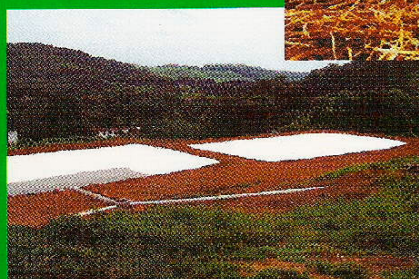
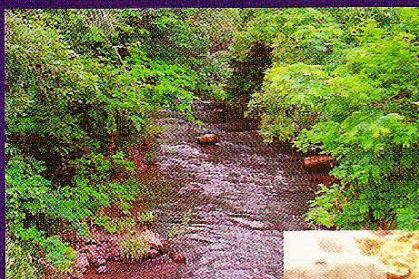


TECNOLOGIAS PARA O MANEJO DE RESÍDUOS NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS - Manual de Boas Práticas -



**PROJETO DE CONTROLE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DECORRENTE DA
SUINOCULTURA EM SANTA CATARINA
CONVÊNIO N°2002CV000002**

**TECNOLOGIAS PARA O MANEJO DE
RESÍDUOS NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS
- Manual de Boas Práticas -**

PNMA II – Gestão Integrada de Ativos Ambientais – Santa Catarina

Concórdia, Santa Catarina, 2004

República Federativa do Brasil

Presidente: Luiz Inácio Lula da Silva

Vice-Presidente: José Alencar Gomes da Silva

Ministério do Meio Ambiente

Ministra: Marina Silva

Secretário-Executivo: Cláudio Roberto Langone

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Social, Urbano e Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina

Secretário de Estado: Sérgio Godinho

Secretário Adjunto: Evaldino Leite

Fundação do Meio Ambiente - FATMA/SC

Diretor-Geral: Jânio Wagner Costante

Embrapa Suínos e Aves

Chefe-Geral: Elcio Antonio Pereira de Figueiredo

Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios: Jerônimo Antônio Fávero

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: Claudio Bellaver

Chefe-Adjunto de Administração: Dirceu Benelli

Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II**Coordenação Geral do Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II**

Regina Elena Crespo Gualda: Coordenadora Geral

Magno Rodrigues Fabino: Coordenador Adjunto

Componente Gestão Integrada de Ativos Ambientais

Lorene Bastos Lage: MMA

Maricy Marino: Coordenadora 2000 a 2003

Coordenação Estadual do Componente Gestão Integrada de Ativos Ambientais - Projeto Suinocultura Santa Catarina

João Guilherme Wegner Cunha: Coordenador Estadual do PNMA II

Equipe de Coordenação do Projeto Suinocultura Santa Catarina

Darci Oliveira de Souza: Fundação do Meio Ambiente – FATMA/SC (Ativos Ambientais)

Cinthy Mônica da Silva Zanuzzi: Secretaria de Estado de Desenvolvimento Social, Urbana e Meio Ambiente – SDS/SC (interina) (Ativos Ambientais)

Coordenador Técnico do Projeto Suinocultura Santa Catarina

Paulo Armando Victória de Oliveira: Embrapa Suínos e Aves

Coordenador Operacional do Projeto Suinocultura Santa Catarina

Adroaldo Pagani da Silva: Consultor técnico do projeto

Coordenador Administrativo/Financeiro do Projeto Suinocultura Santa Catarina

Dirceu Benelli: Embrapa Suínos e Aves

**PROJETO DE CONTROLE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DECORRENTE DA
SUINOCULTURA EM SANTA CATARINA
CONVÊNIO N°2002CV000002**

**TECNOLOGIAS PARA O MANEJO DE
RESÍDUOS NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS
- Manual de Boas Práticas -**

PNMA II – Gestão Integrada de Ativos Ambientais – Santa Catarina

Concórdia, Santa Catarina, 2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves

Caixa Postal 21
89.700-000, Concórdia, SC
Telefone: (049) 4428555
Fax: (049) 4428559
<http://www.cnpsa.embrapa.br>
sac@cnpsa.embrapa.br

Coordenação: *Paulo Armando Victória de Oliveira* – Embrapa Suínos e Aves

Revisores: *Airton Kunz, Cícero Juliano Monticelli, Jerônimo Antônio Fávero, Júlio César Palhares, Irene Zanatta Pacheco Camera, Marcelo Miele, Paulo Giovanni de Abreu e Patrícia de Sousa*

Coordenação Editorial: *Tânia Maria Biavatti Celant*

Fotos da capa: *Paulo Armando Victória de Oliveira*

Fotos internas: *Paulo Armando Victória de Oliveira, Doralice Pedroso-de-Paiva, Egídio Arno Konzen, Marcos Antônio Dai Prá*

Editoração Eletrônica: *Simone Colombo*

Revisão de textos: *Monalisa Leal Pereira e Silvana Buriol*

Normalização bibliográfica: *Irene Zanatta Pacheco Camera*

1ª edição

1ª impressão: nov.2004 - **Tiragem:** 1.000 unidades

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas / Coordenado por Paulo Armando Victória de Oliveira - Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004.

109p.; 29cm.

Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II; Projeto de Controle da Degradação Ambiental Decorrente da Suinocultura em Santa Catarina – Convênio nº 2002CV000002.

1. Gestão-ambiental - Santa Catarina. 2. Dejetos-manejo. 3. Dejetos-tratamento. 4. Dejetos-aplicação no solo. I. Oliveira, Paulo Armando V. de.

CDD 574.5248

© Embrapa 2004

Apresentação

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de carnes e atualmente ocupa o primeiro posto dentre os países exportadores dessa *commodity*. Nesse quadro, a produção de carne suína tem posição destacada. Esse dado é de extrema importância para a segurança de abastecimento do mercado interno e para a inserção dos produtos brasileiros no mercado internacional. Logo, para o desenvolvimento econômico e social do país.

Entretanto, os impactos da suinocultura sobre os recursos ambientais, principalmente sobre o solo e a água, são imensos, na medida em que as práticas produtivas tradicionais têm negligenciado a aplicação de medidas de conservação ambiental que a atividade requer.

Duas condições adversas amplificam o desgaste ambiental produzido pela suinocultura de grande escala: o fato de a maior parte do rebanho brasileiro estar concentrada sobre uma área geográfica relativamente pequena da região Sul, repartida entre sub-bacias contribuintes de duas bacias hidrográficas estratégicas (Paraná e Uruguai) e de que os impactos ambientais mais severos ocorrem justamente no primeiro elo da cadeia produtiva, a fazenda, e no ambiente de pequenos produtores rurais, difusamente assentados e sempre carentes dos recursos necessários para a introdução de tecnologias avançadas de conservação ambiental.

A integração técnica e economicamente viável de ações produtivas e de conservação ambiental são sempre um desafio. No caso da produção suinícola, configura-se um desafio ainda maior, devido às circunstâncias já apontadas.

Este Manual de Boas Práticas na utilização das “*Tecnologias para o Manejo de Resíduos na Produção de Suínos*”, visando a conservação ambiental é uma parcela importante da resposta a esse desafio. Ele oferece à sociedade, e particularmente aos produtores e à comunidade de assistência técnica e extensão rural, caminhos para o emprego de tecnologias visando a preservação ambiental nas áreas de produção suinícola. Um desses caminhos considera a propriedade como um conjunto de recursos ambientais, econômicos e sociais a ser utilizado de forma harmônica, inserido em uma unidade maior e mais complexa que é a bacia hidrográfica, por sua vez utilizada como base do planejamento ambiental. O *Manual* indica, com rigor técnico, como implantar as tecnologias disponíveis para o manejo, tratamento e disposição dos resíduos da produção suinícola, bem como o planejamento e a recuperação de áreas de proteção permanente, compatíveis com as exigências ambientais recomendadas em cada caso.

O Manual, resultou de uma parceria entre o Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o Governo do Estado de Santa Catarina e organizações da sociedade civil, articulados no âmbito do programa Nacional do Meio Ambiente - PNMA II e certamente terá contínuos e se desdobrará na procura de novas soluções e aperfeiçoamentos, visando sempre, e em última instância, a manutenção de um meio ambiente saudável e sustentável, tal como prescrevem a Constituição e as diretrizes da Agenda 21 brasileira.

Brasília, novembro de 2004

Marina Silva
Ministra do Meio Ambiente

Sumário

INTRODUÇÃO	09
CAPÍTULOS:	
<hr/>	
1. ASPECTOS ECONÔMICOS DO TRANSPORTE E UTILIZAÇÃO DOS DEJETOS	12
<i>(Ademir Francisco Giroto e Oldemir Chiochetta)</i>	
2. EDIFICAÇÕES PARA A PRODUÇÃO DE SUÍNOS ENFOCANDO OS ASPECTOS AMBIENTAIS	18
<i>(Paulo Armando V. de Oliveira e Adroaldo Pagani da Silva)</i>	
3. DIMENSIONAMENTO E CONSTRUÇÃO DE SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE DEJETOS LÍQUIDOS	31
<i>(Paulo Armando V. de Oliveira e Adroaldo Pagani da Silva)</i>	
4. PRODUÇÃO E APROVEITAMENTO DO BIOGÁS	43
<i>(Paulo Armando V. de Oliveira)</i>	
5. PRODUÇÃO DE SUÍNOS EM SISTEMA DE CAMA SOBREPOSTA	57
<i>(Paulo Armando V. de Oliveira e Martha Mayumi Higarashi)</i>	
6. UNIDADE DE TRANSFORMAÇÃO DOS DEJETOS LÍQUIDOS EM COMPOSTO ORGÂNICO	69
<i>(Paulo Armando V. de Oliveira, Marcos Antônio Dai Prá e Egídio Arno Konzen)</i>	
7. O USO RACIONAL DOS DEJETOS COMO ADUBO ORGÂNICO	81
<i>(Adilson Zamparetti e João Paula Gaya)</i>	
8. MANUTENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FAIXAS CILIARES DE CURSOS D'ÁGUA E NASCENTES	88
<i>(Doralice Pedroso de Paiva)</i>	
9. USO DA COMPOSTAGEM COMO DESTINO DE SUINOS MORTOS E RESTOS DE PARIÇÃO	100
<i>(Doralice Pedroso de Paiva)</i>	
10. EDUCAÇÃO AMBIENTAL	107
<i>(Nelson Figueró)</i>	

Introdução

A busca pelo enquadramento da atividade suinícola dentro dos padrões exigidos pelos órgãos de fiscalização ambiental tem impulsionado cada vez mais, o debate a respeito das sustentabilidade ambiental da cadeia produtiva de suínos. A análise das diversas definições disponíveis na literatura sobre sustentabilidade ambiental da agricultura nos permite listar alguns pontos em comum deste tema, tais como; a estabilidade dos recursos ambientais e da produtividade agrícola, a minimização dos impactos ambientais negativos, a garantia de retorno compensatório aos produtores, a incorporação de processos naturais aos sistemas produtivos, a satisfação das necessidades alimentares e de renda da sociedade atual sem inviabilizar as gerações futuras e o atendimento das demandas sociais das famílias e comunidades rurais.

A produção de suínos é uma das atividades de maior impacto ambiental, considerada pelos órgãos de controle ambiental, como potencialmente e causadora de degradação ambiental, sendo enquadrada como tendo "grande potencial poluidor".

O grande desafio, sob estas condições, consiste na definição de um sistema que seja capaz de harmonizar a continuidade das atividades desta importante cadeia produtiva com o uso racional dos recursos naturais e a preservação da qualidade ambiental nas regiões de maior concentração de suínos. Dentre as ações que podem ser implementadas a fim de se buscar atingir este intento, podem ser destacadas: a utilização de rações balanceadas, o balanço de nutrientes na adubação orgânica e ajuste do teor de matéria seca das dejeções para a obtenção de uma relação mais adequada do teor de NPK com o custo de armazenagem, de transporte e de distribuição para viabilizar sua utilização como adubo orgânico.

A preocupação com a preservação do Meio Ambiente no Brasil foi significativamente alavancada com a implantação da "Legislação do Licenciamento Ambiental " (Resolução CONAMA 001/1986) e com a promulgação da Constituição de 1988 (Artigo 255 e incisos). A obrigatoriedade do Licenciamento Ambiental constituiu-se num dos grandes marcos de nossa geração, pois ao estabelecer o comprometimento da missão de preservação ambiental, induziu os produtores a adotarem medidas de conservação dos recursos naturais." Algumas medidas vêm sendo implementadas em nível mundial, a exemplo das resoluções constantes na "Carta de Negócios da Câmara de Comércio Internacional para o Desenvolvimento Sustentável" e na Conferência do Rio de Janeiro (ECO 92), na introdução do Selo Ecológico da União Européia e da aprovação das Normas da série ISO 14.000 que especificam os requisitos básicos para um Sistema de Gestão Ambiental (ISO 14.001 e 14.004).

No Brasil, a Lei nº 9605/98, em vigor a partir de março do mesmo ano, responsabiliza criminalmente os indivíduos e as empresas (através dos executivos) que poluírem o meio ambiente. O criador que não se enquadrar à nova realidade, poderá ter sua atividade inviabilizada pela pressão da sociedade e do rigor da Lei.

O avanço tecnológico apresentado pela suinocultura brasileira nos últimos anos, trouxe benefícios sociais e econômicos incontestáveis à sociedade, mas os problemas ambientais gerados pela atividade, nos principais centros produtores do País, são igualmente importantes.

A estrutura atual dos sistemas produtivos de suínos se baseia na concentração de animais em pequenas áreas, gerando grandes excedentes de dejetos, que demandam áreas relativamente grandes para o seu aproveitamento agrônomico. Entretanto, os resíduos da suinocultura, em geral, são utilizados como adubo orgânico de forma inadequada, o que gera grande risco de poluição ambiental, em regiões de produção intensiva devido, principalmente, à infiltração do nitrogênio no solo e ao escoamento superficial do fósforo, e muitas vezes, dando o lançamento direto dos dejetos nos cursos

d'água. Esse fato, somado aos custos relativamente altos da aplicação desse resíduo nas lavouras, torna imprescindível o desenvolvimento de técnicas de manejo economicamente viáveis e que não ofereçam riscos potenciais, principalmente de poluição hídrica.

Em Santa Catarina, Estado com alta concentração de suínos e com 82% da sistema de captação de água baseado em mananciais superficiais e 15% baseado em lençóis subterrâneos, o nível de contaminação destes recursos hídricos foi considerado alarmante (90% das fontes de abastecimento, nas regiões produtoras de suínos, estavam contaminadas por coliformes fecais). Dentro das circunstâncias e do nível tecnológico em que operam os suinocultores, as ações para a melhoria da qualidade da água, do ar e a redução do poder poluente dos dejetos suínos a níveis aceitáveis pela legislação vigente, requerem investimentos significativos, normalmente acima da capacidade dos pequenos criadores e, muitas vezes, sem a garantia de atendimento das exigências de Saúde Pública e da preservação do meio ambiente.

O lançamento de efluentes suínos não tratados no solo, rios e lagos, constitui risco potencial para o aparecimento ou recrudescimento de doenças (verminoses, alergias, hepatites, hipertensão, câncer de estômago), desconforto na população (proliferação de moscas, borrachudos, maus odores) e degradação dos recursos naturais (morte de peixes e animais, toxicidade em plantas, eutrofização de recursos hídricos).

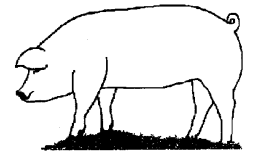
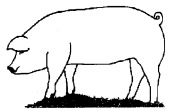
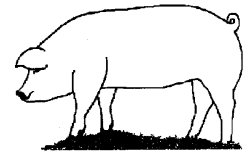
A preservação do meio ambiente, passa a adquirir uma relevância econômica inquestionável e deixa de ser uma ação generosa de ecologistas e ambientalistas na busca de um mundo melhor. O termo " Passivo Ambiental" é um conceito cada vez mais aceito pela comunidade internacional, sendo de inclusão obrigatória nas negociações empresariais.

A estratégia da armazenagem e distribuição, como controle da poluição, não tem sido totalmente correta, pois revela um distanciamento da realidade, da necessidade e do interesse dos produtores. Estudos realizados revelaram que apenas 15% das propriedades suinícolas de Santa Catarina possuíam alguma forma de armazenagem/tratamento (esterqueiras ou lagoas) no início da década de 90, mas em 1997, em função de uma pressão da sociedade, esse número já passava de 40% dos produtores de suínos integrados à agroindústria, e em 2000 esse número já atingia cerca de 70% do total de produtores integrados. Nas bacias hidrográficas alvo do Projeto Suinocultura-PNMA II, do Coruja/Bonito e Lajeado dos Fragosos, o número de produtores que não possuem nenhum sistema de armazenagem ou que o sistema possuem inadequado para o volume produzido é da ordem de 30%, das quase 200 propriedades existentes nas duas bacias.

Este documento apresenta as boas práticas na utilização das tecnologias adotadas no Projeto Suinocultura – PNMA II, descrevendo os conceitos, as recomendações técnicas para o seu emprego e as vantagens e desvantagens na sua adoção, visando a preservação ambiental, na produção de suínos. As intervenções tecnológicas realizadas, estão sendo alvo de avaliações, sendo os resultados obtidos, discutidos e repassados as instituições parceiras.

As tecnologias adotadas, no PNMA II, após validadas técnica e economicamente, serão transferidas para outros programas governamentais, com o objetivo da sua replicabilidade em bacias hidrográficas de outras regiões brasileiras, com problemas ambientais semelhantes, decorrentes da atividade suinícola.

***ASPECTOS ECONÔMICOS
DO TRANSPORTE E
UTILIZAÇÃO DOS DEJETOS***



1

1. Aspectos econômicos do transporte e utilização dos dejetos

*Ademir Francisco Girotto – Embrapa Suínos e Aves
Oldemir Chiochetta - Unopar*

1.1. Introdução

A suinocultura brasileira, detentora do 3º maior rebanho mundial, é uma atividade que produz alimento, emprega mão-de-obra familiar, gera empregos e renda, portanto, constitui-se num importante instrumento de fixação do homem no campo e contribui para redução dos problemas sociais advindos do êxodo rural.

A Região Sul destaca-se com sua competitividade reconhecida internacionalmente, onde o Estado de Santa Catarina detém um dos melhores níveis tecnológicos do País. Os índices de produtividade do estado são similares aos dos países da União Européia e do continente norteamericano. Fatores como a evolução dos índices de desempenho, melhoria do padrão sanitário do rebanho, vocação agrícola, pesquisa e assistência técnica, emprego de alta tecnologia (genética e nutrição) e estrutura fundiária regional, contribuíram para a modernização e consolidação da agroindústria suinícola no Sul do Brasil, permitindo, através de ciclos de produção cada vez mais curtos, um volume maior de oferta de alimentos.

A melhoria dos coeficientes tecnológicos propiciou ganhos em produtividade e acarretou a concentração da produção em um menor número de produtores. Em Santa Catarina, no ano de 1980, havia cerca de 67 mil produtores e, segundo dados da Associação Catarinense de Criadores de Suínos, até 2003; cerca de 54 mil produtores deixaram a atividade.

Os sistemas convencionais de produção de suínos são baseados em manejo e tratamento de dejetos realizados externamente às edificações. Esses sistemas consistem, na sua maioria, no armazenamento e/ou tratamento em esterqueiras ou lagoas em série. Essa prática resulta em um resíduo final cuja concentração de nutrientes é muito baixa, o que praticamente inviabiliza economicamente o seu uso como adubo orgânico (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - Resultados observados de análises de dejetos suínos gerados em sistemas convencionais de produção em ciclo completo (piso ripado total ou parcial) e em sistema de cama sobreposta na fase de crescimento e terminação.

Dejetos Líquidos (Bruto)	MS (%)	kg/ ton		
		Ntot	P ₂ O ₅	K ₂ O
Média Ciclo completo (Oeste Catarinense)	1,6	2,2	0,6	0,9
Cama de Maravalha				
Média 4 lotes de terminação	43,4	8,7	7,2	11,7

Fonte: Oliveira et al. (2001).

O composto gerado no sistema de produção em cama sobreposta, por sua vez, apresenta alta concentração de nutrientes, quando comparado ao sistema de piso (Tabela 1). A análise da Tabela 1, permite concluir que nos sistemas de produção em cama sobreposta ocorre maior acúmulo de nutrientes do que nos sistemas convencionais de armazenamento e tratamento de dejetos ligados. Nos sistemas de produção existentes no Brasil observa-se uma alta diluição dos dejetos (matéria seca entre 1,6% e 3%). Isso ocorre em função do grande desperdício de água nos bebedouros e da limpeza das instalações, bem como no manejo inadequado das águas pluviais.

Os sistemas de armazenagem/tratamento, de dejetos, visam reduzir a carga orgânica dos dejetos, possibilitando o seu uso racional como fertilizante nas lavouras. Nesses sistemas ocorre também a redução do mau cheiro, menor proliferação de moscas e possibilita a utilização de biodigestores (produção de biogás). De acordo com Gosmann (1997), a esterqueira e a bioesterqueira são formas adequadas para armazenamento, não podendo ser consideradas sistemas de tratamento de dejetos. Ambos os sistemas

apresentaram a mesma eficiência na redução/degradação da matéria orgânica e na preservação do poder fertilizante.

Para adequar os diferentes sistemas de produção, com suas estruturas de armazenagem, a FATMA (órgão ambiental) estabeleceu como padrão para liberação da licença ambiental de produção, conforme a fase de produção, o volume de dejetos produzidos em m³/dia (Tabela 2). Também definiu o volume de dejetos distribuído por hectare, que ficou limitado à quantidade de 50 m³/hectare, com a ressalva de que o produtor deverá dispor de área para utilização desses dejetos ou contrato com vizinhos que comprovem a disponibilidade de área para sua utilização. Na Tabela 2, podem ser verificadas as quantidades de dejetos/dia produzidos em cada fase de produção. Isto está estabelecido na Instrução Normativa 11, (FATMA, 2004) que também define o tempo de permanência dos dejetos na estrutura de armazenagem/tratamento em 120 dias.

Tabela 2 – Produção de dejetos em cada fase de produção.

Animais por categoria	Dejeto (m³/dia)
Fêmeas c/ Leiteiros (em lactação)	0,027
Fêmeas em Gestação	0,0162
Leiteiros em Creche	0,0014
Suínos em Crescimento/Terminação	0,007
Machos	0,009

Fonte: FATMA (2004).

Os principais sistemas de armazenamento e tratamento dos dejetos estudados e analisados em Santa Catarina têm sido: a esterqueira e bioesterqueiras (Gosmann, 1997); lagoas de estabilização anaeróbias, facultativas de maturação/anaeróbias e de aguapês Oliveira et al. (1993), (Costa et al. 1997), Medri (1997); e terminação em cama (maravalhas, serragem e palha) estudados por Goulart (1997), Tumeleiro (1998), Oliveira (1999) e Gaya (2004). Esses estudos visam a utilização desses dejetos em forma de adubo orgânico.

Dados coletados junto ao Consórcio Lambari mostram que os tamanhos de esterqueiras mais utilizados na região são: 50 m³; 100 m³; 300 m³; 500 m³ e 900 m³. Essas estruturas são recomendadas aos produtores rurais para adequarem-se as necessidades impostas pelo órgão ambiental para a obtenção de licenciamento ambiental. As formas de construção mais comuns são os formatos retangular, quadrado e circular. Na Tabela 3, são apresentados valores de implantação de estruturas de armazenagem com diferentes produtos e seus respectivos custos em diferentes dimensões (valores levantados em outubro de 2004).

Tabela 3 – Custo de implantação da estrutura de armazenagem dos dejetos – em R\$ / Unidade.

Dimensão	Alvenaria	PVC
50 m ²	7.552,60	3.088,15
100 m ²	10.762,36	4.071,30
200 m ²	16.428,40	5.695,08
300 m ²	21.135,75	7.318,85
500 m ²	28.773,25	10.161,05
900 m ²	41.127,23	15.613,90

Fonte: Dados fornecidos pela Embrapa Suínos e Aves.

1.2. Custo de distribuição de dejetos

Independentemente do tipo de estrutura montada para armazenagem/tratamento dos dejetos, os custos de distribuição e aplicação são encargos a serem suportados pelo produtor rural, que normalmente os aplica na produção de cereais. Estes custos de distribuição são comparados entre si, para facilitar as decisões sobre as alternativas mais vantajosas em termos financeiros a serem adotadas para reduzir esses custos.

Cada produtor deve definir sua estrutura de custos, porém, a apuração dos mesmos, com todo o detalhamento necessário, deverá, em conjunto com os benefícios da escolha, ser o ponto de partida para a definição da estrutura a ser montada, incluindo a definição do conjunto de equipamentos a serem utilizados para a distribuição.

Para fins de cálculo, se o dejetos for na forma de sólido considerou-se 7.000 kg/ha.

a) Distribuidor

Para calcular o custo de distribuição de dejetos com distribuidor de 4.000 litros, levou-se em consideração os custos de depreciação do trator e do distribuidor em 10.000 horas, ambos com taxa de manutenção de 12% ao ano e valor residual de 25%. Além da depreciação, também fez parte do custo o valor do operador, estimado em R\$ 350,00 mais os encargos trabalhistas de 67,04%, e o consumo de combustível por hora trabalhada, que foi de 4,5 litros ao valor de R\$ 1,45. O valor obtido por hora trabalhada foi multiplicado pela quantidade de horas que esse conjunto gastava desde o local de produção do dejetos até seu destino final. Esse tempo foi mensurado a campo, acompanhando os operadores das máquinas. Assim, chegou-se ao valor respectivo para cada distância percorrida, lembrando que a distância destacada na Tabela 4 corresponde à ida e volta, sendo portanto percorrida parte carregado e parte vazio.

b) Bomba

No caso da utilização de conjunto com trator/bomba de capacidade de 50 m³ por hora, considerou-se ainda como itens de custo os canos e conexões, canhão para distribuição, mão-de-obra do operador com os mesmos, encargos sociais, mesma taxa de manutenção, bem como o valor residual, e o valor e quantidade de combustível por hora. Desta forma, calculou-se o valor por hora trabalhada pelo trator, considerando a distância dos tubos e conexões (Tabela 4). A capacidade da bomba de recalque e a distância da esterqueira/bioesterqueira até a lavoura, onde serão distribuídos os dejetos têm impacto direto sobre estes valores.

c) Dejetos sólidos

Neste caso, levou-se em consideração os custos do trator e distribuidor com capacidade de 6.000 kg, com os mesmos percentuais destacados nos custos anteriores, ou seja, 10.000 horas para o trator, manutenção e reparos de 12% ao ano, residual de 25%, acrescentando-se a esses custos o valor de comercialização da madeira no mercado regional, mesmo ela sendo produzida na propriedade. Esse valor foi considerado pensando no custo de oportunidade da madeira ao produtor. Considerou-se o uso de uma máquina movida a motor elétrico com suas respectivas navalhas, para transformar a madeira em maravalha. O valor da mão-de-obra com seus respectivos encargos sociais também foi incluído no cálculo.

Cabe salientar ainda que é possível utilizar, por exemplo, caminhões para transporte deste dejetos sólidos, se beneficiando da capacidade de carregamento e ampliar ainda mais a distância possível de utilização dos dejetos sólidos. Outro fator é a que está diretamente relacionada à declividade do solo a ser feita a adubação.

Tabela 4 – Custo de distribuição (R\$) dos dejetos em diferentes sistemas.

Distância percorrida (km)	Sólido (6000 kg)	Bomba (50m ³)	Distribuidor (4.000 L)
1	175,47	23,25	127,57
2	212,14	46,50	183,99
3	250,41	69,75	242,87
4	288,68	93,00	301,74
5	326,95	116,25	360,62
6	363,63	139,50	417,04
7	401,90	162,75	475,92
8	440,16	185,99	534,79
9	478,43	209,24	593,67
10	515,11	232,49	650,09

Fonte: Adaptado de Chiochetta et Oliveira (2002).

1.3. Viabilidade da utilização dos dejetos como adubo orgânico

Considerou-se, para efeito de análise de viabilidade, o uso dos dejetos produzidos nas propriedades da bacia hidrográfica do rio Lajeado dos Fragosos em substituição à adubação química. Todos os cálculos foram baseados na quantidade de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) necessária para uma lavoura de milho (Tabela 5). O milho é cultivado por todas as propriedades, por isso sua escolha para o estudo.

Tabela 5 – Quantidade de NPK por hectare de milho (em kg).

Cultura	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Milho	67,5	105,18	30

Outro fator importante considerado nos cálculos é o custo de distribuição da adubação química e de dejetos líquidos. Buscou-se comparar o custos de distribuição do adubo químico com a distribuição efetuada via bomba, que foi a alternativa mais econômica (Tabela 4). Para tanto consideramos uma distância média de 3 Km. Não se incluiu na análise os custos de implantação do sistema de armazenagem, porque, neste caso, seria necessário também compará-lo com os custos de armazenagem dos adubos químicos, cujos dados não estão disponíveis.

As propriedades estudadas são unidades de produção de suínos distribuídas em diferentes sistemas produtivos conforme segue: Unidade de Produção de Leitões (UPL) - foram analisadas 9 propriedades, totalizando 1.115 matrizes; Unidades de Ciclo Completo (CC) - foram analisadas 4 propriedades, totalizando 492 matrizes; e Unidade de Terminação de suínos (TE) - foram analisadas 16 propriedades, totalizando 5.950 suínos (Tabela 6).

Os resultados indicam que o uso dos dejetos produzidos em algumas propriedades não é suficiente para atender à demanda dos nutrientes por parte das lavouras de milho, pelo balanço de nutrientes observado entre a análise de solo e a necessidade das plantas. No entanto, em outras propriedades a quantidade de dejetos disponível é bem superior às necessidades. Dependendo do custo de transporte em função das distâncias, pode ser interessante o transporte destes para as lavouras onde há demanda por adubo orgânico.

A economia total de recursos obtida pelos produtores da bacia chega a R\$ 13.456,00; R\$ 9.179,00 e R\$ 22.281,00, respectivamente, para as unidades de produção de suínos distribuídas em UPL, CC e TE (Tabela 6). Os produtores de ciclo completo apresentaram o melhor valor médio de R\$ 2.295,00.

Tabela 6 – Quantidade de NPK produzida por unidade de produção, em função do número de animais, área de lavoura existente, valor equivalente do adubo orgânico, custo de transporte e saldo existente entre o custo do valor dos dejetos e o custo de transporte, para adubação de lavouras de milho, em propriedades da bacia do Lajeado dos Fragosos.

Unidades de Produção	Número de animais	Área de lavoura (ha)	Produção NPK via dejeito			Valor dejetos (R\$)	Custo transporte (R\$/m ³)	Saldo (R\$)
			Nt (Kg)	P ₂ O ₅ (Kg)	K ₂ O (Kg)			
UPL- Total	1115	60,25	20.115	5.486	8.229	26.211	12.755	13.456
UPL- Média	124	6,69	2.235	610	914	2.912	1.417	1.495
CC - Total	492	108	13.722	3.742	5.613	17.880	8.701	9.179
CC - Média	123	27	3.430	936	1.403	4.470	2.176	2.295
TE - Total	5950	110,5	33.308	9.084	13.626	43.402	21.121	22.281
TE - Média	372	6,91	2.082	568	852	2.713	1.320	1.393

UPL - Unidade de Produção de Leitões.

CC - Unidade de Ciclo Completo de produção de suínos.

TE - Unidade de Terminação de suínos.

O produtor que realizar o investimento em equipamentos para distribuição de dejetos suínos, com conjunto de trator/bomba de recalque, deverá antes de sua aquisição ponderar sobre possibilidade do uso de bombas, pois a mesma representa significativa redução no que tange ao custo de armazenagem/distribuição dos dejetos.

As características peculiares do tipo de fertilidade do solo, bem como a densidade dos dejetos, são fundamentais para se fazer uma recomendação de adubação orgânica para cada propriedade e, evidentemente, em muitos casos é necessário fazer uma complementação com adubo químico.

1.4. Referências bibliográficas

COSTA, R.H.R.da; MEDRI, W.; PERDOMO, C.C. Otimização do sistema de tratamento: Decantador de palhetas e lagoas anaeróbias, facultativa e de aguapé de dejetos suínos. In: SIMPOSIO INTERNAZIONALE DI INGEGNERIA SANITARIA AMBIENTALE, 1997, Revello-Villa. **Anais**. Revello-Villa: [s.n.], 1997. p.1018-1025.

CHIOCHETTA, O.; OLIVEIRA, P. A. V. Variação cambial e sua influência na utilização agronômica dos dejetos suínos sólidos como fertilizante. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 1., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. p-293-294.

CORRÊA, E. K. **Avaliação de diferentes tipos de cama na criação de suínos em crescimento e terminação**. 1998. 105f. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

GAYA, J. P. **Indicadores biológicos do solo como uma alternativa para o uso racional de dejetos de suínos como fertilizante orgânico**. 2004, 144f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis.

GOSMANN, H. A. **Estudo comparativo com bioesterqueiras e esterqueiras para o armazenamento e valorização dos dejetos de suínos**. 1997. 126f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GOULART, R.M. **Processos de compostagem: alternativa complementar para o tratamento de camas biológicas de dejetos de suínos**. 1997, 127f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FATMA. **Instrução Normativa IN-11. Portaria Intersectorial nº01/04, de 24.03.2004**. Florianópolis: FATMA, 2004.

MEDRI, W. **Modelagem e otimização de sistemas de lagoas de estabilização para o tratamento dos dejetos de suínos**. 1997. 206f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

OLIVEIRA, P.A.V. (Coord.) **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993. 188p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 27).

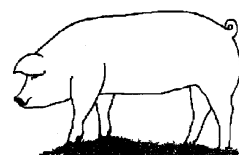
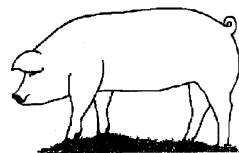
OLIVEIRA, P.A.V. **Comparaison des systèmes d'élevage des porcs sur litière de sciure ou caillebotis intégral**. 1999. 272p. Thèse (Docteur) - Rennes, France. (L'ENSAR, n. 99-24, D-3).

OLIVEIRA, P.A.V.; COSTA, R.H.R. da.; TROGLIO, J. Lagoons for treatment of waste products from hogs: example of Coopercentral. In: INTERNATIONAL SPECIALIST CONFERENCE AND WORKSHOP-WASTE STABILISATION PONDS TECHNOLOGY AND APPLICATIONS- IAWQ, 3., 1995, João Pessoa. **Proceedings**. {S.l. : s.n. }, 1995. vol. 1.

OLIVEIRA, P.A.V.; 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, 1., 2001, Campinas. **Anais**. Campinas: CBNA, 2001. p .391-406.

TUMELERO, I. L. **Avaliação de materiais para o sistema de criação de suínos sobre cama**. 1998. 84p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

***EDIFICAÇÕES PARA A
PRODUÇÃO DE SUÍNOS
ENFOCANDO OS ASPECTOS
AMBIENTAIS***



2

2. Edificações para a produção de suínos enfocando os aspectos ambientais

*Paulo Armando V. de Oliveira – Embrapa Suínos e Aves
Adroaldo Pagani da Silva - Consultor Técnico*

2.1. Introdução

Os modelos de edificações para a produção de suínos, praticados nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, foram construídos com ganhos sociais e econômicos significativos, tornando a suinocultura uma das atividades agropecuárias mais importantes desses Estados. Apesar dos ganhos conquistados, a suinocultura desenvolveu-se sem maiores cuidados com as questões relativas ao meio ambiente. O resultado disso é que hoje 75 % das propriedades suinícolas estabelecidas estão em desacordo com a legislação ambiental, principalmente com o Código Florestal e com o Código Sanitário dos Estados.

As edificações são um dos fatores mais importantes no planejamento dos sistemas de produção de suínos, porque depois de construídas torna-se difícil e onerosa qualquer mudança estrutural.

Apesar dos resultados alcançados com a produção de suínos nos três estados, tanto em genética, como em produtividade e qualidade de carnes, os sistemas de produção implantados são altamente impactantes, causando graves problemas ambientais e comprometimento da qualidade das águas nas regiões produtoras.

A dicotomia causada com sistemas produtivos competitivos e altamente poluentes, certamente levará à insustentabilidade se medidas corretivas e reparatórias não forem tomadas.

Os sistemas de produção de suínos praticados atualmente são altamente poluidores, em conseqüência principalmente da falta de modulação e qualidade das edificações e do manejo deficiente dos dejetos e resíduos produzidos. A situação é grave e preocupante, porque mesmo os projetos de edificações novas evoluíram pouco, tecnicamente, conservando frequentemente os mesmos.

A seguir destacam-se alguns problemas construtivos mais relevantes, de edificações para suínos, e as recomendações que devem ser adotadas em contribuição para boas práticas na produção de suínos:

2.2. Localização das edificações

O local onde será implantado o sistema de produção de suínos deve ser escolhido com cuidado. As edificações devem ser projetadas visando o maior aproveitamento dos recursos naturais, como a ventilação, ao mesmo tempo que atenda a legislação, quanto às distâncias das fontes de água, dos rios, das estradas e das divisas. O local escolhido deve ser bem drenado, elevado, bem ventilado e com declividade para facilitar o escoamento das águas pluviais e a retirada dos dejetos líquidos.

As edificações devem ser localizadas em terrenos secos, prevendo sistemas de drenagem para evitar infiltrações de água e aumento da umidade nas instalações. Edificações posicionadas em cortes com a formação de taludes eventuais, devem ser distanciadas, em torno de 5 vezes a altura do talude, para favorecer a ventilação natural, evitar sombreamentos e contribuições das águas pluviais aos dejetos e as edificações.

Recomenda-se que na construção da edificação a orientação do seu eixo principal em relação a orientação solar, seja o sentido leste – oeste. Esta orientação deve ser realizada por profissional habilitado, tendo o cuidado de determinar o sentido verdadeiro da orientação solar e o ângulo de defasagem em relação à orientação do norte magnético, para o posicionamento correto da edificação. Devem ser evitados grandes aterros, pois se existentes e não bem executados, poderão causar problemas estruturais nas edificações.

Em regiões onde o clima é quente na maior parte do ano, as edificações devem ser abertas para propiciar maior ventilação natural. Em regiões onde predomina o clima frio, deve-se proteger a maternidade e a creche com cortinas e forros. Nas demais fases deve-se manter as edificações abertas, somente protegendo os animais dos ventos predominantes no inverno com o uso de cortinas plásticas.

