



PROJETO DE CONTROLE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DECORRENTE DA SUINOCULTURA EM SANTA CATARINA

AS EDIFICAÇÕES E OS DETALHES CONSTRUTIVOS VOLTADOS PARA O MANEJO DE DEJETOS NA SUINOCULTURA



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 Langone

Diretor de Articulação Institucional: Volney Zanardi Júnior

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável do Estado de Santa Catarina

Secretário de Estado: Sérgio de Souza Silva

Fundação do Meio Ambiente - FATMA/SC

Presidente: Jânio Wagner Constante

Embrapa Suínos e Aves

Chefe-Geral: Elsie Antonio Pereira de Figueiredo

Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios: Claudio Bellaver

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: Terezinha Marisa Bertol

Chefe-Adjunto de Administração: Dirceu Benelli

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

Coordenadora Geral: Lorene Bastos Lage

Componente Gestão Integrada de Ativos Ambientais

Coordenadora: Adriana M. Magalhães de Moura

Coordenação Estadual do Programa Nacional do Meio Ambiente II – PNMA II

Coordenador: Luiz Antônio Garcia Corrêa

Coordenação Estadual do Componente Gestão Integrada de Ativos Ambientais - PNMAII

Cinthy Mônica da Silva Zanuzzi: Fundação do Meio Ambiente – FATMA/SC

Coordenador Técnico do Projeto Suinocultura Santa Catarina

Paulo Armando Victória de Oliveira: Embrapa Suínos e Aves

Agradecimentos especiais:

Regina Gualda: Coordenadora Geral do PNMAII de 2000 a 2005.

Maricy Marino: Coordenadora do Componente Gestão Integrada de Ativos Ambientais do PNMAII de 2000 a 2003.

Darci Oliveira de Souza: (Coordenadora do Componente Gestão Integrada de Ativos Ambientais do PNMA II – 2002 a 2004).

Adroaldo Pagani da Silva: Coordenador Operacional do Projeto Suinocultura Santa Catarina (2002-2004).

Alexandre Ferrazolli Camargo: Técnico Responsável pelo Projeto no estado de Santa Catarina.



PROJETO DE CONTROLE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DECORRENTE DA
SUINOCULTURA EM SANTA CATARINA

Documentos 113

**AS EDIFICAÇÕES E OS DETALHES CONSTRUTIVOS
VOLTADOS PARA O MANEJO DE DEJETOS NA
SUINOCULTURA**

**Paulo Armando Victória de Oliveira
Adroaldo Pagani da Silva**

Ministério do Meio Ambiente
Secretaria Executiva
Programa Nacional do Meio Ambiente II – PNMA II



Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves

Caixa Postal 21

89.700-000, Concórdia, SC

Telefone: (049) 3441 0400

Fax: (049) 3442 8559

<http://www.cnpsa.embrapa.br>

Revisão Técnica: *Cícero J. Monticelli, Martha M. Higarashi, Cláudio Miranda*

Coordenação Editorial: *Tânia Maria Biavatti Celant*

Editoração Eletrônica: *Simone Colombo*

Normalização Bibliográfica: *Irene Z. Pacheco Camera*

Fotos: *Paulo Armando Victória de Oliveira*

1ª edição

1ª impressão: 2006 - **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).

Oliveira, Paulo Armando Victória de

As edificações e os detalhes construtivos voltados para o manejo de dejetos na suinocultura. / Paulo Armando Victória de Oliveira, Adroaldo Pagani da Silva. - Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006.

40p.; 29cm. – (Documentos/Embrapa Suínos e Aves, ISSN 0101-6245; 113)

Projeto de Controle da Degradação Ambiental Decorrente da Suinocultura em Santa Catarina; Programa Nacional do Meio Ambiente II – PNMA II do Ministério do Meio Ambiente.

1. Gestão-ambiental. 2. Suinocultura - instalações – manejo dos resíduos. I. Silva, Adroaldo Pagani da. II. Título. III. Série.

CDD 628.7466

© Embrapa 2006

INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES PROJETO SUINOCULTURA SANTA CATARINA

Unidade de Coordenação Estadual PNMA II

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável – SDS

Unidade de Coordenação Estadual do Componente Gestão Integrada de Ativos Ambientais

Fundação do Meio Ambiente – FATMA

Unidade Executora – Técnica e Financeira

Embrapa Suínos e Aves (2002 – novembro de 2005)

Fundação do Meio Ambiente – FATMA (Dezembro de 2005 2006)

Unidades Co-Executoras

Fundação do Meio Ambiente – FATMA

Secretaria de Estado da Agricultura e Política Rural – SAR

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de SC – EPAGRI

Parceiros

Associações

Associação Catarinense dos Criadores de Bovinos de Santa Catarina – ACCB/SUL

Associação Catarinense dos Criadores de Suínos de Santa Catarina – ACCS/SUL

Instituições de Ensino

Colégio Espaço Ltda

Escola Agrotécnica Federal de Concórdia – EAFC

Universidade do Contestado – UnC

Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC

Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Agroindústrias

Cooperativa de Produção e Consumo Concórdia Ltda – Copórdia

Sadia S.A.

Prefeituras

Prefeitura Municipal de Concórdia através da Fundação Municipal de Defesa do Meio Ambiente- FUNDEMA

Prefeitura Municipal de Braço do Norte – PMBN

Sindicatos

Sindicato Rural de Braço do Norte- SRBN

Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Braço do Norte SC – STRBN

Outras

Grupo Ecológico Ativista Sul Catarinense – GEASC

Gerência Regional de Educação de Braço do Norte SC – 20ª GEREI

Centro Integrado de Ciências da Região Sul de Santa Catarina – CINCRESC

AUTORES

Paulo Armando Victória de Oliveira

Eng. Agrícola, Dr.

Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves

BR 153, km 110, Caixa postal 21, CEP: 89.700.000

Concórdia – SC

paolive@cnpsa.embrapa.br

Adroaldo Pagani da Silva

Eng. Civil, MSc.

Consultor técnico do projeto

Florianópolis - SC

Agradecimento

Os autores agradecem ao Ministério do Meio Ambiente-MMA e ao Banco Mundial (BIRD), pelo financiamento desta publicação e pela implantação do Projeto Suinocultura Santa Catarina, integrante do Componente Gestão Integrada de Ativos Ambientais do Programa Nacional de Meio Ambiente II – PNMA II, que viabilizou a implantação de diferentes tecnologias como unidades demonstrativas de alternativas para a minimização das questões ambientais.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	EDIFICAÇÕES PARA A PRODUÇÃO DE SUÍNOS.....	10
2.1	Localização das edificações.....	10
2.2	Dimensões das edificações.....	11
2.3	Características das edificações.....	12
2.3.1	Cobertura das edificações e divisórias laterais.....	14
2.3.2	Pisos usados na suinocultura.....	16
3	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS	19
4	SISTEMAS DE MANEJO DE DEJETOS.....	19
5	CONTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO VOLUME DE DEJETOS ..	21
6	ESTERQUEIRA PULMÃO	23
7	ARMAZENAMENTO DE DEJETOS LÍQUIDOS	24
7.1	Estimativa da demanda de água pelos suínos	26
7.2	Estimativa do volume de resíduos produzidos	28
7.3	Estimativa do volume da esterqueira	31
8	ASPECTOS DE ENGENHARIA ENVOLVENDO A CONSTRUÇÃO DE ESTERQUEIRAS	35
9	CONCLUSÕES GERAIS	37
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

As edificações desenvolvidas para a produção de suínos e instaladas nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, foram construídas com a finalidade de adaptar as instalações ao clima existente e de se obter ganhos zootécnicos e econômicos significativos, tornando a suinocultura uma das atividades agropecuárias mais importantes desses Estados. Apesar dos significativos ganhos econômicos conquistados, a suinocultura desenvolveu-se sem maiores cuidados com as questões relativas ao meio ambiente. O resultado é que hoje, mais de 65 % das propriedades suinícolas estabelecidas estão em desacordo com a legislação ambiental vigente, sendo enquadradas no Código Florestal e/ou no Código Sanitário (Lindner, 1999; Embrapa Suínos e Aves, 2003).

