicos vegetais, como palha de café e bagaço de cana-de-açúcar, para remoção dessas espécies têm apresentado uma eficiência de até 50 % para o Cu, mas com pequeno ou sem nenhum efeito para a redução da concentração de Zn (BRANDÃO et al., 2000; MATOS et al., 2002).

A cultura hidropônica de algumas espécies vegetais com o uso de dejetos de suínos tem sido testada em estudos bastante recentes. Gomes Filho (2001a) e Gomes Filho (2001b) estudaram a remoção de carga orgânica e de nutrientes de águas residuárias de suinocultura por meio do cultivo hidropônico de aveia forrageira. O sistema apresentou boa eficiência de remoção, mas necessita de altas taxas de diluição, usualmente maiores que 80 %, para evitar que o crescimento vegetal seja inibido ou mesmo que leve a planta à morte devido às altas concentrações de carga orgânica e de amônia no dejetos de suíno.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas ambientais associados a dejetos de suínos apresentam-se como um grande desafio para a pesquisa, haja vista que os custos das tecnologias desenvolvidas são muitas vezes difíceis de serem transferidos para o setor produtivo por causa da baixa capacidade de investimento do produtor. Isso cria grandes dificuldades para a mitigação dos impactos ambientais da suinocultura, pois, na maioria dos casos, não é possível reduzir a poluição sem agregar tecnologia.

Outro componente importante para que uma tecnologia seja eficiente e tenha sucesso, mas que muitas vezes é esquecido, refere-se a mão-de-obra utilizada para seu manejo. Com a necessidade de tecnificação da suinocultura, e a legislação ambiental tornando-se cada vez mais restritiva, o conhecimento técnico torna-se cada vez mais importante e, para isso, é necessária a participação de recursos humanos qualificados que tenham sobretudo uma visão sistêmica do processo e de seus impactos ambientais.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, A. L. do; MORES, N.; BARIONI JUNIOR, W.; VENTURA, L.; SILVA, R. A. M. da; SILVA, V. S. da. **Fatores de risco, na fase de crescimento-terminação, associados a ocorrência de linfadenite em suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. p. 1-4. (**Comunicado Técnico**, 297).

BELLI FILHO, P.; CASTILHOS Jr., A. B. de; COSTA, R. H. R. da; SOARES, S. R.; PERDOMO, C. C. Tecnologias para tratamento de dejetos suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, p. 166-170, 2001.

BERTO, J.L. Balanço de nutrientes em uma sub-bacia com concentração de suínos e aves como instrumento de gestão ambiental. 2004. 196 f. Tese (Doutorado em Saneamento Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BRANDÃO, V. S.; MATOS, A. T.; MARTINEZ, M. A.; FONTES, M. P. P. Tratamento de águas residuárias da suinocultura utilizando-se filtros orgânicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, p. 327-333, 2000.

GOLUEKE, C. G. Principles of Composting. In: **Biocycle Guide to the Art & Science of Composting**. Emmaus, Pennsylvania: J.G., 1991. p.14-37.

CONAMA. Resolução CONAMA nº 20, de 18 de julho de 1986. Publicado no D.O.U. de 30/07/86. Capturado em 11 de jul. 2003. Online. Disponível na Internet: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>.

CORREA, E.K. Avaliação de diferentes tipos de camas na criação de suínos em crescimento e terminação. 1998. 91 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

COSTA, R.H.R. da; MEDRI, W.; PERDOMO, C.C. Otimização de Sistema de Tratamento: Decantador de Palhetas e Lagoas Anaeróbias. Concórdia, SC, 1997. In: WORKSHOP SOBRE DEJETOS SUÍNOS, 1997, Concórdia, SC.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Diagnóstico das propriedades suinícolas da área de abrangência do Consórcio Lambari, SC: relatório preliminar. Concórdia, 2003. 33 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 84).

GIROTTI, A. F. Análise da viabilidade econômica de diferentes tipos e tamanhos de biodigestores em uso na Microrregião do Alto Uruguai Catarinense, ao nível de propriedade rural. 1989. 125 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Pós-Graduação em Economia Rural, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GOMES FILHO, R. R. ; MATOS, A. T.; MARTINEZ, H. P.; SILVA, D. D. da. Remoção de carga orgânica e produtividade da aveia forrageira em cultivo hidropônico com águas residuárias de suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, p. 131-134, 2001a.

GOMES FILHO, R. R.; MATOS, A. T.; MARTINEZ, H. E. P.; SILVA, D. D. da . Valor nutritivo e remoção de nutrientes de água residuária da suinocultura utilizada no cultivo hidropônico da aveia forrageira. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Jaboticabal, v. 6, p. 68 -72, 2001b.

GOSMANN, H.A. Estudos comparativos com bioesterqueiras e esterqueiras para armazenamento e valorização dos dejetos de suínos. 1997. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

GOULART, R. M. Processo de compostagem: alternativa complementar para o tratamento de camas biológicas de dejetos de suínos. 1997. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P.A.; HIGARASHI, M. M.; SANGOI, V. Recomendações técnicas para uso de esterqueiras para a armazenagem de dejetos de suínos. **Comunicado Técnico**, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, n. 361, 1-4, 2004a.

KUNZ, A.; PERDOMO, C.C; OLIVEIRA, P.A.V.O. Biodigestores: avanços e retrocessos. **Suinocultura Industrial**, Porto Feliz, n.178, p.14-16, jun.-jul. 2004b.

KUNZ, A.; SCHIERHOLT NETO, G. F.; NUNES, L. M. A.; OLIVEIRA, P. A. Estudo da relação maravalha/dejeto a diferentes umidades para incorporação de lodo de dejeto de suínos, Florianópolis, 2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2004, Florianópolis. **Anais...**, 2004.