2.3. Dimensões das edificações

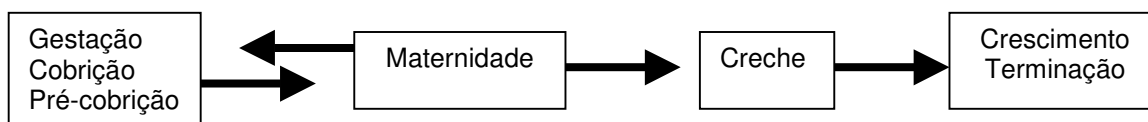
Não existe padronização nas dimensões (largura, comprimento e altura) das edificações, adotando-se as mais variadas combinações. Porém, recomenda-se que a largura não deve ultrapassar 12,0 metros, para facilitar a ventilação natural e evitar problemas com a umidade interna. O comprimento também não deve ultrapassar 100,0 metros para facilitar o manejo e deslocamento interno de resíduos e de animais.

O dimensionamento das baias internas deve obedecer as recomendações para a criação dos animais, nas diferentes fases produtivas, com o objetivo de evitar os seguintes problemas: desconforto animal; queda da produtividade; desconforto para os trabalhadores; aumento de custo das edificações; dificuldade de manejo dos animais e redução no lucro dos produtores.

O pé-direito dos prédios deve ter altura no mínima de 2,80 m quando coberto com telhas de barro e 3,00 m, quando coberto com telhas de fibrocimento, neste caso, deve-se usar a cumeeira ventilada, para facilitar a retirada do ar quente do interior das edificações.

O afastamento entre as edificações ou entre edificações e montanhas, morros ou árvores (mato) deve ser de cinco vezes a altura máxima do obstáculo próximo ao prédio. Na entrada de todos os prédios, deve haver um local com solução desinfetante à base de iodo, para as pessoas pisarem antes de entrar. O sistema de produção pode ocupar um prédio único ou ser dividido em prédios por fase produtiva. A edificação em prédio único é aconselhável para o máximo de 60 matrizes em produção. Um número maior de matrizes inviabiliza a produção em um único prédio, dificultando o manejo e ocupando uma área horizontal muito grande. Os sistemas de produção em prédio único devem obedecer à seqüência apresentada no fluxograma abaixo.

Fluxo de produção em sistema de edificação em prédio único



No período final da gestação as fêmeas devem ser conduzidas para a maternidade, retornando para a área de cobrição/gestação por ocasião do desmame dos leitões. Os leitões seguem para a creche, crescimento e terminação, mantendo-se, assim, um fluxo racional dos animais dentro da edificação.

Em sistemas de produção com mais de 60 matrizes, deve-se instalar as fases produtivas em prédios separados. Esta separação deve obedecer uma seqüência lógica, sendo de um lado, prédio com os animais reprodutores do plantel, no centro prédio de maternidade e creche e, do outro lado, prédio com os animais em produção (crescimento e terminação).

2.4. Boas práticas construtivas

Os projetistas, devem padronizar as dimensões das edificações para a produção de suínos, em largura, comprimento e tamanhos das baias, assim como as dimensões dos canais de manejo dos dejetos para facilitar o escoamento. Deve-se evitar desníveis acentuados dos canais, pois a fração líquida será escoada rapidamente e haverá uma sedimentação da fração sólida, dificultando a sua retirada. Recomenda-se que os desníveis dos canais de manejo dos dejetos não ultrapassem a 1%, o que permite a retirada dos dejetos de maneira lenta, evitando-se descargas em regime turbulento.

Recomenda-se construções moduladas na implantação de sistemas de produção de suínos, a exemplo do sistema de produção de frangos de corte.

Os resultados esperados com as Boas Práticas Construtivas são os seguintes: facilidade de ampliação das edificações; redução do custo das edificações; aumento do conforto térmico, do bem estar animal e humano; da produtividade; facilidade do manejo e aumento dos lucros.

a) Estruturas das Edificações

Os mais variados tipos de estruturas são adotados na construção de edificações para suínos, podendo utilizar: madeira, concreto, alvenaria, pedra e combinações desses materiais construtivos. Os principais problemas encontrados nessas estruturas são:

- Estabilidade das construções, falta de padronização nas fundações, pilares, vigas, divisórias, tesouras, cobertura, que muitas vezes são executados pelos próprios produtores ou por pessoas não treinados;
- Dificuldade de manejo dos animais, tipo de pisos com alta rugosidade, portões executados de maneira incorreta, divisórias com altura fora do padrão recomendado;
- Dificuldades de reformas e/ou ampliações;
- Maior dificuldade de execução, pois em função do uso de mão-de-obra não especializada, o tempo de construção torna-se muito elevado: - Exigência de estruturas de madeira para a execução de caixarias, para vigas e pilares em concreto;
- Distância do local da obra das lojas de materiais de construção.



Figura 1 – Construção típica em alvenaria para a produção de suínos, detalhes das paredes laterais e do canal de manejo de dejetos.

Em função do exposto acima, recomenda-se o uso de estruturas de concreto pré-fabricadas e padronizadas, com a finalidade da otimização dos materiais de construção, evitar o desperdício e problemas construtivos. As vantagens são: rapidez de execução da obra; facilidade de ampliações; baixo custo de mão de obra e modulação das edificações.

Figura 2 – Edificação para a produção de suínos em estrutura de concreto pré-fabricada, detalhe das paredes laterais e de canal para manejo dos dejetos cobertos.



b) Cobertura das Edificações

Na construção de cobertura das edificações muitas vezes são usados, diversos materiais, sem cutâneo técnico tanto para estrutura de suporte como para o telhado, resultam em telhados instáveis, com infiltrações e com dificuldades de manutenção. Outro problema ocasionado por telhados mal executados é a captação da água da chuva de escoamento de dejetos, devido a beirais estreito nos canais externos sem cobertura.

A boa prática recomenda o uso de materiais padronizados e preferencialmente, modulados e executados por profissionais habilitados, considerando os pontos enumerados anteriormente.



Figura 3 – Edificação com o beiral estreito, possibilitando a entrada de água da chuva nos canais de manejo dos dejetos.

c) Fechamentos Laterais e Frontais

Observa-se, no meio rural, o uso de diversos materiais de construção e combinações variadas na construção de edificações para a produção de suínos, dificultando o manejo e a manutenção. Os fechamentos inadequados das edificações também prejudicam o conforto térmico dos animais e em consequência o desempenho destes. A recomendação é para o uso de fechamento simples, de fácil modulação e execução.



Figura 4 – Divisórias de concreto pré-fabricadas para fechamentos laterais das baias facilitando a ventilação natural.

d) Pisos usados em suinocultura

Nas edificações para a produção de suínos, os pisos tanto compactos como ripados, são os elementos construtivos geralmente mais mal detalhados e executados, gerando vários problemas entre os quais: os caimentos exagerados ou inadequados, pouca resistência com rompimento freqüente do piso ripado; uso de granulometria inadequada da areia na construção do piso e falta de padronização principalmente das placas pré-moldadas.

Os problemas citados acima geram prejuízos no desempenho zootécnico dos animais, dificultam a limpeza e higienização e, principalmente, dificultam a manutenção das edificações.

Visando facilitar a coleta e remoção dos dejetos, bem como a economia de tempo e mão-de-obra despendidos no manejo dos animais estabulados, desenvolveram-se tipos de pisos ripados ou parcialmente ripados, praticamente indispensáveis quando se visa o aproveitamento integral do esterco produzido no interior de instalações suinícolas.

Os pisos ripados são construídos sobre canais ou tanques de armazenamento de esterco, onde o mesmo fica retido por um determinado período de tempo, até que possa ser transferido, mecânica ou gravitacionalmente, para outro local. Os tanques podem ser usados para a decantação, procedendo-se a separação das frações sólida e líquida do esterco armazenado.

A construção dos tanques de armazenamento de esterco, sob o piso das instalações para suínos, trouxe problemas de mau cheiro e formação de gases nocivos no interior dos prédios fechados, uma vez que a massa semi-fluida de fezes e urina, em suspensão na água, permanece por um período de semanas, aguardando a remoção. Os gases mais comuns formados são a amônia, o gás sulfídrico, o gás carbônico e o metano, dos quais, apenas os dois primeiros apresentam cheiro desagradável. Em edificações abertas esses gases não representam problemas, pois existe boa renovação do ar no interior dos prédios.

O piso ripado das instalações para suínos, pode ser construído em madeira, concreto, perfis de ferro galvanizado, telas metálicas ou chapa metálica perfurada. O ripado de madeira tem curta duração, enquanto que os perfis de ferro são muito caros, motivo pelo qual usa-se mais o concreto e os pisos em PVC. Quando usada tela metálica, esta é constituída de arame galvanizado de 5mm de diâmetro, com malhas de 1,3 cm.

O espaçamento entre “ripas” deve ser de 1,0 cm, para leitões recém-nascidos e de 2,5 cm para suínos com mais de 11 kg de peso vivo. Em baias de maternidade ou gaiolas de parição, o espaçamento entre “ripas” deve ser de 2,5cm, no espaço ocupado pela porca, e de 1,0cm, no restante da área.

Para construção de pisos “ripados” de concreto, são utilizadas vigas pré-moldadas cujas dimensões estão especificadas na Tabela 1. Estas vigas são apenas assentadas e encaixadas nas reentrâncias das paredes laterais do tanque de armazenamento, mantendo-se afastadas umas das outras com o auxílio de um chanfro de argamassa de cimento e areia que define a largura das frestas. Com o auxílio de ganchos de ferro, estas vigas podem ser removidas do local sempre que necessário. A primeira ripa deve manter em relação à parede da extremidade, um afastamento de 5,0 a 7,5 cm, para facilitar a limpeza.

Em se tratando de piso de madeira, a Tabela 2 determina as dimensões das vigas comumente empregadas.

Tabela 1 - Dimensões das vigas de concreto, projetadas para uma carga atuante de aproximadamente 150 kg/m.

Comprimento da viga (m)	A (cm)	B (cm)	C (cm)	Barra de ferro de reforço
1,22	10,16	8,89	7,62	3/8”
1,83	10,16	12,70	7,62	3/8”
2,44	12,70	13,97	10,16	1/2”
3,05	12,70	12,70	10,16	5/8”
3,66	12,70	10,05	10,16	5/8”

Fonte: MWPS, 1985.

Tabela 2 - Dimensões das vigas de madeira para a construção de piso ripado.

Comprimento (m)	A (cm)	B (cm)	C (cm)
1,22	5,08	6,35	4,44
1,83	6,35	7,62	5,08
2,44	7,62	8,89	5,71
3,05	8,89	10,16	6,35

Fonte: MWPS, 1985.

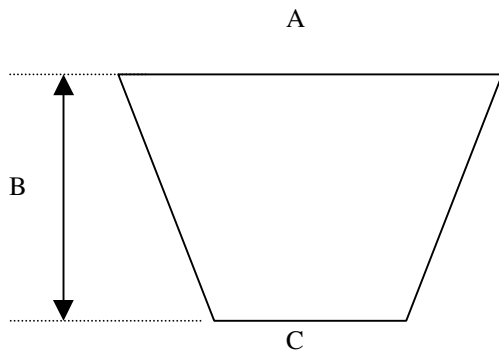


Figura 5 - Desenho esquemático das barras em concreto ou madeira.

e) Pisos usados na maternidade

Na maternidade existem duas possibilidades para a escolha do piso, que são as seguintes: gaiolas parideiras em piso totalmente compacto e gaiolas parideiras em piso ripado, sendo que para o último caso pode-se dividir em ripado total ou parcial.

f) Gaiolas parideiras com piso totalmente compacto

O piso compacto, neste caso, deve ter dois caimentos, o primeiro na parte frontal da baía (lado do comedouro e bebedouro) para escoamento da água desperdiçada pelo bebedouro, com declividade entre 5 a 7% para um comprimento máximo de 0,80m e o segundo entre 3 a 5% para parte de trás da gaiola, conforme pode-se observar na Figura 6.

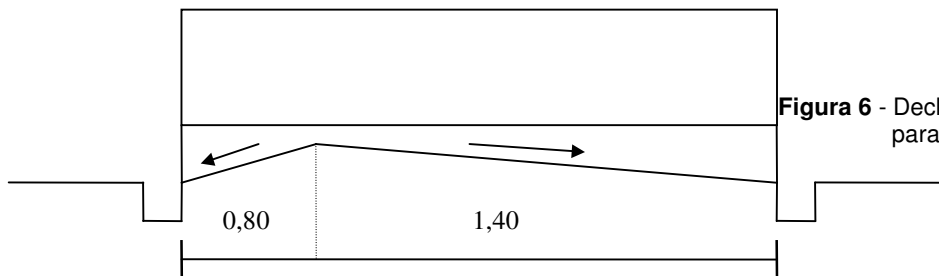


Figura 6 - Declividade recomendada para gaiolas de maternidade.

O canal frontal da gaiola deve ter largura entre 10 e 20 cm e o canal traseiro entre 20 e 30 cm. O canal frontal deve ter declividade máxima de 1% e o traseiro estar em nível. A profundidade do canal traseiro deve ser de no mínimo 15 cm e no máximo 50 cm.

O piso pode ser construído da seguinte maneira: a) contrapiso em concreto magro com traço 1:4:5 (cimento:areia:brita), usando-se brita 1 e areia média; b) o piso pode ser de cimento e areia com traço 1:4; c) não se deve queimar o piso (uso da colher ou espátula para alisar o piso e apenas regularizá-lo com uma régua).

g) Gaiola com piso ripado

Gaiola com piso totalmente ripado em concreto armado, plástico ou ferro. Para gaiolas de maternidade o espaçamento entre as barras de concreto deve ser de 1 cm para leitões até 11 kg, segundo recomendações dos seguintes autores: Freire (1985); MWPS (1985); citados por Weller & Chiappini (1984). A largura das barras de concreto armado pode variar entre 8 cm e 12 cm, segundo Chiappini (1984).

O piso de plástico pode ser usado nas gaiolas da maternidade, sendo recomendado o seu uso na parte inferior (traseira) da gaiola para facilitar a retirada da urina e dos dejetos. As dimensões são padronizadas, sendo as placas comercializadas com um comprimento de 488 mm, largura 247 mm, abertura 15mm e espessura 18 mm, em cores azul e verde.

h) Piso para a creche

Na creche existe grande variação no tipo de gaiola ou baia e nos pisos em uso. As baias com piso compacto normalmente possuem um canal dentro revestido com placas de concreto armado ou placas com barras de ferro liso cilíndrico. Em algumas edificações o canal é externo e a baia possui saída na parede lateral para o escoamento dos dejetos e urina. Recomenda-se para este tipo de baia o uso de um abafador (microambiente controlado) para a proteção dos leitões do frio.

As gaiolas usadas podem ter piso ripado em concreto armado, plástico, tela ou piso em barras de ferro liso. As placas de piso plástico possui as mesmas dimensões das placas usadas na maternidade.

Em trabalho desenvolvido por Zappavigna (1985) citado por Bonazzi (2001), sobre o comportamento de leitões (creche) criados em piso ripado, observou-se que em piso totalmente ripado os animais ficam amontoados uns sobre os outros tentando proteger-se das correntes de ar que ocorre no interior da sala. Em piso parcialmente ripado, a área compacta não é suficiente para alojar todos os animais e o comportamento é semelhante ao que ocorre no piso totalmente ripado. Zappavigna (1985), recomenda que a área do piso compacto em baias mistas (piso compacto e ripado) deve abrigar todos os leitões e a superfície mínima (m^2) da baia deve obedecer as recomendações da Tabela 3.

Tabela 3 – Recomendações de área mínima (m^2) por baia para leitões na fase de creche.

Zapravigna	Welfare code G.B.	Chiappini I	Fournaraki F	Shiefelbein USA
0,52	0,42	0,46	0,51	0,60

Fonte: Weller e Chiappini, 1984; Bonazzi, 2001.

i) Piso para unidades de crescimento e terminação

Na unidade de crescimento e terminação normalmente utiliza-se o piso compacto total ou parcialmente ripado. Recomenda-se o uso do piso totalmente ripado para facilitar a limpeza e manutenção da baia o mais seca possível. Em função do investimento econômico ser elevado, pode-se usar o piso parcialmente ripado. O desnível do piso compacto é muito importante para uma boa retirada da parte líquida. Recomenda-se que o piso parcialmente ripado seja 1/3 da área da baia e colocado do lado oposto aos comedouros.

O piso normalmente utilizado é o ripado em concreto armado, com comprimento variando entre 0,80 a 1,50m.

j) Piso para unidades de gestação, reposição e pré-cobrição

Nas gaiolas de gestação individual o piso normalmente é compacto e apenas no canal de escoamento dos dejetos é que usam-se as placas ripadas em concreto armado ou barras de ferro. Estas placas são colocadas dentro das gaiolas, na parte de trás oposta ao comedouro, e podem variar entre 0,60 a 1,00 m de comprimento.

O desnível da parte compacta da gaiola é importante para o escoamento da urina e também para mante-la seca.

Nas baias de pré-cobrição e reposição o piso compacto é semelhante aos pisos da unidade de crescimento e terminação. Existe também a possibilidade do uso de piso ripado com placas de plástico ou ferro cilíndrico liso, porém, em função de custos e durabilidade, a opção é mais favorável ao piso de concreto armado.

2.5. Instalações elétricas e hidráulicas

Nas edificações para suínos frequentemente cometem-se erros comprometedores, nas instalações elétricas. Algumas instalações são executadas sem projeto técnico específico e muitas vezes sem proteções, sem aterramentos adequados, ocorrendo freqüentemente curtos circuitos e outros danos para as edificações e para os animais e colocando em risco a vida das pessoas.

As instalações hidráulicas, normalmente são executadas de maneira rudimentar e com material de qualidade deficiente. São verificados principalmente vazamentos e em conseqüência desperdício de água, incorporando aos dejetos. A boa prática recomenda que por mais simples que sejam as instalações elétricas e hidráulicas, as mesmas devem ser projetadas e executadas por profissionais habilitados.

2.6. Sistemas de coleta, condução, controle e armazenagem de dejetos

A atual expansão da suinocultura tem como principal característica a concentração de animais por área. Observa-se, como conseqüência, generalizada poluição hídrica (alta carga orgânica e presença de coliformes fecais) proveniente dos dejetos, que somada aos problemas de resíduos domésticos e industriais, tem causado sérios problemas ambientais, como a destruição dos recursos naturais renováveis, especialmente a água.

Nos sistemas convencionais de produção de suínos, os sistemas de manejo de dejetos podem ser internos, através de canais cobertos por barras e alguns casos com o uso de lamina d'água, ou externamente com armazenamento em esterqueiras ou lagoas. Na maioria dos sistemas de produção de suínos encontram-se canaletas externas sem cobertura ou sem controle de fluxo de dejetos, propiciando grande proliferação de moscas.

A limpeza dos dejetos nos canais internos ou externos é realizada com água, muitas vezes potável, o que acaba gerando grande desperdício. A incorporação da água aos dejetos reduz a qualidade, inviabilizando o seu uso como adubo orgânico, além de aumentar a estrutura necessária para o armazenamento.



Figura 7 – Uso freqüente de água potável para a limpeza dos canais internos de manejo dos dejetos.

Com a finalidade de reduzir o consumo exagerado de água para limpeza das instalações e melhorar a qualidade dos dejetos, atualmente tem sido implantado um sistema de reaproveitamento dos dejetos líquidos para a limpeza de baias e canaletas. Denominado “Flushing”, este sistema facilita o manejo, gerando economia ao produtor, tanto com mão-de-obra, quanto de consumo de água, além de evitar a incorporação de água para limpeza aos dejetos.

O sistema “Flushing” constitui-se da implantação de caixas de passagem interligadas por tubos de PVC, com controle de fluxo de dejetos. A limpeza é realizada com a parte mais líquida dos dejetos armazenados em esterqueiras, caixas de passagem, lagoas ou outro sistema de armazenagem. O transporte dos dejetos até as canaletas pode ser realizado por gravidade ou com auxílio de uma bomba de recalque e mangueiras ou tubos de PVC. Para melhor eficiência do sistema, recomenda-se que as caixas de passagem sejam cobertas, diminuindo odores e proliferação de moscas. Com tal manejo há grande melhora na qualidade dos dejetos devido a diminuição da incorporação da água de limpeza e da chuva.



Figura 8 – Na foto a esquerda canal externo usado freqüentemente para o manejo dos dejetos e na foto a direita recomendação para a construção de canal externo coberto evitando-se a proliferação de moscas e de odores e infiltração da água da chuva.

Entre os principais problemas causadores da má qualidade dos dejetos e proliferação de vetores nocivos, estão as deficiências dos sistemas de captação, condução, controle de fluxo e armazenagem dos dejetos.

2.7. Redução da contribuição de água nos dejetos de suínos

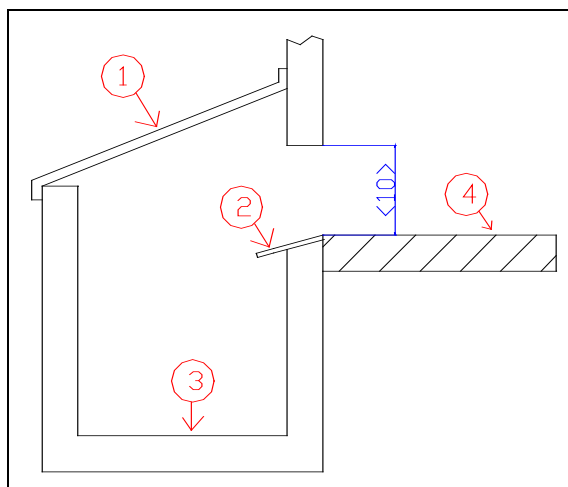
Observa-se em muitas propriedades suinícolas que grande parte dos dejetos líquidos armazenados nas esterqueiras é composto de água, provinda principalmente de bebedouros, lavação das baias e principalmente da água das chuvas. Os bebedouros utilizados muitas vezes não são adequados, havendo desperdício de água pelo animal ou vazamentos. No caso da água de lavagem, ocorre desperdício quando se utiliza grande volume. Nestes dois casos citados, o problema não é só o desperdício, mas também a contribuição para o aumento do volume de dejetos a ser tratado e/ou armazenado. A água da chuva, causa aumento do volume de dejetos. Os canais abertos, de captação de dejetos, existentes na maioria das propriedades também coletam água da chuva e do telhado. Outra forma de entrada de água da chuva nos depósitos de dejetos é através do escoamento superficial, pois a maioria desses depósitos não possui canaletas de drenagem ao redor nem desvio das águas pluviais.



Figura 9 – Erro freqüente de construção dos canais externos e de beirais curtos, contribuindo para mistura da água da chuva captada pelo telhado com os dejetos nas canaletas.

A água do telhado pode ser captada por calhas e armazenada em cisternas para o abastecimento da propriedade. Outra alternativa para evitar a água da chuva nos canais de captação (Figura 9) e nas esterqueiras é a cobertura de tais canais, ou utilização de tubulação para captação (Figura 10).

Figura 10 - Canal coberto e abertura de saída dos dejetos das baias: 1 – cobertura do canal; 2 – saída de dejetos das baias; 3 – canal de captação dos dejetos; 4 – piso da baia.



O escoamento dos dejetos na maioria das vezes é realizado, com auxílio de água e utilização de equipamentos de alta vazão e baixa pressão. Os dejetos saem das baias através de aberturas irregulares nas paredes, trazendo as seguintes consequências:

- Grande desperdício de água;
- Incorporação de água aos dejetos, reduzindo a qualidade e inviabilizando o uso como fertilizante;
- Escoamento de dejetos pelas paredes e superfícies;
- Proliferação de vetores nocivos à saúde humana e animal;
- Proliferação de odores.

A diminuição da água de escoamento superficial na composição final do dejetos é obtida com a construção de canaletas de drenagem ao redor dos depósitos/esterqueiras. Tais canaletas coletarão a água das chuvas evitando que a mesma escorra para dentro dos depósitos (Figura 11).

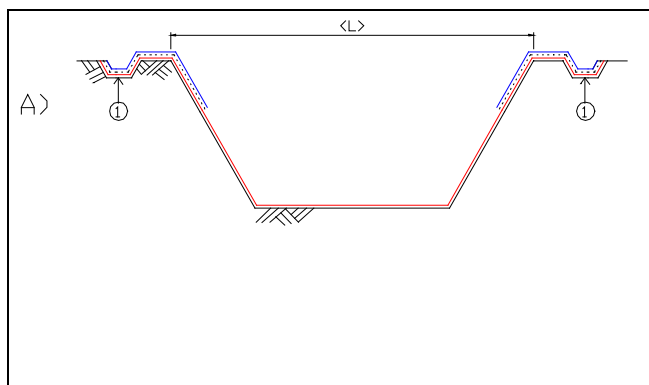


Figura 11 - Proposta de construção e revestimento em PVC de esterqueira para o manejo dos dejetos líquidos, onde: A) corte da esterqueira mostrando drenos laterais (1) e revestimento em PVC.

O desperdício através de lavagem de baias pode ser reduzido com as práticas de raspagem mecânica dos dejetos e, quando necessário a lavagem, através de lava-jatos de alta pressão.

2.8. Distribuição de dejetos de suínos

O desafio para a gestão adequada dos dejetos, nas propriedades, encontra-se no sistema de distribuição e transporte para as lavouras. A topografia das bacias hidrográficas normalmente é acidentada. Como exemplo apresentamos o caso da bacia do lajeado dos fragosos, em Concórdia-SC. A diferença entre a maior e a menor cota é de aproximadamente 540 metros. A maioria das propriedades está disposta ao longo do rio principal ou em seus afluentes, e possuem a sede e as edificações próximas aos rios. As áreas de lavoura, pastagem e florestas, geralmente distribuídas nesta seqüência, surgem próximas à sede e sobem as encostas ao longo da propriedade até o divisor de águas. Esta conformação espacial é um dos fatores limitantes ao uso de dejetos como adubo orgânico, pois o transporte dos dejetos líquidos, para toda a área de lavoura, muitas vezes é impraticável ou economicamente inviável. Talvez por esta razão, um percentual muito baixo (62%) dos agricultores utilizam os dejetos como adubo orgânico na área do próprio estabelecimento agrícola (Silva, 2000).

Cabe ressaltar que o produtor que optar pela utilização de esterco de baixa qualidade fertilizante terá menor retorno do que se utilizasse adubo químico. Porém, isto não necessariamente significa prejuízo, pois irá depender do aumento da produtividade alcançada e da relação do preço da aplicação do esterco e o preço da produção.

Um sistema alternativo de distribuição de dejetos de suínos deve ser desenvolvido para possibilitar a utilização máxima dos dejetos como adubo orgânico no maior número de propriedades possível da bacia.

Uma das alternativas é a construção de depósitos de dejetos nas cotas mais elevadas das microbacias (**Esterqueira Pulmão**). Tais depósitos podem ser utilizados por um ou mais proprietários, dependendo da topografia local. Os dejetos, após o período de retenção recomendado, podem ser distribuídos nas lavouras e áreas de campo e capoeira, por gravidade, através de mangueiras e sistemas de aspersores.

O transporte dos dejetos do depósito da propriedade (esterqueira) até o depósito localizado na cota mais elevada (esterqueira pulmão) pode ser feito através de bombeamento ou utilização de caminhões tanque, caso haja a possibilidade de acesso através das rodovias vicinais que servem a bacia.

Existem, no mercado, motobombas desenvolvidas especialmente para bombeamento e aspersão dos dejetos de suínos, tais bombas apresentam inclusive a possibilidade de ser acoplada a um trator e podem recalcar dejetos diluídos até uma altura manométrica total de 100 mca. Para uma sucção manométrica de zero mca e uma altura manométrica total de 87 mca, apresentando vazão de 42 m³/h. Recomenda-se um estudo específico para esta proposta de distribuição de dejetos, onde deverão ser definidos: o planejamento de todas as atividades do processo, considerando sempre o tempo de retenção nas unidades de armazenamento e a época do ano para o preparo das terras agricultáveis; a quantidade e a disposição de depósitos intermediários; a quantidade de tratores e motobombas necessários para o recalque dos dejetos e a quantidade de caminhões tanque necessários para o transporte de dejetos, buscando sempre a utilização dos equipamentos já existentes na microbacia.

2.9. Recomendação para projetos ou reformas

Tanto para novas edificações como para reformas de instalações para suínos, recomenda-se a contratação de técnico habilitado, com acompanhamento técnico na execução das edificações e reformas.

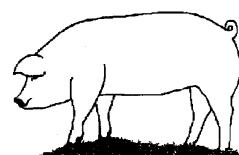
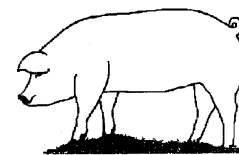
Os valores investidos em profissionais competentes, com certeza reverterão em maiores lucros para os produtores.

2.10. Referências bibliográficas

ABNT. **Sistemas de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso (NBR ISO 14001)**. Rio de Janeiro: ABNT, 1996. 14p.

- BONAZZI, G. **Manuale per l'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici**. Reggio Emilia: Centro de Ricerche Produzioni Animali – CRPA, 2001. 320 p. Edizioni L'Informatore Agrario.
- LINDNER, E. A. **Diagnóstico da suinocultura e avicultura em Santa Catarina**. Florianópolis: FIESC-IEL, 1999.
- OLIVEIRA, P. A. V. de (Coord.) **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: CNPSA-EMBRAPA, 1993. 188p. (EMBRAPA-CNPSA.. Documentos, 27).
- SILVA, F. C. M. **Diagnóstico sócio, econômico e ambiental aspectos sobre a sustentabilidade da bacia hidrográfica dos Fragosos, Concórdia/SC**. 2000. 200p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- WELLER, J, B.; CHIAPPINI, U. **Costruzioni agricole e zootecniche**. Bologna: Ed. Edagricole, 1984. 319 p.

***DIMENSIONAMENTO E
CONSTRUÇÃO DE SISTEMAS
DE ARMAZENAMENTO DE
DEJETOS LÍQUIDOS***



3

3.0 Dimensionamento e construção de sistemas de armazenamento de dejetos líquidos

*Paulo Armando V. de Oliveira - Embrapa Suínos e Aves
Adroaldo Pagani da Silva - Consultor Técnico*

3.1. Introdução

Os sistemas de armazenamento de dejetos líquidos, normalmente são constituídos por esterqueiras ou por lagoas, cujo objetivo principal é armazenar os resíduos líquidos, provenientes de sistemas de produção de suínos, em um reservatório impermeável e seguro e que não traga risco de poluição às fontes d'água. Nos projetos destes reservatórios deve ser previsto um período mínimo de armazenamento de 120 dias segundo Instrução Normativa IN-11 da FATMA, Nº 01/04, de 24.03.2004 (FATMA, 2004). Esses reservatórios são alimentados continuamente, permanecendo o material em digestão anaeróbia até sua retirada. No Estado de Santa Catarina o órgão de fiscalização ambiental (FATMA), exige para o licenciamento ambiental que as esterqueiras ou lagoas sejam impermeabilizadas, para evitar infiltrações no solo com dejetos líquidos, evitando risco de poluição das fontes de águas.

As esterqueiras podem ser utilizadas por qualquer produtor de suínos, independente do volume de dejetos produzido, exigindo-se, porém, que o mesmo possua culturas em área suficiente para o aproveitamento dos dejetos como adubo orgânico.

3.2. Características

As esterqueiras, são construídas preferencialmente no formato cilíndrico, retangular ou na forma de tronco de pirâmide invertido. Os materiais mais comuns, empregados pelos produtores, para revestimento e impermeabilização das esterqueiras, são as pedras argamassadas, a alvenaria de tijolos e as geomembranas em PVC ou PEAD.

O revestimento com geomembranas de PVC (0,8 ou 1 mm de espessura) mostra-se mais econômico, apresentando maior rapidez e facilidade de implantação, não sendo necessários grandes investimentos para operacionalizar o sistema. A grande vantagem deste tipo de revestimento está no caso de modificação da instalação e ou redimensionamento do plantel de suínos, pois permite aumentar a capacidade de armazenamento das esterqueiras, ampliando o seu volume por meio da união de novos planos de PVC aos existentes, sem a necessidade de quebrar paredes ou construir novas esterqueiras.

Em trabalhos de desenvolvimento de materiais e avaliação da duração de revestimentos de esterqueiras com o uso de geomembranas de PVC, pretas nas duas faces (0,8 mm), realizados na Embrapa Suínos e Aves, em parceria com a empresa Sansuy S.A., constatou-se que a durabilidade deste material é de aproximadamente 8 anos, desde que não ocorra nenhum dano mecânico.

Localização das esterqueiras

A localização da esterqueira deve obedecer a legislação ambiental vigente em cada estado do Brasil. No Estado de Santa Catarina as distâncias estabelecidas para implantação de esterqueiras estão estabelecidas na Instrução Normativa IN-11 (FATMA, 2004).

3.3. Estimativa da demanda de água pelos bebedouros

As Tabelas 1 e 2, apresentam a informação necessária para o cálculo da demanda de água pelos animais. O consumo de água de uma granja de produção de suínos é difícil de ser estabelecido, uma vez que, além da quantidade diária, necessária à sobrevivência dos animais, outros usos também devem ser considerados, a exemplo, manejo do rebanho, da higiene de instalações e equipamentos e nebulizadores. O consumo também varia com a dieta (alimentos com alta concentração de aminoácidos, necessitam mais

água), regime de alimentação (o pico máximo em suínos de crescimento-terminação ocorre no arraçoamento), tipo de piso e com a temperatura ambiente (no verão a demanda é maior que no inverno), entre outros. Primeiro, determina-se o consumo diário (volume máximo de utilização em 24 h), a vazão máxima (volume esperado com o uso simultâneo de todos os equipamentos) e a vazão provável (volume esperado pelo uso normal dos equipamentos).

A necessidade hídrica dos suínos nas diferentes fases produtivas estão na Tabela 1.

Tabela 1 - Aporte de água necessária para a produção de suínos, em função do estado fisiológico, nas diferentes fases produtivas.

Fase produtiva	Aporte de água (L/dia)
Leitões (15 kg)	1,5 – 2
Suíno (50 kg)	5 – 8
Suíno (90 kg)	6 – 9
Suíno (150 kg)	7 – 10
Porca gestação	15 – 20
Porca lactação	30 – 40

Fonte: Adaptado de Oliveira (1994) e Bonazzi et al. (2001).

A vazão mínima de água recomendada para os bebedouros, em sistema de produção de suínos, em função do estado fisiológico dos animais encontra-se na Tabela 2. A variabilidade da vazão indicada depende principalmente do tipo de bebedouro utilizado e das condições climáticas da região em que se encontra o sistema de produção.

Tabela 2 - Vazão mínima recomendada nos bebedouros em função da fase produtiva dos suínos.

Categoria de suíno	Vazão de água (L/min)
Leitões maternidade	0,25 – 0,40
Suíno (até 30 kg)	0,50 – 0,60
Suíno (30 - 50 kg)	0,60 – 0,75
Suíno (50 -150 kg)	0,75 – 1,00
Porca Lactação	1,50 – 2,00
Porca Gestação	1,00 – 1,50
Cachaço	1,50 – 2,00

Fonte: Adaptado de Oliveira (1994) e Bonazzi et al. (2001).

O limite máximo de pressão de água nos bebedouros, segundo Bodman (1994), é de 1,4 kg/cm² até a fase de creche e de 2,1 kg/cm² para as demais fases produtivas.

A demanda de água para limpeza, varia de 2 a 6 Litros/dia para animais em terminação e porcas no rebanho, respectivamente, mas as mangueiras utilizadas pelos produtores para a lavagem das baias, geralmente gastam em média 160 L/min. (Perdomo et al., 2003).

3.4. Cálculo do volume de dejetos produzidos

Para o dimensionamento do volume médio estimado de dejetos produzido em um sistema de produção de suínos, pode-se usar como valores de referência os dados citados na Tabela 3. Esta tabela incorpora as perdas médias de água dos bebedouros tipo taça e chupeta, usados nos sistemas de criação (Kunz et al., 2004). Na estimativa do volume de dejetos produzidos pelos suínos, deve-se considerar o número de animais presente nas diferentes fases da criação, sendo o volume total produzido o somatório dos volumes médios diários produzidos pelos animais, em função da fase de produção (Tabela 3).

Tabela 3 - Produção média diária de esterco (kg), esterco + urina (kg) e dejetos líquidos (L) por animal por fase.

Categoria de Suínos	Esterco	Esterco+urina	Dejetos líquidos
25 –100 kg	2,30	4,90	7,00
Porcas em Gestação	3,60	11,00	16,00
Porcas em Lactação	6,40	18,00	27,00
Machos	3,00	6,00	9,00
Leitão desmamado	0,35	0,95	1,40

Fonte: Oliveira et al., 1993.

Em função dos novos tipos de bebedouros desenvolvidos para as diferentes fases da criação de suínos e de novos sistemas alternativos de produção, **recomenda-se que os valores da Tabela 3, sejam corrigidos principalmente para as fases de crescimento e terminação, de acordo com os resultados dos trabalhos apresentados abaixo.**

Com a finalidade de reduzir o desperdício de água e reduzir os custos dos bebedouros, Oliveira et al. (1991), desenvolveram um bebedouro tipo nível para o uso em unidades de crescimento e terminação de suínos. Tal bebedouro utiliza princípio físico de vasos comunicantes. Estudos desenvolvidos na Embrapa Suínos e Aves, por Oliveira et al. 1991, comparando o consumo de água entre os bebedouros tipo nível e tipo chupeta sem regulagem de vazão e o respectivo volume de dejetos produzidos, concluíram que o bebedouro tipo nível apresentou redução no volume de efluentes de 2,32 vezes em relação ao bebedouro tipo chupeta (Tabela 4). O consumo médio de água, por animal, no bebedouro tipo nível foi de 7,86 litros de água/suíno/dia, e no bebedouro tipo chupeta foi de 18,24 litros de água/suínos/dia, sendo que não foi registrado diferença no ganho de peso diário dos animais nas fases de crescimento e terminação. Esses dados demonstram que o uso de bebedouro tipo nível, além de ter um custo menor reduz significativamente o volume de água desperdiçada pelos bebedouros em unidade de crescimento e terminação de suínos, contribuindo para a redução do volume de dejetos líquidos produzidos.