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 do Sul, tanto em genética, como em produtividade e qualidade de carnes, os sistemas de produção implantados são altamente impactantes, causando problemas ambientais e comprometimento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas 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 (Oliveira & Silva, 2004).

Os sistemas de produção de suínos praticados atualmente possuem um elevado potencial poluidor, em conseqüência, principalmente da falta de padronização das edificações, da gestão ineficiente das águas pluviais e servidas e do manejo dos dejetos e resíduos produzidos.

O ambiente construtivo, por condicionar o comportamento e o desempenho dos animais, acaba por influir, direta ou indiretamente, sobre o volume de dejetos produzidos, o seu poder poluente e o fluxo de manejo. As perdas de nutrientes através das fezes e urina demonstram que a eficiência do processo de digestão do suíno é limitada, o que faz com que a suinocultura seja considerada como uma “atividade de grande potencial poluente” e uma fonte constante de conflito. A exigência de métodos muito sofisticados para seu tratamento pode engendrar problemas cada vez mais complexos e de difícil solução.

A chave para a adequação ambiental dos dejetos de suínos passa, não só por um bom planejamento nutricional associado a excreção de nutrientes, mas também pela coleta, armazenamento, tratamento dos resíduos, transporte e disposição final dos efluentes, como também, pela adequação do ambiente construtivo da edificação.

O ambiente interno por afetar o consumo, o comportamento e o desempenho animal influi, direta ou indiretamente, sobre o consumo de ração e de água, comportamento excretório e ganho de peso, entre outros.

A concepção de um projeto de edificação que assegure o conforto ambiental dos animais, um adequado fluxo operacional e o controle mais efetivo dos efluentes gerados é o primeiro passo para a resolução das questões ambientais geradas nos sistemas de produção de suínos.

Entretanto, mesmo os novos projetos das edificações evoluíram pouco no sentido da preservação e conservação dos recursos naturais, apresentando freqüentemente os mesmos problemas de construção e de manejo dos resíduos.

O objetivo deste trabalho é apresentar alguns aspectos construtivos relevantes presentes nas edificações de sistemas de produção de suínos, do ponto de vista de detalhes construtivos e de obras de engenharia necessárias, sendo que as recomendações aqui descritas fazem parte dos novos conceitos estabelecidos dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e das boas práticas na produção de suínos.

2 EDIFICAÇÕES PARA A PRODUÇÃO DE SUÍNOS

2.1 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 em 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 e ventilado, elevado e com declividade que facilite o escoamento das águas pluviais e a retirada dos resíduos líquidos (Institut Technique du Porc, 2000; Oliveira, 2004). Na escolha da localização das edificações deve-se considerar a legislação vigente em cada Estado quanto as distâncias das fontes de água, das divisas, dos cursos de água e das moradias existentes, para o caso de Santa Catarina consultar a Instrução Normativa IN-11 (FATMA, 2004).

As edificações devem ser localizadas em terrenos secos, prevendo sistemas de drenagem para evitar infiltrações de água e aumento da umidade nas instalações. Edifícios posicionados em cortes de terra com formação de taludes eventuais, devem ser distanciadas, destes, em torno de 5 vezes a altura do talude, para favorecer a ventilação natural, evitar sombreamentos e contribuições das águas pluviais aos dejetos e às 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 em relação ao movimento diário do sol. Devem ser evitados grandes aterros, pois se existentes e não bem executados, poderão causar problemas estruturais nas edificações (Oliveira & Fialho, 2000; Sobestiansky, et al. 2003).

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 devem-se manter as edificações abertas, somente protegendo os animais dos ventos predominantes no inverno com o uso de cortinas plásticas.

As edificações devem ser planejadas visando uma integração com a paisagem local, desde sua localização, assim como a escolha dos materiais para a cobertura e as

paredes, a pintura e a combinação de cores para uma perfeita harmonia com a natureza local (Institut Technique du Porc, 2000).

2.2 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 metros, para facilitar a ventilação natural e evitar problemas com a umidade interna. O comprimento também não deve ultrapassar 100 metros para facilitar o manejo e deslocamento interno de resíduos e de animais.

O dimensionamento das baias internas deve obedecer às 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 mínimo de 2,80 m quando coberto com telhas de barro e 3 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 (Oliveira, 1993).

O uso de forros ventilados aumenta a resistência térmica da cobertura, reduzindo o ganho de calor provocado pela cobertura no interior da edificação e possibilitando a utilização de pé-direito menor e materiais de cobertura com menor inércia térmica, a exemplo de telhas aluminizadas. Também reduz a perda de calor em condições de frio.

Quando se proporciona um melhor conforto ambiental aos animais reduz-se os problemas relacionados ao consumo de alimentos e de água, diminuindo o volume e concentração de poluentes.

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 (Oliveira & Fialho, 2000). 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.

Baias muito estreitas em sistemas com tamanhos de grupos elevados e alta densidade de animais devem ser evitadas, pelo alto risco de alteração do comportamento excretório dos animais em decorrência do aumento da agressividade em função da restrição de espaço.

A superfície (m²) prevista nos projetos de construção de edificações para a produção de suínos, é classificada em superfície ocupada pelo animal, superfície necessária para os animais exercerem diversas funções e superfície social, que está relacionada ao bem estar dos animais. A determinação destas superfícies para obtenção de melhores performances zootécnicas, depende do peso dos animais, do tipo de piso das baias, da temperatura ambiente local e do número de animais e do modo de distribuição dos alimentos (Institut Technique du Porc, 2000).

No Brasil a recomendação de superfícies para a produção de suínos, foi adaptada de recomendações estrangeiras, principalmente de normas da Comunidade Européia (CE). Em Publicação de Oliveira, et al. (1993) podem-se observar as diferentes áreas recomendadas para a produção de suínos, em função do peso metabólico e da fase de produção, para criação em pisos compactos ou parcialmente ripado. Pode-se tomar como referência a equação citada em Institut Technique du Porc (2000), para se determinar a área das baias a ser considerada nos projetos de edificação para a produção de suínos.

Determinação da área mínima da baia, para ocupação de animais, na produção de suínos:

$$S = 0,047 \times P^{0,67}$$

Sendo,

S = área de superfície em m²

P = peso metabólico do suíno (kg)

Ex: 30 kg=0,46m²; 50 kg=0,65m²; 100 kg=1,03m²; 250 kg=1,90m²

2.3 Características das edificações

A estrutura de um edifício para a produção de suínos é composta de vários elementos, a exemplo do telhado, do ático, do forro, pisos, paredes laterais e frontais e divisórias. Um dos pontos críticos do projeto é o relacionado à escolha do tipo de construção, estruturas pré-fabricados ou convencionais em alvenaria. As construções com estrutura pré-fabricadas, por permitir que os trabalhos de fundações, estrutura e fechamento sejam executados simultaneamente, possibilitam ganhos significativos em termos de prazo de execução e acabamento.