MATOS, A. T.; SEDIYAMA, M. A.; FREITAS, S. P.; VIDIGAL, S. M.; GARCIA, N. C. P. Características químicas e microbiológicas do solo influenciadas pela aplicação de dejeto líquido de suínos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 44, n. 254, p. 399-410, 1997.

MATOS, A. T.; VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; RIBEIRO, M. F. Compostagem de alguns resíduos orgânicos, utilizando-se águas residuárias da suinocultura como fonte de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 199-203, 1998.

MATOS, A. T. de; BRANDÃO, V. S.; NEVES, J. C.; MARTINEZ, M. A. Removal of Cu and Zn from swine raising wastewater using organic filters. **Environmental Technology**, London, v. 24, n. 2, p. 171-178, 2002.

MEDRI, W. **Modelagem e otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos**. 1997. 206 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

MIRANDA, L. A. S.; HENRIQUE, J. A. P.; MONTEGGIA, L. O. Effect of presence of oils and grease on anaerobic biodegradation in upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactors treating Agro-industry effluent, Buenos Aires, Argentina, 2001. In: FORTH LATIN AMERICAN BIODETERIORATION AND BIODEGRADATION SYMPOSIUM, 2001, Buenos Aires, Argentina. **Proceedings...** London: The British Phycological Society, 2001.

NUNES, M. L. A. **Avaliação de procedimentos operacionais na compostagem de dejetos de suínos**. 2003. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

OLIVEIRA, P. A. V. O.; ROBIN, P.; DOURMAD, J. Y. Sistema de produção de suínos sobre cama de maravalha comparado ao piso ripado. In: CONGRESSO MERCOSUL DE PRODUÇÃO SUINA, 2000, Buenos Aires, Argentina, **Anais...** Buenos Aires: [s.n.], 2000.

OLIVEIRA, P. A. V. O.; MEUNIER-SALAUN, M. C.; ROBIN, P. Comportamento de suínos em crescimento e terminação criados em cama sobreposta de maravalha comparado ao piso ripado, Porto Alegre, RS, 2001. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINARIOS ESPECIALISTAS EM SUINOS, 2001, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: ABRAVES, 2001a. p. 345-346.

OLIVEIRA, P. A. V. O.; NUNES, M. L. A.; ARRIADA, A. A. Compostagem e utilização de cama na suinocultura. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2001, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 2001b. p. 391-406.

OLIVEIRA, P. A. V.; MORES, N.; AMARAL, A. L. do; NUNES, M. L. A. Cama sobreposta: perguntas e respostas. **Revista Porkworld**, Paulínia, n. 8, p. 110-116. set./out. 2002.

OLIVEIRA, P. A. V. O.; NUNES, M. L. A. Suínos em cama sobreposta. **Suinocultura industrial**, Porto Feliz, n. 161, p. 10-18, 2002.

OLIVEIRA, P. A. V. ; NUNES, M. L. A. ; KUNZ, A. ; HIGARASHI, M. M. ; SCHIERHOLT NETO, G. F. Utilização de compostagem para o tratamento dos dejetos de suínos. Goiânia, GO, 2003. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 2003, Goiânia, GO. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. p. 433-434.

OLIVEIRA, P. J. P. **Tratamento secundário e terciário de dejetos de suínos utilizando lagoas de alta taxa algal, aerada e maturação**. 2002. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

PALHARES, J. C. P., MASSOTI, Z.; SOUZA, L. D. Biodigestor modelo indiano: Análise da transferência da tecnologia com base no perfil ambiental, produtivo e social. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Concórdia, n. 3, p. 1-24, 2003.

PERDOMO, C. C. Alternativas para o manejo e tratamento de dejetos suínos. **Suinocultura Industrial**, Porto Feliz, n. 152, p. 16-26, jun./jul. 2001.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. O.; KUNZ, A. **Sistema de tratamento de dejetos de suínos: inventário tecnológico**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 83 p. (Documentos, 85).

ROPPA, L. Tendências da suinocultura mundial e as oportunidades brasileiras. **Anuário da Pecuária Brasileira**, São Paulo, p. 281-284, 2002 .

SEGANFREDO, M. A. Os dejetos suínos são um fertilizante ou um poluente do solo? **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, v. 16, p. 129-141, 1999.

SCHERER, E. E. Nutrientes no esterco de suínos: diagnose e uso na adubação. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 10, p. 48-50, 1997.

SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; VIDIGAL, S. M.; MATOS, A. T. de. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p. 1-8, 2000.

SILVA, A. P. da. **Diagnóstico sócio, econômico e ambiental: aspectos sobre a sustentabilidade da bacia hidrográfica dos Fragosos–Concórdia/SC**. 2000. 247 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

SILVA, F. C. M. **Tratamento de dejetos de suínos utilizando lagoas de alta taxa de degradação em batelada**. 1996. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

STEIL, L.; LUCAS JUNIOR, J.; OLIVEIRA, R. A. Avaliação do uso de inóculos na digestão anaeróbia de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos. **Engenharia Agricola**, Jaboticabal, v. 22, p. 146-159, 2002.

TUMELERO, I. L. **Avaliação de materiais para o sistema de criação de suínos sobre cama**. 1998. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

USDA/USEPA. Unified National Strategy for Animal Feeding Operations, Washington, March 9, 1999. Disponível em: <<http://www.epa.gov/npdes/pubs/finafost.pdf>>.

VEIGA, S. N. da. **Desenvolvimento de um protótipo de um separador de sólidos de dejetos animais, destinado a pequena propriedade rural**. 1999. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil

VOTTO, A. G. **Zoneamento da Poluição Hídrica Causada por Dejetos Suínos no Extremo Oeste de Santa Catarina**. 1999. 201 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.