Tabela 4 – Valores médios do ganho de peso (g/dia) de suínos em crescimento e terminação e consumo de água (l/dia), em função do tipo de bebedouros, em diferentes épocas do ano.

Tipo Bebedouro	Consumo de água (l/dia)		Média Geral
	Época		
	Quente	Fria	
Nível	8,06	7,66	7,86
Chupeta	18,63	17,84	18,24

Fonte: Oliveira et al., 1991.

Em experimento realizado na Embrapa Suínos e Aves, por Bellaver et al. (1999), com objetivo de estudar o efeito dos tratamentos (1) Fornecimento de água em bebedouro do tipo chupeta colocado dentro do comedouro na câmara de consumo e, fora dele, colocado na parede oposta ao comedouro; 2) bebedouro chupeta colocado apenas dentro da câmara de consumo do comedouro e 3) bebedouro chupeta colocado apenas na parede oposta ao comedouro, proporcionando ração seca. Os dejetos foram armazenados sob as baias e o desperdício de água dos bebedouros foi retido, pesado e feita cubagem em duas coletas. As coletas para a determinação do volume de efluentes gerados foram realizadas no final da fase de crescimento (42 dias experimentais) e no término do experimento (103 dias). Os resultados estão na Tabela 5. Os efluentes produzidos no período total ou por kg de suíno vivo tiveram o mesmo comportamento, sendo que o tratamento com bebedouro apenas no comedouro foi o que menos produziu efluentes.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que: a) suínos alimentados através de comedouros providos de bebedouros na câmara de consumo apresentaram maior ganho de peso e consumo de ração; b) todos os tratamentos apresentaram carcaças com porcentagem de carne e espessura de toucinho semelhantes, havendo diferenças devido a sexo; c) suínos alimentados com água proveniente apenas de bebedouro instalado na câmara de consumo do comedouro, produzem menores quantidades de efluentes por kg de suíno produzido, contribuindo para a redução do desperdício de água e do volume de dejetos produzidos.

Tabela 5 - Efeitos de bebedouros dentro e (ou) fora do comedouro, em machos castrados e fêmeas, na produção de efluentes em litros (L).

Suínos	Machos			Fêmeas		
	Bebedouro na parede e comedouro	Bebedouro dentro do comedouro	Bebedouro só na parede	Bebedouro na parede e comedouro	Bebedouro dentro do comedouro	Bebedouro só na Parede
Peso inicial, kg	22,26	22,27	22,12	22,49	22,75	22,62
Peso crescimento (42 d), kg	60,94	59,92	55,32	56,28	58,65	51,80
Peso Terminação (61 d), kg	113,73	115,62	110,00	109,87	114,38	101,32
GPD total, g	888	906	853	848	889	764
Efluentes crescimento, L	558,2	438,2	700,3	561,7	455,2	629,5
Efluentes terminação L	1381,7	1114,8	1488,7	1369,9	1273,7	1084,8
Efluentes total, L	1940	1553	2189	1932	1728	1714
Efluentes/kg de suíno produzido crescimento, L	2,41	1,94	3,51	2,75	2,11	3,60
Efluentes/kg de suíno produzido terminação, L	4,36	3,35	4,83	4,26	3,82	3,65
Efluentes média total Litros/ suíno/ dia	3,54	2,77	4,15	3,68	3,14	3,63

Fonte: Tabela adaptada de Bellaver et al. (1999).

Oliveira (1999; 2003) realizou experimentos com o objetivo de determinar o balanço de água, comparar o desempenho dos suínos criados no sistema de piso ripado e em camas de maravalha e de avaliar a produção de efluentes. Foram utilizados 2 tratamentos, sendo um o sistema de criação de suínos em Sistema de Piso Ripado (SPR) e o outro a criação de suínos em Sistema de Cama de Maravalha (SCM). Os comedouros utilizados foram para ração úmida, com bebedouro tipo chupeta, e regulagem de vazão de água, instalado junto ao comedouro. A temperatura interna, da edificação, foi mantida a $22^{\circ}\text{C}\pm 1,5$, e foi escolhida com a finalidade de manter a relação água/ração entre 2,3 e 2,5 por estar dentro da faixa de neutralidade térmica. A espessura de cama de maravalha foi de 0,70 m. O efluente final gerado no sistema (SPR) foi retirado por bomba e pesado para a determinação do volume. A limpeza das baias foi realizada somente na saída dos suínos. No sistema de cama de maravalha o efluente retido foi determinado pela diferença da umidade inicial e final da cama, pois como as camas estavam envolvidas em manta de PVC não houveram perdas por escorrimento dos dejetos para o meio externo.

O resultado médio do desempenho zootécnico dos animais e o volume de efluentes produzidos estão na Tabela 6.

A quantidade total de água contida no efluente extraída por evaporação foi em média de 4,1 litros no SPR e 247,2 litros no SCM ou seja, 243,1 litros de diferença a favor do sistema de produção em cama de maravalha. O sistema SCM permite evaporar em média de 2,75 litros de efluentes por dia em função do calor gerado no processo de compostagem (Tabela 6). Enquanto que no SPR a água evaporada foi de 4,1 L/suíno, o que demonstra que a evaporação d'água contida nos dejetos armazenada sob o piso ripado (SPR) pode ser considerada desprezível (Tabela 6).

Tabela 6 - Desempenho zootécnico médio de suínos criados em sistemas de piso ripado (SRP) e em cama de maravalha (SCM) e produção de efluentes observado (litros / suíno).

Variáveis	Piso Ripado (SPR)	Sistema Cama (SCM)
Peso inicial (kg)	29,8 \pm 1,2	30,5 \pm 1,4
Peso final, após 90 dias (kg)	99,9 \pm 7,5	102,3 \pm 8,0
Consumo total ração (kg)	189,7	191,8
Conversão alimentar (kg/kg)	2,71	2,67
Ganho de peso (g/dia)	779	794
Taxa de músculo (%)	60,3 \pm 2,4	60,9 \pm 1,8
Produção de efluentes (Litros/suíno)		
Consumo de água	446,5	469,4
Água produção Metabólica	54,2	77,9
Água retida no animal p/a produção	37,6	38,6
Efluente armazenado sob piso/ cama	217,5	14,6
Efluente evaporado pelo sistema	4,1	247,2
Produção diária de dejetos (L/dia)	2,46	2,91

Fonte: adaptado de Oliveira (2003).

Os valores apresentados na Tabela 6, demonstram que a produção de efluente foi em média 2,46 litros/dia para os animais criados sobre o piso ripado e 2,91 litros/dia para o sistema de cama de maravalha. O sistema de criação de suínos sobre cama permite evaporar quase a totalidade da fração de água contida nos dejetos, graças ao calor gerado no processo de compostagem.

Perdomo (2000) e Dalla Costa (2001), avaliaram a eficiência do bebedouro tipo Taça “Ecológico” usado nas fases de crescimento e terminação de suínos (suínos com peso vivo médio entre 21,56 a 89,67 kg) e mediram o volume de efluentes produzidos. Neste trabalho foi determinado o consumo de água pelos animais (machos e fêmeas misturados) no Inverno e no Verão, sendo o resultado de 6,87 Litros e 10,41 Litros, respectivamente. O volume de efluentes determinado encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Volume de dejetos por dia dentro das estações do ano e dias de experimentação produzidos por suínos nas fases de crescimento e terminação (Litros / suíno).

DIAS	INVERNO	VERÃO
14	1,86	2,05
28	2,20	2,00
42	2,80	3,72
56	3,06	4,61
70	3,42	5,73
84	4,08	6,66
Média/Litros/Suíno	2,90	4,13

Fonte: Perdomo (2000); Dalla Costa (2001); Costa (2004).

O volume médio de efluentes, considerando-se as estações do ano é de 3,52 Litros por suíno/dia, nas fases de crescimento e terminação de suínos considerando a produção de animais com mistura de sexo.

Considerando os resultados citados acima, recomendamos, para a estimativa do volume de dejetos produzidos pelos suínos nas fases de crescimento e terminação (peso vivo entre 21 a 100 kg) o uso da Tabela 8, acrescentando-se de 1,5 a 2,0 litros/dia de efluentes produzidos por suíno alojado, que é em média a quantidade de água utilizada pelos produtores para a limpeza das baias na saída dos animais.

Tabela 8 – Produção média de efluentes (Litros/suíno/dia), nas fases de crescimento e terminação de suínos em função dos diferentes tipos de bebedouros.

Tipo de Bebedouros	Machos	Fêmeas
Chupeta na parede com regulagem vazão	4,36	3,68
Bebedouro tipo Taça “modelo Ecológico”	3,52	
Chupeta junto ao comedouro de ração	2,77	2,80

Obs: Deve-se acrescentar, aos valores da tabela de 1,5 a 2 Litros de efluentes por suíno/ dia em função da limpeza das baias na troca de lotes.

Recomendamos, para a estimativa do volume de efluentes produzidos pelos suínos nas fases de crescimento e terminação, o uso da Tabela 8, acrescentando-se de 1,5 a 2,0 litros por animal alojado/dia, que é em média a quantidade de água utilizada pelos produtores para a limpeza das baias na saída dos animais.

3.5. Dimensionamento do volume da esterqueira

A esterqueira é o sistema de manejo de dejetos mais difundido, tanto no Brasil como em outros países produtores de suínos. Na Figura 1, pode-se observar um modelo de esterqueira construída para o armazenamento de dejetos usada em sistemas de produção de suínos. Entretanto, no Brasil, muitas granjas apresentam alto risco de poluição devido a problemas de sub-dimensionamento do volume de efluentes gerados nos sistemas produtivos de suínos e nos aspectos construtivos das esterqueiras.



Figura 1 - Aspectos construtivos de uma esterqueira projetada dentro das recomendações técnicas.

O volume da esterqueira deve ser projetado para um tempo mínimo de armazenamento (residência) de 120 dias conforme instrução normativa IN-11 da FATMA (2004), para o estado de Santa Catarina.

Muitos projetistas têm utilizado para o cálculo do volume da esterqueira a seguinte equação:

$$V = Vd \times ta \dots\dots\dots (1)$$

Onde:

V = Volume da esterqueira (m³)

Vd = Volume de dejetos produzido na granja (m³/dia)

ta = Tempo de armazenamento (mínimo de 120 dias)

O uso da equação (1), para o projeto de esterqueiras resulta no seu subdimensionamento, pois não considera o balanço entre o volume de água da chuva que ocorre no local e sua evaporação. Este balanço é importante, pois define o acúmulo ou a perda dos resíduos líquidos armazenados e não prevê um coeficiente de segurança para minimizar o risco de transbordamento, quando ocorre um longo período de intensa precipitação.

Os acidentes com transbordamento de esterqueira têm sido freqüentes nas regiões de produção intensiva de suínos, em função da determinação inadequada do volume e de problemas construtivos.

Pelo exposto acima, recomenda-se para a determinação do volume real de efluentes a ser armazenado na esterqueira a equação (2). Ela considera a precipitação média que ocorrer na região onde será construída a esterqueira e prevê um coeficiente de segurança (α) para evitar o transbordamento. O coeficiente de segurança (α) estima um volume de segurança a ser somado ao volume de efluentes em função da probabilidade de ocorrência de uma chuva intensa.

Na determinação do volume real, para o projeto de esterqueira, recomenda-se que sejam usadas as seguintes equações:

$$Vest = Veflu + Vseg \dots\dots\dots (2)$$

Onde:

Vest = Volume estimado para a esterqueira (m³);

Veflu = Volume total de efluentes produzidos na granja em 120 dia (m³);

Vseg = Volume de segurança estimado para a esterqueira (m³).

$$Veflu = ta \times Vdej \dots\dots\dots (3)$$

Onde:

t_a = Tempo de armazenamento FATMA (2004), 120 dias;

V_{dej} = Volume de dejetos produzido diariamente na granja (m^3/dia);

$$V_{seg} = \beta \cdot V_{eflu} \cdot (\alpha + Bal_{PE}) \dots\dots\dots (4)$$

Onde:

Bal_{PE} = Somatório do Balanço entre a Precipitação média mensal e a Evaporação Potencial mensal, da série histórica registrada na estação meteorológica, dos quatro meses seqüenciais mais críticos do ano, mais próxima do local do projeto (m);

β = Coeficiente estimado em função da profundidade da esterqueira, para esterqueiras com 2,50 m de profundidade $\beta=0,4$ ($1 / 2,50$);

α = O coeficiente de segurança recomendado é 0,25.

$$Bal_{PE} = \sum(Prec - EP) \dots\dots\dots (5)$$

Onde:

$Prec$ = Precipitação média mensal, somatório da série histórica registrada na estação meteorológica, dos quatro meses seqüenciais mais críticos do ano, mais próxima do local do projeto (m);

EP = Evaporação Potencial, somatório dos totais mensais da série histórica registrada na estação meteorológica, dos quatro meses seqüenciais mais críticos do ano, mais próxima do local do projeto, determinada em tanque classe A (m).

A evaporação é o processo natural pelo qual a água, passa para a atmosfera na forma de vapor, a uma temperatura inferior a da ebulição. A evaporação da água na superfície evaporante requer 590 calorias em média para cada grama de água. A medida da evaporação é feita por meio de evaporímetros a atmômetros.

Os evaporímetros são tanques que contém água sujeita à evaporação, sendo que no Brasil o mais difundido é o tanque classe A, instalado em estações meteorológicas. Consta de um tanque circular com 1,20 m de diâmetro por 25 cm de altura, instalado em uma área livre, exposto a atmosfera e tem no seu interior um micrômetro para a leitura das variações do nível da água. A evaporação medida neste instrumento, em milímetros da altura de água, é proporcional à evaporação potencial.

A estimativa da Evaporação Potencial (EP) pode ser feita a partir da evaporação medida em tanque classe A, segundo Tubelis (1983), sendo que a conversão dos dados é feita pela expressão abaixo:

$$EP = m \cdot Et \dots\dots\dots (6)$$

Onde:

EP = evaporação potencial (m/dia);

m = fator de proporcionalidade em função da estação meteorológica;

Et = evaporação média mensal observada no tanque classe A (m/dia).

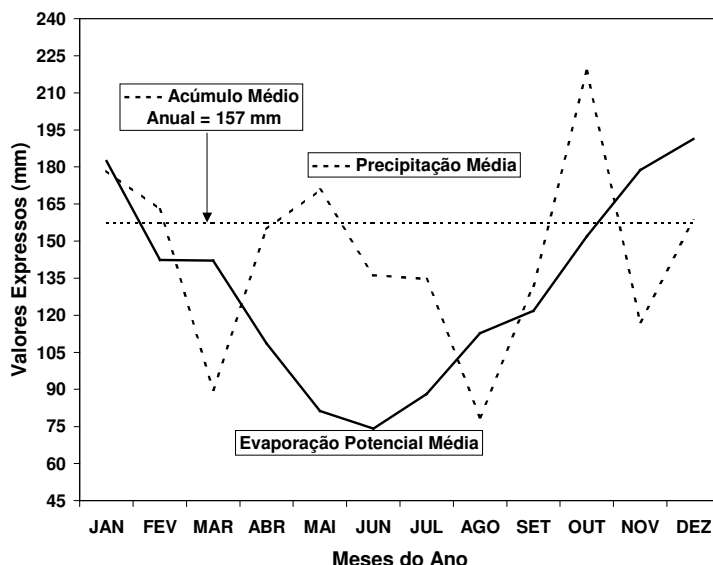


Figura 2 – Evaporação potencial e precipitação, média mensal da série histórica de 1983 a 2003, para a Região Oeste de Santa Catarina.
 Fonte: Epagri/Inmet, 2002 e Embrapa Suínos e Aves, 2004.

O fator de proporcionalidade varia com o tipo de tanque utilizado e com as condições meteorológicas observadas em cada estação (Tubelis & Nascimento, 1983).

A equação (2) proposta para o cálculo do volume de projeto de esterqueira, considerou a série histórica da evaporação potencial (EP) e da precipitação média mensal registrada para a região Oeste do Estado de Santa Catarina, conforme pode-se observar na Figura 2.

A precipitação média mensal considerada, provêm dos as registrado pelas estações meteorológicas da Epagri e da Embrapa Suínos e Aves, situadas na região Oeste de Santa Catarina. Os dados observados na Figura 2, são médias mensais considerando as séries históricas das duas estações citadas. Os dados observados de precipitação podem ser obtidos nas seguintes fontes: EPAGRI (2002) e Embrapa (2004).

O balanço médio mensal observado entre a precipitação e a evaporação potencial, demonstra claramente que durante o ano existe um acúmulo médio de água da chuva em esterqueiras ou lagoas em torno de 157 mm de lamina d'água, o que tem que ser acrescido nos projetos de esterqueira ou lagoas (Figura 3).

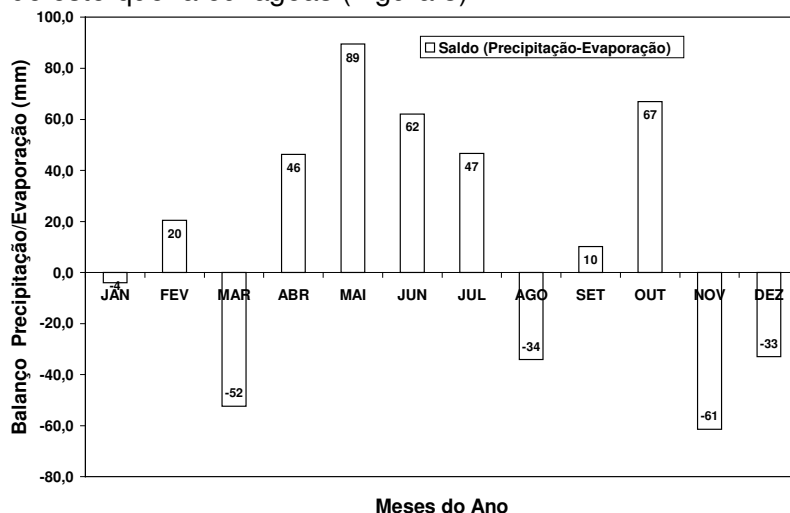


Figura 3 – Balanço entre evaporação potencial e precipitação, média mensal da série histórica de 1983 a 2003, para a Região Oeste de Santa Catarina.
 Fonte: Epagri/Inmet, 2002 e Embrapa Suínos e Aves, 2004.

Considerando os quatro meses do ano (abril a julho), onde a evaporação potencial é baixa em função da declividade solar e, normalmente ocorre maior intensidade pluviométrica, o balanço histórico médio anual observado entre a precipitação e a evaporação, é positivo indicando acúmulo de água na esterqueira da ordem de 244 mm (Figura 3). Esta água adicionada pela chuva diretamente na esterqueira, além de causar a diluição dos dejetos armazenados, aumenta os riscos de transbordamento, o que acarreta elevação dos custos de distribuição.

3.6. Aspectos construtivos de esterqueiras

Atualmente algumas obras executadas para as construções de estruturas para o armazenamento de dejetos, têm sido realizadas sem atender os aspectos de engenharia envolvidos, principalmente a mecânica dos solos e suas implicações relacionadas com a estabilidade dos taludes. Os cortes realizados para a construção de esterqueiras devem respeitar o ângulo natural para a estabilidade do talude em função das características e do tipo de solo existente no local da obra.

A escolha do local para a construção de esterqueiras ou lagoas, deve ser criteriosa, evitando-se terrenos instáveis, sendo importante o conhecimento das características e propriedades do solo. Deve-se conhecer os limites de consistência definido por **Atterberg**, citado em Fiori & Carmignani (2001), determinando os seguintes fatores: contração, plasticidade e liquidez dos solos. Importante também é o conhecimento da textura, da consistência, da resistência à compressão e de permeabilidade dos solos (Fiori et Carmignani, 2001).

Locais que apresentam recentes desmoronamentos, ou rochas muito fraturadas, não oferecem boas condições de suporte de obras, pois trata-se de material pouco consolidado, apresentando, geralmente, baixa resistência e alta permeabilidade. Sempre que possível, deve-se analisar muito bem as zonas onde existam bancos de areia ou cascalho, pois são materiais muito permeáveis, podendo ocasionar a rápida lixiviação dos dejetos se houver qualquer problema de ruptura do material usado como isolamento.

Na construção destas pequenas obras as investigações geológicas e geotécnicas podem ser feitas de modo expedito, com o uso de poucos instrumentos, baseando-se principalmente em observações de campo, informação eventualmente existente na área e no bom-senso e experiência do projetista.

Deve-se determinar as pressões atuantes e a resistência ao cisalhamento que aparecerão sobre o solo quando da construção das estruturas de armazenamento, em função do volume de dejetos a ser armazenado.

O conhecimento sobre a estabilidade do talude é imprescindível na execução de obras para o armazenamento de dejetos. Talude é um termo genérico, compreendendo qualquer superfície inclinada que limita um maciço de terra, de rocha, ou de ambos. Pode ser natural, caso das encostas ou vertentes, ou artificial, quando construído pelo homem, caso de cortes e aterros. Qualquer corte ou aterro deve ser realizado conhecendo-se os limites dos ângulos de inclinação para a estabilidade dos taludes.

Antes do início da construção de esterqueiras ou lagoas é necessário que seja estabelecido o grau de inclinação que será proporcionado ao talude. A mínima inclinação dos taludes fica condicionada pelo ângulo de repouso do solo no local da obra. Taludes muito íngremes poderão ficar instáveis, comprometendo a segurança da obra ou até concorrendo para o seu rompimento.

A inclinação do talude é expressa pelo ângulo que a linha deste faz com a horizontal, ou pela relação entre a projeção vertical e horizontal (1:1;1:2), o que indica quantas vezes a projeção vertical do talude é maior que sua projeção horizontal.

A Tabela 8, apresenta a recomendação de inclinação natural de diferentes tipos de solo, considerando-se a estabilidade do talude.

Tabela 8 - Inclinação recomendada para taludes em função dos diferentes tipos de solo, e densidade.

Natureza do Solo	Ângulo de Talude (graus)	Densidade (g/m ³)
Areia fina, seca	10 à 20	1,4
Areia fina, úmida	15 à 25	1,6
Terra vegetal úmida	30 à 45	1,6 à 1,7
Terra compactada	40 à 50	1,6 à 1,8
Argila seca	30 à 50	1,6
Argila úmida	0 à 20	1,2 à 1,8
Terreno rochoso	50 à 90	2 à 2,5

Fonte: L'Institut de L'Élevage (1996).

A Figura 4, apresenta as inclinações de taludes em função dos tipos mais comuns de solo.

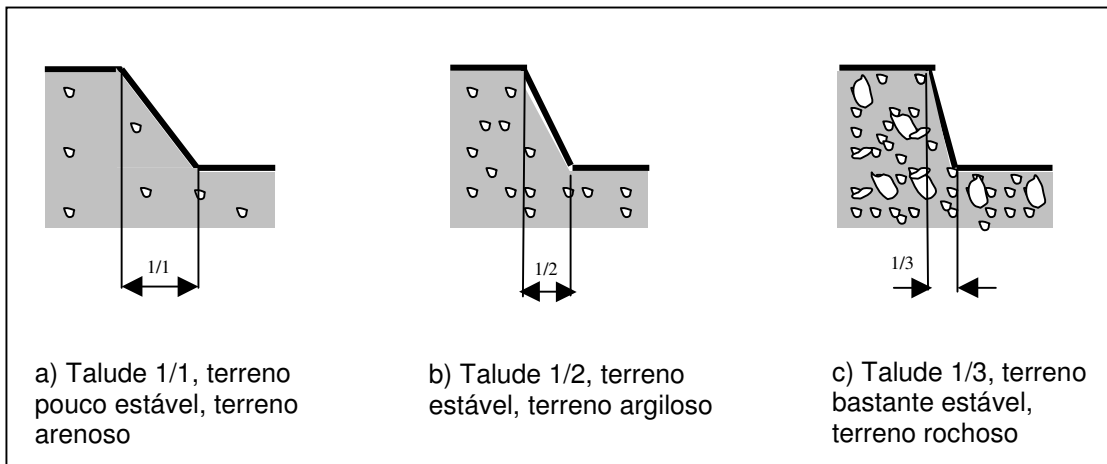


Figura 4 - Inclinações recomendadas de taludes, em função dos tipos mais comuns de solo.

3.7. Vantagens e desvantagem do uso de esterqueiras

Vantagens: Tecnologia de baixo custo de implantação, facilidade de execução da obra, facilidade de operação e baixo custo de manutenção.

Desvantagens: Emissão de odor, lodo e efluentes ainda com alto potencial poluente. Necessidade de áreas agrícolas suficientes para aplicação adequada do dejetos armazenado. Geração de gases de efeito estufa. Alto risco de acidente ambiental pelo rompimento da esterqueira.

3.8. Referências bibliográficas

BELLAVER, C.; GUIDONI, A. L.; LIMA, G. M. M.; LA GIOIA, D. Fornecimento de água dentro do comedouro e efeitos no desempenho, carcaça e efluentes da produção de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 9., 1999, Belo Horizonte. **Anais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1999. p. 489-490.

BONAZZI, G. **Manuale per l'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici**. Reggio Emilia: Centro de Ricerche Produzioni Animali – CRPA, 2001. 320 p. Edizioni L'Informatore Agrario.

COSTA, O.A.D., COLDEBELLA, A., LUDKE, J.V., OLIVEIRA, P.A.V. de, FIGUEIREDO, E.A.P. de, Demanda de água dos suínos em crescimento e terminação criados em cama sobreposta e piso ripado. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2.; CONGRESSO DE SUINOCULTURA DO MERCOSUL, 4., 2004, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Campinas: Editora Animal/Wolrd, 2004. p.272-273.

DALLA COSTA, O.A.; PERDOMO, C.C. Efeito do bebedouro ecológico tipo concha sobre o desempenho, demanda de água e produção de dejetos em suínos de crescimento/acabamento. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 10., 2001, Porto Alegre. **Anais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001.

FIORI, A. P.; CARMIGNANI, L. **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas: aplicações na estabilidade de taludes**. Curitiba: Ed. da Universidade do Paraná, 2001. 550 p.

FATMA. **Instrução Normativa IN-11. Portaria Intersectorial nº01/04, de 24.03.2004**. Florianópolis: FATMA, 2004.

KUNZ, A., OLIVEIRA, P.A.V. de, HIGARASHI, M.M., SANGOI, V., Recomendações para uso de esterqueiras para armazenagem de dejetos de suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 4p. (**Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 361**).

L'INSTITUT DE L'ÉLEVAGE. **Bâtiments d'élevage bovin, porcin & avicole: réglementation et préconisations relatives à l'environnement**. Paris: 1996. 140 p.

OLIVEIRA, P.A.V. de. Manejo da água – Influência no volume de dejetos produzidos. In: DIA DE CAMPO SOBRE MANEJO E UTILIZAÇÃO DO DEJETOS DE SUÍNOS, 1994, Concórdia. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1994. p. 47. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 32)

OLIVEIRA, P.A.V. de; LEAL, P.M.; PERDOMO, C.C. **Bebedouro em nível para a produção de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1991. 3p. (EMBRAPA-CNPSA. Comunicado Técnico, 171).

OLIVEIRA, P. A. V. DE (Coord.) **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: CNPSA-EMBRAPA, 1993. 188p. (EMBRAPA-CNPSA.. **Documentos, 27**).

OLIVEIRA, P. A. V. de; ROBIN, P.; DOURMAD, J-Y. Balanço d'água em sistema confinado de criação sobre cama ou piso ripado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 9., 1999, Belo Horizonte. **Anais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1999. p491-492.

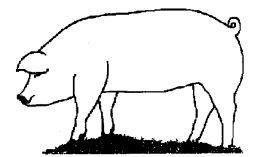
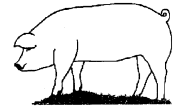
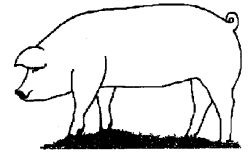
OLIVEIRA, P. A. V. de. Modelo matemático para estimar a evaporação d'água contida nos dejetos, em sistemas de criação de suínos sobre cama de maravalha e piso ripado, nas fases de crescimento e terminação. **Journal of the Brazilian Society of Agricultural Engineering**, v.23, n.3, p.398-626, 2003.

PERDOMO, C.C., OLIVEIRA, P.A.V. De, KUNZ, A., Sistemas de tratamento de dejetos suínos: inventário tecnológico. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 83. Embrapa Suínos e Aves. **Documentos, 85**).

PERDOMO, C.C. ; DALLA COSTA, O.A. Avaliação da eficiência do “Bebedouro Ecológico” marca Perozin. **Relatório Final do Contrato de Cooperação Técnica**. Contrato de cooperação técnica entre a Perozin Indústria Metalúrgica Ltda e Embrapa Suínos e Aves RN 013/97 – 20.06.97, BCA 26/97. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, junho de 2000. 8 p.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F.J.L. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1983. 374 p.

***PRODUÇÃO E
APROVEITAMENTO DO
BIOGÁS***



4

4.0 Produção e aproveitamento do biogás

Paulo Armando V. de Oliveira - Embrapa Suínos e Aves

4.1. Introdução

Na matriz energética mundial, atualmente os combustíveis fósseis ainda predominam como os mais utilizados. As fontes de energia renováveis, como alternativa à utilização de combustíveis fósseis, no Brasil, tiveram o primeiro impulso a partir da crise de petróleo, ocorrida na década de 70, quando os custos do barril de petróleo se elevaram vertiginosamente. Neste período o governo brasileiro implantou o Proálcool (Programa Nacional do Álcool), visando a utilização do álcool combustível automotivo como alternativa aos combustíveis fósseis. O Proálcool foi baseado em incentivos fiscais e outras formas de subsídios oferecidos aos produtores de álcool e às indústrias automobilísticas e marcou o início de uma utilização mais efetiva do potencial de energia da biomassa que o país apresenta (Santos, 2001).

Atualmente além da perspectiva de escassez de petróleo, as questões relacionadas aos impactos negativos sobre o meio ambiente impõem a necessidade de busca de novas formas de suprimento energético e ampliação do uso de fontes renováveis.

A energia renovável para substituir os combustíveis fósseis deverá ter como características principais a compatibilidade ambiental, o alto coeficiente energético, o baixo custo, a fácil estocagem e transporte, e ainda, ser de uso conveniente e socialmente compatível (Rezende et al., 1998).

Considera-se como fonte de energia renovável a solar, a eólica, a hidráulica, a geotérmica, a dos oceanos e a da biomassa. A energia da biomassa compreende basicamente combustíveis provenientes de produtos que sofreram fotossíntese, servindo desta forma, como um reservatório da energia solar indireta. São exemplos de forma de energia da biomassa, a cana-de-açúcar, o eucalipto e a beterraba, o biogás (produto da digestão anaeróbia da matéria orgânica), diversos tipos de árvores (lenha e carvão vegetal) e alguns óleos vegetais (mamona, amendoim, soja, dendê), entre outros.

O Brasil pode ser considerado um país com grande diversidade de recursos para uso de energias renováveis, por sua hidrografia, pelas condições climáticas e o próprio modo de produção. O que se observa, porém, é uma diminuição do uso destas fontes de energia renováveis na zona rural brasileira ao longo dos últimos anos (Brasil, 1999). Verifica-se, portanto, que no Brasil o setor agropecuário caminha para o uso mais intensivo das fontes não renováveis de energia.

Dentre as formas alternativas de energia renováveis, pode-se citar a de conversão da biomassa em energia secundária, destacando-se a biodigestão anaeróbia de resíduos (agroindustriais, domésticos, rurais, etc.), o que permite o seu aproveitamento sob a forma de biogás (metano). Sendo que a produção de metano é apenas uma das vantagens da biodigestão anaeróbia, entre elas podemos destacar o tratamento de efluentes, a redução de odores e a eliminação de patógenos. Algumas das vantagens da digestão anaeróbia são: alta redução de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), produção de biofertilizante, pequena produção de lodo, baixos custos operacionais e de investimento e possibilidade de sistemas descentralizados de tratamento de resíduo.

O tipo e a otimização do uso da energia são cada vez mais evidenciados pela interferência no custo final de produção sendo, no caso da suinocultura e principalmente da avicultura, fator que merece ser melhor trabalhado, uma vez que as oscilações de preço podem reduzir a competitividade do setor. Ressalta-se que a recente crise energética e a alta dos preços do petróleo têm determinado uma procura por alternativas energéticas, não convencionais, no meio rural.

A conversão de energia em suas mais diversas formas, tendo como base o processo de fotossíntese, gerando biomassa, é responsável pela sustentação dos índices de crescimento das populações humana e animal. Assim também, são os resíduos gerados na exploração suinícola e avícola, atividades que, pelos índices de produtividade alcançados, destacam-se pela oportunidade de reciclagem do resíduo gerado no processo produtivo.

A digestão anaeróbia é provavelmente o processo mais viável para conversão de biomassa em energia, sendo uma outra alternativa viável para os produtores reduzirem os custos energéticos nas propriedades, principalmente os custos com o aquecimento de ambientes para a produção animal. O uso do biogás como combustível tem como modelo de produção os biodigestores. No meio rural, alguns modelos de biodigestores têm se mostrado de interesse, principalmente por apresentarem baixo custo devido à pouca tecnologia associada e facilidade operacional. Os modelos Indiano e Canadense que, apesar da simplicidade, podem ser úteis em situações em que o resíduo é obtido continuamente, como é o caso dos dejetos gerados em sistemas de produção de suínos. Tecnologias como sistemas de agitação, aquecimento, pré-fermentação, etc., podem ser associadas a estes biodigestores, porém, deve-se analisar com rigor os custos econômicos envolvidos e a assistência técnica (Oliveira, 1993).

A utilização dos biodigestores no meio rural tem merecido destaque devido aos aspectos de saneamento e geração de energia, além de estimularem a reciclagem orgânica e de nutrientes (Lucas JR., 1994). O biogás produzido pode ter o seu conteúdo energético aproveitado na própria atividade, em aquecimento, refrigeração, iluminação, incubação, misturadores de ração, geradores de energia elétrica, etc. O biofertilizante e a redução dos odores devem ser encarados como benefícios da utilização dos biodigestores (Oliveira, 1993; Lucas JR., 1994). Os biodigestores são câmaras que realizam a digestão anaeróbia da matéria orgânica produzindo biogás e biofertilizante. A degradação via digestão anaeróbia consiste na transformação de compostos orgânicos complexos em substâncias mais simples, como metano e dióxido de carbono, através da ação combinada de diferentes microorganismos.

4.2. O Biogás

O processo de digestão anaeróbia (biometanização) consiste de um complexo de cultura mista de microorganismos, capaz de metabolizar materiais orgânicos complexos, tais como carboidratos, lipídios e proteínas para produzir metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2) e material celular.

A seqüência bioquímica da digestão anaeróbia, reportada por Teorien et al. (1970), mostra que várias espécies de microorganismos estão envolvidas. A digestão anaeróbia pode ser dividida em três fases: 1ª) Uma fase hidrolítica: na qual as enzimas hidrolíticas extracelulares das moléculas complexas de substratos solúveis degradam-se (hidrolizam) em pequenas moléculas que são transportadas para dentro das células dos microorganismos e metabolizadas; 2ª) Uma fase de fermentação ácida, os produtos metabolizados da 1ª fase (hidrolítica), são transformados em ácidos orgânicos (acético, propiônico, butírico, isobutírico, fórmico, hidrogênio (H_2) e dióxido de carbono (CO_2)). 3ª) Uma fase metanogênica; na qual converte os ácidos orgânicos de cadeia curta e CO_2 e H_2 em metano (CH_4) e CO_2 .

A conversão anaeróbia produz relativamente pequena quantidade de energia para os microorganismos, por isso, as suas velocidades de crescimento são pequenas e apenas uma pequena porção do resíduo é convertida em nova biomassa celular. Um esquema simplificado (Figura 1), representando as etapas metabólicas são mostradas no diagrama abaixo (Santos 2001).

O metano (CH_4), principal componente do biogás, não tem cheiro, cor ou sabor, sendo que outros gases presentes, produzidos pela digestão anaeróbia, proporcionam-lhe um ligeiro odor de ovo podre.

O biogás é o produto da digestão anaeróbia dos dejetos de suínos em um biodigestor, constituindo-se de uma mistura de metano (65-70%- CH_4) e de gás carbônico (30-35%- CO_2) e vapor d'água, sendo considerada como uma fonte de energia renovável, podendo substituir o gás liquefeito de petróleo (GLP), a lenha, a gasolina e serve para a geração de energia elétrica. Pode ser usado como combustível na alimentação de motores e também como fonte de geração de energia térmica, podendo substituir o GLP ou a lenha, como fonte de calor no aquecimento do ambiente interno em aviários.