Atribui-se como vantagem da escolha de estruturas pré-fabricadas, uma economia de 10 a 15% no custo total da obra, pois se eliminam os serviços de reboco e pintura (painéis prontos), maior organização e limpeza do canteiro de obras, construção de grandes vãos, eliminação da etapa de carpintaria (formas), lançamento de concreto, cura e desforma da estrutura, dispensa as etapas de corte e dobra de ferro, reduz o risco de acidente e de entulhos. O número de pessoas para executar o mesmo serviço em estruturas convencionais é 1:9. A produtividade da mão de obra de construção com uso de operários especializados e previamente treinados pode chegar ao índice de 40% quando comparado com as construções convencionais.

Em sistemas de produção com mais de 60 matrizes, deve-se instalar as fases produtivas em prédios separados. Esta separação deve obedecer a 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).

Os sistemas de produção de suínos devem obedecer à seqüência apresentada no fluxograma da Fig. 1.

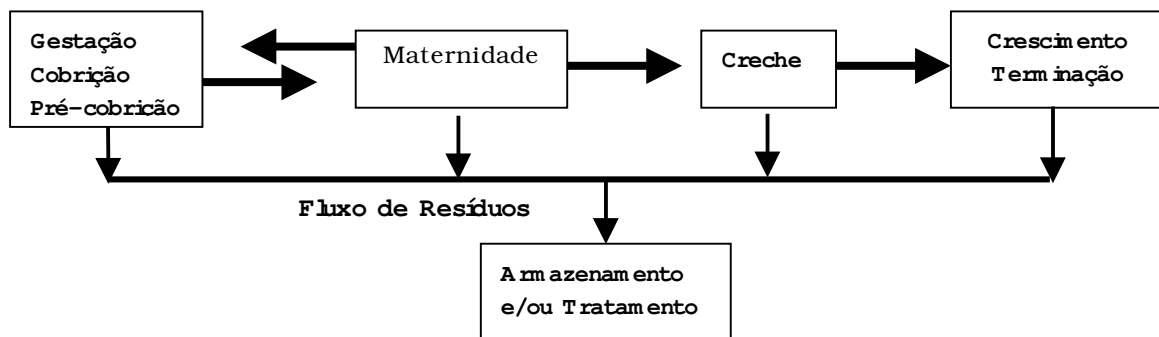


Fig. 1 - Fluxograma recomendado para otimizar o fluxo e o manejo de animais e de resíduos em sistemas de produção de suínos.

De acordo com o fluxograma apresentado na Fig. 1, 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.

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. Devem-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 internos, na edificação, não ultrapassem a 0,5%, o que permite a retirada dos dejetos de maneira lenta, evitando-se descargas em regime turbulento.

Recomendam-se a construção de estruturas padronizadas e preferencialmente pré-fabricadas em concreto armado para a 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 e estruturas pré-fabricadas em concreto 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.

Os mais variados tipos de estruturas são adotados na construção de edificações para a produção de suínos, podendo-se citar como exemplo: madeira, concreto, alvenaria, pedra e as diferentes combinações desses materiais construtivos. Os principais problemas encontrados na falta de padronização das 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 qualificadas;
- Dificuldade de manejo dos animais, devido a 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.

Em função do exposto acima, recomenda-se o uso de estruturas de concreto pré-fabricadas e padronizadas, com a finalidade de otimizar-se os 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, padronização e modulação das edificações.

Na Fig. 2, pode-se observar o exemplo de edificação para a produção de suínos em estrutura de concreto pré-fabricada, detalhe das paredes laterais e de canal para manejo dos dejetos coberto.



Fig. 2 - Exemplo de edificação para a produção de suínos em estrutura de concreto pré-fabricada, detalhe das paredes laterais e de canal para manejo dos dejetos coberto.

2.3.1 Cobertura das edificações e divisórias laterais

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

A cobertura é o local em que os fatores climáticos atuam mais direta e intensamente, sendo por este motivo, determinante nas condições ambientais internas. A maior ou menor radiação absorvida deverá ser compensada por meio da resistência térmica adequada.

A escolha do tipo de telha poderia ser feito, numa primeira aproximação, comparando-se os coeficientes de condutibilidade térmica (k) das mesmas, cujo valor

está relacionado a espessura e ao material empregado. No entanto, é a inércia térmica (\emptyset) que vai indicar a adequação do tipo de cobertura a certas zonas climáticas (Institut Technique du Porc, 2000).

Quando a cor exterior de uma cobertura composta de uma única camada é branca, pode-se praticamente evitar o aquecimento devido à radiação solar e, nestas condições, a temperatura interior raramente excede a temperatura exterior, chegando a ser mais baixa. Cores claras aumentam a reflexividade da radiação solar e reduções de até 8,8°C na temperatura interior têm sido obtidas com a cor branca.

Uma adequada inclinação do telhado, também contribui para minimizar os efeitos da transferência de calor da cobertura para o interior. A inclinação do telhado é normatizada em função da carga que é submetida, carga de vento e precipitação pluviométrica, mas as inclinações mais utilizadas são 40-60 para as cerâmicas (francesa), 17-20% para as de cimento amianto e metálicas.

O beiral deve ser projetada para evitar a penetração dos raios solares e da chuva. Para determinar suas dimensões, é preciso calcular a inclinação e o comprimento de forma a evitar a penetração dos raios solares (Oliveira & Fialho, 2000).

Em climas quentes e úmidos, é preferível adotar, como proteção adicional contra a insolação, materiais pesados e de grande inércia térmica, em lugar de materiais leves e simplesmente isolantes, adequados para climas com grande variação térmica. Mas de todas as soluções apontadas, as mais eficientes e econômicas são aquelas que utilizam forros ventilados, a fim de reduzir a transferência de calor pela parte inferior das telhas, diminuindo o fluxo de calor para o interior do edifício.

A escolha do forro deve ser relacionada com a resistência total recomendada para a cobertura. O forro deve acompanhar a curvatura do telhado, visando obter um fluxo natural de escoamento do ar quente. É preciso prever dispositivos para a saída do ar quente e úmido, sendo importante que entre a telha e o forro, exista um controle de abertura para a ventilação.

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, aumentando a produção de dejetos. A recomendação é para o uso de divisórias simples, de fácil modulação e execução.

Na Fig. 3, pode-se observar as divisórias de concreto pré-fabricadas, facilitando a ventilação natural.



Fig. 3 - Divisórias de concreto pré-fabricadas, facilitando a ventilação natural.

2.3.2 Pisos usados na suinocultura

Nas edificações para a produção de suínos, os pisos, tanto compactos como ripados, são elementos construtivos geralmente, 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 (Oliveira, 1993).