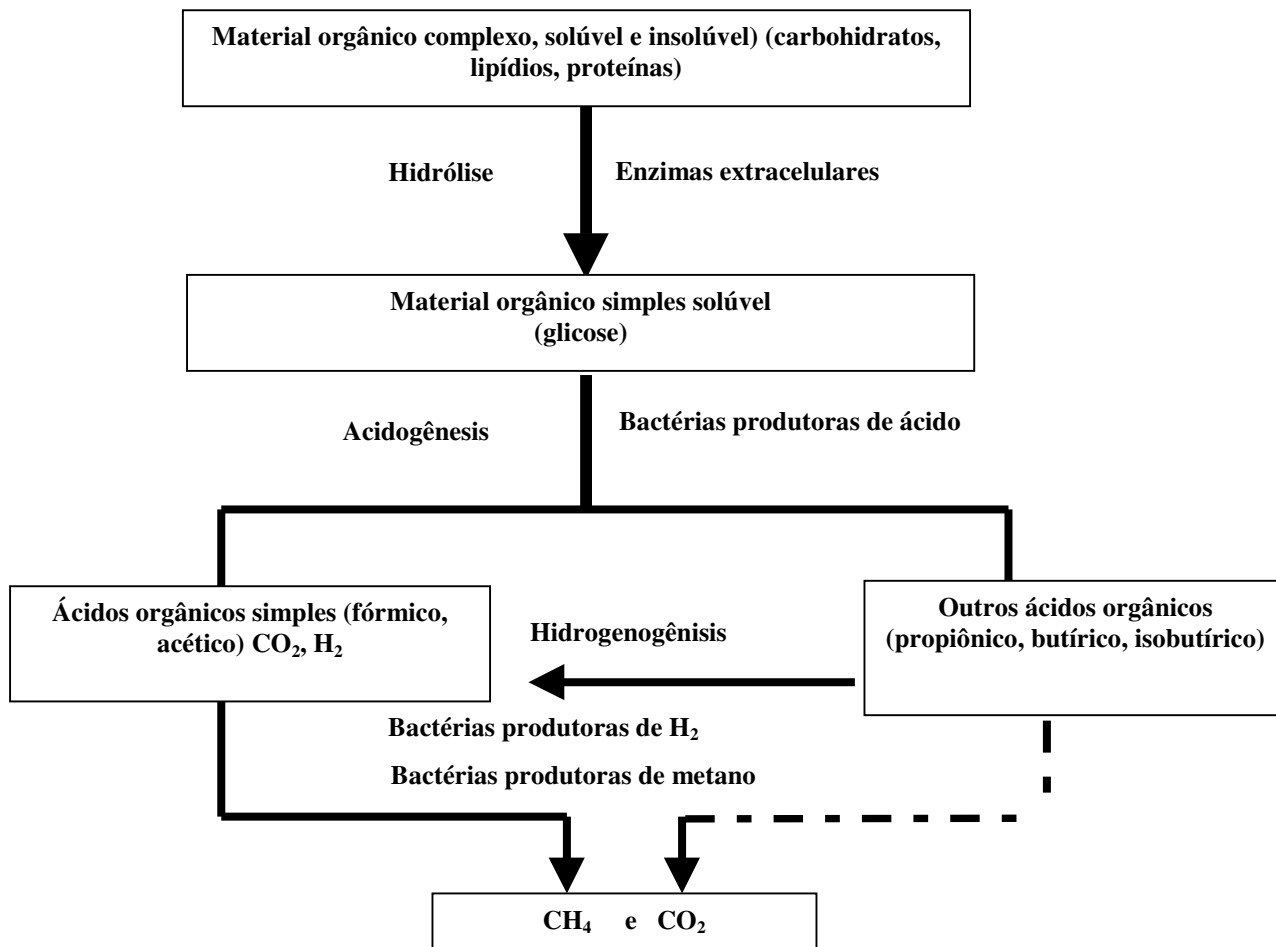


Figura 1- Esquema simplificado, representando as etapas metabólicas do processo de digestão anaeróbia em biodigestores (Santos, 2001).

A presença de vapor d'água, CO₂ e gases corrosivos no biogás *in natura*, constitui-se no principal problema para a viabilização de seu armazenamento e para produção de energia. Equipamentos mais sofisticados, a exemplo de motores a combustão, geradores, bombas e compressores têm vida útil extremamente reduzida. A remoção de água, enxofre e outros elementos presentes no biogás, através de filtros e dispositivos de resfriamento, condensação e lavagem é imprescindível para a confiabilidade do seu emprego.

Os dejetos de suínos, quando submetidos a digestão anaeróbia, em biodigestores, perdem exclusivamente carbono na forma de CH₄ e CO₂ (diminuindo a relação C/N da matéria orgânica), o que resulta em um resíduo final de melhor qualidade para uso como adubo orgânico, em função da mineralização do nitrogênio e da solubilização parcial de alguns nutrientes.

4.3. Produção de biogás como alternativa energética

O material orgânico contido no resíduo a ser submetido a digestão anaeróbia, pode ser agrupado em três classes, e cada uma apresenta características próprias na produção de metano.

Carboidratos: 0,42 - 0,47 m³ CH₄/kg

Proteínas : 0,45 - 0,55 m³ CH₄/kg

Lipídios: acima de 1 m³ CH₄/kg

Nos resíduos rurais, urbanos, industriais, tanto os carboidratos, proteínas e lipídios são avaliados para a digestão anaeróbia, mas alguns estão na forma insolúvel, o que dificulta a sua avaliação para produção de metano. O valor mais aceitável para se avaliar a potencialidade de produção de metano em um resíduo são os sólidos voláteis.

A comparação da produção de metano nos diferentes processos de fermentação até o presente momento tem-se mostrado com possibilidade prática ainda muito abaixo daquela teórica podendo alcançar, $35 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{m}^3 \text{ digestor/dia}$. Este valor seria alcançado, se conseguíssemos a máxima quantidade de produção de metano por unidade de volume do biodigestor, se todas as bactérias pudessem ser retidas no biodigestor; para isto, seria necessário introduzir o conceito de "atividade específica da massa celular bacteriana", isto é, volume de metano produzido por kg de matéria seca bacteriana por dia ($\text{m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg MS/dia}$). Portanto, em um reator de alta atividade $0,35 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg MS/dia}$, onde houvesse uma suspensão de bactérias contida em 10% sólidos, obteríamos "praticamente" cerca de $35 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{m}^3 \text{ digestor/dia}$.

Na presente limitação prática, os processos de fermentação convencional, que são os mais difundidos, onde os "tempos de retenção hidráulico (TRH)" são longos 10 a 30 dias, há constante perda de biomassa bacteriana, sendo que a produção de biogás varia de $0,25-0,65 \text{ m}^3$ por m^3 de biodigestor por dia.

No processo anaeróbio de contato ou de retenção de célula, que depende de uma boa decantação das partículas sólidas, agitação e recirculação, onde é possível conseguir de 2 a 5 dias como tempo de retenção hidráulica, a produção de metano varia de $1,5-3,0 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ digestor/dia}$.

No processo anaeróbio de leito ativado de fluxo ascendente (UASB), onde a presença de um leito ativado na parte inferior do reator, proporciona "granulos" de fácil sedimentação, portanto boa retenção de sólidos, a produção de metano atinge cerca de $10 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{m}^3 \text{ digestor/dia}$.

No processo do filtro anaeróbio de fluxo ascendente (AFP), que possui um leito ativado e um suporte de fixação de bactérias, a produção de metano atinge $5 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{m}^3 \text{ digestor/dia}$.

No processo anaeróbio de leito fluidizado (AFBP), onde as bactérias são fixadas nas partículas de areia que dão boa sedimentação a uma alta velocidade de fluxo, a produção de metano atinge $3 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{m}^3 \text{ digestor/dia}$.

No processo anaeróbio de fluxo descendente em suporte, onde a biomassa é recirculada de cima para baixo, a produção de metano atinge cerca de $5 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{m}^3 \text{ biodigestor/dia}$.

Embora com o desenvolvimento desses novos processos de fermentação anaeróbia, comparado com os processos convencionais (Tabela 1), há uma necessidade de se pesquisar mais em processos que aumentam a retenção de sólidos (massa bacteriana), para que num futuro próximo possamos aplicar com maior viabilidade econômica este processo alternativo de energia não convencional.

Tabela 1 - Comparação da produção de metano (CH_4) em diferentes reatores.

Reator	Tempo Retenção (Dias)	Produção CH_4/m^3 Digestor/Dia
Convencionais	30 a 50	0,25 - 0,65
Retenção Biomassa	2 a 5	1,5 - 3,0
UASB	Horas	5 - 10
Leito Fluidizado	Horas	3 - 5

Fonte: Adaptado de National Academy of Sciences (1977); Biomass Energy Institute (1978); La Farge (1995).

A composição média da produção de biogás pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição média da produção de biogás.

Composição de Gases	Porcentagem (%)
Metano (CH_4)	55 - 70
Dióxido de Carbono (CO_2)	27 - 45
Nitrogênio (N_2)	3 - 5
Hidrogênio (H_2)	1 - 10
Oxigênio (O_2)	0,1
Sulfeto de hidrogênio	Traços
Monóxido de Carbono (CO)	0,1

Fonte: National Academy of Sciences, (1977); La Farge (1995).

4.4. Produção de biogás em função da temperatura da biomassa

A faixa de temperatura entre 30° a 37°C é que as bactérias da biometanização melhor fermentam os seus metabólitos, e principalmente as metanogênicas. Em temperatura inferior ocorre uma menor produção de metano, vindo a cessar abaixo de 10°C (La Farge, 1995).

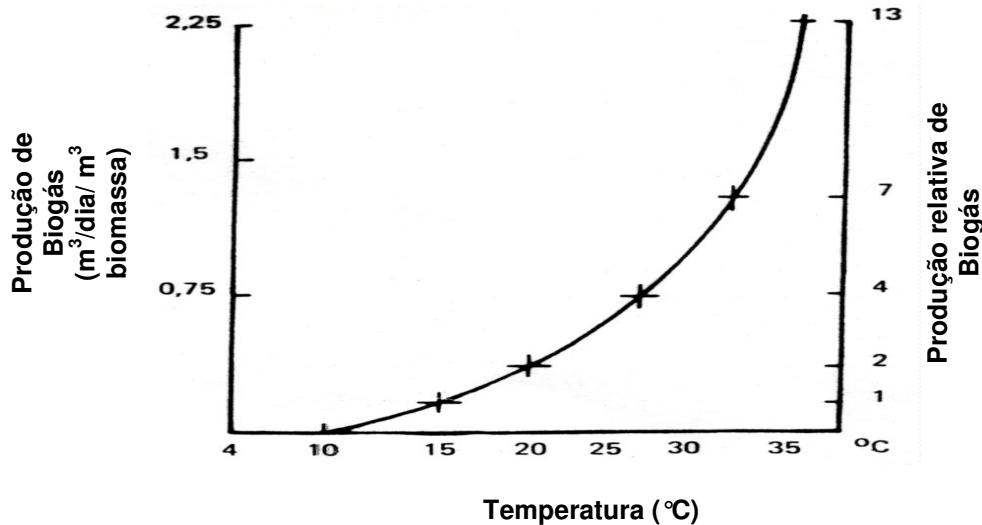


Figura 2 - Efeito da temperatura da biomassa sobre a produção do biogás.

A biometanização entre a faixa termofílica (50° a 60°C) tem algumas vantagens, principalmente na fase hidrolítica, quando há resíduos celulósicos na digestão, mas mudanças bruscas de temperatura, quando se operam reatores nesta faixa, causam a destruição das bactérias metanogênicas; por este fato que não se operam grandes digestores nesta faixa de temperatura, porque exigem um bom sistema de controle de temperatura e bom isolamento.

A temperatura exerce influência sobre a velocidade do processo, sendo comum dividi-la em três faixas: a termofílica entre 50 e 70°C, a mesofílica entre 20 e 45°C, e a psicofílica abaixo de 20°C. O efeito da temperatura sobre a digestão anaeróbia foi avaliado por diferentes pesquisadores, onde a porcentagem de CH₄ manteve-se praticamente constante em 69%, mas a produção de biogás por kg de ST adicionados aumentou com a temperatura na faixa de 25 a 44 °C (National Academy of Sciences, 1977; Biomass Energy Institute INC, 1978; Oliveira, 1983; Lucas, 1994; La Farge, 1999).

Quanto ao potencial de biogás são observadas na literatura enormes variações nas produções de biogás oriundas de diferentes resíduos (suínos, aves e bovinos), pois em muitas citações faltam melhor caracterização dos substratos utilizados para determinar o potencial energético (esterco ou cama, tipo de material utilizado como cama, uso e quantidades de inóculo utilizado, bem como a composição do biogás gerado).

4.5. Modelos de biodigestores

O uso do biogás como combustível, no meio rural, tem como modelo de produção os biodigestores mais simples. Alguns modelos de biodigestores têm se mostrado de interesse, principalmente por apresentarem baixo custos devido à pouca tecnologia associada e facilidade operacional. O modelo tipo Batelada que, apesar da simplicidade, pode ser útil em situações em que o resíduo é obtido periodicamente, como é o caso da cama obtida nos galpões de frangos de corte. Quando há disponibilidade dos resíduos líquidos, principalmente de suínos, o interesse volta-se para os biodigestores contínuos como os modelos Indiano e Canadense. Tecnologias como sistemas de agitação, aquecimento e pré-fermentação da biomassa, podem ser associadas a estes biodigestores.

O biogás produzido pode ter o seu conteúdo energético aproveitado na própria atividade, em aquecimento ambiental, refrigeração, iluminação, incubadores, misturadores de ração, geradores de energia elétrica, etc. O biofertilizante deve ser encarado como um benefício a mais, podendo ser aproveitado como adubo orgânico (Oliveira, 1993).

Os biodigestores contínuos como os modelos indiano, canadense, chinês, filipino, etc., são muito aplicados em comunidades rurais de pequeno e médio porte. É um biodigestor versátil podendo fazer uso de diferentes resíduos orgânicos animais e vegetais. Quanto à sua operação, requer uma carga diária e o manuseio do resíduo (diluição e homogenização).

O processo é considerado contínuo porque a cada carga diária (influyente), corresponde a uma descarga de material digerido (efluente). A biomassa do biodigestor se movimenta por diferença da pressão hidráulica, dentro do biodigestor, no momento da carga. Cada carga requer um tempo de retenção entre 30 a 50 dias, dependendo das variações climáticas (temperatura) e da temperatura da biomassa. Estes modelos de biodigestores são subterrâneos, isto para evitar as mudanças bruscas de temperatura da biomassa. Para aumentar a eficiência (velocidade) da digestão anaeróbia "high rate digesters", o processo convencional pode ser dotado de um sistema de agitação (hélice ou circulação com bomba hidráulica) e de um sistema de controle de temperatura na biomassa (troca calor), o que permite reduzir o tempo de retenção, para 10 a 20 dias e aumentar significativamente a produção de biogás.

Os biodigestores, em uso no meio rural, são depósitos semelhantes às esterqueiras, diferenciando-se apenas por possuírem cobertura para armazenar o biogás gerado pelo processo de digestão anaeróbia. As câmaras de digestão dos biodigestores, podem ser construídas de pedra, tijolos e lonas de PVC ou PEAD e as campânulas ou balões para o armazenamento do biogás gerado podem ser de ferro, fibra de vidro, sendo que a alternativa mais barata é a que utiliza coberturas de PVC. Existem dois tipos principais de biodigestores, o batelada e o contínuo. No Brasil, o modelo contínuo (Indiano) foi o mais difundido pela sua simplicidade e funcionalidade. Atualmente, o Modelo Canadense com cobertura de lona de PVC, em substituição às campânulas (metálica ou de fibra de vidro), vem ganhando maior espaço em virtude dos menores custos e facilidade de implantação. A vantagem deste processo está na produção constante de biogás que é relacionado com a carga diária de sólidos voláteis.

As esterqueiras podem ser adaptadas e transformadas em biodigestores simples, trazendo algumas vantagens para o produtor que possui área agrícola suficiente para aplicação do biofertilizante no solo, e, além disso, possuir uma demanda de energia térmica que justifique o investimento. A limitação deste processo está no modelo de biodigestor adotado, na diluição do influente, que deve operar entre 8 a 10% de sólidos totais, pois o influente com teores altos de sólidos totais podem causar entupimentos, e na temperatura da biomassa no biodigestor. Os resíduos vegetais podem ser misturados ao influente, no biodigestor, porém devem ser triturados para evitar possíveis entupimentos e formação de crosta na superfície da biomassa.

O biogás por ser extremamente inflamável, pode ser simplesmente queimado para reduzir, o efeito estufa ou utilizado em substituição a energias convencionais, usadas em fogos domésticos, lampiões, motores de combustão interna, geladeiras, secadores de grãos e geradores de energia elétrica.

4.6. Localização e dimensionamento dos biodigestores

A localização do biodigestor segue a mesma norma para esterqueiras e lagoas estabelecidas na legislação ambiental em cada Estado, em SC é a IN -11, FATMA (2004).

O volume do biodigestor deve estar de acordo com a produção de dejetos produzidos diariamente e o tempo de retenção hidráulica, recomendado para a região sul do Brasil, com o uso de dejetos de suínos, deve situar-se entre 40 e 50 dias (Oliveira, 1983; Lucas, 1987). Porém, se o biodigestor for projetado somente para a produção de biogás, o tempo de retenção hidráulico deve ser compatível com as características qualitativas dos resíduos empregados e observar-se a eficiência de redução da matéria orgânica. Além disso, outros fatores a serem considerados para a implementação do biodigestor em uma

propriedade são: as necessidades energéticas da propriedade (energia térmica ou elétrica), a capacidade de consumo do biogás produzido e a área disponível para aplicação do biofertilizante (La Farge, 1995).

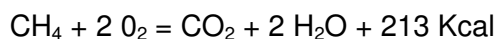
Na Figura 3, pode-se observar o biodigestor, modelo canadense, revestido e coberto com lona de PVC e depósito de biofertilizante.



Figura 3 - Biodigestor modelo canadense e depósito de biofertilizante revestido em lona de PVC, para a produção de biogás e armazenamento de resíduo.

4.7. Utilização do biogás

O biogás é utilizado na combustão direta ou como combustível para motores alternativos, sendo a combustão do metano representada através da equação:



Necessita-se de 9,5 m³ de ar para cada m³ de biogás. A ignição ocorre ao redor de 500°C. Combustão espontânea pode ocorrer quando a mistura gás:ar fica na proporção de 1:10 a 1:14, produzindo explosão caso o gás esteja retido. Para evitar este inconveniente é necessário impedir o contato com o ar no interior dos tubos, biodigestor, e gasômetro. Deve-se então, manter estas unidades completamente cheias de gás e com pressão positiva. O biogás pode ser utilizado em diferentes aplicações como pode-se observar na Tabela 3.

Tabela 3 - Consumo de biogás em diferentes atividades específicas.

Atividade	Especificação	Consumo/ biogás
Cozimento	Pessoa/dia	0,34 a 0,42 m ³ /h
Iluminação	Lâmpada/100 W	0,13 m ³ /h
	Camisa/40 W (Lampião)	0,45 a 0,51 m ³ /h
Motor a Gasolina ou Diesel	Biogás/HP (25% Eficiência)	0,45 a 0,51 m ³ /h
Incubadora	Por m ³ de capacidade	0,46 a 0,71 m ³ /h
Água (Ebulição)	Litro	0,11 m ³ /h
Gasolina	Litro	1,33 m ³
Diesel	Litro	1,6 a 2,07 m ³
Óleo Fuel (caldeira)	Litro	1,4 a 1,8 m ³
Eletricidade	KWh	0,62 m ³ /h
Campânula aquecimento	1.400 KW (suínos/aves)	0,15m ³ /h - 0,17m ³ /h

Fonte: Biomass Energy Institute (1978); La Farge (1995).

Na Tabela 4, compara-se o poder calorífico do biogás com outras fontes diferentes de energia.

Tabela 4 - Poder calorífico superior do biogás em relação a outras fontes de energia.

Fontes energia	Poder calorífico	
	(Joules / cm ³)	(kcal / m ³)
Biogás (65-70%, CH ₄)	21,5 – 27,7	5.155 – 6.622
Metano	33,2 – 39,6	7.931 – 9.460
Gás Carvão	16,7 – 18,5	3.990 – 4.420
Gás Natural	38,9 – 81,4	9.293 – 9.446
Propano	81,4 – 96,2	19.446 – 22;982
Butano	107,3 – 125,8	24.561 – 30.054

Fonte: National Academy of Sciences, 1977.

4.8. Uso do biogás no aquecimento de aviário

A avicultura brasileira tem se destacado pelo alto nível tecnológico e pela posição de destaque que o país ocupa entre os exportadores de carne de aves; entretanto, as condições climáticas, principalmente nas Regiões Sul e Sudeste, têm contribuído para alterar significativamente o consumo energético para o aquecimento dos pintos nos primeiros 21 dias de alojamento. Atualmente estes sistemas são constituídos por campânulas a gás (GLP), elétricas ou com lâmpadas infravermelhas. Todos estes sistemas de aquecimento utilizam fontes de energia não renováveis e com custos elevados para o produtor. O consumo médio de energia elétrica em granjas de frangos de corte é de 2.169 kWh /granja /mês, segundo a CEMIG-MG, sem considerar o uso da energia elétrica no aquecimento das aves. Porém, considerando-se o uso de campânulas elétricas no aquecimento dos pintos (1.000 W 500 pintos) durante os primeiros 21 dias este consumo se eleva para 16.128 kWh. O consumo médio de gás (GLP) usado em campânulas para o aquecimento dos pintos em aviários com 16.000 frangos (12 x 100 m), no inverno, na Região Sul é em torno de 546 kg (42 butijões de 13 kg), o que corresponde a R\$ 1.260,00 (42 x 30,00) por lote de frangos alojados, totalizando em 7 lotes anuais R\$ 8.820,00 (custo do butijão de GLP, em outubro de 2004, R\$ 30,00).

O Projeto Suinocultura Santa Catarina-PNMA II implantou em uma propriedade produtora de suíno, na Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Fragosos, uma unidade piloto de produção de biogás para o aquecimento do ambiente interno de um aviário para a produção de 16.000 frangos (Figura 4). A unidade piloto, possui um biodigestor, modelo canadense, com volume de biomassa de 100 m³ e capacidade estimada de geração de biogás entre 40 a 60 m³/dia, sendo o custo de implantação de R\$ 9.000,00. Inicialmente 6 campânulas para aquecimento, tendo como fonte de calor o GLP, foram adaptadas para a utilização do biogás, modificando-se apenas os bicos injetores dos queimadores. O consumo médio de biogás registrado por campânula foi de 4,5 m³ por dia. Em função da capacidade de geração de biogás, do biodigestor instalado, é possível a adaptação de 8 à 13 campânulas, o que permite a substituição do GLP pelo biogás para o aquecimento do ambiente interno do aviário. Esta substituição de fonte de energia, implica numa redução média mensal anual de R\$ 800,00 por lote de frango o que totaliza R\$ 5.600,00 em um ano (Oliveira, 2004).



Figura 4 - Sistema de aquecimento do ambiente interno de aviário, com o uso de biogás.

4.9. Uso do biogás para a geração de energia elétrica

Com a eminência de uma crise energética cada vez mais próxima e a privatização das companhias estatais do setor energético, tendo como consequência a retirada gradual de subsídios da energia elétrica para o setor agrícola, a geração de energia elétrica, nas propriedades, tendo como combustível o biogás, passa a ser uma alternativa viável. Os sistemas de produção de suínos geram grandes quantidades de dejetos que podem ser tratados convertendo matéria orgânica em biogás, que é uma fonte alternativa de energia, de fácil utilização, com a simultânea remoção e estabilização das cargas poluentes. Salienta-se, porém, que apesar das perspectivas favoráveis, a utilização de biodigestores em propriedades rurais não foi bem difundida, devido a falta de conhecimento e de informações tecnológicas ao seu respeito.

Segundo Bleicher (2000), foi desenvolvido, na Austrália, um sistema de tratamento de dejetos de suínos com o uso de um biodigestor primário, com capacidade de 2.300 m³ e biodigestor secundário, com capacidade de 4.500 m³. A grande novidade neste processo não está somente na geração da energia elétrica, mas no destino que é dado à energia. A eletricidade é gerada durante 16 horas por dia, através do consumo de 2.000 m³ de biogás em um gerador acionado por um motor diesel adaptado para funcionar a gás. Este sistema tem capacidade de gerar 3.500 KW de energia elétrica por dia. O sistema elétrico da propriedade está ligado à rede de energia pública da região. Com isso toda a energia gerada pelo conjunto gerador a biogás da propriedade, é enviada e vendida para a empresa de energia elétrica e a propriedade compra de volta a energia que consome. Este tipo de transação se justifica no país. Como exemplo, a Austrália exige que a empresa de energia elétrica produza no mínimo 2% de energia de fontes renováveis. Como o biogás é uma fonte renovável e tem-se dificuldade de atingir o patamar de 2%, o produtor recebe um preço melhor pela energia vendida do que pela energia comprada.

Estudos desenvolvidos por La Farge (1995), que avaliou a geração de energia elétrica com o uso do biogás, em propriedades produtoras de suínos na França, concluiu a viabilidade técnica e econômica deste tipo de geração de energia.

A geração de energia elétrica, com o uso de biogás como combustível, pode ser dividida nas seguintes tecnologias disponíveis no momento:

Conjunto Gerador de Eletricidade – Consiste em um motor de combustão interna ciclo Otto (álcool, gasolina ou diesel) adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um gerador de eletricidade, independente da rede de energia elétrica da concessionária local.

Conjunto Gerador Economizador de Eletricidade – Consiste em um motor de combustão interna ciclo Otto (álcool, gasolina ou diesel) adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um motor assíncrono, de 2 ou 4 pólos, que passa a gerar energia ao ser conectado à rede de energia elétrica da concessionária local.

No primeiro caso, o conjunto é independente da rede de energia elétrica local, gerando energia dentro da propriedade com o sistema de distribuição interno isolado. No segundo caso, o equipamento gera energia somente se estiver conectado à rede de distribuição da concessionária de energia elétrica, deixando de funcionar se a mesma sofrer interrupção, o que elimina possibilidades de acidentes quando técnicos estiverem trabalhando na manutenção nas redes elétricas externas. Neste caso a energia gerada é distribuída na propriedade e na rede externa até o transformador mais próximo.

Estudo desenvolvido por Zago (2003), avaliando o potencial de produção de energia elétrica tendo como fonte de energia o biogás, na região do meio oeste catarinense, concluiu que o consumo médio de energia nas propriedades é de (600 a 1.800 kWh/mês). Tomando como base uma granja de produção de suínos com capacidade para produzir em média de 50 m³ biogás/dia, então sua capacidade de gerar energia é de 2.700 KVAh/mês, o que equivale aproximadamente 2.160 kWh/mês. Propriedades com esta capacidade de geração de biogás podem se tornar auto-suficientes em energia elétrica, adotando um sistema que seja capaz de gerar 25 KVA/h de potência elétrica (Zago, 2003). O consumo de

biogás observado gira entre 16 a 25 m³/hora no sistema gerador / motor estacionário para a geração de energia elétrica, dependendo da potência elétrica gerada.

Em alguns países da comunidade européia e também na Austrália existe legislação específica para a produção de energia de fonte renovável.

Deve-se salientar que o rendimento quando existe transformação da energia contida no biogás em energia elétrica gira em torno de 25%, contra 65% quando transformada em energia térmica. A seu favor, a energia elétrica tem o fato de ser um tipo de energia de fácil utilização e também, no caso, o biogás tem seu custo de produção bastante baixo.

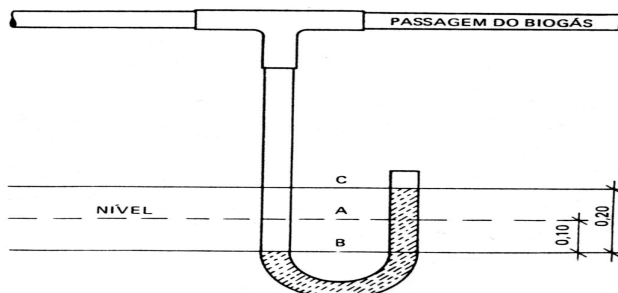
Segundo estimativas, a geração de energia elétrica tendo como combustível o biogás, passa a ser viável economicamente quando a propriedade possuir capacidade de produção de 200 m³/dia de biogás, o que daria uma produção aproximada de 300 kWh/dia (Zago, 2003). Para viabilizar o investimento o agricultor teria que encontrar formas de gastar o excesso de energia produzida, ou vender o excesso para a concessionária de energia, o que tecnicamente é possível. Como a grande maioria dos suinocultores não se enquadra nestas condições, para este tipo de empreendimento, os equipamentos poderiam ser adquiridos em forma de cooperativas de produtores. Gerando neste caso uma situação onde todos saíam ganhando. Os suinocultores como uma forma de agregar valores a sua produção, como mais uma fonte de renda; o governo como alternativa em momentos de crise do setor energético; ao meio ambiente pela redução da poluição. O uso de biodigestores com geração de energia elétrica pode servir de incentivo aos pequenos suinocultores para o manejo e tratamento mais adequado dos dejetos dos animais produzidos na propriedade.

4.10. Cuidados com a produção e condução do biogás

- 1 - Combustão espontânea
- 2 - O retorno da chama de queimadores, impedido através de válvulas de segurança, orifícios com telas metálicas, e outros cuidados.
- 3 - A inspeção diária das instalações para eliminar eventuais vazamentos nos tubos e válvulas.

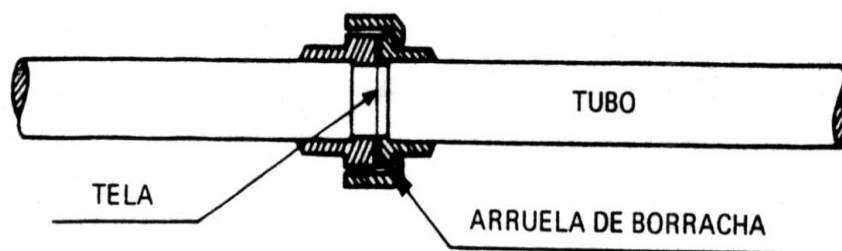
Na condução do biogás, deve-se tomar alguns cuidados importantes:

1. **Pressão suficiente:** avaliação da pressão nas linhas de distribuição para evitar acidentes. Recomenda-se a instalação de medidores de pressão nas linhas de distribuição do biogás. Em sistemas de baixa pressão pode ser adotado o medidor abaixo que é constituído de mangueiras de PVC transparentes.

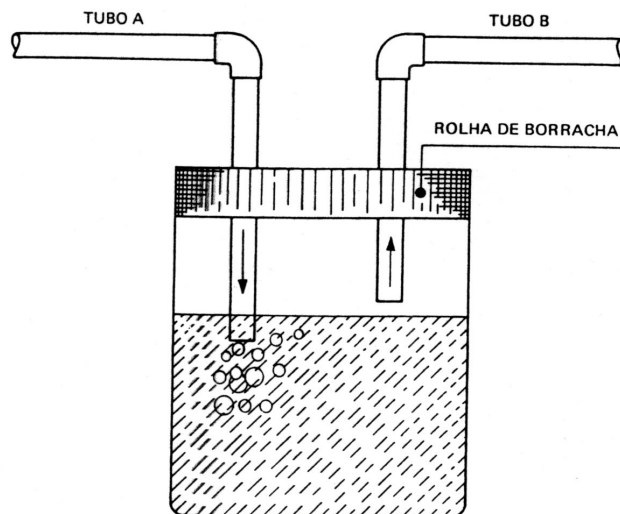


2. **Corta-fogo:** dispositivos usados para evitar o retorno da chama em canalizações de distribuição do biogás. O dispositivo recomendado pode usar uma tela metálica inserida na linha de distribuição ou um selo d'água, conforme Figuras abaixo:

a) tela



b) água



4.11. Presença de vapor d'água e gases corrosivos

A presença de vapor d'água, CO_2 e gases corrosivos no biogás, constituem-se no principal problema na viabilização de seu armazenamento e na produção de energia. Equipamentos como motores à combustão, geradores, bombas e compressores têm vida útil reduzida. A remoção de vapor d'água, H_2S e outros elementos através de filtros e dispositivos de resfriamento, condensação e lavagem são imprescindíveis para a viabilidade de uso a longo prazo de equipamentos tendo como combustível o biogás. Recomenda-se o uso de dispositivos (drenos) para retirada do vapor d'água que é condensado na rede de distribuição de biogás (Figura 5).

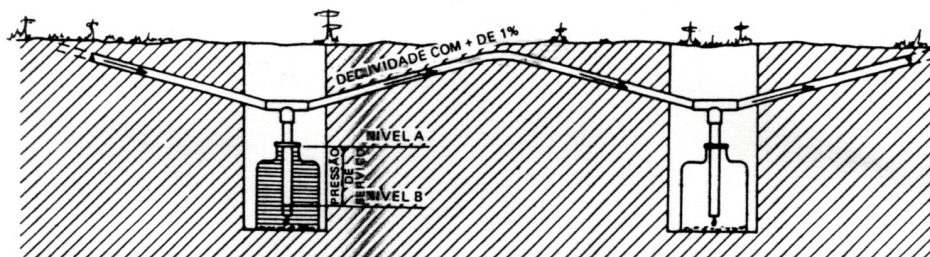


Figura 5 - Dispositivos para retirada de umidade depositada nas canalizações de distribuição de biogás.

O esforço desenvolvido pela indústria brasileira na adaptação e desenvolvimento de equipamentos para o uso do biogás, em sistemas de aterro sanitário, é significativo. Este esforço ainda é pequeno em unidades de produção de biogás, nas granjas de produção de

suínos, sendo preciso avançar nesta questão, colocando a disposição dos prestadores serviços, materiais e equipamentos mais adequados e confiáveis.

4.12. Vantagens e desvantagens do biodigestor

Vantagens: Fornecimento de energia (térmica e elétrica) no meio rural com o uso do biogás; valorização dos dejetos como adubo orgânico; redução do poder poluente e do nível de patógenos; exigência de menor tempo de retenção hidráulica e de área em comparação com outros sistemas de manejo e tratamento (Ex: lagoas e esterqueiras); substituição do GLP em sistemas de aquecimento do ambiente interno, em aviários, para a produção de frangos de corte; geração de energia elétrica em geradores acoplados a motores a combustão; redução de odores.

Outra vantagem deste processo está na possibilidade da produção constante de biogás que está relacionada diretamente com a alimentação diária de sólidos voláteis. O gasômetro para o armazenamento de biogás, pode ser constituído de materiais simples, podendo ser acoplado na parte superior do biodigestor.

Desvantagens: A produção de biogás é dependente das condições climáticas da região, pois a temperatura da biomassa determina a velocidade das reações anaeróbias que ocorrem na câmara de fermentação; o sistema é sensível a descargas de detergentes e desinfetantes. O modelo canadense tem como desvantagens a pressão variável do gás produzido, necessitando de compressor para o transporte e uso em sistema de aquecimento com queimadores que trabalham com pressão constante.

4.13. Ganho ambiental esperados com a implantação de biodigestores

O biodigestor é uma tecnologia que foi desacreditada no Brasil nos anos 80 pela falta de conhecimento e de técnicos treinados, em virtude do sub-dimensionamento das unidades de produção de biogás instaladas e da dificuldade em se desenvolver ou adaptar equipamentos domésticos ao biogás. Com a crise energética de 2001 e o desenvolvimento de novos equipamentos, o biodigestor voltou a despertar o interesse dos produtores. Os biodigestores deverão ser implantados em propriedades que possuam áreas agrícolas suficientes para aplicação do biofertilizante e tenham uma demanda energética (térmica ou elétrica).

Os principais resultados esperados com a implantação de biodigestores são:

- Proporcionar a substituição do GLP e da lenha, por biogás no aquecimento do ar no interior dos aviários.
- Substituir o consumo de energias não renováveis por energia renovável (biogás).
- Geração de energia elétrica para reduzir os gastos do produtor com a compra de energia e conseqüentemente, reduzir os custos de produção.
- Promover a interação das atividades produtivas na propriedade através do manejo dos fluxos de energia e nutrientes.
 - Reduzir o potencial de impacto ambiental da atividade suinícola através da implementação de um sistema de tratamento de dejetos.
- Reduzir a emissão de gases de efeito estufa (CH₄), com a possibilidade de entrar no mercado de créditos de carbono.
 - Reduzir o uso de fertilizante químico com o uso do biofertilizante.
 - Conscientizar o produtor para importância do tratamento dos dejetos por sua viabilidade econômica e ambiental.
- Reduzir o nível de odor nas propriedades.

4.14. Referências bibliográficas

BLEICHER, J. **Do lixo ao luxo: estudo de caso de um sistema de tratamento total de dejetos da suinocultura na Austrália.** Florianópolis: EPAGRI, 2000. 45 p.

BIOMASS ENERGY INSTITUTE INC. **Biogas production from animal manure.** Manitoba: 1978. 21 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balço energético nacional.** Disponível em: <[http://ftp.mme.gov.br/Pub/Balanco/BEN/Portugues/Benp99 .pdf](http://ftp.mme.gov.br/Pub/Balanco/BEN/Portugues/Benp99.pdf).> Acesso em: 21 out. 2004.

FATMA. **Instrução Normativa IN-11. Portaria Intersectorial nº01/04, de 24.03.2004.** Florianópolis: FATMA, 2004.

LA FARGE, B. de. **Le biogaz: procédés de fermentation méthanique.** Paris: Masson, 1995. 237p.

LUCAS JUNIOR, J. **Estudo comparativo de biodigestores modelo indiano e chinês.** 1987. 114f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

LUCAS JUNIOR, J. **Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios.** 1994. 113f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Methane generation from human, animal and agricultura wastes.** Washington, 1977. 131 p.

OLIVEIRA, P.A.V. de. Influência da temperatura na produção de biogás. In: REUNIÃO SOBRE INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA BIODIGESTÃO ANAERÓBICA, 1983, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1983. p.22-25.

OLIVEIRA, P. A. V. de. (Coord.) **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia: CNPSA-EMBRAPA, 1993. 188p. (EMBRAPA-CNPSA.. Documentos, 27).

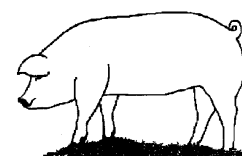
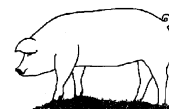
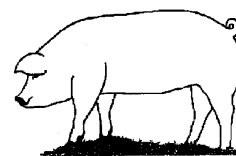
OLIVEIRA, P.A.V. de. **Utilização de biogás para aquecimento do ambiente interno de aviário.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. (Comunicação Pessoal).

REZENDE, A.P.; PRADO, N.J.S.; SANTOS, E.P. A energia renovável e o meio ambiente. In: SIMPÓSIO ENERGIA, AUTOMAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO, CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Trabalhos publicados.** Poços de Caldas: [s.n.], 1998. p.1-17.

SANTOS, T.M.B. dos. **Balço energético e adequação do uso de biodigestores em galpões de frangos de corte.** 2001. 179f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Jaboticabal.

ZAGO, S. **Potencialidade de produção de energia através do biogás integrada à melhoria ambiental em propriedades rurais com criação intensiva de animais, na região do meio oeste catarinense.** 2003. 103f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Regional de Blumenau, Centro de Ciências Tecnológicas, Blumenau.

***PRODUÇÃO DE SUÍNOS EM
SISTEMA DE CAMA
SOBREPOSTA***



5

5.0 Produção de suínos em sistema de cama sobreposta

Paulo Armando V. de Oliveira- Embrapa Suínos e Aves
Martha Mayumi Higarashi - Embrapa Suínos e Aves

5.1. Introdução

A produção de suínos em sistemas *Deep Bedding* (Cama Sobreposta) constitui-se em alternativa aos sistemas convencionais de produção. Neste sistema, os dejetos líquidos são misturados a um substrato sólido (maravalha, palha, casca de arroz, bagaço de cana) dentro das edificações sendo submetidos a um processo de compostagem e estabilização "*in situ*" com a presença dos animais (Oliveira, 1999). Este sistema de produção teve sua origem na China, em Hong Kong (Lo, 1992).

A forma mais usual de manejo de dejetos suínos consiste no armazenamento destes em esterqueiras pelo período necessário para a sua estabilização e aplicação em áreas agrícolas como fertilizante. Entretanto, as regiões que concentram a produção suinícola no Brasil se caracterizam pelas pequenas propriedades, que não dispõem de áreas agrícolas suficientes para aplicação agrônômica de todo o dejetos gerado pela produção suína, nem recursos para a implantação de sistemas de tratamento de dejetos, portanto, a produção de suínos em sistemas de cama sobreposta surge como uma alternativa promissora.

No Brasil o modelo de produção suinícola predominante se baseia na criação dos animais sobre piso compacto ou ripado. O manejo dos dejetos produzidos sob estas condições se dá na sua forma líquida, portanto as unidades de produção requerem instalações destinadas ao armazenamento e/ou tratamento adequado do dejetos a fim de minimizar os riscos de poluição e contaminação.

Vários trabalhos de pesquisas têm demonstrado que todos estes tratamentos, embora reduzindo o potencial poluidor dos dejetos, não permitem que o resíduo final seja lançado diretamente nos cursos d'água (Oliveira, 2003).

Na Europa este novo sistema de produção de suínos foi introduzido no final da década de 80 (Nicks et al., 1995). No Brasil o sistema foi desenvolvido e adaptado às condições climáticas e de manejo em 1993-94 pela Embrapa Suínos e Aves, com os pesquisadores Oliveira, P.A.V. e Sobestiansky, J., através de experimento que comparou a produção de suínos em três sistemas de produção (cama de maravalha, cama de palha e piso compacto), nas fases de crescimento e terminação (Dia de campo sobre manejo e utilização de dejetos de suínos, 1994).

A grande vantagem do sistema se deve ao fato de que o mesmo constitui-se em uma alternativa na qual as unidades de produção dispensam a necessidade de instalações destinadas ao manejo do dejetos líquido, tais como canaletas, esterqueiras e/ou lagoas, entre outros, reduzindo os custos na construção das instalações e no transporte de dejetos. Outra importante vantagem do sistema de cama sobreposta é a redução substancial do mau cheiro e da proliferação de vetores nas unidades produtoras, visto que os dejetos absorvidos e o substrato sofrem uma fermentação aeróbia *in situ*, o que resulta em um material que poderá ser, posteriormente, utilizado ou comercializado como adubo orgânico. Estudos recentes têm demonstrado a eficiência fertilizante das camas resultantes de tais sistemas (Gaya, 2004). No entanto, como para qualquer adubo, é necessário se atentar para a correta aplicação deste material considerando-se a sua composição e o tipo de solo e cultura ao qual será destinado.

O sistema de produção de suínos em camas sobrepostas pode ser utilizado por qualquer produtor de suínos, independente do tamanho do plantel. Ele pode ser adotado para as seguintes fases: gestação e reprodutores, crescimento inicial de leitões (creche) e em unidades de crescimento e terminação de suínos.

O sistema de cama sobreposta é recomendável principalmente para produtores que não possuem área agrícola para aplicação agrônômica do dejetos gerado pela produção suína. Os produtores que desejam implantar o sistema de cama devem se assegurar que no seu plantel as fêmeas sejam livres dos agentes do complexo *Mycobacterium avium* (MAC) causador da LINFADENITE GRANULOMATOSA. Pois, se no plantel de suínos existirem

fêmeas portadoras deste *Mycobacterium*, elas podem transmitir a doença pelas fezes via contato oral com outras fêmeas ou leitões na maternidade. Estes animais infectados não apresentam nenhuma sintomatologia aparente, sendo a doença detectada somente no abate dos animais. As infecções por MAC ocorrem com maior frequência por via oral, tendo como fonte principal os dejetos e os materiais contaminados como solo, camas (maravalha e serragem), água, alimentos, aves domésticas ou silvestres e o próprio suíno.

Embora a cama não seja a fonte primária deste *Mycobacterium*, ela pode permitir o acúmulo e mesmo a multiplicação destas micobactérias de outras fontes. Assim, a constante exposição de leitões à camas infectadas na maternidade e creche pode levar a ocorrência de condenações no abate dos suínos.

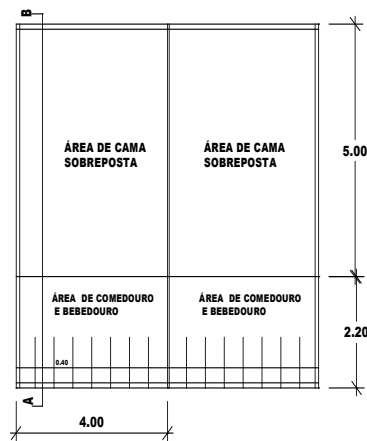
5.2. Recomendações construtivas

A primeira providência a se tomar no momento de se realizar a implantação do sistema de cama sobreposta é a escolha do local de implantação da unidade. A área selecionada deve ser seca, bem ventilada e com boa drenagem para evitar o excesso de umidade nas camas.

As edificações para a produção de suínos em sistema de cama devem ter pé-direito adequado de no mínimo 2,80 m e as laterais e divisórias podem ser construídas em ferro, placas de concreto ou madeira. Na cobertura destas instalações, preferencialmente, deve-se utilizar materiais com baixa condução de calor. No entanto, podem ser utilizados materiais como mantas de PVC, desde que a edificação tenha o pé-direito acima de 3 m.

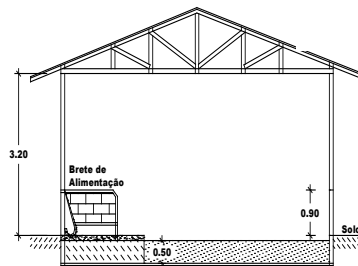
Para evitar o aquecimento da cama pelo sol, aconselha-se utilização correta do beiral e arborizar o lado da instalação de maior exposição solar.

O piso de concreto é usado somente na área destinada aos comedouros e bebedouros, que poderão ser idênticos aos dos sistemas tradicionais de produção. Recomenda-se uma largura de piso de concreto de 1,50 m.



PLANTA BAIXA

Figura 1 – Planta Baixa e Corte de instalação para a criação de fêmeas em sistema de Cama Sobreposta.



CORTE AB

5.3. Manejo das camas

É recomendado que a entrada dos primeiros lotes se dê em períodos de inverno, pois nos primeiros lote, é comum o desenvolvimento de temperaturas mais altas nas camas em decorrência da fermentação aeróbia das camas novas.

O revolvimento total da cama deverá ser realizado apenas nos intervalos entre lotes ou quando necessário. No inverno, por exemplo, este revolvimento poderá ser feito estrategicamente para melhorar o conforto térmico dos animais criados em regiões frias.

O intervalo recomendado entre os lotes é de 7 dias de vazio sanitário. O objetivo do revolvimento entre os lotes é aerar as camas, assim acelera-se o processo de fermentação aeróbia das camas, o que eleva a temperatura das mesmas, acelerando a evaporação do excesso de umidade além de eliminar eventuais patógenos.

Embora recomende-se o revolvimento apenas após a saída do lote (sobretudo no verão), é necessário se fazer um revolvimento pontual semanal, somente nas áreas “sujas” próximas as paredes da instalação, pois estes são pontos onde poderão ocorrer a proliferação de moscas, pois nestes locais não ocorre o pisoteio dos animais.

Sugere-se alguns procedimentos distintos, de acordo com o clima:

- *Regiões Frias*

Em regiões de clima frio, as camas deverão ter uma profundidade mínima de 0,5 m. Esta maior profundidade possibilita o desenvolvimento do processo de compostagem, o aumento da temperatura e a eliminação da água contida nos dejetos a medida que ele vai se incorporando ao substrato (maravalha, palha ou outro resíduo). A cama com este manejo pode ser usada por um período maior de tempo (3 lotes), apenas sendo realizada a retirada parcial da cama já decomposta a cada saída de lote.

A necessidade de cama é de aproximadamente 0,84 m³ para cada sete suínos, considerando-se, no mínimo, quatro ciclos de produção com a reposição do material, quando necessário (cerca de 30% da área de cama para cada ano de uso).

- *Regiões Quentes*

Em regiões de clima quente, o leito utilizado deve ter uma profundidade de 0,25 a 0,30 m para que a temperatura da cama se mantenha baixa e os animais não sejam afetados por estresse térmico. A adoção deste manejo faz com que parte da água contida na cama seja evaporada parcialmente. Sempre que necessário, deverá ser feita adição de cama seca nos locais mais saturados da baía e a cada saída de lote, avalia-se o material deverá ser substituído por cama nova. Um manejo interessante, do ponto de vista de otimização dos resíduos utilizados como cama, é a destinação deste material às unidades de crescimento–terminação. A cama usada pode ser incorporada à cama existente ou a uma nova cama, promovendo a inoculação de bactérias que darão início ao processo de compostagem. Além disso, problemas com pó, comuns nos primeiros lotes em camas novas, são eliminados com este manejo de transferência de cama. Um procedimento indicado quando este manejo de transferência de cama é feito para outras fases, é o revolvimento e espera de uma semana antes da entrada dos animais. Este manejo é muito importante do ponto de vista sanitário, pois o revolvimento da cama promove o aumento da temperatura até a faixa de 55 a 60°C, o que possibilita a eliminação de alguns microorganismos patogênicos que porventura estejam presentes na cama.

5.4. Recomendações para os diferentes tipos de produção

Unidade de Creche

Com a finalidade de melhorar o desempenho térmico da edificação e aumentar a evaporação de água, desencadeada pelo processo de compostagem, recomenda-se o uso de cortinas e de sistemas para o aquecimento do ar no interior do prédio, através do uso de fornalha à lenha ou outra fonte de energia, principalmente durante o inverno na região Sul. Para assegurar o maior conforto animal nesta fase, recomenda-se a instalação de um

escamoteador equipado com fonte de calor (lâmpadas incandescentes de 100 W) para fornecer uma fonte suplementar de calor, mantendo o ambiente interno do local na faixa de termoneutralidade.

A densidade animal recomendada para a creche é de 2 suínos/m² de área do leito. A profundidade da cama sobreposta é uma variável muito importante no funcionamento do processo de compostagem e recomenda-se uma profundidade de no mínimo 0,50 m. Além da área de leito os animais devem dispor de uma área com 1,50 m de largura de piso de concreto, onde devem ser instalados os comedouros e bebedouros.

Os bebedouros e comedouros podem ser os mesmos usados nos sistemas convencionais de produção. A necessidade de maravalha é em torno de 1 m³ para cada 20 leitões. Os materiais a serem utilizados como leito podem ser casca de arroz, maravalha, palha e sabugo de milho triturado.



Figura 2 – Unidade de creche para a produção de leitões, em sistemas de cama de maravalha.

Unidade de Crescimento e Terminação

As instalações de crescimento e terminação em cama sobreposta são mais simples em relação as convencionais, o que reduz os custos de implantação do sistema. O piso pode ser de chão batido, com necessidade de concreto apenas na área de bebedouros e comedouros. Esta área considerada de plataforma deve ter uma altura de 0,60 m em relação ao chão batido e uma largura de 1,50 m, permitindo um acesso fácil dos animais a área de alimentação. Na adaptação de edificações já existentes, uma das exigências é que a instalação tenha o pé direito de no mínimo 3,00 m e largura máxima de 10,00 m, garantindo assim ventilação adequada.

A densidade animal recomendada é de 1,20 m² /animal (área de cama) e a profundidade mínima da cama de 0,50 m para regiões frias. No caso de regiões de clima quente esta altura pode ser de 0,25 m para evitar o calor gerado pelo processo de compostagem. Neste caso, o piso sob a cama deve ser de concreto, evitando-se que os animais escavem buracos no solo. Os tipos de substratos recomendados para o uso como cama são: casca de arroz, maravalha, palha de trigo, palha ou feno e bagaço de cana. Deve-se evitar o uso de serragem, pois trabalhos desenvolvidos recentemente demonstram que este tipo de substrato, além de não possuir um padrão uniforme de qualidade, parece favorecer o desenvolvimento da linfadenite. A escolha do material a ser utilizado dependerá da disponibilidade regional que terá influência direta no seu custo.

As orientações quanto a escolha dos comedouros e bebedouros são as mesmas do sistema convencional.

O revolvimento da cama deve ser realizado apenas na saída dos lotes, para evitar o estresse térmico dos animais. Em locais de clima quente, recomenda-se o uso de ventiladores e de nebulização no verão.

A mesma cama pode ser utilizada por mais de 4 lotes, observando-se o estado de decomposição e realizando-se a retirada e a reposição do substrato apenas da parte já decomposta.

É recomendado que se faça intervalos de uma semana para a troca de lotes, com o objetivo de se promover o vazio sanitário.



Figura 3 – Unidade de produção de suínos nas fases de crescimento e terminação, em sistemas de cama de maravalha.

Unidade de Geração

Mais recentemente, o sistema de cama sobreposta foi também desenvolvido para a fase de geração, apresentando ótimos resultados a campo. O acompanhamento de algumas granjas e a repercussão dos bons resultados obtidos a campo possibilitam que algumas considerações possam ser feitas quanto ao manejo adotado e o tipo de instalação sugerido para este fim.

O modelo de edificação destinado à criação de fêmeas gestantes em Cama Sobreposta é simples e visa atender às necessidades dos pequenos e médios produtores de suínos (baixo custo de instalação e operacionalidade). Desta forma, podem ser utilizados materiais e equipamentos (comedouros e bebedouros) simples e baratos. A principal recomendação é que o prédio tenha um pé-direito de no mínimo 3,00 m, evitando-se com isso, problemas reprodutivos ocasionados pelo estresse térmico das fêmeas.

A densidade recomendada para a geração é de 2,50 a 3,00 m²/fêmea, de área do leito de cama.

Recomenda-se que as fêmeas tenham à sua disposição comedouros que possibilitem o acesso individual ao cocho (relação de 1:1). A área de alimentação deve contar com divisórias individuais de no mínimo 0,40 m de largura, promovendo assim uma padronização na ingestão de alimentos. Recomenda-se que as divisórias dos comedouros tenha uma largura de no mínimo 0,40 m.



Figura 4 – Unidade de produção de suínos na fase de geração, em sistemas de cama de maravalha.

5.5. Desempenho dos suínos criados em cama sobreposta

Dentre as questões a serem esclarecidas sobre o sistema de cama sobreposta, a conversão alimentar ocupa papel de destaque, visto que existem suspeitas que a ingestão de resíduos usados como leito e o maior espaço dado aos suínos em relação ao sistema convencional poderiam prejudicar o ganho de peso dos animais. No entanto, diversos estudos têm demonstrado não haverem diferenças significativas no desempenho zootécnico de animais criados em sistema de cama sobrepostas quando comparados àqueles criados em sistemas convencionais (Oliveira, 1999; Higarashi et al., 2004).

Os animais, durante a fase de creche, encontram-se especialmente suscetíveis a mudanças bruscas de temperatura. Assim sendo, a criação de animais nesta fase em sistema de cama sobreposta é uma alternativa bastante promissora, uma vez que em períodos de inverno, a cama ajuda a manter mais constante a temperatura no interior das instalações visto que a fermentação dos dejetos incorporados ao substrato das camas faz com que haja o desenvolvimento de calor, o que promove o conforto animal e conseqüentemente seu desempenho. Avaliação realizada com três lotes utilizando a densidade animal recomendada (2 suínos/m²) resultou em valores (Higarashi et al., 2004), que são comparados, na Tabela 1, com valores médios obtidos nas creches tradicionais (piso vazado) existentes na Embrapa Suínos e Aves (Embrapa Suínos e Aves, 2004¹).

Tabela 1 - Comparação da mortalidade média (%), do ganho médio de peso diário de leitões (GPD, kg/dia), conversão alimentar média (CA, kg) na fase de creche, criados em sistema de cama sobreposta e com valores médios obtidos nas creches tradicionais (piso vazado) da Embrapa Suínos e Aves.

Cama Sobreposta			Piso Vazado		
Mortalidade (%)	GPD (kg)	CA	Mortalidade (%)	GPD (kg)	CA
0,71	0,403	1,46	1,28	0,370	1,58

Fonte: Higarashi et al. (2004).

Estudos realizados por Oliveira (1999) demonstraram que o desempenho zootécnico de suínos criados sobre cama de maravalha, quando comparado a sistemas de piso ripado (total ou parcial) não obtiveram diferenças significativas, sendo o peso médio dos animais ligeiramente superior no sistema de criação de suínos sobre camas (Tabela 2). Não houveram diferenças significativas também, para o consumo de alimento, conversão alimentar, ganho de peso e a taxa de músculo, bem como para o rendimento de carcaça e a espessura de gordura nos animais criados em cama de maravalha e piso ripado.

Tabela 2 - Comparação da performance zootécnica, da taxa de músculo e do rendimento de carcaça dos animais criados sobre o piso ripado ou sobre cama de maravalha.

Resultados médios	Média do Ano 1		Média do Ano 2	
	Ripado	Cama	Ripado	Cama
Peso Inicial (kg)	29,8±1,2	30,5±1,4	31,5±1,7	31,6±1,4
Peso final (kg)	99,9±7,5	102,3±7,9	95,6±12,6	95,8±10,3
Consumo Ração (kg)	189,7	191,8	187,3	184,2
Ganho de Peso (g/dia)	779	794	712	715
Conversão Alimentar	2,71	2,67	2,91	2,87
Taxa de Músculo (%)	60,3±2,4	60,9±1,8	58,7±3,5	60,5±1,6
Peso carcaça (kg)	81,7±5,6	82,7±7,7	78,1±10,2	77,8±8,4

Fonte: Oliveira, 1999.

Nas Tabelas 3 e 4, pode-se observar os valores médios obtidos a campo quanto ao desempenho zootécnico dos animais criados em sistema de cama sobreposta e em piso ripado no Oeste da França, em fase de creche e crescimento-terminação, respectivamente.

¹ Embrapa Suínos e Aves, Desempenho produtivo de leitões em creches do sistema convencional de produção, 2004. (Comunicação Pessoal).

Tabela 3 – Performance zootécnica de suínos em fase de creche criados em sistema de cama sobreposta (média de 9.420 animais; 66% palha; 34% maravalha) e em sistema convencional (média de 153.000 animais).

Índices Zootécnicos	Cama Sobreposta		Piso ripado
	Média	Melhores resultados (25%)	
Conversão alimentar	2,74	2,58	2,81
Ganho de peso (g/dia)	672	703	617
Músculo (%)	53,7	54,9	55,2
Peso de carcaça (kg)	85	89,6	83,6
Mortalidade (%)	3,6	3,6	5,3
Peso entrada (kg)	7,2	7,3	7,7

Fonte: Atlantic Porc (1993).

Tabela 4 – Performance zootécnica de suínos em fase de crescimento – terminação criados em sistema de cama sobreposta (média de 5.931 animais; 91% palha; 8% maravalha) e em sistema convencional (média de 124.000 animais).

Índices Zootécnicos	Cama Sobreposta		Piso ripado
	Média	Melhores resultados (25%)	
Conversão alimentar	3,03	2,81	3,16
Ganho de peso (g/dia)	785	894	665
Músculo (%)	53,1	54,4	55,1
Peso de carcaça (kg)	84	89	84
Mortalidade (%)	2,5	2,1	3,1
Peso entrada (kg)	27,6	28,6	26,9

Fonte: Atlantic Porc (1993).

Na avaliação de lesões Pulmonares e de Rinite Atrófica, em frigorífico, não foi encontrada diferença entre os animais criados nos sistemas estudados (Corrêa, 1998 e Oliveira, 1999). Os resultados de avaliação de lesões de úlcera observadas no abatedouro mostraram maior formação de hiperqueratose nos animais criados em piso ripado quando comparado ao sistema de cama. Em média 70% dos animais criados sobre cama apresentaram uma mucosa normal (lisa de coloração branca), enquanto que somente 30% dos animais criados em piso ripado apresentaram uma mucosa com tais características (Oliveira, 1999).

Na fase de crescimento e terminação, o resultado obtido para três lotes criados com a densidade animal de cerca de 0,80 suínos/m² de cama foi: ganho de peso médio diário de 0,90 kg/dia e conversão alimentar média de 2,47 Higarashi et al. (2004).

Em observações realizadas no abate de 10.927 suínos em frigorífico pertencente a uma agroindústria no Rio Grande do Sul (Tabela 5), constatou-se que os resultados das médias gerais de ganho de peso diário observadas (GPD) dos suínos criados em sistema de cama (0,852 kg) não apresentaram diferenças significativas quando comparadas às médias obtidas no sistema convencional (0,853 kg). A média geral da conversão alimentar (CA) foi maior no sistema de cama (2,85) em relação ao sistema convencional (2,58) (Oliveira et al, 2001).

O rebanho observado foi testado para a presença de *Mycobacterium* do complexo *avium* e parte dele foi positivo. No entanto, dos 10.927 animais avaliados pelo serviço de inspeção federal no abate, nenhum foi condenado por linfadenite granulomatosa. Suspeita-se que isto ocorreu devido ao fato dos animais terem sido criados sobre cama de casca de arroz e esta ser pouco atrativa à ingestão pelos suínos, reduzindo-se as chances de contaminação feco-oral, uma vez que esta bactéria está presente nas fezes dos suínos infectados. A maior ocorrência de linfadenite está associada à má qualidade da higiene dos rebanhos, o que possibilita que os suínos se contaminem pelo *Mycobacterium* do complexo *avium*, estando esta micobactéria presente nas fezes de animais infectados (Amaral et al., 2001).

Observou-se que as granjas que adotaram o sistema de cama e que produziram ração nas propriedades apresentaram valores de conversão alimentar maiores do que aquelas que recebem a ração da integradora. Isso pode ser explicado pelo desequilíbrio no balanço de nutrientes das rações produzidas nas granjas, muitas vezes sem o cuidado na formulação, no preparo e na mistura dos ingredientes.

Não houve diferença significativa na percentagem de carne magra na carcaça e na bonificação paga ao produtor pelo frigorífico, entre os animais, quando comparou-se o sistema de cama e o sistema convencional de produção. O índice de PSE de 2.367 suínos abatidos no frigorífico foi em média de 1,22 para o sistema de cama sobreposta e de 1,91 para os 112.000 suínos criados no sistema convencional. Analisando-se os valores de PSE observados, verifica-se que a qualidade da carne é superior para os animais criados em sistema de cama, quando comparado ao sistema convencional (Oliveira et al., 2001). Como a PSE é uma característica de baixa herdabilidade, os altos índices de PSE estão muito relacionados às condições de manejo pré-abate ou ao estresse a que foram submetidos os animais durante a fase produtiva (Peloso, 1992).

Tabela 5 - Comparação da performance zootécnica, percentagem de carne magra e a bonificação paga ao produtor pelo frigorífico, Conversão Alimentar e número de dias em Crescimento – Terminação dos animais criados em Sistema Convencional (média do 1º semestre de 2002) e sobre cama de Casca de Arroz (Ciclo Completo, Terminação com produção de ração na granja e terminação com uso de ração da integradora, média de maio de 2000 a maio de 2002).

Sistema Cama Sobreposta	Valor	IDADE (dias)	PMI (kg)	PMF (kg)	GPD (kg)	CA	Carne (%)	Bonificação (%)
Ciclo Completo	Média	109,4	25,8	120,0	0,86	2,87	52,4	8,9
Ração produzida Na Granja	Máximo	136,0	42,0	135,8	1,08	2,99	56,6	15
	Mínimo	60,0	16,4	85,5	0,71	2,77	42,4	-
Terminação	Média	115,8	22,4	116,7	0,82	2,99	53,0	9,1
Ração produzida Na Granja	Máximo	131,0	25,1	127,2	0,96	3,25	54,4	12,7
	Mínimo	99,0	20,4	105,9	0,73	2,69	48,6	3,1
Terminação	Média	111,7	21,5	114,5	0,83	2,79	53,7	9,4
Ração fornecida Integradora	Máximo	126,0	25,0	127,6	0,88	2,99	55,4	14
	Mínimo	100,0	17,0	106,5	0,78	2,67	51,8	7,3
Cama Sobreposta		110,6	24,8	119,0	0,85	2,85	52,6	9,0
Sistema Convencional	Média	106,2	24,6	115,2	0,85	2,58	53,8	9,5

Idade: Numero de Dias em Fase de Crescimento–Terminação.

PMI: Peso Médio na Entrada da Fase de Crescimento–Terminação.

PMF: Peso Médio ao Abate.

GPD: Ganho de Peso Médio Diário na Fase de Crescimento–Terminação.

CA: Conversão Alimentar.

Bonificação (%): Percentual de Bonificação paga pelo frigorífico aos produtores.

Carne (%): Percentual de Carne Magra das Carcaças.

Fonte: Oliveira et al. (2002).

A comparação entre os dois sistemas de produção (cama e convencional), conforme pode-se observar na Tabela 5, demonstrou que não houve diferença para o ganho de peso, a percentagem de carne magra e bonificação, sendo apenas a CA maior no caso dos animais criados em cama. Entretanto, o sistema de cama apresentou índices de PSE inferiores (36%) em relação ao convencional, evidenciando uma melhor qualidade de carne. Não observou-se ocorrência de linfadenite nos animais analisados.

5.6. Aspectos relacionados com a sanidade animal

O maior empecilho para a definitiva aceitação do sistema de camas no Brasil é a questão sanitária. A ingestão de camas poderia prejudicar não somente o ganho de peso dos animais, mas também favorecer a propagação de doenças entre estes. Neste contexto, muito tem sido discutido sobre uma possível correlação entre o uso de camas com o aumento da incidência de casos de linfadenite nos rebanhos brasileiros. Recentemente, avaliações realizadas por Amaral et al. (em preparação) demonstraram que a cama sobreposta de maravalha, uma vez contaminada pelo *Mycobacterium*, favorece a ocorrência de lesões de linfadenite em suínos em crescimento e terminação devido a ingestão de maravalha contaminada. Entretanto, o controle rigoroso da origem dos animais, poderia evitar a entrada de agentes portadores e conseqüentemente a contaminação das camas (Amaral et al., 2001). Observações a campo têm demonstrado que com o controle sanitário é possível eliminar ou minimizar os riscos de infecções. As medidas de controle sanitário devem ser coordenados por um médico veterinário (Silva et al., 2001; Morés et al., 2001).

5.7. Redução do impacto ambiental e uso como adubo orgânico

As bactérias naturalmente presentes nos dejetos degradam a matéria orgânica contida na cama através de reações aeróbias acompanhadas da produção de calor. Estudo desenvolvido por Oliveira (1999;2001) demonstrou que no processo de compostagem desenvolvido nas camas, a água contida nos dejetos é praticamente toda eliminada na forma de vapor. Esta eliminação corresponde a 5,7 kg d'água por suíno e por dia, enquanto que a quantidade de água ingerida ou gerada no sistema é em torno de 6,2 kg por suíno por dia. Entretanto, no sistema de criação convencional em piso ripado a totalidade da água ingerida ou gerada no sistema fica retida nos canais de manejo dos dejetos ou nas esterqueiras, aumentando significativamente os riscos de escoamento superficial, lixiviação ou infiltração dos dejetos no solo, se manejados de forma incorreta.

Comparado-se o Nitrogênio retido na cama e nos dejetos líquidos, demonstrou-se que somente 20 à 40% do N excretado pelos suínos se encontra retido na cama, enquanto que no piso ripado 70 à 75% do N se encontra retido nos dejetos líquidos, dividido em N orgânico e N amoniacal, respectivamente 30-40% e 70-60% (Oliveira et al., 2000). A diferença entre os dois sistemas é em função da emissão significativa de N_2 (40-60%) para o caso das criações sobre cama de maravalha. Independentemente do sistema de criação, em torno de 20% do N contido nos dejetos é eliminado na forma de gás NH_3 e N_2O . Para o caso do sistema de cama, as emissões de NH_3 e N_2O são bastante semelhantes. Porém, para o caso do piso ripado as emissões da NH_3 são dominantes (Kermarrec et al. ,1998; Robin et al., 1999). O fósforo excretado pelos suínos se encontra totalmente armazenado nos dejetos líquidos para o caso de sistemas com piso ripado. Enquanto no sistema de cama de maravalha 58% do fósforo excretado pelos animais é retido na camada superficial com 15 cm de profundidade da cama (Oliveira, 2003).

O destino final dos dejetos de suínos é seu aproveitamento como adubo orgânico em lavouras, pastagens, pomares e reflorestamentos. Porém, sua viabilidade econômica é dependente da concentração de nutrientes existentes nos resíduos.

Os resíduos dos sistemas de produção sobre piso ripado apresentam uma concentração de nutrientes muito baixa (dejetos líquido bruto), praticamente inviabilizando economicamente seu uso como adubo orgânico. Um outro fator a ser considerado é o uso de dejetos para a melhoria de matéria orgânica em solos pobres. Estudos realizados têm demonstrado que o uso contínuo de dejetos líquidos de suínos em solos não traz aumento significativo da concentração de matéria orgânica. Em contrapartida, os resíduos de sistemas de produção sobre camas de maravalha apresentam uma concentração muito maior de nutrientes quando comparados aos sistemas de produção de suínos sobre pisos ripados e uma relação C/N entre 14 e 20, viabilizando seu uso como fertilizante orgânico e facilitando sua distribuição na lavoura.

Os resíduos de sistemas de produção sobre camas de maravalha apresentam uma concentração muito maior de nutrientes quando comparados aos dos sistemas de produção de suínos sobre pisos ripados, viabilizando seu uso como fertilizante orgânico e facilitando sua distribuição na lavoura. Também, reduz os odores gerados e os riscos de poluição ambiental (Oliveira, 1999).

Os principais gases produzidos neste sistema de criação são: vapor de H_2O , N_2O , CO_2 e amônia (NH_3).

Os trabalhos desenvolvidos por Kermarrec et al. (1998,1999) demonstraram que a compostagem das camas, quando bem conduzida, é capaz de reduzir significativamente a emissão de gases gerados quando comparado ao sistema convencional de piso (Tabela 6).

Tabela 6- Comparação da emissão diária por suíno/célula/dia de NH_3 , N_2O e N_2 durante a criação nas fases crescimento-terminação (25 a 100 kg) em sistema de cama de maravalha comparado ao piso ripado.

g_N/suíno/dia	Piso Ripado		Cama de Maravalha	
	EXP 1	EXP 2	EXP 1	EXP 2
N – entra*	5101	4592	5159	4593
N – NH_3	605	591	271	334
N – N_2O	55	42	345	282
N – N_2	201	366	2078	1220

* N – total de nitrogênio que entra via alimentação no sistema.

Fonte: Kermarrec et al. (1998).

5.8. Vantagens e desvantagens da cama sobreposta frente as outras alternativas de manejo/tratamento

Vantagens: menor custo de investimento em instalações e manejo de dejetos, melhor conforto e bem estar animal e melhor aproveitamento da cama como fertilizante agrícola em função da concentração de nutrientes e a redução quase total da água contida nos dejetos, menor tempo de mão-de-obra, redução no uso de medicamentos, menor risco de poluição ambiental e redução significativa dos odores e dos gases nocivos a atmosfera (principalmente os gases causadores do efeito estufa).

Desvantagens: maior consumo de água no verão pelos animais, maior cuidado e necessidade de ventilação nas edificações, disponibilidade do substrato que servirá de cama e principalmente rebanhos livres de histórico de ocorrência de condenações de carcaças por infecções causadas por agentes do complexo *Mycobacterium avium intracellulare* (MAC), causador da linfadenite granulomatosa.

5.9. Referências bibliográficas

AMARAL, A.L.; MORÉS, N.; BARIONI JÚNIOR, W.; VENTURA, L.V.; SILVA, R.A.M.; SILVA, V.S. **Fatores de risco associados à ocorrência de linfadenite em suínos na fase de crescimento e terminação.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 10., 2001, Porto Alegre. **Anais.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. v.2, p.129-130.

AMARAL, A. L., MORÉS, N., VENTURA, L.V., BARIONI JÚNIOR, W., LUDKE, J. V., OLIVEIRA, P. A. V., SILVA, V. S. **Estudo comparativo da ocorrência de linfadenite por *Mycobacterium Avium* e outras patologias em suínos criados em sistema convencional e cama sobreposta de maravalha.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. No prelo.

ATLANTIC PORC. Bilan de 2 années d'expérience: Atlantic porc se penche sur la litière. **Porc Magazine**, v. 43, n.258, p.43-59. 1993.

CORRÊA, E. K. **Avaliação de diferentes tipos de cama na criação de suínos em crescimento e terminação.** 1998. 105f. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

DIA DE CAMPO SOBRE MANEJO E UTILIZAÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS, 1994, Concórdia. **Anais.** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1994. 47p.

GAYA, J. P. **Indicadores biológicos do solo como uma alternativa para o uso racional de dejetos de suínos como fertilizante orgânico.** 2004, 144f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis.

HIGARASHI, M. M., OLIVEIRA, P.A.V., AMARAL, A. L., SILVA, V.S., KUNZ, A., WOLOSZYN, N., MATEI, R.M., MENDES, G.L. Produção de leitões em sistema de cama sobreposta. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2.; CONGRESSO DE SUINOCULTURA DO MERCOSUL, 4., 2004, Foz do Iguaçu. **Anais.** Campinas: Animalworld, 2004.

KERMARREC, C. **Bilan et transformations de l'azote en élevage intensif de porcs sur litière.** 1999. 272p. Thèse (Docteur) - Rennes, France. (L'ENSAR, n.99-24, D-32)

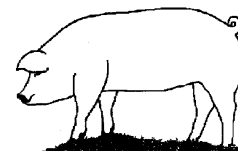
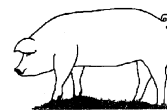
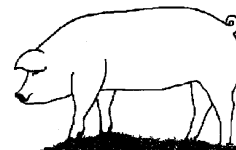
KERMARREC, C.; ROBIN, P.; BERNET, N.; TROLARD, F.; OLIVEIRA, P.A.V.; LAPLANCHE, A.; SOULOUMIAC, D. Influence du mode de ventilation des litières sur les émissions gazeuses d'azote NH₃, N₂O, N₂ et sur le bilan d'azote en engraissement porcin. **Agronomie - Agriculture and Environment**, v.18, n.7, p.473-488, 1998.

LO, C. Application and pratic of the pig-on-litter system in Hong Kong. In: WORKSHOP ON DEEP-LITTER SYSTEM FOR PIG FARMING, 1992, Rosmalen, Netherlands. **Proceedings.** Rosmalen: [s.n.], 1992. p.11-25.

MORÉS, N.; VENTURA, L.V.; VIDAL, C.E.S.; OLIVEIRA, S.R.; KRAMER, B.; SILVA, V.S. **Uso da técnica de imunoperoxidase em cortes histológicos incluídos em parafina para diagnóstico de linfadenite causada pelo *Mycobacterium* do complexo *avium*.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

- VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 10., 2001, Porto Alegre. **Anais..** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. v.2, p.139-140.
- NICKS, B., DESIRON, A., CANART, B. Bilan environnemental et zootechnique de l'engraissement de quatre lots de porcs sur litière biomaitrisée. **Journées de la Recherche Porcine en France**, v.27, p.337-342, 1995.
- OLIVEIRA, P.A.V. de. Impacto ambiental causado pela suinocultura. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 5., 2003, Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ/ABZ/FAZU, 2003. p.142-161.
- OLIVEIRA, P. A V. **Comparison des systèmes d'élevage des porcs sur litière de sciure ou caillebotis intégral.** 1999. 272p. Thèse (Docteur) – Rennes, France. (L'ÉNSA, N.99-24, d-32).
- OLIVEIRA, P.A.V.; 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, 1., 2001, Campinas. **Anais.** Campinas: CBNA, 2001. p. 391-406.
- OLIVEIRA, P.A.V.; MENDES, G.L.; NUNES, M.L.A. Viabilidade técnica-econômica da **produção** de suínos em cama sobreposta. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2., 2002, Campinas. **Anais.** Campinas: CBNA, 2002. p.89-102.
- OLIVEIRA, P.A.V.; SOBESTIANSKY J. **Produção de suínos em cama sobreposta: fases de crescimento e terminação.** 1993. Dados não publicados.
- OLIVEIRA, P.A.V.; DIESEL, R. **Edificação para a produção agroecológica de suínos: Fases de crescimento e terminação.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 2p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 245).
- OLIVEIRA, P.A.V.; ROBIN, P.; KERMARREC, C.; SOULOUMIAC, D.; DOURMAD, J.Y. Comparaison de l'évaporation d'eau en élevage de porcs sur litière de sciure ou caillebotis intégral. **Journées de la Recherche Porcine en France**, v.30, p.355-361, 1998.
- PELOSO, J.V. **Studies on pale soft exudative meat in pigs. Identification of live animals with a propensity for poor meat quality.** 1992. 120f. These (Master of Science) - School of Agriculture La Trobe, University Bundoora, Austrália
- ROBIN, P.; OLIVEIRA, P.A.V.; KERMARREC, C. Productions d'ammoniac, de protoxyde d'azote et d'eau par différentes litières de procs durant la phase de croissance. **Journées de la Recherche Porcine en France**, v.30, p.111-115, 1999.
- SILVA,V.S; DUTRA, V.; VENTURA, L.V; YAMAMOTO, M.T; PEREIRA, M.A.C; PIFFER, I; MORÉS, N.. **Dinâmica da infecção por *Mycobacterium avium* em suínos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 10., 2001, Porto Alegre. **Anais..** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. v.2, p.137-138.