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

Visando facilitar a coleta e remoção dos dejetos, bem como a economia de tempo e mão-de-obra despendidos no manejo dos animais confinados, desenvolveram-se 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, pode trazer problemas de mau cheiro e formação de gases nocivos no interior dos prédios fechados, uma vez que a massa semi-fluída de fezes e urina, em suspensão na água, permanece por um período de semanas, aguardando a remoção. Os gases mais comumente formados são a amônia, o gás sulfídrico, o gás carbônico e o metano, dos quais, apenas os dois primeiros apresentam cheiro desagradável (Centro para a Conservação de Energia, 2000). Em edificações abertas esses gases não são nocivos aos animais, pois existe boa renovação do ar no interior dos prédios, mas apresentam sérios problemas de odores.

O piso ripado das instalações para suínos, pode ser construído em concreto, PVC, perfis de ferro galvanizado, telas metálicas ou chapa metálica perfurada (Institut Technique du Porc, 2000). Os perfis de ferro são muito caros, motivo pelo qual se usa mais o concreto e os pisos em PVC. Quando usada tela metálica, esta é geralmente constituída de arame galvanizado de 5 mm de diâmetro, com malhas de 1,3 cm.

O espaçamento entre “ripas” deve ser de 1 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 2,5 cm, no espaço ocupado pela porca, e de 1 cm, 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 canal de armazenamento e manejo dos dejetos, 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 entre 5 a 7,5 cm, para facilitar a limpeza.

Tabela 1 - Dimensões das vigas de concreto, projetadas para uma carga atuante de aproximadamente 150 kg/cm².

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: Midwest Plan Service, 1985.

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 (Oliveira et al., 1993).

O piso compacto, neste caso, deve ter dois caimentos, o primeiro na parte frontal da baia (lado do comedouro e bebedouro) para escoamento da água desperdiçada pelo bebedouro, com declividade de 5% para um comprimento máximo de 0,80m e o segundo entre 3% para parte de trás da gaiola, conforme pode-se observar na Fig. 4 (Oliveira et al., 1993).

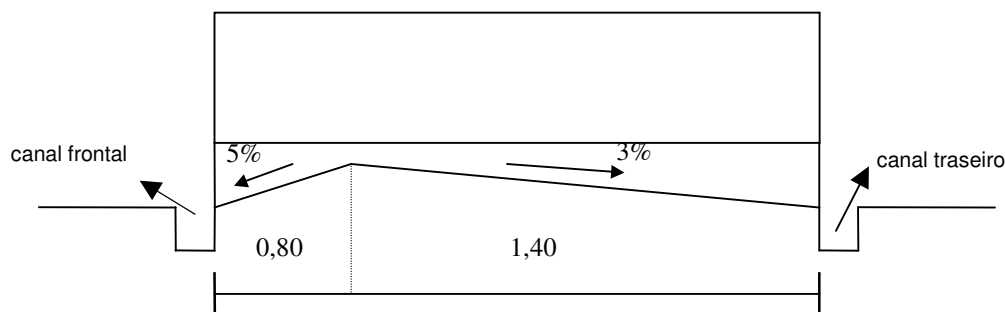


Fig. 4 - Declividade recomendada para gaiolas de maternidade.

O canal frontal da gaiola deve ter largura entre 10 e 20 cm e o canal traseiro entre 30 e 50 cm. O canal frontal deve ter declividade máxima de 1% e o canal traseiro estar em nível. A profundidade do canal traseiro deve ser de no mínimo 15 cm e no máximo 50 cm (Oliveira et al., 1993).

Recomenda-se para as gaiolas de maternidade com piso totalmente ripado em concreto armado, plástico ou ferro que o espaçamento entre as barras de concreto deve ser de 1 cm, segundo recomendações de Institut Technique du Porc (2000) e Bonazzi (2001). 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 488mm, largura 247 mm, abertura 15 mm e espessura 18 mm, em cores azul, cinza e verde.

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 de manejo dos dejetos dentro da baia, coberto com placas de concreto armado ripado ou placas com barras de ferro liso cilíndrico. Em algumas construções o canal é externo e a baia possui saída na parede lateral para o escoamento dos dejetos. Recomenda-se para estes tipos de baias o uso de um abafador (microambiente controlado) para a proteção dos leitões do frio (Oliveira et al., 1993).

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 frio 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. Recomenda-se que a área do piso compacto em baias mistas (piso compacto e ripado) deve abrigar todos os leitões. A superfície mínima (m^2), da baia deve ser de $0,45 m^2$ para piso totalmente compacto e de $0,35 m^2$ para piso parcialmente ripado, por leitão (Oliveira et al., 1993; Institut Technique du Porc, 2000).

Na unidade de crescimento e terminação normalmente, no Brasil, utiliza-se o piso totalmente compacto ou parcialmente ripado (Oliveira et al., 1993). Na Europa é recomendado o uso do piso totalmente ripado para facilitar o manejo dos dejetos, limpeza das baias e manutenção da baia o mais seca possível (Bonazzi, 2001). Em função do investimento econômico ser elevado, adotou-se no Brasil o piso compacto ou parcialmente ripado (pequeno canal de manejo dos dejetos, interno na baia, com largura máxima de 1,50 m). O desnível do piso compacto é muito importante para uma boa retirada da parte líquida. Recomenda-se que o piso ripado seja de no mínimo 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.

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 mantê-la seca (Oliveira et al., 1993).

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 PVC ou ferro cilíndrico liso, porém, em função de custos e durabilidade, a opção é mais favorável ao piso de concreto armado e ao PVC.

3 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS

Nas edificações para suínos freqüentemente cometem-se erros comprometedores, nas instalações elétricas e hidráulicas. Algumas instalações elétricas são executadas sem projeto técnico específico e, muitas vezes, sem proteções dos circuitos elétricos, sem aterramento adequado, condutores elétricos inadequados e sem a proteção de eletrodutos, ocorrendo freqüentemente curto circuito e outros danos para as edificações e para os animais e principalmente, colocando em risco a vida das pessoas.

As instalações hidráulicas, normalmente, nas pequenas e médias propriedades são executadas de maneira rudimentar e com material de baixa qualidade. São verificados freqüentemente vazamentos e, em conseqüência, desperdício de água, aumentando-se consideravelmente o volume de água desperdiçada, sendo esta misturada aos dejetos, aumentando consideravelmente seu volume.

O diâmetro da tubulação deve ser suficiente para limitar a velocidade de escoamento da água a no máximo 2,0 m/s, velocidades superiores desgastam as peças na rede de distribuição, produzem ruído, choque e golpe de ariete, nas canalizações (Institut Technique du Porc, 2000).

Recomenda-se que, por mais simples que sejam as instalações elétricas e hidráulicas, as mesmas devem ser projetadas e executadas por profissionais habilitados, evitando-se as perdas de água e riscos de fuga de correntes nos circuitos elétricos.

4 SISTEMAS DE MANEJO DE DEJETOS

A atual expansão da suinocultura tem como principal característica a concentração de animais em pequenas áreas. 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 o comprometimento dos recursos naturais renováveis, especialmente a água (Embrapa Suínos e Aves, 2003; Oliveira, 2004).

Nas edificações convencionais de produção de suínos, os sistemas de manejo de dejetos podem ser internos, através de canais cobertos por barras (ripado) e, em alguns casos, com o uso de lâmina d'água. Entretanto na maioria das edificações de produção de suínos, encontram-se canaletas externas sem cobertura ou sem controle de fluxo de dejetos, propiciando grande proliferação de moscas e incorporação da água da chuva.