***UNIDADE DE
TRANSFORMAÇÃO DOS
DEJETOS LÍQUIDOS EM
COMPOSTO ORGÂNICO***



6

6.0 Unidade de transformação dos dejetos líquidos em composto orgânico

*Paulo Armando V. de Oliveira – Embrapa Suínos e Aves
Marcos Antônio Dai Prá – Perdigão S.A.
Egídio Arno Konzen – Embrapa Milho e Sorgo*

6.1. Introdução

A compostagem de resíduos orgânicos é, provavelmente, o mais antigo sistema de tratamento biológico utilizado pelo homem, sendo este processo utilizado por antigas civilizações como um método natural de reciclagem dos nutrientes, comumente presentes, nos resíduos resultantes de suas atividades diárias (Pereira Neto et al., 1985).

Define-se compostagem como sendo um processo controlado de decomposição microbiana de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica no estado sólido e úmido, passando pelas seguintes fases: uma inicial e rápida de fitotoxicidade (composto cru ou imaturo), seguida pela fase de semicura ou bioestabilização, para atingir finalmente a terceira fase, a cura, maturação ou mais tecnicamente, a humificação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica, quando pode se dar por encerrada a compostagem. Durante todo o processo ocorre produção de calor e desprendimento, principalmente de gás carbônico e vapor d'água (Kiehl, 1998). Este mesmo autor complementa esta definição de compostagem dizendo ser este um processo controlado pelo fato de poder acompanhar e controlar a temperatura, a aeração e a umidade, entre outros fatores.

A compostagem consiste no processo de manejo de resíduos sólidos onde a fração orgânica do mesmo é decomposta biologicamente, sob condições controladas, até atingir um estado no qual o material possa ser manuseado, transportado, armazenado e/ou aplicado ao solo sem afetar adversamente o meio ambiente. O sistema de compostagem dos resíduos da suinocultura é uma prática que vem crescendo entre os criadores de suínos na Europa. Esta técnica foi desenvolvida principalmente para a agricultura biológica para evitar ou suprimir o uso de fertilizantes minerais. Atualmente, ela vem sendo cada vez mais empregada pelos suinocultores localizados em zonas geográficas cujas águas estão fortemente poluídas por nitrato (ITB, 1995; Mazé et al. 1999).

O grande desafio para a agropecuária, em especial para a suinocultura, é o desenvolvimento de sistemas de produção que sejam altamente competitivos sem afetar adversamente os recursos naturais.

6.2. Compostagem dos dejetos líquidos de suínos

A compostagem dos dejetos de suínos é uma prática que vem crescendo, significativamente, nos últimos anos, em vários países da Europa. Esta técnica foi desenvolvida como um método alternativo de manejo e tratamento dos dejetos de suínos, modificando suas características químicas, físicas e biológicas, dando origem a um produto final de alto valor agrônômico. Ela pode representar uma solução efetiva para regiões com problemas de alta concentração da produção de suínos e que não dispõem de área com culturas para aplicação dos dejetos, pois permite transferir ou comercializar os resíduos na forma de composto para outras regiões que possuam maior demanda por adubo orgânico.

O desenvolvimento de tecnologias alternativas para o manejo e o tratamento de dejetos suínos por meio da compostagem foi introduzida em resposta aos problemas de poluição química e biológica e aos odores ocasionados pelo manejo e tratamento dos dejetos líquidos, cuja base são os processos anaeróbios. A compostagem é um processo aeróbio e se desenvolve em duas fases, sendo o processo mais lento na primeira, devido à incorporação lenta dos dejetos líquidos a resíduos sólidos (maravalha, serragem, palha, casca de arroz) até a obtenção de uma massa com umidade e relação C/N adequadas. A segunda fase caracteriza-se por uma aceleração do processo de compostagem em

decorrência da adequação das características favoráveis à degradação microbiológica da matéria orgânica. Neste processo, os nutrientes presentes nos dejetos são concentrados, desenvolvendo uma grande quantidade de bactérias, promovendo a degradação da matéria orgânica, estabilização do composto e evaporação da água contida nos dejetos por meio da geração de calor desenvolvido nos processos de compostagem. O método da compostagem dos dejetos vem sendo cada vez mais empregada pelos suinocultores localizados em zonas geográficas cujas águas estão fortemente poluídas por nitrato (Mazé et al. 1999) e por determinação da legislação torna-se impossível a ampliação de novas criações.

Estudos conduzidos na região Oeste da França, aplicando a compostagem para o tratamento de dejetos de suínos utilizando maravalha e palha, demonstraram a viabilidade do sistema para tratar 6.000 m³/ano de dejetos de suínos (Mazé et al. 1999). Em estações automatizadas é possível tratar 12 m³ de dejetos líquidos para cada tonelada de maravalha ou palha, obtendo-se 4 toneladas de composto estabilizado com relação C/N <20 e uma redução da metade do nitrogênio (Dorffer, 1998). Em unidades de tratamento com área de 620 m², desenvolvido pela Station Pilote Multi-Déchets Organiques (4 VAULX, 1999), foi demonstrado ser possível tratar 1.000 m³ de dejetos por ano com uma quantidade incorporada de 10 m³ de dejetos por tonelada de palha, obtendo-se de 250 a 300 T de composto orgânico.

Em experimentos conduzidos na Unidade Experimental da Embrapa Suínos e Aves, nos anos de 2002/2003, utilizando diferentes substratos, concluiu-se que é possível a incorporação dos dejetos de suínos brutos a uma taxa total de 9 e 8 kg de dejetos por kg de substrato, respectivamente, para maravalha e serragem (Oliveira et al., 2003; Nunes, 2004). Os resultados obtidos estão de acordo com os dados levantados por Mazé et al. (1996 e 1998), que estudando a compostagem de dejetos nos substratos palha e maravalha encontrou taxa de incorporação (kg de esterco bruto por kg matéria seca no substrato) de 1:8 para a maravalha. Conforme pode ser observado na Tabela 1, não houve variação significativa nos teores de matéria seca, tanto para a maravalha como para a serragem, durante o período experimental. Este comportamento pode ser observado tanto antes como após as aplicações de dejetos. As variações da umidade observadas na massa antes e após as aplicações evidenciam a ocorrência da evaporação da água contida nos dejetos, em virtude da geração de calor decorrente do processo de compostagem. Resultados semelhantes foram observados por Oliveira (1999) avaliando a evaporação d'água ocorrida em sistemas de cama sobreposta de maravalha na criação de suínos. Os resultados de N-Total e C-orgânico após cada aplicação demonstraram diminuição da relação C/N, evidenciando-se a incorporação de maiores taxas de dejetos aos substratos e a conseqüente ocorrência da degradação da matéria orgânica. Não houve diferença significativa entre as temperaturas médias das pilhas de maravalha e serragem durante o período de compostagem. Observou-se, no período estudado, que as temperaturas mantiveram-se entre 40 e 55°C por um período longo, sendo registradas elevações médias de 10°C logo após a incorporação de dejetos ao material. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira (1999) e Patni et Kinsman (1997).

Na Tabela 1 pode-se observar a evolução da taxa de incorporação de dejetos (relação maravalha:dejetos) obtida após quatro aplicações de dejetos em uma massa de 80 kg de maravalha. Os dejetos foram aplicados da seguinte forma: 1-camada sucessivas: os dejetos foram aplicados em camadas da maravalha até atingirem uma camada de 60 cm de altura; 2-misturados uniformemente: os dejetos aplicados foram misturados a maravalha formando uma camada de 60 cm. A quantidade de dejetos excedente escorrido foi reaplicado, não havendo perdas de dejetos (Nunes, 2004; Oliveira, 2004).

Tabela 1 - Taxa de incorporação de dejetos, a uma massa de maravalha de 80 kg (Relação Maravalha:Dejeto; kg/kg), resultante das sucessivas aplicações quinzenais de dejetos.

Aplicação Quinzenal	Tratamento	Período	Relação (kg/kg) Maravalha : Dejeto	
1	1	Inicial	1:3,5	
	2	Inicial	1:3,5	
2	1	Inicial	1:3,5	
		Final	1:7,0	
	2	Inicial	1:3,5	
		Final	1:7,0	
3	1	Inicial	1:4,18	
		Final	1:8,50	
	2	Inicial	1:3,51	
		Final	1:7,44	
		4	Inicial	1:6,40
			Final	1:9,92
1	Inicial	1:4,96		
	Final	1:8,48		

Fonte: Adaptado de Nunes (2004); 1 – Aplicação em camadas sucessivas, 2 – Camada única, misturada uniformemente.

A relação obtida de 8 litro de dejetos de suínos, para 1 kg de maravalha seca, deve servir como base de cálculo para o projeto de sistema de compostagem, utilizando-se da tecnologia de estações semi-automáticas, com revolvimento do composto somente na aplicação dos dejetos.

Os resultados obtidos em experimentos realizados na Embrapa Suínos e Aves (Oliveira et al., 2003) e validados em produtores do Rio Grande do Sul localizados em Serafina Correia (Daí Prá, 2004) demonstram a possibilidade da utilização do tratamento dos dejetos brutos através de compostagem, utilizando maravalha ou serragem como fonte de carbono. Os resultados observados demonstraram que ocorre um acúmulo de nutrientes no composto ao longo do período de adição de dejetos ao substrato e uma alta taxa evaporação da água contida na fração líquida dos dejetos. Os resultados comprovaram a possibilidade de realização da compostagem usando maravalha e serragem, obtendo-se uma taxa de incorporação (kg esterco bruto por kg matéria seca no substrato) de 1:8 e 1:6, respectivamente, para a maravalha e serragem.

A unidade de compostagem, para os dejetos de suínos, pode ser utilizada em qualquer propriedades, porém recomenda-se que sejam usadas em propriedades que produzem um volume de dejetos muito superior ao volume que pode ser aplicado em suas áreas cultivadas e onde não seja viável economicamente ser exportado, na forma líquida, para áreas vizinhas.

6.3. Unidades de compostagem

As unidades de compostagem, também chamadas de Plataformas de Compostagem, podem ser das mais simples até as automatizadas, dependendo da finalidade e da escala na qual o processo será implantado. As mais sofisticadas podem ser utilizadas por grandes produções ou empresas que poderiam produzir e comercializar o fertilizante orgânico gerado. Pequenas produções podem implantar estruturas mais simples, com solo compactado e compostagem em leiras montadas manualmente, em procedimento descrito por Oliveira, (2000).

As plataformas de compostagem propostas (Figura 1) consistem de estruturas com cobertura de PVC transparente com o objetivo de utilizar a radiação solar incidente para aumentar a evaporação da água contida nos dejetos e aumentar a temperatura no processo de compostagem, com as laterais abertas para garantir a ventilação necessária para remover o vapor de água gerado pela compostagem e piso preferencialmente em concreto, algumas plataformas possuem piso em solo compactado, com drenagem para um depósito onde o chorume filtrado no leito de compostagem é coletado e recirculado na plataforma. A aspersão e recirculação do dejetos sobre o substrato são obtidas através de bombas e o

revolvimento é feito manualmente ou com o auxílio de trator equipado com enxada rotativa ou disco gradeador.



Figura 1 - Vista do sistema de tratamento dos dejetos de suínos em Plataforma de Compostagem, revolvimento com o uso de trator e revolvimento mecânico.

A Tabela 2 apresenta os custos comparativos na implantação de tratamento de dejetos em sistema convencional (separação de fase, compostagem e lagoas com e sem aeração) e em sistema de plataforma de compostagem (capacidade para tratar 3.000 m³ de dejetos por ano).

Tabela 2 - Custos comparativo entre o tratamento de dejetos em sistema convencional (separação de fase, compostagem e lagoas com e sem aeração) e em sistema de plataforma de compostagem (capacidade para tratar 3.000 m³ de dejetos por ano) .

Sistema de tratamento de dejetos	Custo de implantação
Sistema de lagoas com separação de fase*	93.000,00
Plataforma de compostagem (revolvimento manual)	36.500,00
Plataforma de compostagem (revolvimento mecânico)	56.500,00

* observação: o resíduo líquido tratado no sistema deve ser totalmente utilizado na propriedade, pois a redução da DBO e da DQO dificilmente atingirá os níveis exigidos pela legislação para o lançamento em rios de classe II e, mesmo que estes níveis sejam atendidos, deve ser feito um estudo para determinar se o rio tem capacidade para receber este resíduo final.

Na Tabela 2 podemos observar que os custos de implantação do sistema convencional de tratamento dos dejetos líquidos são mais elevados que o sistema de tratamento por compostagem em plataformas. Porém, devemos considerar que os dejetos tratados por compostagem geram um adubo de excelente qualidade sendo facilmente comercializado, enquanto que no tratamento convencional (sistemas de lagoas) é muito difícil reduzir a carga orgânica a níveis aceitáveis pela legislação para seu lançamento em cursos d'água e, além de não gerar receita para o produtor, exige despesas de operação, de manutenção do sistema e de transporte.

6.3.1. Uso em granjas produtoras de suínos

Em granjas produtoras de suínos, nos estados de SC, RS e MG, desenvolveu-se um sistema de compostagem dos dejetos líquidos com o objetivo de substituir os sistemas convencionais de armazenamento e tratamento, reduzindo-se os custos de implantação e de utilização do composto final como fertilizante orgânico. A seguir são apresentados estes sistemas de compostagem bem como a orientação para a construção e o manejo adequado.

6.3.2. Escolha do local da construção

Na definição do local de construção, obrigatoriamente, deve-se pensar em um local onde os dejetos sejam conduzidos por gravidade, portanto deve ser em um patamar mais baixo que a edificação usada na criação dos animais. Outro fator a ser levado em consideração é que o local deve ser bastante ensolarado, pois isso facilita a evaporação da

água, acelerando o processo, reduzindo o tamanho das construções e tornando-o mais eficiente.

6.4. Manejo dos dejetos no processo de compostagem

O método desenvolvido para a compostagem de dejetos líquidos de suínos se divide em duas fases:

Na Fase 1 ou de Absorção os dejetos líquidos são misturados a um substrato que pode ser serragem, maravalha ou palha, ou à mistura dos substratos, com no mínimo 0,50 m de espessura (no primeiro processo), onde ocorre em um primeiro momento a absorção de líquido pelo leito formado e posteriormente ocorre à evaporação do excedente.

Na fase 2 ou de Compostagem ocorre a compostagem dos dejetos, que permite a maturação do material e a eliminação dos microorganismos patogênicos e a concentração de nutrientes para o posterior uso como adubo orgânico.

O sistema consiste em duas fases e em ambas são necessários depósitos. Na fase 1 os depósitos são menores e devem prever sistemas de drenagem para a reutilização dos dejetos. O número de depósitos varia de acordo com o volume de dejetos produzidos pela granja, sendo que no mínimo são necessários dois depósitos. Na fase 2 os depósitos são maiores, necessitando-se, para cada dois depósitos da fase 1, um depósito na fase 2. Os depósitos não precisam ser impermeáveis, porém, a impermeabilização representa um fator de segurança ambiental, evitando-se qualquer risco de infiltração de resíduo líquido gerado no sistema.

Fase 1 – A fase consiste em uma seqüência de depósitos ou tanques dimensionados para receber dejetos líquidos até a saturação substrato. Os dejetos são conduzidos através de tubos de PVC (150 mm) do local de produção até os tanques onde são misturados, no leito de serragem ou maravalha. Um metro cúbico de leito (peso específico de maravalha aproximadamente de 250 kg/m³), formado com resíduo novo e seco, tem capacidade para absorver aproximadamente 800 litros de dejetos líquidos, na primeira incorporação de dejetos. Após a incorporação no primeiro tanque os dejetos devem ser conduzidos para o tanque subsequente e assim sucessivamente até o último tanque. Com a incorporação finalizada no último tanque o processo é reiniciado, sendo que cada tanque primário pode receber de 4 a 5 saturações de dejetos líquidos, sempre se levando em conta que após cada incorporação a capacidade de absorção do leito reduz em torno de 25 % (passando de 800 para 600 litros; de 600 para 400 litros e de 400 para 200 litros, completando assim 2.000 litros para cada m³ de substrato seco, ou seja, para o caso da maravalha uma relação de 1:8, 1 kg maravalha para 8 L de dejetos). O leito após cada incorporação de dejetos deve ficar em descanso por um período aproximado de 15 dias, tempo suficiente para que ocorra a elevação de temperatura e a evaporação parcial da água contida nos dejetos. Este processo reduz consideravelmente o teor de umidade do material. Após esse tempo o substrato (leito) está apto para receber novamente mais uma incorporação de dejetos líquidos.

Fase 2 – A fase consiste em uma seqüência de depósitos maiores do que os existentes na fase 1. Cada depósito da fase 2 deve comportar o recebimento do material de dois depósitos da fase 1. Estes depósitos recebem um composto não estabilizado que provém da fase 1. Neste local, ocorre a compostagem do material. O material deve permanecer em processo de compostagem por um período não inferior a 45 dias. Com isso, realiza-se a maturação dos dejetos para posterior uso como adubo orgânico

6.5. Dimensionamento de unidades de compostagem para o tratamento de dejetos líquidos de suínos

Como exemplo será usado uma granja que produz aproximadamente 2.000 litros de dejetos por dia. Como um metro cúbico de maravalha ou serragem seca tem capacidade para absorver aproximadamente 800 litros de dejetos líquidos, na primeira incorporação (relação kg substrato : litro dejetos; 1:3,2) dimensiona-se um depósito com as dimensões de

3,0 m x 3,0 m x 0,7 m de altura, totalizando um volume de 6,3 m³. A espessura do leito deve ser de no mínimo 0,50 m de altura, com isso teremos um volume mínimo do leito de 4,5 m³.

Obs: 800 litros x 4,5 m³ = 3.600 litros (relação máxima recomendada que deve ser mantida na primeira aplicação; 1:3,2, kg substrato : kg dejetos)

Um depósito com estas dimensões tem capacidade de absorver aproximadamente 3.600 litros de dejetos, ou seja, a produção de mais de dois dias da granja. Neste caso, podemos considerar que a cada dois dias teremos um depósito saturado. Para que o depósito permaneça 15 dias em descanso sem receber dejetos são necessários oito tanques primários (1 a 8) e quatro tanques secundários (11-14) (Figura 2).

Planta de Tratamento de Dejetos por Compostagem

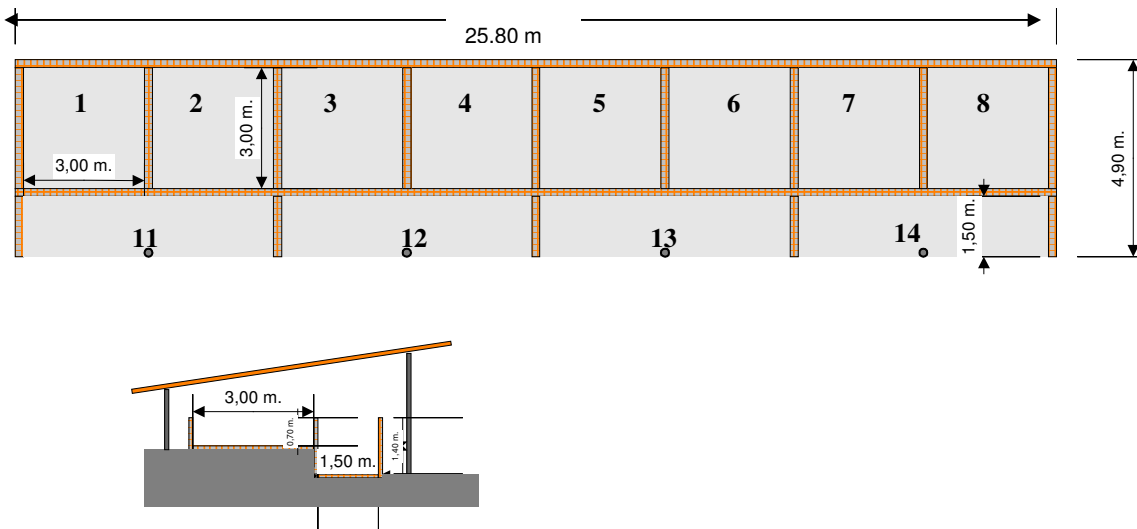


Figura 2 - Planta baixa e corte das construções das câmaras de incorporação e compostagem.

Os depósitos devem ser cobertos com material de PVC transparente, com objetivo de evitar a entrada da água da chuva e permitir a incidência solar sobre o leito. Como cobertura pode-se usar o mesmo plástico (ou telhas transparentes) usado em cobertura de estufas na produção de hortaliças (filme agrícola), que permite a passagem do sol, fator fundamental para o aquecimento do ar sobre os tanques, facilitando a evaporação da água e a secagem do material.

Outro fator importante a ser observado, quando se opta por esse sistema de tratamento de dejetos, consiste em evitar o desperdício de água nos bebedouros dos animais e nas tarefas de higiene e limpeza das construções, bem como evitar a incorporação das águas de chuva nos dejetos.

A passagem dos dejetos dos depósitos primários para os secundários é feita de forma manual e em função disso não se deve construir tanques com dimensões muito grandes para facilitar o trabalho de manejo do composto.

A seguir apresenta-se uma seqüência de fotos (Figuras 3 e 4) de um sistema de tratamento de dejetos de uma pequena granja produtora de suínos. Nas figuras observa-se o local de construção, os tanques de incorporação e compostagem (Figura 3, quatro tanques primários e dois secundários), o tipo de cobertura da instalação (Figura 3), a condução dos dejetos através de tubulações de PVC até os tanques e a passagem dos dejetos para os tanques secundários (Figuras 3 e 4).



Figura 3 - Localização das câmaras de incorporação e compostagem de dejetos.



Figura 4 - Tipo de cobertura das câmaras de incorporação e compostagem.

Outro exemplo, será usado uma granja de terminação de suínos, que produz aproximadamente 5.400 litros de dejetos por dia (1.200 animais em terminação).

O cálculo da capacidade de absorção de um metro cúbico de serragem ou maravalha seca (peso específico, aproximadamente, 250 kg/m^3) é o mesmo do que no exemplo anterior. O substrato seco tem capacidade para absorver aproximadamente 800 litros de dejetos líquidos na primeira incorporação; 600 litros na segunda incorporação; 400 litros na terceira incorporação e 200 litros na quarta incorporação. O tempo de espaçamento entre uma e outra incorporação é de aproximadamente 15 dias, dependendo da taxa de evaporação da umidade dos depósitos (água contida nos dejetos). Para um depósito com as dimensões de $5,0 \text{ m} \times 8,0 \text{ m} \times 0,85 \text{ m}$ de altura, totalizando 34 m^3 (Figuras 5 e 6) recomenda-se que a espessura da camada de substrato deve ter no mínimo $0,80 \text{ m}$ de altura. Cada câmara de 34 m^3 absorverá os dejetos de 5 dias (27 m^3). Com cinco câmaras consegue-se fechar o ciclo de 25 dias, o suficiente para a fase de incorporação.

O adequado funcionamento do sistema, além de um substrato de alta capacidade de absorção, depende igualmente de alguns fatores de manejo da água e dos dejetos dentro da granja de criação dos suínos. A utilização de bebedouros apropriados, o cuidado redobrado com os vazamentos e a proteção contra as chuvas das canaletas de coleta dos dejetos são fatores preponderantes para o bom funcionamento do sistema. O beiral do telhado das construções de criação devem ultrapassar as canaletas, propiciando o escoamento da água de chuva, sem incorporação no sistema de manejo e tratamento dos dejetos e recomenda-se sempre que possível cobrir as canaletas.

A operação de raspagem dos dejetos nas baias, ao invés da limpeza com água, contribui significativamente para reduzir o volume de dejetos produzido. Na Figura 6, pode-se observar o trabalho de manejo e revolvimento do substrato, com o uso de um trator agrícola composto.



Figura 5 - Câmaras de incorporação de dejetos em leito de maravalha.



Figura 6 - Manejo do composto com o uso de pá carregadeira acoplada ao trator.

6.6. Redução do impacto ambiental

Este sistema de compostagem atua diretamente no volume total dos dejetos produzidos na granja, reduzindo-os consideravelmente, agindo também na maturação dos mesmos, tornando-os menos agressivos em termos de contaminação microbiana. Na fase 1, ocorre a absorção dos dejetos líquidos no leito do substrato e a posterior evaporação da água contida nos mesmos. Há, por conseguinte, uma redução no volume de dejetos na ordem de 50 a 70 %. Na fase 2, ocorre a maturação onde o potencial poluente é reduzido pela compostagem aeróbia do material, eliminando grande parte dos microorganismos e estabilizando a matéria orgânica. Além disso, o nitrogênio é fixado no composto não sofrendo os efeitos da lixiviação, quando utilizado em adubação de culturas, reduzindo os riscos de percolação do nitrogênio quando comparado aos dejetos líquidos, que são os grandes causadores de poluição do lençol freático.

Como no sistema de produção de suínos em cama sobreposta, as bactérias presentes nos dejetos degradam a matéria orgânica através de reações aeróbias acompanhadas da produção de calor. Estudo desenvolvido por Lau (1992) e Mazé et al. (1999) demonstraram que no processo de compostagem desenvolvido, em plataformas de compostagem, a água contida nos dejetos é praticamente toda eliminada na forma de vapor.

Resultado obtido em sistema de compostagem com ar forçado, em plataformas mecanizadas ou não para o tratamento dos dejetos de suínos, concluiu que é possível atingir absorção entre 8 à 12 toneladas de dejetos líquido para cada tonelada da mistura de maravalha e palha, reduzindo significativamente os riscos ambientais.

O destino final dos dejetos de suínos é seu aproveitamento como adubo orgânico em lavoura, pastagens, pomares e reflorestamentos. Porém, sua viabilidade econômica é dependente da concentração de nutrientes existentes.

A redução de odores e a redução da emissão dos gases de efeito estufa (CH_4 , N_2O) é significativa no processo de compostagem, quando comparado ao sistema convencional de tratamento líquido.

O tratamento dos dejetos por compostagem reduz significativamente o impacto ambiental causado pela produção de suínos, reduzindo o odor e o potencial de risco de poluição, característico dos dejetos líquidos.

O produtor pode estocar o composto para ser utilizado no momento mais oportuno, conforme a sua necessidade, fato que não ocorre no sistema de tratamento na forma líquida convencional, onde o produtor necessariamente tem que distribuir os dejetos na lavoura, mesmo que o momento não seja o mais adequado. Além disso, permite que o produtor aumente o número de animais em sua granja pela redução no volume de dejetos e melhor maturação e aproveitamento.

6.7. Redução no custo para a implantação do tratamento de dejetos

Ocorre uma redução na ordem de 35% no custo de implantação do sistema de tratamento na forma de compostagem em relação ao tratamento na forma líquida. Além da redução do custo de implantação do sistema, ocorre uma racionalização e maximização da mão-de-obra envolvida no processo de manejo dos dejetos líquidos de suínos.

6.8. Melhoria qualidade agrônômica dos dejetos

O nitrogênio presente nos dejetos líquidos de suínos está na forma mineralizada, isto é prontamente disponível para ser utilizado pelas plantas. Quando não ocorra a absorção pelas plantas, a tendência é que ocorra a lixiviação deste nutriente para as camadas mais profundas do solo podendo atingir eventualmente o lençol freático, provocando sérios problemas de contaminação.

No sistema de compostagem de dejetos, o nitrogênio em boa parte na forma orgânica precisa passar pelo processo de mineralização para ser utilizado pelas plantas. A passagem do nitrogênio da forma orgânica para a forma mineral é lenta, sendo isso bastante benéfico para as plantas, pois receberão o nitrogênio, gradativamente, conforme as necessidades. A oportunidade de extração deste nitrogênio na forma orgânica é bem maior

do que quando na forma mineral, minimizando desta forma a possibilidade de lixiviação para as águas subterrâneas.

A quantidade dos três elementos principais, o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K), presente nos dejetos constitui fator determinantes para uma boa adubação. Na Tabela 3, pode-se observar a concentração de nutrientes nos resíduos final de dois sistemas de manejo dos dejetos de suínos.

Tabela 3 - Concentração de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em kg/m³ dos dejetos líquidos e do composto de dejetos de suínos.

Componentes	Dejetos Líquidos ¹	Composto de Dejetos ²
Nitrogênio	3,18 kg/m ³	11,60 Kg/m ³
Fósforo	5,40 kg/m ³	9,30 Kg/m ³
Potássio	1,38 kg/m ³	7,80 Kg/m ³

1 – Análises realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da EMBRAPA-CNPMS, localizada em Sete Lagoas – MG.

2 – Análises realizadas pelo Laboratório de Solos da Faculdade de Agronomia e Veterinária da Universidade de Passo Fundo, RS.

A instalação de um sistema de manejo e tratamento de dejetos líquidos na forma de compostagem, em uma granja de produção de suínos, beneficia o produtor com a redução no custo de implantação e na melhor qualidade agrônômica dos dejetos para uso como adubação orgânica e menor custo de transporte e distribuição como fertilizante orgânico. Entretanto, o grande benefício é para o meio ambiente, onde há uma redução significativa no impacto ambiental causado por essa importante atividade agropecuária, sob o ponto de vista econômico e social, e que possui um potencial poluente muito elevado.

A alternativa de manejo e tratamento de dejetos líquidos de suínos pelo processo de compostagem é extremamente importante e absolutamente segura para as regiões de pequenas propriedades com alta concentração populacional de suínos e pouca área agrícola disponível.

O manejo e tratamento dos dejetos de suínos em sistema de compostagem é viável para a maioria dos produtores de suínos, desde que adequados os dimensionamentos para cada volume de dejetos gerados pela produção.

6.9. Vantagens e desvantagens de unidades de compostagem frente às outras alternativas de manejo/tratamento

Vantagens: Viabilização de granjas produtoras de suínos que não possuem área de lavoura para o uso dos dejetos como fertilizante orgânico. Geração de adubo orgânico de melhor qualidade. Possibilidade de exportar o composto para maiores distâncias que o líquido. Redução no nível de odor gerado na propriedade e redução da emissão dos gases nocivos e de efeito estufa. Redução significativa dos riscos ambientais. Menor custo de tratamento quando comparado com os sistemas de tratamento de dejetos líquidos convencionais. Agregação de valor aos dejetos, pois a venda de adubo orgânico pode gerar uma receita extra ao produtor. A compostagem tem sido considerada como uma tecnologia alternativa para destinação segura e agregação de valor a diversos resíduos altamente impactantes que se acumulam em regiões específicas, tais como: bagaço de cana em usinas de álcool, lixo doméstico orgânico, lodo de estações de tratamento de esgoto, resíduos de laranja em indústrias de suco, entre outros. A produção de composto em pequena escala já é bastante difundida em áreas rurais, entretanto a otimização do processo em maior escala poderia possibilitar a abertura de mercados de produção orgânica e novas alternativas de renda para regiões de alta concentração suinícola, além de reduzir os problemas ambientais decorrentes do manejo do dejetos líquido.

Desvantagens: requer monitoramento do processo para se obter um bom composto orgânico. Disponibilidade de resíduo (maravalha, palha, serragem) para o uso na compostagem na plataforma. Mão-de-obra empregada no manejo dos dejetos e no processo de compostagem na plataforma.

6.10. Referências bibliográficas

ANUALPEC 2003. São Paulo: FNP – Consultoria e Comércio, 2002. 400p.

CHIUCHETTA, O.; OLIVEIRA, P. A. V. Variação cambial e sua influência na utilização agronômica dos dejetos suínos sólidos como fertilizante. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 1., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. p.293-294.

DAÍ PRÁ, M. A. Utilização de compostagem para o tratamento dos dejetos de suínos. Perdigão S. A. Serafina Correia, RS, 2004. (Comunicação Pessoal).

DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L. **Manejo de dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPASA; Porto Alegre: EMATER- RS, 1998. (Boletim Informativo de Pesquisa)

DORFFER, M. Le compostagem accessible aux gros excédents. **Porc Magazine**, n.314, p.129-130, 1998.

EPA. **Composting municipal wastewater sludges**. [S.l.]: 1985. 66p. (EPA/ 625/4-85/014).

FERNANDES, L.; ZHAN, W.; PATNI, N.K.; JUI, P.Y. Temperature distribution and variation in passively aerated static compost piles. **Bioresource Technology**, v. 48, p.257-263, 1994.

KERMARREC, C. **Bilan et transformations de l'azote en élevage intensif de porcs sur litière**. 1999. 272p. Thèse (Docteur) - Rennes, France. (L'ENSA n.99-24, D-32)

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, Ed. Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: [s.n.], 1998. 171p.

KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; BAHIA FILHO, A. .F. C.; PEREIRA, F. A. **Manejo do esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho**. 2.ed. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1998. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 25).

KONZEN, E. A. Manejo e utilização dos dejetos de suínos. **Pork World**, v.1, n.5, p.52-57, 2002.

KONZEN, E. A. **Alternativas de manejo, tratamento e utilização de dejetos animais em sistemas integrados de produção**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 32p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 5).

KONZEN, E. A. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. Disponível em:< <http://www.cnpms.embrapa.br>>. Acesso em 01 out 2004.

LAU, A. K.; LO, K. V.; LIAU, P. H.; YU, J. C. Aeration experiments for swine waste composting. **Bioresource Technology**, v. 41, p.145-152, 1992.

MAZÉ, J.; THÉOBALD, O.; POTOCKY, P. Optimisation du compostage du lisier de porc avec des résidus ligno-cellulosiques: incidence du recyclage de la matière carbonée en tête de procédé et premiers essais agronomiques des produits. **Journées de la Recherche Porcine en France**, v. 31, p.91-98, 1999.

MAZÉ, J.; MELEC, D.; THÉOBALD, O. Le compostage du lisier de porc sur différents supports carbonés e selon deux modes d'aération. **Journées da la Recherche Porcine en France**, v. 28, p.231-240, 1996.

MAZÉ, J. Quatre Vaulx-Jardin: le compostage en quatre mois. **Porc Magazine**, n.311, p. 62-65. 1998.

MERKEL, J. A. Composting. In: **Managing livestock wastes**. [S.l.]: Avi Publishing Company, 1981. p.306-343.

NUNES, M. L. A. **Avaliação de procedimentos operacionais na compostagem de dejetos de suínos.** 2003. 110f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Florianópolis.

PATNI, N.K.; KINSMAN, R.G. **Composting of swine manure slurry to control odour, remove water, and reduce pollution potential.** Ottawa: Centre for Food and Animal Research, Agricultural and Agri-Food Canada, Central Experimental Farm, 1997.

VAULX. **Compostage du lisier sur paille.** Corseul: 4 VAULX- Station Pilot Multi-Déchets Organiques, 1999. Folder.

OLIVEIRA, P. A. V. de. (Coord.) **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia: CNPSA-EMBRAPA, 1993. 188p. (EMBRAPA-CNPSA.. Documentos, 27).

OLIVEIRA, P. A. V. Programas eficientes de controle de dejetos na suinocultura. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 1., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. p.143-158.

OLIVEIRA, P. A. V.; 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. **Anais.** Campinas: CBNA, 2001. p.391-406

OLIVEIRA, P. A. V. **Comparison des systèmes d'élevage des porcs sur litière de sciure ou caillebotis intégral.** 1999. 272p. Thèse (Docteur) – Rennes, France. (L'ÉNSA, N.99-24, d-32).

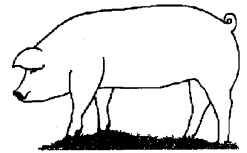
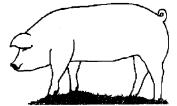
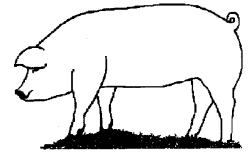
OLIVEIRA, P.A.V.; ROBIN, P.; KERMARREC, C.; SOULOUMIAC, D.; DOURMAD, J.Y. Comparaison de l'évaporation d'eau en élevage de porcs sur litière de sciure ou caillebotis intégral, **Journées de la Recherche Porcine en France**, v.30, p.355-361, 1998.

OLIVEIRA, P.A.V.; KERMARREC, C.; ROBIN, P. Balanço de nitrogênio e fósforo em sistema de produção de suínos sobre cama de maravalha. In: CONGRESSO MERCOSUR DE PRODUCCIÓN PORCINA, 2000, Buenos Aires. **Memoria.** Buenos Aires: [s.n.], 2000. p.SP7.

OLIVEIRA, P.A.V. de, NUNES, M.L.A., KUNZ, A., HIGARASHI, M.M., SCHIERHOLT NETO, G.F., Utilização de compostagem para o tratamento dos dejetos de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINARIOS ESPECIALISTAS EM SUINOS, 11., 2003, Goiânia, GO. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. p.433-434.

OLIVEIRA, P.A.V. de, CASTILHO JUNIOR, A.B., NUNES, M.L.A., HIGARASHI, M.M. Compostagem usada para o tratamento dos dejetos de suínos. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2.; CONGRESSO DE SUINOCULTURA DO MERCOSUL, 4., 2004, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Campinas: Editora Animal/Wolrd, 2004. p.522-523.

***O USO RACIONAL DOS
DEJETOS COMO ADUBO
ORGÂNICO***



7

7.0 O uso racional dos dejetos como adubo orgânico

*Adilson Zamparetti – Ciram/Epagri
João Paulo Gaya – Eng^o Agrônomo*

7.1. Introdução

A utilização de dejetos de suínos como fertilizante do solo tem sido difundida com base em aspectos econômicos, uma vez que representa um recurso interno das propriedades rurais, contendo nutrientes e matéria orgânica com potencial de aumentar a produtividade de grãos e a fertilidade do solo. Assim, esta prática tem sido considerada como um importante fator agregador de valor aos resíduos da atividade suinícola. Segundo as pesquisas conduzidas pela Embrapa Milho e Sorgo, os resultados agrônômicos e econômicos da produção de grãos (milho e soja) com adubação de dejetos de suínos, mostram altas produtividades (6.000 a 7.800 kg/ha) e uma melhor relação custo/benefício da ordem de 38 a 63% (Konzen, et al. 1998, 2000, 2001, 2003). A adubação orgânica, com dejetos de suínos é um recurso disponível nas propriedades rurais, trazendo como consequência a redução dos custos de produção e uma maior margem de lucro para os produtores, fundamentais para a sustentabilidade econômica da suinocultura. Porém, o que tem sido observado nas regiões produtoras é o uso de dejetos sem critério algum, extrapolando muitas vezes a capacidade do solo em receber esses dejetos, causando poluição do ar, das águas superficiais e subterrâneas, do próprio solo, e também toxidez para as plantas, uma vez que as mesmas não conseguem absorver a grande quantidade de nutrientes aplicada. Para uma utilização adequada dos dejetos como fertilizante, com o mínimo risco de poluição, não basta apenas levar em conta a sua composição. Faz-se também necessário um estudo adequado do solo envolvendo análises físico químicas, para ver a sua composição, a determinação de sua classe de uso e aptidão e a necessidade nutricional da cultura que será implantada.

Na maioria das regiões produtoras, no Brasil, os dejetos são manejados na forma líquida, o que pode agravar o risco de poluição. Esses dejetos podem apresentar grandes variações na sua composição, dependendo do sistema de criação, do manejo adotado e, principalmente, da quantidade de água utilizada na higienização das instalações ou desperdiçada nos bebedouros. Um dos fatores responsáveis pela baixa concentração de nutrientes é, sem dúvidas, a sua grande diluição em água. O excesso de água, além de reduzir o potencial fertilizante do esterco, faz com que aumentem significativamente os custos com armazenamento, transporte e distribuição por unidade de nutriente aplicada na lavoura. Cada litro de água desperdiçado representa uma perda significativa para o produtor, pela redução da qualidade fertilizante do esterco e pelo aumento dos custos de transporte e distribuição.

7.2. Análise do solo

O levantamento do solo é o primeiro passo a ser realizado para orientar o uso dos dejetos como adubo. Para tanto, são levados em conta o seu uso atual, a declividade da gleba, a pedregosidade, a profundidade e a drenagem. Em solos muito rasos, declivosos e pedregozos a aplicação dos dejetos deve ser criteriosa para que os mesmos possam infiltrar no solo, evitando assim sua chegada nos corpos d'água. Um correto manejo do solo também é fundamental para evitar a erosão e as perdas de nutrientes. Sempre que possível, deve-se evitar as operações de revolvimento do solo, para não provocar a oxidação da matéria orgânica, que é de fundamental importância para a sustentabilidade da atividade agrícola. Várias técnicas podem ser adotadas para evitar os problemas supracitados, dentre elas destacam-se o sistema de plantio direto (SPD) e o cultivo mínimo. Nesses sistemas o revolvimento do solo não é realizado e os restos culturais permanecem em cobertura, evitando o impacto direto das chuvas e a erosão. A adoção desses sistemas, aliados a um correto manejo dos dejetos, pode aumentar os teores de matéria orgânica no solo, tendo por

conseqüência o aumento do seu nível de fertilidade e proporcionando maior produtividade das culturas.

Após o levantamento da classe de uso e aptidão do solo, deve-se coletar e enviar amostras para análise em laboratório. As amostras devem ser representativas da área a ser analisada. Isso significa que em uma gleba de terra podem existir várias áreas com características específicas que devem ser analisadas individualmente. Alguns cuidados devem ser tomados no momento da coleta: o local onde será feita a coleta deve ser limpo com uma enxada, retirando-se a cobertura vegetal do solo. Com o uso de uma pá de corte, ou uma enxada, deve-se fazer uma cova de 20 x 20 x 20 cm. Cada amostra simples consistirá na terra retirada como uma fatia de uma das paredes da cova. As amostras de solo também podem ser feitas com um trado. Neste caso a amostra consistirá do volume de solo retido dentro do trado. As amostras simples de uma área específica devem ser colocadas em um balde plástico, onde o solo deve ser misturado para a retirada de uma amostra composta com aproximadamente 500 g. Essa amostra deve ser armazenada em um saco plástico, identificada e enviada a um laboratório cadastrado. A Figura 1 mostra passo a passo o procedimento de amostragem de solo.

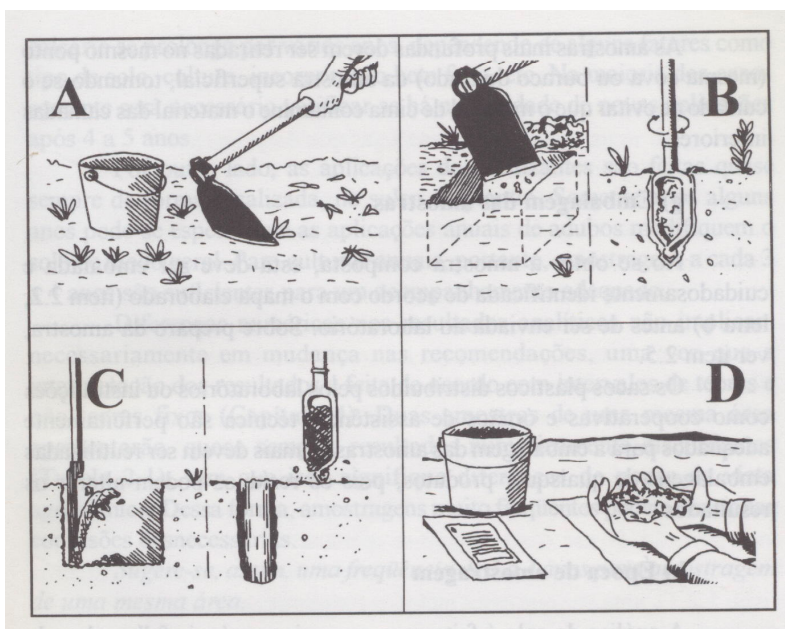


Figura 1 - Procedimento para coleta de amostras de solo.

A análise do solo é de fundamental importância para se saber como está a acidez, bem como a composição dos nutrientes que são fundamentais para o desenvolvimento das culturas agrícolas. A partir do laudo da análise de solo é feita a recomendação de calagem, a classificação de acordo com os teores de fósforo e potássio, e por fim, a recomendação de adubação para uma determinada cultura. É recomendado fazer análises de solo periodicamente (de dois em dois anos), para garantir recomendações equilibradas de adubação. Com isso evitam-se aplicações excessivas ou deficitárias de fertilizante, a poluição dos recursos naturais e a toxidez para as culturas, proporcionando boa produtividade.

7.3. Balanço de nutrientes

O balanço de nutrientes é outro procedimento importante a ser observado. Quando se faz aplicação de esterco, seja ele na forma líquida ou sólida, para uma determinada cultura, pode-se usar como critério a sua necessidade de nitrogênio (N). Porém, outros nutrientes, tais como o fósforo (P) e o potássio (K) podem estar sendo fornecidos em quantidades insuficientes e a cultura pode não corresponder à produtividade esperada. Nesses casos, deve-se fazer uma complementação da adubação, fornecendo os nutrientes de forma equilibrada. As fontes de nutrientes podem ser orgânicas ou de síntese química e

a escolha das mesmas varia em função de fatores como a disponibilidade, o preço e a disposição no solo.

A importância de se levar em consideração o N como critério para a aplicação de esterco no solo reside no fato dos adubos nitrogenados serem os mais caros e poluentes. Esses adubos podem ser facilmente lixiviados, devido a grande mobilidade do nitrato no perfil do solo, ou emitidos para a atmosfera na forma de óxido nitroso (N_2O) ou na forma de amônia (NH_3), bem como inibirem a **Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)** (Baldani & Dobereimer, 1999). Segundo Resende et al. (1999), o aumento da concentração de compostos nitrogenados nas águas superficiais e subterrâneas traz sérios riscos para a saúde do homem. Os outros nutrientes, como o P e o K, quando aplicados em excesso no solo podem chegar aos corpos d'água por erosão e causar poluição se práticas conservacionistas não forem adotadas. O fósforo, por exemplo, uma vez liberado em altas quantidades nas águas superficiais desencadeia muito rapidamente o crescimento de algas, causando a eutrofização, baixa concentração de oxigênio com a conseqüente mortalidade de peixes e a proliferação de insetos (Perdomo, 2001; Belli Filho et al., 2001; Ludke & Ludke, 2003; Oliveira et al., 2003).

O grande problema do excesso de K no solo se deve ao fato do mesmo poder deslocar cátions, como o cálcio (Ca^{2+}), o magnésio (Mg^{2+}) e até o alumínio (Al^{3+}), para a solução do solo (Meurer et al., 2004), podendo agravar a deficiência de Mg^{2+} no solo (Raij, 1981; Tomé Jr., 1997). Toda essa preocupação com o Mg^{2+} se dá pela sua importância na fisiologia vegetal, como componente da molécula de clorofila (Marschner 1995). Tomé Jr. (1997) indica que a calagem deve ser o primeiro passo para uma recomendação equilibrada e que os teores adequados de Mg^{2+} no solo devem ser maiores que $0,8 \text{ cmol/dm}^3$. Raij (1981) alerta que não se deve deixar o teor de K ultrapassar o de Mg no solo, ambos avaliados em cmol/dm^3 . Se esses cuidados forem tomados altos teores de P e K no solo podem ser considerados apenas como acúmulo de nutrientes.

Os dejetos de suínos podem ser usados na fertilização das lavouras como adubo orgânico, trazendo ganhos econômicos ao produtor rural, sem comprometer a qualidade do solo e do meio ambiente, desde que adotados critérios de balanço de nutrientes considerando os dejetos, o solo e as plantas. Um plano técnico de manejo e adubação deve, levar em consideração a composição química dos dejetos, a área a ser utilizada, a fertilidade e tipo de solo e as exigências da cultura a ser implantada.

No campo é possível, através de método expedito, determinar a densidade dos dejetos, utilizando-se um densímetro. A densidade assim obtida, permite estimar o nível de nutrientes dos dejetos e calcular a dose adequada a ser aplicada para uma determinada cultura.

7.4. Dejetos na forma líquida

Primeiramente, os dejetos devem ser homogenizados agitando-os por alguns minutos. Em seguida, com um recipiente adequado (jarra), retira-se uma amostra para a determinação da densidade. Para realizar a leitura mergulha-se o densímetro no recipiente e registra-se o valor obtido. Os densímetros recomendados devem ter escala de 1.000 à 1.060 kg/m^3 .

Com o valor da densidade, obtêm-se uma estimativa das características químicas dos dejetos analisados por meio de uma Tabela de Conversão (Tabela 1). Por exemplo, se a leitura registrada no densímetro apresentou um valor de 1.014, consultando-se a tabela observa-se os seguintes valores: 2,54% de matéria seca (MS); 2,52 kg/m^3 de nitrogênio (N); 2,06 kg/m^3 de fósforo (P_2O_5) e 1,38 kg/m^3 de potássio (K_2O). Quanto mais alto for o teor de matéria seca, menor será a quantidade de água presente nos dejetos e melhor será a qualidade fertilizante dos mesmos.

A quantidade de dejetos a ser aplicada depende do valor fertilizante, do resultado da análise do solo e das exigências da cultura a ser implantada. Tendo por base o teor de nitrogênio, a tabela de conversão determina as quantidades de dejetos para fertilização da cultura de milho para duas faixas de produtividade: de 50 até 100 sacos e mais de 100 sacos por hectare, e para dois teores de matéria orgânica do solo: de 2,6 a 3,5 e de 3,6 a 4,5 % .

Utilizando-se o valor da densidade do exemplo anterior (1.014), e considerando-se que o produtor pretenda adubar uma lavoura de milho, com potencial de produtividade de até 100 sacos por hectare, e que a análise de solo apresente um teor de matéria orgânica de 3,0%, verifica-se que a quantidade de esterco a ser aplicada é de 44 metros cúbicos por hectare.

Tabela 1 – Tabela de conversão da medida de densidade dos dejetos (kg/m³), para estimativa de concentração de nutrientes e dosagem de dejetos (m³/ha) a ser aplicada em lavouras de milho.

Densidade (kg/m ³)	MS (%)	N (kg/m ³)	P2O5 (kg/m ³)	K2O (kg/m ³)	Dejetos a aplicar, lavoura de milho (m ³ /ha)			
					De 50 a 100 sc/ha		Mais de 100 sacos/ha	
					M.O. (%) 2,6 a 3,5	M.O. (%) 3,6 a 4,5	M.O. (%) 2,6 a 3,5	M.O. (%) 3,6 a 4,5
1002	-	0,68	0,22	0,63	162	132	206	176
1004	0,27	0,98	0,52	0,75	112	92	143	122
1006	0,72	1,29	0,83	0,88	85	70	109	93
1008	1,17	1,60	1,14	1,00	69	56	88	75
1010	1,63	1,91	1,45	1,13	58	47	73	63
1012	2,09	2,12	1,75	1,25	52	42	66	57
1014	2,54	2,52	2,06	1,38	44	36	56	48
1016	3,00	2,83	2,37	1,50	39	32	49	42
1018	3,46	3,13	2,68	1,63	35	29	45	38
1020	3,91	3,44	2,99	1,75	32	26	41	35
1022	4,37	3,75	3,29	1,88	29	24	37	32
1024	4,82	4,06	3,60	2,00	27	22	34	30
1026	5,28	4,36	3,91	2,13	25	21	32	28
1028	5,74	4,67	4,22	2,25	24	19	30	26
1030	6,19	4,98	4,53	2,38	22	18	28	24
1032	6,65	5,28	4,84	2,50	21	17	27	23
1034	7,10	5,59	5,14	2,63	20	16	25	21
1036	7,56	5,90	5,45	2,75	19	15	24	20
1038	8,02	6,21	5,76	2,88	18	14	23	19

Fonte: Adaptado, COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC (1995).

Para a aplicação dos dejetos, deve-se utilizar equipamentos que permitam a distribuição da quantidade recomendada. Os sistemas mais usados são: a) Conjunto trator e tanque distribuidor; b) conjunto de aspersão com canhão.

Quando se utiliza o trator e tanque distribuidor é necessário fazer a calibração do conjunto, através do seguinte procedimento:

- 1) Carrega-se o distribuidor com um volume determinado de dejetos, por exemplo 1.000 L;
- 2) Regula-se o leque de distribuição dos dejetos;
- 3) Percorre-se uma determinada distância com velocidade de marcha normal para esse tipo de operação (4–7 km/h) até completo esvaziamento do tanque;
- 4) Determina-se a área onde os dejetos foram aplicados (largura da faixa de aplicação X distância percorrida) e calcula-se a taxa de aplicação por hectare.

Exemplificando: Aplicando-se o total dos dejetos (1.000 litros) numa área de 400 m² (faixa de aplicação 8 metros e distância percorrida de 50 metros) obtêm-se a taxa de aplicação por hectare por meio da seguinte regra de três:

$$\begin{array}{l}
 1000 \text{ L} \dots\dots 400 \text{ m}^2 \\
 X \dots\dots 10.000 \text{ m}^2 (1 \text{ h})
 \end{array}
 \quad
 X = \frac{10.000 \times 1000}{400}
 \quad
 X = 25.000 \text{ litros de dejetos / ha}$$

Considerando-se a recomendação do exemplo anterior para a cultura do milho a taxa de aplicação obtida de 25 m³ /há foi inferior à recomendada de 44 m³/ha, tornando-se então necessária uma nova regulagem no conjunto trator-distribuidor. Para ajustar a taxa de aplicação, deve-se diminuir a largura da faixa (ajuste do leque distribuidor) e reduzir a velocidade do trator. Outra alternativa seria fazer duas aplicações na mesma área, tomando cuidado de não ultrapassar o volume de aplicação recomendado.

Para evitar perdas de nutrientes dos dejetos após a aplicação, por escoamento da água da chuva ou por volatilização, a distribuição deve ser feita nos horários de menor insolação, com imediata incorporação no solo e, de preferência, o mais próximo possível do plantio da cultura.

7.5. Dejetos na forma de composto orgânico

Os dejetos de suínos na forma sólida, ou oriundos de cama sobreposta constituem-se num fertilizante de boa qualidade. Quando manejados de forma adequada e criteriosa podem contribuir para os aumentos dos teores de matéria orgânica do solo, para a melhoria dos seus atributos químicos e microbiológicos, e para o aumento de produtividade das culturas (Gaya, 2004). É de fundamental importância fazer análise química da cama toda vez que a mesma for usada como adubo orgânico. Diferentemente dos dejetos líquidos, não são consideradas, no caso da cama, as perdas de 20% do nitrogênio, pelo fato do mesmo encontrar-se na forma orgânica. Tendo como exemplo, uma cama com a seguinte composição: 59,94 % de matéria seca (MS), 3,6 % de N, 0,78% de P e 2,01% de K, para a adubação da cultura do milho e considerando-se a necessidade de 140 Kg de N/ha (desconsiderando as perdas de 20% pelo fato do N se encontrar na forma orgânica), desenvolve-se o seguinte cálculo para obter a quantidade de cama a ser aplicada por hectare de lavoura:

$$X = A \times B/100 \times C/100 \times 0,5$$

Onde:

- X – necessidade de N (Kg/ha) da cultura do milho;
- A – quantidade do fertilizante a ser utilizado (Kg/ha);
- B – teor de matéria seca da cama em porcentagem;
- C – teor de N da cama em porcentagem;
- 0,5 – taxa de liberação do nutriente (50%) para o primeiro cultivo.

Utilizando-se a fórmula acima, com os valores enunciados, a quantidade de cama a ser aplicada por ha seria a seguinte:

$$140 = A \times (59,94/100) \times (3,6/100) \times 0,5$$

$$140 = A \times 0,0107892.$$

$$A = 140/0,0107892$$

$$A = 12.976 \text{ kg/ha}$$

A aplicação de cama seria, portanto, de aproximadamente 13 toneladas por hectare. Essa cama ainda apresenta taxa de liberação de 20% para o segundo cultivo, ou seja, estaria liberando ainda 56 Kg de N/ha, o que é suficiente para a adubação da cultura da aveia, por exemplo. Essa é uma das vantagens da utilização da cama sobreposta é reduzindo os custos de aplicação. Dependendo das culturas, pode ser feita uma única aplicação por ano. Além disso, reduz as perdas por lixiviação e volatilização, não sendo necessários investimentos para armazenagem dos dejetos.

7.6. Referências bibliográficas

BALDANI, V. L. D.; DOBEREIMER, J. Alternativas para uma agricultura mais ecológica. In: SIQUEIRA, J. O. **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa: SBCS; Lavras: UFLA/DCS, 1999. p.171-174.

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

GAYA, J. P. **Indicadores biológicos do solo como uma alternativa para o uso racional de dejetos de suínos como fertilizante orgânico**. 2004, 144f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis.

KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; BAHIA FILHO, A. .F. C.; PEREIRA, F. A. **Manejo do esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho**. 2.ed. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1998. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 25).

KONZEN, E. A. Manejo e utilização dos dejetos de suínos. **Pork World**, v.1, n.5, p.52-57, 2002..

KONZEN, E. A. **Alternativas de manejo, tratamento e utilização de dejetos animais em sistemas integrados de produção**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 32p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 5).

KONZEN, E. A. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. Disponível em:< <http://www.cnpms.embrapa.br>>. Acesso em 01 out 2004.

LUDKE, J. V.; LUDKE, M. C. M. M. Produção de suínos com ênfase na preservação do ambiente. **Suinocultura Industrial**, v. 25, n. 168, p. 10-12, 2003.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MEURER, E. J.; RHENHEIMER, D.; BISSANI, C. A. Fenômenos de absorção em solos. In: MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. 2. ed. Porto Alegre: Gênese, 2004. p. 131-179.

OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M.; NUNES, M. L. A. Efeito estufa. **Suinocultura Industrial**, v.25, n.172, p. 16-20, 2003.

PERDOMO, C. C. Alternativas para o manejo e tratamento de dejetos suínos. **Suinocultura Industrial**, v. 23, n. 152, p. 16-26, 2001.

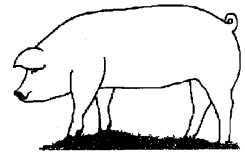
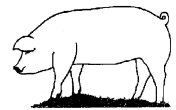
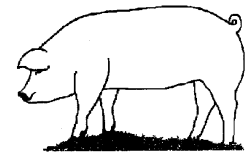
RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.

RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. Poluição ambiental. In: **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 3. ed. Viçosa: NEPUT, 1999. 338 p.

TOMÉ JUNIOR, J. B. **Manual de interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo: SBCS – Núcleo Regional Sul/EMBRAPA CNPT, 1995. 223p.

***MANUTENÇÃO E
RECUPERAÇÃO DE FAIXAS
CILIARES DE CURSOS
D'ÁGUA E NASCENTES***



8

8.0 Manutenção e recuperação de faixas ciliares de cursos d'água e nascentes

Doralice Pedroso de Paiva – Embrapa Suínos e Aves

8.1. Introdução

Matas ciliares são todos os tipos de vegetação arbórea (Abib´Saber, 2000), e as demais formas de vegetação natural (Brasil, 2004), estabelecidos nas beiras de rios e no entorno de nascentes, neste trabalho, por vezes, denominadas de faixas ciliares. Também podem ser chamadas de *zonas ripárias* e estão intimamente ligadas aos cursos d'água, mas seus limites não são demarcados facilmente, levando em consideração a extrema mobilidade dos cursos d'água, o que molda as margens continuamente, sob a influência das enchurradas. Teoricamente, os limites laterais das matas ciliares se estendem até o alcance da planície de inundação.

A vegetação que ocorre na área ciliar pode apresentar alta variação de estrutura, composição e distribuição espacial. A variação pode ocorrer tanto ao longo do curso d'água, quanto à medida que se distancia do canal (Lima & Zakia, 2000).

8.2. A importância da cessação de distúrbios

As boas práticas na manutenção das matas ciliares iniciam na estruturação da propriedade rural, quando deverá ser atendida a legislação vigente. Desta forma, na construção das casas e das instalações para animais e das destinadas à contenção dos dejetos e de outras benfeitorias (estradas internas, lavouras, pastagens, açudes, etc.) deverão ser mantidas as distâncias mínimas exigidas pela legislação (Item 6).

Para manter a mata ciliar é necessário manter o ambiente natural e, desta forma, **não são permitidos distúrbios** como:

- a agricultura dentro da faixa ciliar;
- pastejo de gado dentro da mata ciliar, pois o pisoteio excessivo do gado destrói plantas jovens e causa erosão;
- a aplicação de dejetos (de suínos e de qualquer outro animal) na faixa ciliar (e, muito menos, seu despejo no rio);
- a caça;
- extrativismo vegetal (mesmo de árvores mortas ou troncos caídos);
- trânsito de pessoas, e
- uso da área ciliar como local de descarte de materiais indesejáveis, como resíduos da criação de animais e resíduos domésticos.

No manejo da propriedade como um todo, as boas práticas de proteção da faixa ciliar devem levar em consideração os distúrbios originados fora das áreas ciliares e que interferem nelas. Por isso, deve-se atender às seguintes recomendações:

- não adubar a pastagem anexa à mata ciliar em dose superior à capacidade de infiltração;
- adequar o pastoreio na área contígua, procurando evitar demasiada compactação e formação de sulcos de erosão, que impactam a faixa ciliar com enxurrada, sedimentos e dejetos dos animais em pastejo. Pastos mal manejados ocasionam erosão na zona ciliar contígua;
- adequar estradas internas da propriedade de forma a reduzir a possibilidade de carreamento de sedimentos para a área ciliar;
- adotar técnicas de plantio que evitem o arraste de solos de zona agrícola lindeira à faixa ciliar;
- proteger com a colocação de cercas (de arame liso, farpado ou cerca elétrica), quando houver pastos junto da faixa ciliar e, se necessário, construir corredores para o gado ter acesso à água. Os corredores para o gado são permitidos legalmente, mas devem ser bem acompanhados, devido ao risco de originar erosão.

A cessação dos distúrbios na faixa ciliar, portanto, pode requerer mudanças no resto da propriedade.



Figura 1 – Distúrbios causados pelo uso da faixa ciliar como área de pastagem de bovinos.

8.3. Principais sistemas e práticas da recuperação florestal

A recuperação das áreas ciliares, tendo por objetivo formar uma floresta com características o mais próximo possível do que havia originalmente, tem sido o ideal dos que vêm se dedicando à recuperação de ecossistemas degradados (Kageyama & Gandara, 2000). Para isso são elaborados modelos de recuperação que levam em conta a diversidade de espécies, as inter-relações entre plantas e animais, entre outros fatores.

De acordo com as condições diagnosticadas em cada propriedade rural, diferentes ações podem ser propostas, no sentido da reabilitação do ecossistema original. Nas propriedades diagnosticadas como pouco degradadas, assim como seu entorno, a ação poderá ser bastante simples, bastando apenas proteger com cerca a Área de Preservação Permanente (APP) de modo a impedir o acesso de gado, quando pertinente. Em outras, diagnosticadas como de alto nível de degradação e descaracterização, são necessárias ações complexas, envolvendo a retirada ou realocação de obras e infraestrutura, além de plantio de mudas (Negrelle e Carpanezzi, 2003).

Desta forma, têm sido propostas ações que podem ser realizadas isoladamente ou associadas, dependendo da situação diagnosticada, mas que devem ser **acompanhadas por técnico experiente** visando sua correta aplicação.

Qualquer programa de reflorestamento ambiental deve dispor, desde o início, de uma lista de espécies recomendadas para a área de trabalho, escolhidas por critérios técnicos que unam ecologia e silvicultura; o uso de espécies inadequadas conduz ao fracasso. Ou seja, as espécies a serem plantadas devem ser aquelas que ocorrem naturalmente na região e que têm bom comportamento silvicultural. Os plantios sugeridos são heterogêneos, englobando representantes de várias espécies, visando configurar a maior diversidade possível às áreas em restauração. As mudas devem chegar nas propriedades já misturadas segundo os módulos de plantios a serem empregados; a distribuição de caixas de mudas, cada uma com uma só espécie, deixando livre ao produtor

a determinação do arranjo espacial no terreno, configura qualidade insatisfatória de um programa.

No processo de recuperação a cessação definitiva de distúrbios que afetam a área a recuperar é sempre obrigatória e deve ser feita antes de qualquer outra medida. As demais intervenções são definidas após diagnóstico expedito do solo e da cobertura vegetal locais, da situação natural do entorno e da verificação da motivação do proprietário e de sua disponibilidade financeira para o empreendimento. As mais comuns são, segundo Negrelle & Carpanezzi (2003) e Carpanezzi (2004):

Adensamento/ enriquecimento – consiste no plantio de espécies secundárias e clímax em parte do terreno, em áreas que já apresentem cobertura herbáceo-arbustiva rala (visando agilizar o fechamento do dossel) ou em florestas parqueadas para recompor o sub-bosque destruído pelo gado ou pelo homem.

Árvores isoladas ou grupos de nucleação – para ser aplicado em áreas de diferentes níveis de interferência, mesmo bastante descaracterizadas, mas cujo entorno apresenta-se razoavelmente preservado. O método consiste na utilização esparsa de alguns indivíduos isolados ou em pequenos grupos. De modo geral, as árvores funcionam como poleiros de pássaros e de alguns morcegos, que trazem sementes. Ademais, espécies arbóreas com certas características de flores, frutos e/ou sementes são muito atrativas para animais vertebrados voadores (pássaros e morcegos) e terrestres. A partir destes indivíduos nucleadores há grande probabilidade de otimizar a chegada de sementes dos ambientes preservados circunvizinhos, acelerando o recobrimento da área e aumentando a biodiversidade local.

Talhões facilitadores da sucessão – a serem aplicados em áreas sem cobertura florestal e com entorno desde relativamente íntegro até muito perturbado. A execução do talhão consiste em recobrir a área em recuperação com um consórcio planejado de espécies pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e de clímax (estas sempre em proporção baixa, até 10%). As proporções e o arranjo das espécies deve ser tal que a *matriz* ou conjunto das espécies pioneiras e secundárias iniciais, de crescimento rápido, *venha* a sombrear a vegetação herbácea invasora e as mudas das demais espécies arbóreas, ou *crista*, que se desenvolvem mais lentamente e crescem bem, inicialmente, com pouca luz. Com o tempo – e isto deve ser planejado – a matriz deve sofrer autodesbaste gradativo, permitindo a evolução da crista implantada e das outras espécies do sub-bosque que virão chegando via dispersores naturais.

Há muitas possibilidades de desenhar talhões facilitadores, observando-se seus princípios básicos. As espécies recomendadas variam de acordo com o bioma e com o local.

O **favorecimento seletivo** de plantas desejáveis de regeneração natural – por exemplo, limpeza de mudas de árvores que nascem no meio de uma pastagem abandonada, em recuperação ambiental - é uma prática complementar que pode ser associada a qualquer outra intervenção. O favorecimento seletivo é particularmente valioso quando a área é apenas protegida e quando empregam-se plantios que recobrem apenas parcialmente o terreno, como grupos nucleadores ou adensamento/enriquecimento em vegetação algo aberta.

Recomendações gerais para realização do plantio

- O controle de formigas cortadeiras deve ser iniciado algumas semanas antes do plantio.
- Antes do plantio, roce só ervas e capins mais altos. Deixe todas as árvores e arbustos que já existam naturalmente, mesmo que sejam mudas pequenas.
- O plantio deve ser feito de preferência em dias nublados ou chuvosos, dentro da época do ano adequada.
- O espaçamento entre mudas será de 2,2m x 2,2m. Densidade do plantio: 2.066 mudas/hectare.
- Marcar as covas em linhas paralelas ou oblíquas ao curso d'água.

- Com a enxada, faça uma coroa de 80 cm de diâmetro. No centro da coroa prepare as covas de 25 cm de largura e 25 cm de profundidade.
- Misture com a terra retirada da cova: 120 g de adubo químico NPK, com maior quantidade de fósforo, como na proporção de 10:30:10 ou semelhante. Em lugar de adubo químico pode-se usar 3 litros de adubo orgânico bem curtido.
- Respeitar as normas da companhia local de energia elétrica quanto à construção de cercas e, no plantio, quanto às faixas de domínio.
- Recolha os plásticos e outros restos que vierem com as mudas, dando um destino adequado a estes resíduos.
- No plantio, quando forem identificadas na APP espécies exóticas (pinus, eucalipto, uva-japão), planejar sua remoção, prevendo o menor impacto.

Recomendações gerais pós-plantio:

- Continue a controlar as formigas.
- Verifique periodicamente a ocorrência de ervas daninhas, que atrasam muito o crescimento das mudas.
- Quando necessário, fazer nova capina e colocar cobertura morta.
- Fora das coroas, mantenha a vegetação baixa, roçando e aproveitando o mato como cobertura morta.
- Deixe vivos os arbustos e árvores que nascerem sozinhas, limpando em volta dos pés.
- Na área plantada não faça lavoura, nem deixe que ocorra incêndio ou que animais domésticos entrem.
- Não jogue lixos, nem restos de venenos agrícolas ou produtos veterinários na área plantada.

8.4. Importância da mata ciliar

Do ponto de vista ecológico, as matas ciliares têm sido consideradas como importantes corredores para a movimentação da fauna e para dispersão vegetal (Lima & Zakia, 2000) por serem fontes de sementes indispensáveis no processo de regeneração natural (Triquet *et al.*, 1990; Gregory *et al.*, 1992, **in** Lima & Zakia, 2000).

Entretanto a importância da mata ciliar está fundamentada nas funções que essa zona desempenha no escoamento e manutenção das águas na microbacia (função hidrológica), além da preservação da fauna.

Escoamento das águas

Em primeiro lugar está a função reguladora do escoamento das águas das chuvas, que causam um aumento rápido na vazão da água durante e logo após a ocorrência de uma chuva. Em áreas arborizadas a água da chuva tende a se infiltrar, formando o escoamento subsuperficial. Em áreas onde ocorrem os charcos, que podem aumentar com a ocorrência das chuvas, pode ocorrer escoamento superficial, assim como nas áreas de solo raso, com baixa capacidade de infiltração, ou naqueles em que ocorreu compactação pelo uso do solo como pastagem e com agricultura intensiva.

Manutenção das águas

Dois aspectos devem ser considerados: tanto a quantidade quanto a qualidade da água.

Quantidade de água

A manutenção da vegetação ciliar, ou no caso de já ter ocorrido a sua remoção, a recuperação desta vegetação contribui para aumentar a quantidade de água que pode ser armazenada ao longo da zona ripária, fato que permite aumentar a vazão na estação seca do ano (Elmore & Bexchta, 1987, **in** Lima & Zakia, 2000). O inverso também pode ocorrer, isto é, a destruição da mata ciliar pode ocasionar a degradação da zona ripária o que, a médio e a longo prazo, pode diminuir a capacidade de armazenamento da água da microbacia e, em conseqüência, diminuir a vazão na estação seca (Lima & Zakia, 2000).

Qualidade da água

A mata ciliar desempenha uma ação eficaz de filtragem superficial de sedimentos, tendo sido demonstrado que a mata ciliar protegida pode, também, diminuir significativamente a concentração de herbicidas nos cursos d'água (Lima & Zakia, 2000).

Grande parte dos nutrientes liberados nas áreas vizinhas à faixa ciliar, sem a arborização, chega aos rios através do transporte, em solução, no escoamento subsuperficial. Vários trabalhos de pesquisa demonstraram que estes nutrientes, ao iniciar a travessia através da mata ciliar, pela declividade do terreno, indo na direção do curso d'água, podem ser absorvidos pelo sistema de raízes das árvores. Mesmo nas microbacias que tiveram suas áreas ciliares utilizadas para pastagem e lavoura mecanizada e que apresentem essas áreas compactadas e impermeabilizadas, devem estar continuamente protegidas pela vegetação ciliar que impede o escoamento direto (superficial).



Figura 2 - A manutenção da mata ciliar contribui para aumentar a quantidade e manter a qualidade da água.

Fauna

a) Fauna aquática

Observa-se uma interação contínua entre a vegetação da mata ciliar e os seres que habitam as águas (BARRELLA et al., 2000). Esta interação inicia com a estabilidade das margens proporcionada pelas raízes das árvores, reduzindo a erosão e impedindo o assoreamento dos rios (acúmulo de sedimentos que altera a conformação do leito do rio). Estas árvores, ainda, fornecem, continuamente, alimento (folhas e frutos) aos habitantes das águas (estágios imaturos de insetos e outros animais que vivem em água doce). Até mesmo os galhos e troncos que caem na água são importantes por atuarem retendo a passagem da água, modificando o contorno das bordas e formando pontos de remanso ou de redução da velocidade da água, que beneficiam muitas espécies de animais aquáticos, formando locais para sua sobrevivência e reprodução. O sombreamento da água é outro fator importante por favorecer a manutenção da temperatura da água mais estável, beneficiando os diferentes seres que nela vivem.

b) Fauna terrestre

Considerando serem as matas ciliares as áreas que possibilitam o deslocamento dos animais silvestres na sua busca de alimento e abrigo, estas devem atender às dimensões mínimas que garantam a sobrevivência desses animais.

Os limites dessa zona de proteção não são facilmente definidos, podendo variar em função das diferenças de clima, constituição do solo e do relevo. A largura necessária para

desempenhar sua função de proteção do rio deve, também, conciliar o papel desempenhado na proteção da fauna.

Que largura deve ter a faixa ciliar para garantir as suas funções de qualidade e quantidade de água e de proteção da fauna aquática e terrestre?

A função de retenção dos nutrientes e das partículas de solo carreados pelas enchurradas, garantindo a proteção da qualidade da água, são dois pontos importantes levados em consideração no estabelecimento da largura mínima da faixa de mata ciliar. É certo que não existe nenhum método definitivo para a determinação dessa largura mínima, que garanta a proteção aceitável das águas dos rios (Lima e Zakia, 2000). No entanto, uma pesquisa sobre a eficácia de diferentes larguras de faixa ciliar, visando a proteção de cursos d'água, mesmo encontrando grande variação de critérios e larguras utilizadas, concluiu que **a largura mínima mais recomendada para tal finalidade é a de 30 metros.**

8.5. A Legislação sobre a proteção e manutenção das matas ciliares

Os resultados das pesquisas, quanto à largura necessária à proteção dos rios, foram utilizados pelos legisladores na elaboração da Legislação Florestal quando estabeleceu as áreas de preservação permanente e outras regras que norteiam as ações nessa área.

Desta forma, o Código Florestal, instituído pela LEI Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Brasil, 1965), estabelece em seu Art. 1º, que:

*“As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, **são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade, com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem**” .*

Ou seja, os proprietários das terras têm direitos limitados sobre ela, quando se trata de remoção, extração e manejo dos remanescentes de florestas e/ou árvores nativas, mesmo que isoladas.

Este artigo é complementado pelos seguintes parágrafos, com a nova redação dada pela Medida Provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2000:

* § 1º - *As ações ou omissões contrárias às disposições deste Código na utilização e exploração das florestas e demais formas de vegetação **são consideradas uso nocivo da propriedade**, aplicando-se, para o caso, o procedimento sumário previsto no art. 275, inciso II, do Código de Processo Civil.*

§ 2º - *Para os efeitos deste Código, entende-se por:*

*I - **pequena propriedade rural ou posse rural familiar: aquela explorada mediante o trabalho pessoal do proprietário ou posseiro e de sua família, admitida a ajuda eventual de terceiro e cuja renda bruta seja proveniente, no mínimo, em oitenta por cento, de atividade agroflorestal ou do extrativismo, cuja área não supere:***

- a) **cento e cinquenta hectares se localizada nos Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e nas regiões situadas ao norte ...;***
- b) **cinquenta hectares, se localizada no polígono das secas ou...;***
- c) **trinta hectares, se localizada em qualquer outra região do País;** “*

Com essa nova redação foram reconhecidas as diferenças observadas no uso das terras nas diferentes regiões do País: propriedades extensas nas regiões Norte e Centro e pequenas propriedades no Sul e outras regiões.