A limpeza dos dejetos nos canais internos ou externos é realizada com água, muitas vezes potável, o que acaba gerando grande desperdício. A incorporação de

água aos dejetos reduz a qualidade, inviabilizando economicamente o seu uso como fertilizante orgânico, além de aumentar a estrutura necessária para o armazenamento e os custos de transporte e utilização (Oliveira, 2004).

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 de 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 (Bonazzi, 2001; Institut Technique du Porc, 2000). 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 (Oliveira, 2004).

Na Fig. 5, pode-se observar a construção de um sistema de cobertura para os canais externos de manejo dos dejetos de suínos.



Fig. 5 - Foto da esquerda: Canal externo usado no manejo dos dejetos.

Foto da direita: Implantação pelo PNMA II, de 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.

5 CONTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO VOLUME DE DEJETOS

Em muitas propriedades suinícolas observa-se que grande parte dos dejetos líquidos armazenados nas esterqueiras é composta de água, provinda principalmente do desperdício de bebedouros, lavagem 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 grandes volumes de água para a limpeza das baias. Nestes dois casos citados, o problema gerado é que o desperdício contribui significativamente para o aumento do volume de dejetos a ser tratado e/ou armazenado. No caso da chuva, a incorporação ocorre quando não existe um sistema de drenagem adequado para as águas pluviais, causando sua descarga nos sistemas de manejo dos dejetos, nas esterqueiras e lagoas, aumentando o 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 (Oliveira, 2004). Como alternativa para evitar que a água da chuva penetre nos canais de manejo dos dejetos e nas esterqueiras, pode-se cobrir tais canais, ou utilizar tubulação para o escoamento dos dejetos das edificações para os sistemas de armazenamento.

O escoamento e a limpeza dos dejetos presentes nas baias, na maioria das vezes, são realizados com auxílio de água e utilização de equipamentos de alta vazão e baixa pressão, sendo que os dejetos são despejados das baias, através de aberturas irregulares nas paredes laterais das edificações, trazendo as seguintes conseqüências:

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

A diminuição da contribuição da água de escoamento superficial (água de chuva) no aumento do volume e 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 das esterqueiras e lagoas.

Na Fig. 6, observa-se os erros freqüentes de construção dos canais externos, contribuindo para introdução e mistura da água da chuva com os dejetos.



Fig. 6 - Erros freqüentes de construção dos canais externos, contribuindo para introdução e mistura da água da chuva com os dejetos.

O desperdício através de lavação de baias pode ser reduzido com as práticas de raspagem mecânica dos dejetos e, quando necessário, a lavação através de lavajatos de alta pressão.

A água de chuva que precipita sobre a cobertura das edificações pode ser captada por calhas e armazenada em cisternas para o abastecimento da propriedade, servindo como água de limpeza ou, quando tratada, poder ser usada como água de bebida para os animais. Observa-se que para cada 1 mm de precipitação pluviométrica que incide sobre 1 m² de superfície de telhado, é armazenado 1 litro de água, então pode-se estimar que uma cobertura de 1.000 m² tem a capacidade de captar para cada 10 mm de precipitação pluviométrica, 10.000 litros de água.

Na Fig. 7, observa-se a cisterna instalada pelo PNMA II, para aproveitamento da água da chuva.



Fig. 7 - Cisterna instalada pelo PNMA II, para aproveitamento da água da chuva.

6 ESTERQUEIRA PULMÃO

O desafio para a viabilização da utilização dos fertilizantes orgânicos (líquidos) reside na disponibilidade de área para a sua disposição e na infra-estrutura exigida (coleta, armazenagem, transporte e distribuição). A observância dos critérios de balanço de nutrientes, fundamentados na composição química dos dejetos, na fertilidade e no tipo de solo, nas exigências das culturas, da época de aplicação e dos cuidados com o ambiente, geralmente são desconsiderados na hora da aplicação. Questões como dosagem e época de aplicação, bem como o efeito de aplicações sucessivas ao longo do tempo, ainda persistem entre os produtores.

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 muitas vezes é acidentada. Como exemplo, apresenta-se o caso da bacia do Lajeado dos Fragosos, em Concórdia – SC, onde 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 fertilizante orgânico, pois o transporte de fertilizantes 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 utiliza os dejetos como fertilizante orgânico na área do próprio estabelecimento agrícola (Silva, 2000; Oliveira, 2004).

Um sistema alternativo de distribuição de fertilizante orgânico deve ser desenvolvido, para possibilitar a utilização econômica dos dejetos em substituição ao adubo químico, no maior número de propriedades possíveis.

Uma das alternativas é a construção de depósitos de fertilizante nas cotas mais elevadas das lavouras (**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 ou por sistemas de aspersores. O transporte dos fertilizantes líquidos de depósito na propriedade (esterqueira/ lagoas) ou do efluente de biodigestores até o depósito (**Esterqueira Pulmão**), localizado na cota mais elevada, pode ser feito através de bombas hidráulicas ou com a utilização de caminhões tanque, caso haja a possibilidade de acesso através das rodovias vicinais que servem à bacia.

Na Fig. 8, pode-se observar a esterqueira pulmão instalada, pelo PNMA II, nas proximidades da lavoura, reduzindo o custo de transporte e distribuição de fertilizante orgânico.



Fig. 8 - Esterqueira pulmão instalada, pelo PNMA II, nas proximidades da lavoura, reduzindo o custo de transporte e distribuição de fertilizante orgânico.

Existem, no mercado, motobombas desenvolvidas especialmente para o transporte dos dejetos de suínos, tais bombas apresentam inclusive, a possibilidade de serem acopladas a tomada de força do trator e podem recalcar dejetos diluídos até uma altura manométrica total de 100 mca (metros de coluna de água). Recomenda-se para cada bacia hidrográfica a ser avaliada um estudo específico para tal 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.

Para o projeto de novas edificações ou a reforma de instalações para suínos, recomenda-se a contratação de serviços de técnicos habilitados, com acompanhamento técnico na execução e reforma das obras. Os valores investidos em profissionais habilitados, com certeza, reverterão em menores desperdícios e maiores lucros para os produtores.

7 ARMAZENAMENTO DE DEJETOS LÍQUIDOS

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, que não traga risco de poluição às fontes d'água (Institut Technique du Porc, 2000).

No projeto destes reservatórios deve ser previsto um período mínimo de armazenamento de 120 dias, para o Estado de Santa Catarina, segundo Instrução

Normativa IN-11 da FATMA, Nº 01/04, de 24.03.2004 (FATMA, 2004). Este período mínimo de armazenamento é definido conforme estabelece as instruções normativas vigente em cada Estado.

Os 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 de dejetos líquidos nas camadas inferiores do solo, reduzindo risco de poluição das fontes de águas.

As esterqueiras ou lagoas 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 fertilizante orgânico.

Na Fig. 9, observa-se a esterqueira instalada pelo PNMA II em propriedade para armazenamento dos dejetos gerados na produção de suínos.



Fig. 9 - Esterqueira instalada pelo PNMA II em propriedade para armazenamento dos dejetos gerados na produção de suínos.

Os depósitos para o armazenamento de dejetos, são construídos preferencialmente no formato de tronco de pirâmide invertido, podendo também ser usados os formatos cilíndrico ou retangular. 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 ocorre no caso de ser necessário se fazer 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 trabalho desenvolvido para avaliação da duração de revestimentos de esterqueiras com o uso de geomembranas de PVC pretas nas duas faces (0,8 mm de espessura), constatou-se que a durabilidade deste material é de aproximadamente 8 anos, desde que não ocorra nenhum dano mecânico (Oliveira, 2004).