Para deixar bem clara essas diferenças e, ainda, evitar falhas na interpretação da lei, a mesma Medida Provisória 2.166-67 dá a definição de alguns termos usados no texto da lei, a saber:

*“II - **área de preservação permanente:** área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;*

*III - **Reserva Legal:** área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e*

reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas;

IV - utilidade pública:

- a) as atividades de segurança nacional e proteção sanitária;
- b) as obras essenciais de infra-estrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia; e
- c) demais obras, planos, atividades ou projetos previstos em resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA;

V - interesse social:

- a) as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como: prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas, conforme resolução do CONAMA;
- b) **as atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área;** e
- c) demais obras, planos, atividades ou projetos definidos em resolução do CONAMA;

VI - ... “

Já o artigo segundo da Lei 4.771-65, ainda estabelece o que é considerado como “áreas de preservação permanente” (APP):

“Art. 2º - Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- √ a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde **o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:**
 - 1. **de 30 m (trinta metros) para os cursos d'água de menos de 10 m (dez metros) de largura;**
 - 2. **de 50 m (cinquenta metros) para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 m (cinquenta metros) de largura;**
 - 3. **de 100 m (cem metros) para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 m (duzentos metros) de largura;**
 - 4. **de 200...;**
 - 5. **de 500...**
- √ Redação determinada pela Lei nº 7.803/89
- b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
- √ c) **nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados “olhos d'água”, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 m (cinquenta metros) de largura;**
 - √ Redação determinada pela Lei nº 7.803/89”

Com isso, novamente ficam diferenciadas as particularidades das distintas regiões do País, pois no Sul, onde as pequenas propriedades são de menor porte, com áreas de até 30 hectares, manteriam a largura de faixa ciliar no mínimo necessário para proteção dos rios, estabelecida pela pesquisa, ou seja, 30 metros.

É certo que, desde o estabelecimento do Código Florestal, em 1965, até a promulgação da Lei nº 7.803, em 1989, já haviam se passado cerca de 24 anos e muitas propriedades formadas no período do estabelecimento da lei federal, já vinham sofrendo desmembramentos e divisões das áreas pela ocorrência do falecimento dos antigos proprietários, fazendo com que no sul, a área antes em média de 30 hectares, já estivessem nas mãos dos herdeiros com áreas de até 10ha ou menos, algumas com o mínimo previsto pela legislação.

Para essas propriedades a manutenção da área de preservação permanente em rios de 30m e em nascentes de 50m pode reduzir significativamente a área explorada na propriedade rural, porém, não será explorando, sem critérios, estas áreas que se resolverá o problema da sustentabilidade da pequena propriedade. O uso inadequado da faixa ciliar poderá acarretar danos ambientais que irão ter efeitos negativos sobre a qualidade de vida do produtor, como já está ocorrendo em muitas regiões, pelo carreamento de resíduos depositados nas beiras dos rios, pelas chuvas, para dentro da água dos rios, permitindo a

criação de populações cada vez maiores de insetos nocivos, como é o caso dos borrachudos (Diptera: Simuliidae). Da mesma forma, se outras áreas de proteção permanente estabelecidas pelo Código Florestal forem exploradas sem critério, sofrendo a supressão da vegetação arbórea, ou seja, sofrendo desmatamento, como é o caso de:

- “ d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;*
 - e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45, equivalente a 100% na linha de maior declive;*
 - f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;*
 - √ g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 m (cem metros) em projeções horizontais;*
 - √ h) em altitude superior a 1.800 m (mil e oitocentos metros), qualquer que seja a vegetação.*
- √ Redação determinada pela Lei nº 7.803/89”*

as conseqüências também acabarão se refletindo na qualidade e na quantidade das águas, pois a remoção da cobertura arbórea permitirá a erosão e tanto o solo, quanto tudo que nele for aplicado (adubos, venenos agrícolas, herbicidas, etc.), acabará sendo carregado para os rios.

O mesmo Código Florestal prescreve critérios para a remoção da vegetação arbórea, obrigando à obtenção de autorização do órgão ambiental estadual competente e prevendo a execução de medidas mitigatórias e compensatórias, como se vê nos artigos seguintes e seus parágrafos:

** Art. 4º - A supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto.*

§ 1º - A supressão de que trata o caput deste artigo dependerá de autorização do órgão ambiental estadual competente, com anuência prévia, quando couber, do órgão federal ou municipal de meio ambiente, ressalvado o disposto no § 2º deste artigo.

§ 2º - ...área urbana...

§ 3º - O órgão ambiental competente poderá autorizar a supressão eventual e de baixo impacto ambiental, assim definido em regulamento, da vegetação em área de preservação permanente.

§ 4º - O órgão ambiental competente indicará, previamente à emissão da autorização para a supressão de vegetação em área de preservação permanente, as medidas mitigadoras e compensatórias que deverão ser adotadas pelo empreendedor.

§ 5º - A supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, ou de dunas e mangues, de que tratam, respectivamente, as alíneas “c” e “f” do art. 2º deste Código, somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública.

§ 6º - Na implantação de reservatório artificial é obrigatória a desapropriação ou aquisição, pelo empreendedor, das áreas de preservação permanente criadas no seu entorno, cujos parâmetros e regime de uso serão definidos por resolução do CONAMA.

** Com a nova redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67 de 24 de agosto de 2000. “*

A mesma legislação estabelece critérios, inclusive, para utilização das APP, mas de forma sustentável, como não poderia deixar de ser:

“ Art. 4º - § 7º - É permitido o acesso de pessoas e animais às áreas de preservação permanente, para obtenção de água, desde que não exija a supressão e não comprometa a regeneração e a manutenção a longo prazo da vegetação nativa.” (NR)*

** Com a nova redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67 de 24 de agosto de 2000.”*

O mesmo Código Florestal, não só prevê a proteção das matas nativas, visando a preservação ambiental, mas estabelece seu uso sustentável, como se observa no artigo 10, a seguir transcrito:

“Art. 10 - Não é permitida a derrubada de florestas, situadas em áreas de inclinação entre 25 a 45 graus, só sendo nelas tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.”

No artigo 12, o Código Florestal estabelece os critérios para a remoção da vegetação nativa que não esteja em APP e dispõe sobre a manutenção da reserva legal:

“ Art. 16 - As florestas e outras formas de vegetação nativa, **ressalvadas as situadas em área de preservação permanente**, assim como aquelas não sujeitas ao regime de utilização limitada ou objeto de legislação específica, são suscetíveis de supressão, desde que sejam mantidas, a título de reserva legal, no mínimo:*

I - oitenta por cento, na propriedade rural situada em área de floresta localizada na Amazônia Legal;

II - trinta e cinco por cento, na propriedade rural situada em área de cerrado localizada na Amazônia Legal, sendo no mínimo vinte por cento na propriedade e quinze por cento na forma de compensação em outra área, desde que esteja localizada na mesma microbacia, e seja averbada nos termos do § 7º deste artigo;

III - vinte por cento, na propriedade rural situada em área de floresta ou outras formas de vegetação nativa localizada nas demais regiões do País;...”

As restrições sobre a reserva legal continuam a ser descritas no inciso IV e nos parágrafos seguintes (de 1 a 5) do mesmo artigo podendo ser consultado na mesma Lei nº 4.771, 1965, complementada pela Lei nº 7.803/1989 e pela Medida Provisória nº 2.166-67/2000.

Nos parágrafos seguintes, novamente se observa a preocupação do legislador em diferenciar os tratamentos dados às pequenas propriedades, ao estabelecer:

“§ 6º - Será admitido, pelo órgão ambiental competente, o cômputo das áreas relativas à vegetação nativa existente em área de preservação permanente no cálculo do percentual de reserva legal, desde que não implique em conversão de novas áreas para o uso alternativo do solo, e quando a soma da vegetação nativa em área de preservação permanente e reserva legal exceder a:

I - oitenta por cento da propriedade rural localizada na Amazônia Legal;

II - cinquenta por cento da propriedade rural localizada nas demais regiões do País; e

III - vinte e cinco por cento da pequena propriedade definida pelas alíneas “b” e “c” do inciso I do § 2º do art. 1º.

§ 7º - O regime de uso da área de preservação permanente não se altera na hipótese prevista no § 6º.

§ 8º - A área de reserva legal deve ser averbada à margem da inscrição de matrícula do imóvel, no registro de imóveis competente, sendo vedada a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título, de desmembramento ou de retificação da área, com as exceções previstas neste Código.

§ 9º - A averbação da reserva legal da pequena propriedade ou posse rural familiar é gratuita, devendo o Poder Público prestar apoio técnico e jurídico, quando necessário.”

Finalizando, as contravenções penais relacionadas às florestas, assim como a punição pela desobediência às determinações desta legislação, além das normas de uso de fogo em áreas de risco e as penalidades correspondentes, estão descritos no artigos a seguir transcritos:

“ Art. 26 - Constituem contravenções penais, puníveis com três meses a um ano de prisão simples ou multa de uma a cem vezes o salário mínimo mensal, do lugar e da data da infração ou ambas as penas cumulativamente:

- a) **destruir ou danificar a floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas estabelecidas ou previstas nesta Lei;***
- b) **cortar árvores em florestas de preservação permanente, sem permissão da autoridade competente;***
- c) **penetrar em floresta de preservação permanente conduzindo armas, substâncias ou instrumentos próprios para caça proibida ou para exploração de produtos ou subprodutos florestais, sem estar munido de licença da autoridade competente;***
- d) ... **

- e) *fazer fogo, por qualquer modo, em floresta e demais formas de vegetação, sem tomar as precauções adequadas;*
- f) *fabricar, vender, transportar ou soltar balões que possam provocar incêndios nas florestas e demais formas de vegetação;*
- g) *impedir ou dificultar a regeneração natural de florestas e demais formas de vegetação;*
- h) *...**
- i) *transportar ou guardar madeiras, lenha, carvão e outros produtos procedentes de florestas, sem licença válida para todo o tempo da viagem ou do armazenamento, outorgada pela autoridade competente;*
- j) *...**
- l) *...**
- m) *soltar animais ou não tomar precauções necessárias para que o animal de sua propriedade não penetre em florestas sujeitas a regime especial;*
- n) *...**
- o) *extrair de florestas de domínio público ou consideradas de preservação permanente, sem prévia autorização, pedra, areia, cal ou qualquer outra espécie de minerais;*
- p) *Vetado;*
- q) *transformar madeiras de lei em carvão, inclusive para qualquer efeito industrial, sem licença da autoridade competente.*

**(foram suprimidas as alíneas que não se referiam à áreas florestais)*

8.6. Conclusão

O uso da terra para atender as necessidades do homem, dentro das normas ambientais, isto é, que garantam a perpetuação da qualidade e da quantidade de água, aliados aos valores ecológicos, com a manutenção da biodiversidade, além dos valores estéticos (beleza) da paisagem (Lima & Zakia, 2000), devem nortear o manejo dos recursos naturais nas microbacias e deveriam ter prioridade em termos de alocação de recursos para pesquisas na área ambiental e de projetos que proponham ações diretas nas propriedades.

Observando-se o manejo das bacias hidrográficas nota-se que, ao longo do tempo, não houve uma preocupação com a conservação dos rios e nascentes, de forma a se ter uma exploração sustentável. Sempre houve a falsa idéia de que as águas de rios e nascentes jamais se esgotariam e, por isso, podiam ser exploradas cada vez mais. Este foi o comportamento geral na geração passada, porém na virada do milênio já se podia observar a perda de qualidade ambiental das bacias hidrográficas. Para reverter esta situação há necessidade de se manejar as bacia hidrográficas de forma a se obter a preservação das matas ciliares e a melhoria da qualidade e da quantidade das águas (Lima & Zakia, 2000).

Há necessidade de se incluir a recuperação das matas ciliares no planejamento regional, além de se inserir temas sobre a dependência das espécies, inclusive a humana, de água de boa qualidade e de um ambiente equilibrado e preservado, nos conteúdos das disciplinas escolares. Nesses conteúdos escolares, em áreas onde já houve degradação das áreas ciliares, também devem ser ensinadas as alternativas de recuperação e não só ser apresentado o problema da necessidade de se recuperar, mas executar ações práticas, com plantios onde for necessário, ensinando ao aluno a interação com a comunidade, saindo da teoria e indo para a prática.

AGRADECIMENTO

Agradeço ao Engenheiro Florestal Dr. Antonio Aparecido Carpanezzi, Pesquisador da Embrapa Florestas (carpa@cnpf.embrapa.br) pela contribuição na redação e correção do texto relativo aos “Principais sistemas e práticas da recuperação florestal”.

8.7. Referências bibliográficas

ABIB´SABER, A.N. O suporte geoecológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R.R; LEITÃO FILHO, H.F (Ed). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EdUSP-FAPESP, 2000. Cap.1, p. 15-25.

BARRELLA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W.S. ; MONTAAG, L.F.A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R & LEITÃO FILHO, H.F (Ed). **Matas ciliares: conservação e recuperação**, São Paulo: EdUSP- FAPESP, 2000, Cap. 3, p. 187-207.

BRASIL. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/pesquisa/docs/legislacao_federal/lei_4771.doc>. Acesso em: 22 out. 2004.

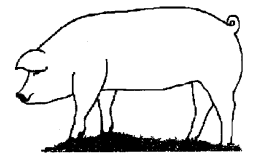
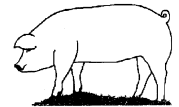
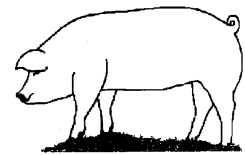
CARPANEZZI, A. A. Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A.P.M.; PORFÍRIO DA SILVA, W. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudo de casos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. p.27-44.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EdUSP- FAPESP, 2000. Cap. 15.2, p. 249-269.

LIMA, W.P. & ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed). **Matas ciliares: conservação e recuperação**, São Paulo: EdUSP- FAPESP, 2000. Cap. 3, p. 33-44.

NEGRELLE, R.; CARPANEZZI, A.A. **Diretrizes para plano geral de recuperação da mata ciliar de cursos d'água e de nascentes das microbacias do Lajeado dos Fragosos /Concórdia-SC e do Rio Coruja/Bonito/Braço Do Norte/SC**. Florianópolis: SMA / Projeto Suinocultura Santa Catarina, Programa Nacional de Meio Ambiente II, 2003.

***USO DA COMPOSTAGEM
COMO DESTINO DE SUÍNOS
MORTOS E RESTOS DE
PARIÇÃO***



9

9.0. Uso da compostagem como destino de suínos mortos e restos de parição

Doralice Pedroso de Paiva – Embrapa Suínos e Aves

9.1. Introdução

Um dos desafios enfrentados pelo suinocultor é alcançar boa produtividade, superando inúmeras dificuldades para se manter na atividade e, ainda, conciliar esta produtividade com a preservação do meio ambiente. O mercado tem se mostrado exigente quanto à origem do produto oferecido e, também, tem sido maior a vigilância nas ações ambientais, o que promoveu um aumento na exigência de licenciamento ambiental para as novas e as antigas unidades produtivas. O próprio suinocultor tem sido alvo de informações que visam sua conscientização para os problemas ambientais, o que tem contribuído para que o mesmo busque alternativas para problemas práticos da sua propriedade. O destino adequado dos resíduos produzidos nessa atividade é um dos problemas que vem exigindo do produtor, não só atenção, mas em alguns casos, investimentos econômicos.

A mortalidade esperada em uma criação de suínos demanda do produtor rural um esforço extra para uma destinação aceitável destes resíduos (Pedroso-de-Paiva & Bley Jr., 2001). Uma alternativa, que vem aos poucos sendo adotada, é a compostagem de carcaças e de restos de parição.

A compostagem é um processo de decomposição em que ocorre a fermentação dos resíduos em presença de oxigênio (aeróbia), portanto, com aumento da temperatura. Isto ocasiona uma perda de umidade e resulta na redução do volume do material compostado. Para promover essa fermentação usam-se estruturas simples, de alvenaria ou de madeira, chamadas de “composteiras”. No final do processo as carcaças são transformadas em adubo, utilizável em áreas de reflorestamento e outras culturas em que o produto não é consumido *in natura*.

A primeira preocupação manifestada pelo produtor, e que dificulta a aceitação dessa tecnologia, relaciona-se ao preconceito da população de que carcaças exalam mau cheiro e atraem moscas. Este preconceito está ligado à vivência do produtor, que destinava as carcaças para as fossas, ou seja, simples buracos abertos no solo, com até 2,5m de profundidade. Deles se desprendia fortes odores da putrefação, que podiam causar problemas, inclusive, com a vizinhança, dependendo da sua localização.

O manejo errado da compostagem poderá, realmente, resultar na produção de odores desagradáveis e na atração de moscas. Este manejo requer pouco tempo por dia, mas é imprescindível seguir criteriosamente os passos da operação.

A composteira é indicada para uso na mortalidade normal que ocorre em uma criação. Não serve para mortalidade catastrófica, resultante de calor excessivo, problemas com instalações, perdas por doenças, etc. Nesse caso, deve-se montar uma estrutura em separado, emergencial.

Conduzida corretamente, a compostagem não causa poluição do ar ou das águas, permite manejo para evitar a formação de odores, destrói agentes patogênicos, fornece como produto final um composto orgânico que pode ser utilizado no solo, portanto recicla nutrientes e apresenta custos competitivos com qualquer outro sistema de destinação de carcaças que busquem resultados e eficiência.

A compostagem simplifica muito a destinação de carcaças que, até agora, podiam também ser queimadas ou enterradas, exigindo do produtor um árduo trabalho, quando não eram simplesmente abandonadas em valas a céu aberto caso em que, realmente, ocorre grande produção de mau cheiro e, não só atração, mas criação de grande quantidade de moscas, principalmente de varejeiras.

9.2. O processo de compostagem

No processo de compostagem ocorre a fermentação das carcaças constituídas de musculatura (proteína) e ossos (ricos em cálcio) que serão mantidos úmidos e aerados, para

digestão pelas bactérias e fungos. Observa-se na compostagem a elevação da temperatura após 2 a 3 dias do início do processo, o que permite a destruição de agentes patogênicos. Essa temperatura se mantém acima de 55°C por largos períodos destruindo a maioria das bactérias patogênicas (Rynk, 1992). Testes realizados mostraram a destruição de bactérias como a que causa a erisipela (*Erysipela rhusiopathiae*) e as causadoras de diarreias (como a *Salmonella* sp.), além de vírus como o da doença de Aujeszky. Estudos realizados por Dai Prá et al. (1999) observaram que o material resultante da compostagem de suínos mortos não apresentava contaminação por *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, além de espécies de *Salmonella*.

O manejo da compostagem

Para promover o processo de compostagem usa-se sempre, além das carcaças, uma fonte de carbono e água, dispostos de tal forma que propicie a presença de oxigênio, pois a proporção destes fatores determina a velocidade de formação do composto e o sucesso da operação.

Podem ser submetidas à compostagem tanto as carcaças de suínos e os restos de parição quanto as carcaças de outros animais mortos na propriedade (aves, bovinos, ovinos, etc.) e outros resíduos orgânicos.

Como fonte de carbono, atuando também como material aerador, podem ser utilizados restos de cultura (palhadas, sabugos triturados, casca de cereais, etc.) ou restos de madeira (maravalha, cepilho ou serragem) ou, também, cama de aviário com um desses resíduos de madeira ou de culturas. Quando se usa cama de aviário tem-se a vantagem da ação de ácaros, cascudinhos e outros organismos existentes nesse material, que também atuam como decompositores. O pó de serra não deve ser usado sozinho por não permitir aeração, embora seja uma fonte de carbono, devendo-se misturá-lo a outro resíduo aerador. A cobertura das carcaças de suínos com maravalha, no interior das células de compostagem, garantirá a relação C/N apropriada e adequada entrada de ar para que ocorra compostagem (Donald et al., 19--).

E, o terceiro elemento, a água, deve ser acrescentada em quantidades adequadas, dependendo do teor de umidade já existente no material a ser decomposto. A quantidade a ser utilizada deve ser suficiente para manter o material úmido, mas a mistura nunca deve ficar saturada. As quantidades de água recomendadas devem equivar, em litros, no mínimo, à metade do peso das carcaças, ou mais, dependendo, também, da umidade relativa do ar de cada região. Desta forma, em regiões com baixa umidade no ar, pode-se regar com meio litro de água cada quilo de carcaça colocada na compostagem; já, em locais com alta umidade, pode-se reduzir esse volume para um terço (300ml de água/kg carcaça).

O tempo de fermentação vai depender do tipo de carcaça alojada.

Para carcaças de suínos adultos a fermentação ocorre num período de 120 dias, após o fechamento da composteira. Para restos de parição e natimortos em quinze dias está completa a decomposição em compostagem. Para carcaças de frangos de corte pode-se usar dois períodos de 10 dias, a partir da última carcaça alojada. Para poedeiras e matrizes dois períodos de 30 dias.

9.3. A Composteira

A composteira pode ser construída com madeiras brutas (troncos) ou beneficiadas, com menor tempo de vida útil, ou alvenaria de tijolos ou blocos de cimento pré-fabricados. Uma recomendação fundamental está na impermeabilização do solo ou na construção de estrutura acima dele, evitando a contaminação dos lençóis d'água. A construção de uma estrutura com câmaras de 2x2m de área (máximo para manejo manual), com paredes elevadas até 1,60m de altura e telhado a 2 ou 2,20m de altura, facilita o manejo dos resíduos no seu interior. A parte superior deve ser aberta, protegida ou não por tela de aviário, permitindo total ventilação. Essa estrutura simples deve garantir que a pilha feita com as carcaças e o material aerador possa ser formada com facilidade, ficando protegida da chuva e da ação de animais (carnívoros e roedores). No caso de uso de material aerador novo (cascas, palhadas) é necessário proteger a estrutura dos animais carnívoros, pois eles

podem ser atraídos pelas carcaças. Caso seja usada cama de aviário esse inconveniente não ocorre, pois a cama de aviário mascara o odor das carcaças.



Figura 1 - Composteiras construídas em alvenaria e madeira.

A construção das estruturas de compostagem varia em custo quando se usam materiais alternativos.

Comparando-se os custos de construção e de manejo de uma composteira com os de uma fossa deve-se levar em conta: 1º - o custo inicial da composteira é o dobro do custo da abertura de uma fossa; 2º - o tempo para o manejo diário da compostagem é duas vezes maior que o da fossa. Em compensação a composteira será utilizada por 10 ou mais anos, enquanto a fossa, por vezes, fica repleta em menos de um ano. A compostagem traz como benefícios complementares a possibilidade do reaproveitamento dos resíduos como adubo e a proteção ambiental, pela não contaminação do solo, tornando-a, assim, viável econômica e ambientalmente.

9.4. Cuidados no manejo da compostagem

No manejo da compostagem e ao final do período de fermentação das carcaças de suínos adultos (120 dias), ao ser retirado o material existente na câmara de compostagem, o produtor deve ficar atento a:

4.1. Níveis de amônia

As unidades de criação de suínos, bem manejadas, apresentam níveis de amônia abaixo de 10 ppm, já nas câmaras de compostagem esse nível pode ultrapassar 30 ppm. Esses níveis são registrados quando a câmara não permite ventilação e/ou quando se movimenta as carcaças, que ainda não atingiram a estabilização, como no caso de carcaças de animais tratados com antibióticos que, mesmo após 120 dias, ainda não estão totalmente decompostas. Também ocorre quando se movimenta a pinha para acrescentar água à massa em compostagem, durante o período de fermentação, no caso de redução da temperatura antes de decorrido o prazo esperado de decomposição. É preciso lembrar que o organismo humano responde de forma distinta a diferentes níveis de amônia. Quando expostas a níveis de amônia abaixo de 5 ppm a maioria das pessoas não a sente (não a identifica pelo olfato); entre 5 e 10 ppm pode ser detectada pelo odor; entre 10 e 15 ppm a amônia causa ligeira irritação nos olhos; níveis acima de 15 ppm causam irritação mais severa nos olhos, com lacrimejamento (SMITH, 1992). Na regulamentação para os riscos ocupacionais à saúde foi estabelecido pela Comissão de Saúde e Segurança da Noruega (1989), um limite de 10 minutos para exposição a uma concentração de amônia de 35ppm, visando proteger a saúde dos operários do setor.

Suspensão de organismos patogênicos no ar

Para o trabalho com cama de aviário na formação das pilhas de compostagem o produtor deve proteger os olhos, nariz e boca com o uso de óculos e máscara (esta pode ser um simples lenço sobre o nariz e a boca). Este procedimento evita a contaminação das vias aéreas superiores e das mucosas da região ocular, com fungos e bactérias existentes no material.

Relação Carbono:Nitrogênio

A relação C:N no final do processo de compostagem é de 30 a 50:1. A relação recomendada está em torno de 30:1. Se a relação for muito alta a compostagem ocorrerá muito devagar. Se for muito baixa o início da compostagem será retardado, pois faltará Carbono como fonte de energia para ocorrer o processo. A falta de carbono também pode interferir na aeração da pilha e conseqüente formação de maus odores. A Tabela 1 apresenta os valores da relação C:N dos componentes da compostagem de carcaças de suínos.

Tabela 1 - Relação C:N dos componentes da compostagem.

Substância	Relação C : N
Carcaça de suínos	5 : 1
Maravalha	140 : 1
Composto final	30 a 50 : 1

Fonte: National Pork Producer Council - Swine Composting Module – USA.

9.5. Problemas que podem ocorrer no manejo da compostagem

Mau cheiro

CAUSA: falta de aeração e parada do processo fermentativo, iniciando o processo de putrefação (apodrecimento). Pode ocorrer por: EXCESSO DE ÁGUA, AMONTOAMENTO DE RESÍDUOS OU RESÍDUOS COLOCADOS MUITO PRÓXIMOS.

Solução: revirar a camada acrescentando mais cama seca de aviário deixando as peças distantes umas das outras (10 cm).

Presença de moscas

CAUSA: camada superior molhada por excesso de água ou por ter sido colocada camada muito fina de cama.

Solução: se por excesso de água: acrescentar mais cama seca revolvendo para incorporação. Se por camada muito fina: só acrescentar mais cama.

Temperatura

A temperatura pode chegar a mais de 60 °C. Monitorar uma vez por semana. Se estiver em temperatura ambiente significa parada do processo fermentativo. Se não passaram os 120 dias da colocação do último material pode ser por falta de água.

Solução: remover a camada superior da câmara de compostagem, acrescentar água na proporção usada na camada superior e voltar a cobrir com a cama seca.

Cada câmara da unidade de compostagem pode receber cerca de 500 kg de resíduos para fermentar.

Resumo dos passos de montagem de uma compostagem:

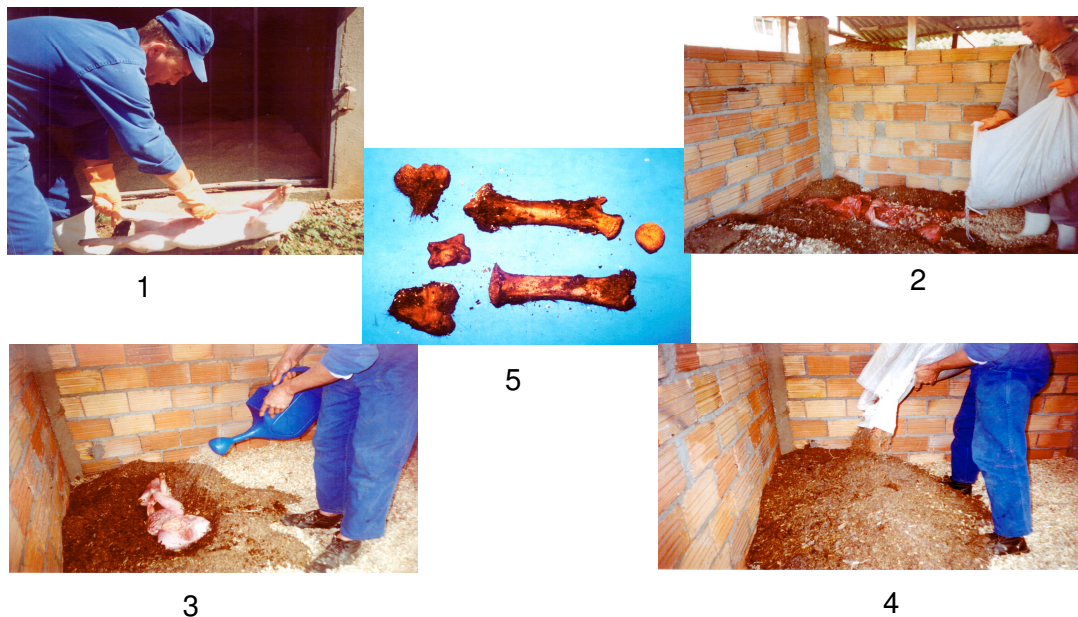


Figura 2 - 1 Prepare a carcaça; 2 Acrescente o material aerador; 3 Junte a água; 4 Cubra com material aerador; 5 Resultado após 120 dias de compostagem.

Para iniciar a compostagem:

1. Colocar uma camada de 15 a 20 cm de maravalha nova.
2. Sobre ela colocar os resíduos, mantendo uma distância de 15 cm das paredes e da porta da câmara. Cuidado, as peças devem ser colocadas a, no mínimo, 10 cm uma da outra, para permitir a passagem de ar.
Leitões: abrir a barrigada e perfurar as vísceras.
Animais com mais de 30 quilos: esquartejar e cortar em fatias grossas as massas musculares maiores.
Placentas e natimortos: coloca-los lado a lado, com espaçamento mínimo de 10 cm, sem amontoar.
3. Rodear com cama de aviário em camada de forma a ainda se enxergar as carcaças.
2. Acrescentar água, em quantidade correspondente um terço do peso de resíduos (300ml/1kg resíduo), usando um regador, colocando-a diretamente sobre a carcaça.
3. Cobrir com uma camada de 15 cm de cama de aviário seca (evita mau cheiro e moscas).
4. Continuar colocando os resíduos, na mesma sequência (carcaça, cama de aviário, água, cama de aviário), até atingir 1,5 m de altura.
5. Cobrir com uma camada final de 10 cm de maravalha nova.
6. Deixar fermentar por 120 dias (após o fechamento final).
7. Depois deste tempo, retirar o material para parte lateral da câmara, cobrir com lona plástica e reutilizar na montagem da nova câmara ou utilizar como adubo em reflorestamento ou culturas perenes (não usar em hortaliças). Se sobraram ossos estes deverão ser colocados com as carcaças na nova pilha formada, para continuar a decomposição.

9.6. Referências bibliográficas

DONALD, J.; BLAKE, J. P.; HARKINS, D.; TUCKER, K. **Questions and answer about using mini-composters**. Alabama: Alabama Cooperative Extension Service, [19--]. 2p. (Circular ANR-850).

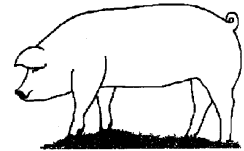
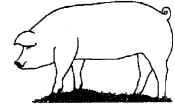
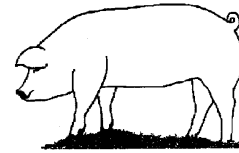
DAI PRÁ, M. A.; MIOLA, V. ZAGO, V., MISTURA, C. Compostagem de placentas e carcaças de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 9, 1999, Belo Horizonte. **Anais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1999. p. 287-288.

PEDROSO-DE-PAIVA, D.; BLEY JR., C. Emprego da compostagem para destinação final de carcaças de suínos. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/publicações/circulares técnicas](http://www.cnpsa.embrapa.br/publicações/circulares_técnicas)>. Acesso em 01 out. 2004.

RYNK, R. (Ed.) **On-farm composting handbook**. Ithaca: Northeast. Regional Agricultural Engineering Service, 1992. 186 p. (Cooperative Extension. NRAES, 54).

SMITH, P. Control of substances hazardous to health and the pig industry. **Pig Veterinary Journal**, v. 28, p. 103-109, 1992.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL



10

10. Educação ambiental

Nelson Figueró- Ciram/Epagri

10.1. Introdução

Ao longo do tempo, tem sido possível constatar o surgimento de graves desequilíbrios no ambiente global, como reflexos não apenas de problemas econômicos e sociais, mas também da utilização indevida dos recursos naturais.

Os danos ao ambiente não respeitam fronteiras físicas, geográficas, culturais ou ideológicas e continuarão a se multiplicar enquanto o ser humano não tomar consciência de que seus atos atingem, em maior ou menor intensidade, todos os seres.

O acesso à informação clara e objetiva constitui o passo inicial para o desenvolvimento de uma consciência crítica, capaz de levar as comunidades a se mobilizarem por um ambiente mais digno e saudável.

No século XXI, muitos são os desafios que se apresentam ao homem. O problema da fome, da absurda concentração de renda verificada entre as nações e no interior delas, a corrida armamentista que continua consumindo o trabalho dos melhores cientistas e o maior orçamento do planeta, a violência urbana nos grandes centros, a corrupção, a fragilidade da economia mundial à mercê do capital especulativo, e tantos outros, quando vistos em conjunto formam um quadro assustador.

Não obstante a seriedade e a gravidade de cada um destes problemas, a crise ambiental (que pode beirar o colapso, em algumas décadas) é o que nos coloca de frente com a real ameaça da extinção da vida no planeta. Mas não é preciso muito esforço para perceber que todos eles estão interligados e se constituem em problemas sistêmicos cuja fonte não poderia ser outra que não a consciência do próprio homem.

Este capítulo visa despertar as pessoas para uma relação mais harmônica entre o homem e a natureza. Enfim, um despertar para uma sensibilização maior quanto à preservação do nosso Planeta e da qualidade da vida.

A Educação Ambiental é o desenvolvimento da capacidade intelectual do ser humano no tocante aos assuntos ecológicos, visando a sua participação individual e coletiva.

Somente através da Educação Ambiental é possível a mudança de comportamento do ser humano, envolvendo a interiorização de hábitos e a inclusão de valores que comprometam menos o ambiente.

A Educação Ambiental é um processo participativo, através do qual o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, adquirem conhecimentos, tomam atitudes, exercem competências e habilidades voltadas para a manutenção do meio ambiente ecologicamente equilibrado.

10.2. Fundamentação teórica

A educação ambiental é a ação permanente pela qual a comunidade tem a tomada de consciência de sua realidade global, do tipo de relações que os homens estabelecem entre si e com a natureza, dos problemas derivados de ditas relações e suas causas profundas.

Desenvolve, mediante uma prática que vincula o educando com a comunidade, valores e atitudes que promovem um comportamento dirigido à transformação superadora dessa realidade, tanto em seus aspectos naturais como sociais, desenvolvendo no educando as habilidades e atitudes necessárias para dita transformação.

É um processo de reconhecimento de valores e clarificações de conceitos, objetivando o desenvolvimento das habilidades e modificando as atitudes em relação ao meio, para entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meios biofísicos. A educação ambiental também está relacionada com a prática das tomadas de decisões e a ética que conduzem para a melhoria da qualidade de vida.

Constitui – se numa forma abrangente de educação, que se propõe atingir todos os cidadãos, através de um processo pedagógico participativo permanente que procura incutir

no educando uma consciência crítica sobre a problemática ambiental, compreendendo-se como crítica a capacidade de captar a gênese e a evolução de problemas ambientais.

É polivalente e diverge em diversos aspectos: quando num processo dinâmico e transformador, os indivíduos e a comunidade tomam consciência do seu meio ambiente e adquirem o conhecimento, os valores, as habilidades, as experiências e a determinação que os tornam aptos a agir e resolver os problemas, levando-os à reflexão para a implantação de uma nova ordem ambientalmente sustentável.

Além disso, a Educação Ambiental extrapola as atividades internas da escola tradicional, envolvendo, a família e toda a coletividade, sendo globalizadora por considerar o ambiente em seus múltiplos aspectos: natural, tecnológico, social, econômico, político, histórico, cultural, técnico, moral, ético e estético, e atuando com olhares amplos de alcance local, regional e global.

10.3. Procedimentos fundamentais da educação ambiental

A Educação Ambiental deve estar inserida no contexto sócio-político-econômico; pois se tratado de forma isolada, não terá sentido.

Há que se aprender os procedimentos muito simples, como a realidade que está à nossa volta, a trama da vida e, suas necessidades, seus vínculos, como formular hipóteses sobre essa realidade, como comparar as formas de agir e de pensar em relação à natureza.

A Educação Ambiental deve adotar uma proposta em que o educando é o futuro cidadão, devendo, para isso, ser o centro de uma participação no processo do aprendizado e preparado para ser um agente modificador, através de seu comportamento em relação ao meio ambiente, e da adoção de uma postura ética.

A Educação Ambiental tem um caráter permanente, pois a evolução do senso crítico e compreensão da complexidade dos aspectos que envolvem as questões ambientais se dão de um modo crescente e contínuo.

10.4. A educação ambiental como um desafio do futuro

A Educação Ambiental deve atuar diretamente na realidade de cada comunidade, sem perder de vista a sua dimensão planetária (“agir localmente pensar globalmente”).

Num planeta como a terra, todas as formas de vida são dependentes e interdependentes do cenário que as rodeia, permitindo que os elementos cognitivos se enquadrem perfeitamente em várias disciplinas.

A Educação Ambiental deve ser aplicada de maneira envolvente, deixando-se interpenetrar e inter-relacionar com as várias disciplinas, explorando mais o afetivo do que o cognitivo e servindo como um elo que faltava para integrar as disciplinas, sendo que:

- somente se defende e se preserva aquilo que se conhece;
- somente se adquire conhecimento pelo aprendizado, pela vivência e pelo processo da educação;

A Educação Ambiental é um ato de consciência do ser humano no qual devemos encarar os problemas ambientais atuais como desafios, como momentos da nossa escalada evolucionária.

“A preservação do Meio Ambiente garante a sobrevivência da espécie humana.”

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

(Constituição Brasileira: Capítulo VI – Do meio ambiente Art. 225 –)

10.5. Referências bibliográficas

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Preservação do meio ambiente: o que isto tem a ver com sua vida?** Florianópolis: 2000. 44p.

CEDI. **Educação ambiental: uma abordagem pedagógica dos temas da atualidade.** 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Ecumênico de Documentação e Informação, 1994.

BRANCO, S. M. **Ecologia na cidade.** São Paulo: Moderna, 1990. (Coleção Desafios).

DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas.** 2.ed. São Paulo: Gaia, 1993.

FINANCIAMENTO

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA
PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - PNMA II
PROJETO CONTROLE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DECORRENTE DA
SUINOCULTURA EM SANTA CATARINA
CONVÊNIO N°2002CV000002

COORDENAÇÃO ESTADUAL



Secretaria de Estado do
Desenvolvimento Social,
Urbano e Meio Ambiente

CO-EXECUTORES



Secretaria de Estado da
Agricultura e Política Rural



EXECUTORA



Suínos e Aves

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



PARCEIROS

20ª GEREI, ACCB/SUL, ACCS/SUL, Cincres, Colégio Espaço, Copérnia, EAFC, Fundema, GEASC
PMBN, SADIA, SRBN, STRBN, UFSC, UnC,
UNOESC, UNISUL