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).

7.1 Estimativa da demanda de água pelos suínos

As Tabelas 2 e 3, 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, a 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. A necessidade hídrica dos suínos nas diferentes fases produtivas está na Tabela 2.

Tabela 2 - 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: Bonazzi (2001)

A vazão mínima de água recomendada para bebedouros, em sistema de produção de suínos, em função do estado fisiológico dos animais encontra-se na Tabela 3. 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 3 - 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: Bonazzi (2001)

O limite máximo de pressão de água nos bebedouros, segundo Bodman (1994) e Institut Technique du Porc (2000), é de 1,4 kg/cm² até a fase de creche, e de 2,1 kg/cm² para as demais fases produtivas. A Fig. 10 apresenta os principais modelos de bebedouros, atualmente em uso na produção de suínos (Antunes, 2004).

Modelos Bebedouros

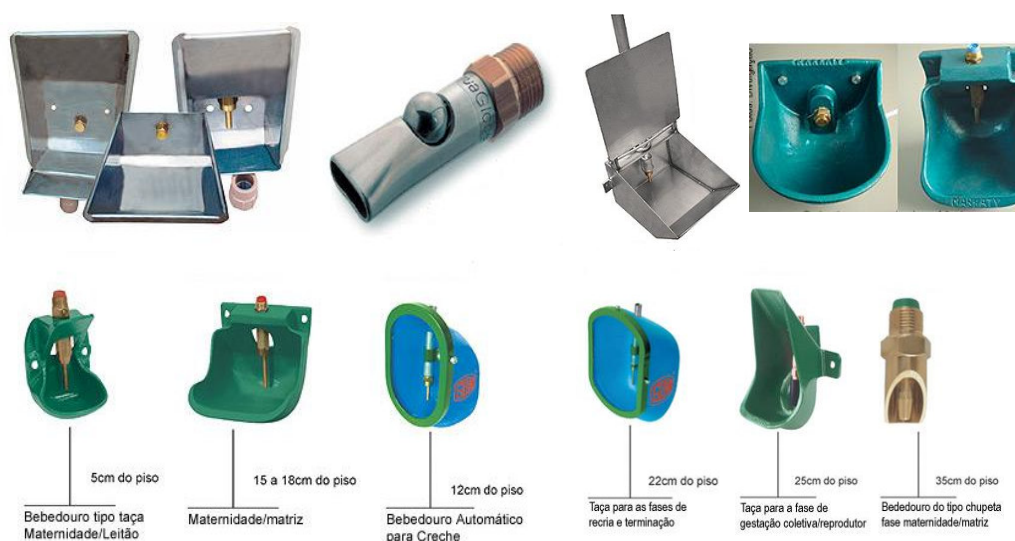


Fig. 10 - Principais modelos de bebedouros em uso na suinocultura.

A demanda de água para limpeza das baias, varia de 2 a 6 L/dia para animais em terminação e porcas no rebanho, respectivamente segundo Perdomo, et al. (2003). As avaliações do consumo de água usadas para a limpeza das baias nas instalações para a produção de suínos, na França, pelo Institut Technique du Porc-ITP demonstraram um consumo médio de 0,5L por suíno/dia nas unidades de crescimento e terminação, gestação e creche e de 5,1L por matriz/dia na maternidade (Levasseur, 1998; Institut Technique du Porc, 2000). Os dados acima obtido por Perdomo, et al. (2003), quando comparados com os dados de literatura (Levasseur, 1998; Institut Technique du Porc, 2000) demonstram a necessidade de reduzir o desperdício de água que ocorre no sistema de produção de suínos na limpeza das edificações.

Na Fig. 11, observa-se, implantação pelo PNMA II de bebedouro para redução do desperdício de água na suinocultura.



Fig. 11 - Implantação de bebedouro pelo PNMA II para redução do desperdício de água na suinocultura.

7.2 Estimativa do volume de resíduos produzidos

Para a estimativa do volume médio de dejetos produzido em um sistema de produção de suínos, pode-se usar como valores de referência os dados citados na Tabela 4. Esta tabela incorpora as perdas médias de água dos bebedouros tipo taça e chupeta usadas nos sistemas de criação. 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 gerado pelos animais, em função da fase de produção.

Tabela 4 - 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, (2004).

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 4, sejam corrigidos principalmente para as fases de crescimento e terminação, de acordo com os resultados dos trabalhos apresentados abaixo.

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 registrado, o volume de dejetos foi pesado por cubagem realizada 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 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 efluente, como pode ser observado nos resultados mostrados na Tabela 5.

Com base nos resultados obtidos, também conclui-se que:

- suínos alimentados através de comedouros providos de bebedouros na câmara de consumo, apresentaram maior ganho de peso e consumo de ração;
- todos os tratamentos apresentaram carcaças com porcentagem de carne e espessura de toucinho semelhantes, havendo diferenças devido a sexo;
- 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, nas fases de crescimento e terminação, 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
Variáveis analisadas						
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).

Em trabalho desenvolvido por Oliveira, et al. (1999) e Oliveira, (2003) 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 tipos chupeta, e regulagem da vazão de água, instalado junto ao comedouro. A temperatura interna, da edificação, foi mantida a $22^{\circ}\text{C} \pm 1,5$, por estar

dentro da faixa de neutralidade térmica e também com a finalidade de manter a relação água/ração entre 2,3 e 2,5 por litro de água por kg de ração. A espessura de cama de maravalha foi de 0,70 m.

O efluente final gerado no SPR, foi retirado por bomba e pesado para a determinação do volume. A limpeza das baias foi realizada somente na saída dos suínos. No SCM 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 houve 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. 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 (SPR) 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 ±1,2	30,5 ±1,4
Peso final, após 90 dias (kg)	99,9 ±7,5	102,3 ±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 ±2,4	60,9 ±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: Oliveira et al (1999) e 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 & Dalla Costa (2000) e Dalla Costa & Perdomo (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 & Dalla Costa (2000); Dalla Costa & Perdomo (2001); Dalla Costa et al. (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, recomenda-se 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 0,5 a 2,0 litros/dia de efluentes produzidos por suíno alojado, que é uma estimativa da quantidade de água utilizada para a limpeza das baias na saída dos animais. Este acréscimo de água depende do manejo dos dejetos utilizados, da frequência de limpeza das baias e do tipo de equipamento usado na limpeza.

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"	Mistura de sexo	3,52
Chupeta junto ao comedouro de ração	2,77	2,80

Obs: Deve-se acrescentar, aos valores da tabela de 0,5 a 2 Litros de efluentes por suíno/ dia em função da limpeza das baias na troca de lotes.

7.3 Estimativa do volume da esterqueira

A esterqueira é o sistema de armazenamento de dejetos mais difundido, tanto no Brasil como em outros países produtores de suínos. Entretanto, no Brasil, muitas granjas apresentam alto risco de poluição devido a problemas de subdimensionamento do volume de resíduos líquidos gerados nos sistemas produtivos de suínos e nos aspectos construtivos das esterqueiras. 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 e a IN-11 da FATMA, têm utilizado para a estimativa 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 de chuva que ocorre no local e sua evaporação. Este balanço é importante, pois define o acúmulo ou a perda dos resíduos líquidos armazenados. Na equação (1) também não é previsto um coeficiente de segurança para minimizar o risco de transbordamento, quando ocorre um longo período de intensa precipitação e o fertilizante orgânico não pode ser distribuído na lavoura. 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 estimativa 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:

$$\mathbf{Vest = Veflu + Vseg} \dots\dots\dots (2)$$

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).

$$\mathbf{Veflu = ta \times Vdej} \dots\dots\dots (3)$$

Onde:

ta = Tempo de armazenamento (120 dias);

Vdej = Volume de dejetos produzido diariamente na granja (m³/dia);

$$\mathbf{Vseg = \beta.Veflu.\{(\alpha + Bal_PE)\}} \dots\dots\dots (4)$$

Onde:

Bal_PE = Somatório do Balanço entre a Precipitação média mensal e a Evaporação Potencial mensal, da série histórica dos quatro meses seqüenciais mais críticos do ano, registrada na estação meteorológica 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.

$$\mathbf{Bal_PE = \sum (Prec - EP) \dots\dots\dots (5)}$$

Onde:

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

EP = Evaporação Potencial, somatório dos totais mensais da série histórica dos quatro meses seqüenciais mais críticos do ano, registrada na estação meteorológica 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 e 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. O tanque classe A é um depósito circular com 1,20 m de diâmetro com 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 ocorrida no período observado.

A estimativa da Evaporação Potencial (EP) pode ser determinada a partir da evaporação medida no tanque classe A, segundo Tubelis & Nascimento (1983), sendo que a conversão dos dados é feita pela expressão abaixo:

$$\mathbf{EP = m . Et \dots\dots\dots (6)}$$

Onde:

EP = evaporação potencial (mm/dia);

m = fator de proporcionalidade em função da estação meteorológica;

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

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 Fig. 12.

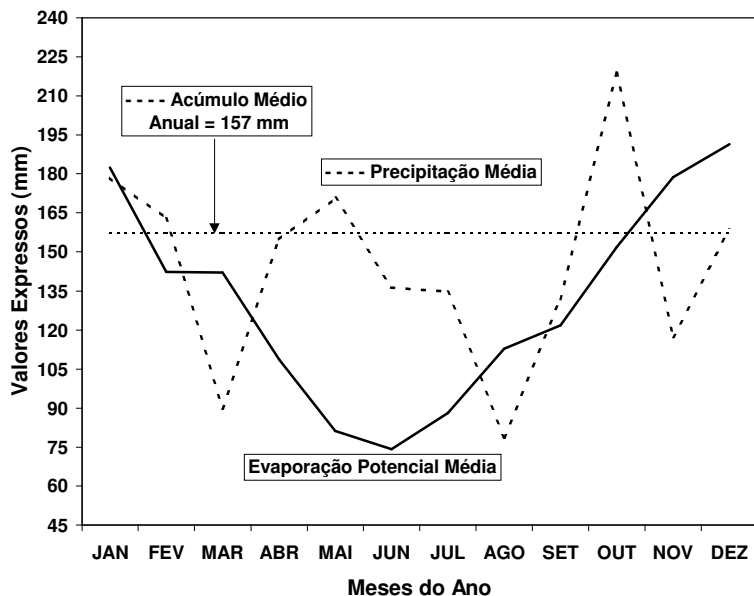


Fig. 12 - Evaporação potencial e precipitação, média mensal da série histórica de 1983 a 2003, para a Região Oeste de Santa Catarina.

Fonte: Atlas SC, (2002); Embrapa Suínos e Aves, (2006).

A precipitação média mensal considerada provém dos registros efetuados pelas estações meteorológicas da Epagri e da Embrapa Suínos e Aves, situadas na região Oeste de Santa Catarina. Os dados observados na Fig. 12, são médias mensais considerando as séries históricas das duas estações citadas. Os dados observados de precipitação podem ser obtidos nas seguintes fontes: ATLAS SC (2002) e Embrapa Suínos e Aves (2006). Outro fator importante a considerar é a intensidade máxima de precipitação que ocorre em 24 horas, observação realizada na estação meteorológica da Embrapa Suínos e Aves demonstram que muitas vezes a intensidade de precipitação ultrapassa 50 mm.

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 lâmina d'água, valor este que deve ser acrescido nos projetos de esterqueira ou lagoas (Fig. 13).

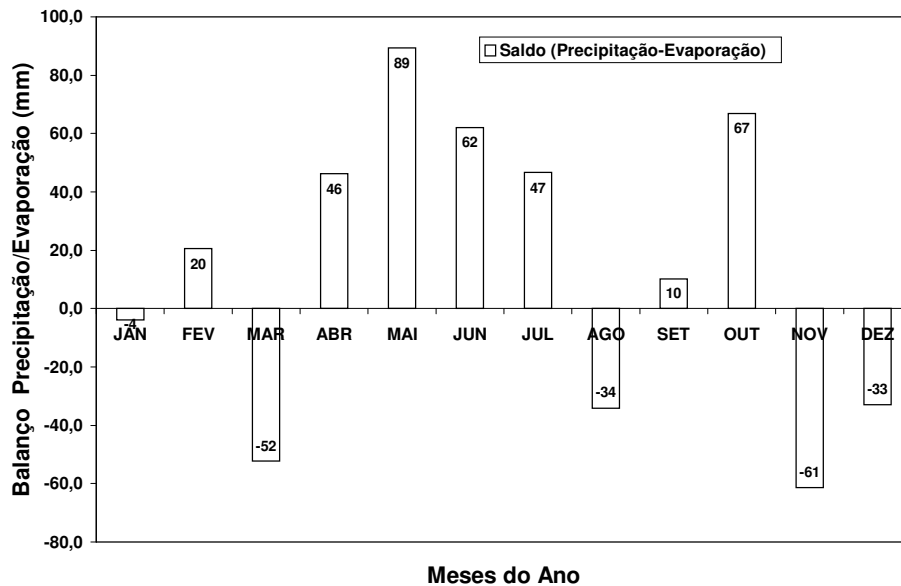


Fig. 13 - Balanço entre evaporação potencial e precipitação, média mensal da série histórica de 1983 a 2003, para a Região Oeste de Santa Catarina.

Fonte: Atlas SC, 2002; Embrapa Suínos e Aves, 2006.

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 (Fig. 13). 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 e reduz consideravelmente o custo do fertilizante orgânico quando comparado ao fertilizante químico.

8 ASPECTOS DE ENGENHARIA ENVOLVENDO A CONSTRUÇÃO DE ESTERQUEIRAS

Atualmente algumas obras executadas para as construções de estruturas para o armazenamento ou tratamento de dejetos (esterqueiras, lagoas e biodigestor), 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. Devem-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.

Observa-se na Fig. 14, esterqueiras implantadas pelo PNMA II, considerando os aspectos construtivos e a estabilidade dos taludes.



Fig. 14 - Esterqueiras implantadas pelo PNMA II, considerando os aspectos construtivos e a estabilidade dos taludes.

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 é expressa pelo ângulo que a linha vertical de inclinação do talude deste faz com a horizontal do terreno, 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 9 apresenta a recomendação de inclinação natural de diferentes tipos de solo, considerando-se a estabilidade do talude.

Tabela 9 - 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 Fig. 15 apresenta as inclinações recomendadas para os taludes em função dos tipos mais comuns de solo. Para o cálculo mais preciso do ângulo de estabilidade de talude, em função dos diferentes tipos de solo, recomenda-se a consulta ao livro de Fiori & Carmignani (2001).

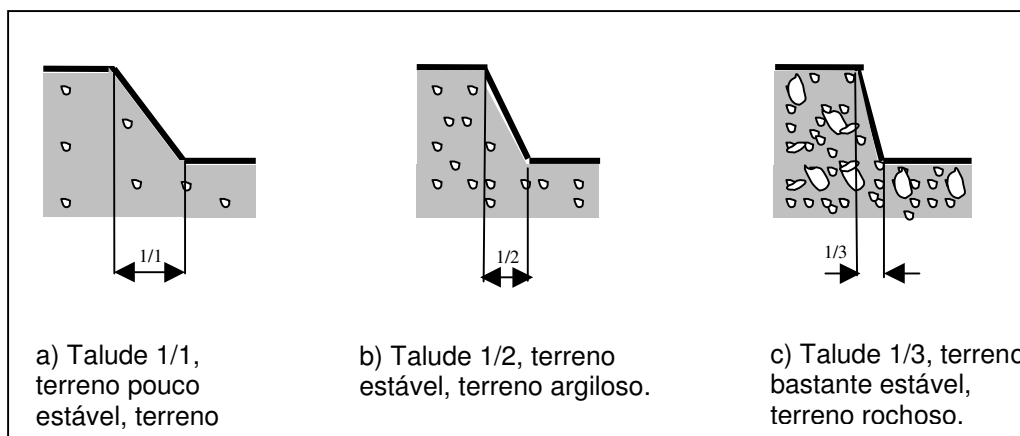


Fig. 15 - Inclinações recomendadas de taludes, em função dos tipos mais comuns de solo.

9 CONCLUSÕES GERAIS

Nos projetos de engenharia necessários para a implantação de edificações para a produção de suínos é importante a participação de profissionais habilitados e com experiência neste ramo de atividade.

Os aspectos ambientais e de bem estar animal envolvidos na produção de suínos, atualmente exercem um papel importante, não podendo mais ser desconsiderados nos projetos de edificações para a suinocultura.

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

As edificações devem ser projetadas visando o maior aproveitamento dos recursos naturais e ao mesmo tempo atenda a legislação ambiental vigente, quanto às distâncias relativas às fontes de água, dos rios, estradas e divisas.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, R. Versáteis e ecológicos. **Suinocultura Industrial**, v.177, n.03, p.30-33, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistemas de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso (NBR ISO 14001)**. Rio de Janeiro: ABNT, 1996. 14p.
- 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.
- BODMAN, G. R. 1994, **Evaluation of housing and environmental**. Adequacy: principles and concepts. Cooperative extension at the University of Nebraska, Lincon, 28p.
- BONAZZI, G. **Manuale per l'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici**. Reggio Emilia: Centro de Ricerche Produzioni Animali – CRPA, 2001. 320p. Edizioni L'Informatore Agrario.
- CENTRO PARA A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. **Guia técnico de biogás**. Amadora, Portugal: Agência para a Energia, 2000. 117 p.
- DALLA COSTA, O. A., 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. **Anais**. Campinas: Editora Animal/World, 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.
- EPAGRI. **Atlas climatológico de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI-CIRAM, 2002. 1 CD-ROM.
- EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Diagnóstico das propriedades suinícolas da região de abrangência do consorcio Lambari, SC: relatório preliminar**. Concórdia Embrapa Suínos e Aves, 2003. 33p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 84).
- EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Estação agrometeorológica**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br>. Acesso em: 20 out. 2006.

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

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. 550p.

LEVASSEUR, P. Composition et volume de lisier produit par le porc: Données bibliographiques. **Techni Porc**, Institut Technique du Porc – ITP, Paris, 1998, vol. 21, n. 4, 8p.

INSTITUT TECHNIQUE DU PORC. **Memento de l'éleveur de porc.** Paris : ITP, 2000. 374p.

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

LINDNER, E. A. **Diagnóstico da suinocultura e avicultura em Santa Catarina.** Florianópolis: FIESC-IEL, 1999. 106p.

MIDWEST PLAN SERVICE. **Livestock waste facilities handbook.** 2.ed. Iowa: Midwest Plan Service / Iowa State University, 1985. (MWPS, 18).

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 faces de crescimento e terminação. **Journal of the Brazilian Society of Agricultural Engineering**, v.23, n.3, p.398-626, 2003.

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. p 491-492.

OLIVEIRA, P. A. V. de; SILVA, A. P. da. O projeto suinocultura Santa Catarina - PNMAII e a ISO 14.000. **Pork World**, v.4, n.22, p.78-81, 2004.

OLIVEIRA, P. A. V. de, **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 109 p.

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

OLIVEIRA, P. A. V. de; LIMA, G. J. M. M. de; FÁVERO, J. A.; BRITO, J. R. F. **Suinocultura: noções básicas.** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993. 37p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 31).

OLIVEIRA, P. A. V. de. FIALHO, F. B. Declinação solar em função das estações do ano. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 4p. (**Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 256**).

PERDOMO, C. C.; DALLA COSTA, O. A. **Avaliação da eficiência do “Bebedouro Ecológico” marca Perozin.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 8p. Relatório Final do Contrato de Cooperação Técnica entre a Perozin Indústria Metalúrgica Ltda e Embrapa Suínos e Aves RN 013/97 – publicado no Boletim de Comunicações Administrativas da Embrapa - BCA n.26/97, em 20.06.1997.

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

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.

SOBESTIANSKY, J. ; DALLA COSTA, O. A., OLIVEIRA, P. A. V. de, SOUZA, M. de A.; MEYER, F., Queimadura por raios solares em matrizes mantidas em confinamento e ao ar livre. **Pork Word**, v.3, n.16, p.44-48, 2003.

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

WELLER, J, B.; CHIAPPINI, U. **Costruzioni agricole e zootecniche.** Bologna: Ed. Edagricole, 1984. 319p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA
PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE II – PNMA II
PROJETO CONTROLE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DECORRENTE DA SUINOCULTURA EM
SANTA CATARINA

COORDENAÇÃO ESTADUAL



Secretaria de Estado do
Desenvolvimento Sustentável

EXECUTORA



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



CO-EXECUTORES



Secretaria de Estado da
Agricultura e Política Rural



PARCEIROS

ACCB/SUL – Associação Catarinense dos Criadores de Bovinos de Santa Catarina, ACCS/SUL - Associação Catarinense dos, Criadores de Suínos de Santa Catarina, Colégio Espaço Ltda, EAFC - Escola Agrotécnica Federal de Concórdia, UnC – Universidade do Contestado, UNOESC – Universidade do Oeste de Santa Catarina, UNISUL – Universidade do Sul de Santa Catarina, UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Copérdia – Cooperativa de Produção e Consumo Concórdia Ltda, Sadia S.A., Prefeitura Municipal de Concórdia através da FUNDEMA – Fundação Municipal de Defesa do Meio Ambiente, PMBN – Prefeitura Municipal de Braço do Norte, SRBN – Sindicato Rural de Braço do Norte, STRBN - Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Braço do Norte SC, GEASC – Grupo Ecológico Ativista Sul Catarinense, 20ª GEREI – Gerência Regional de Educação de Braço do Norte SC, CINCRESC – Centro Integrado de Ciências da Região Sul de Santa Catarina.