

42

Circular
TécnicaConcórdia, SC
Junho, 2005

Autor

Airton KunzQuímico Ind., D.Sc.
Embrapa Suínos e Aves
Caixa Postal 21
CEP 89.700-000
Concórdia -SC
airton@cnpsa.embrapa.br**Oldemir Chiochetta**Administrador, MSc.
Centro Educacional Prof.
Elisete Maria Pedott - CEMAP
agro.empresarial@concordia.psi.br**Marcelo Miele**Economista, MSc.
Embrapa Suínos e Aves
Doutorando CEPAN/UFRGS
marcelo.miele@cnpsa.embrapa.br**Ademir F. Girotto**Economista, MSc.
Embrapa Suínos e Aves
girotto@cnpsa.embrapa.br**Vicente Sangoi**Técnico de Nível Superior I
Embrapa Suínos e Aves
vsangoi@cnpsa.embrapa.br**Embrapa****Comparativo de Custos de Implantação de
Diferentes Tecnologias de Armazenagem/
Tratamento e Distribuição de Dejetos de Suínos****1. Introdução**

A suinocultura é uma atividade de grande relevância no complexo agropecuário brasileiro, representando aproximadamente 1,0% do PIB, sendo desenvolvida predominantemente em pequenas propriedades rurais e envolvendo um contingente significativo de produtores. Esta atividade está presente em cerca de 3,0% das 5,8 milhões das propriedades existentes no país. 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.

O rebanho mundial cresceu a uma taxa média de 1,9% ao ano no período de 1970 a 1999. A partir da entrada no novo milênio esse percentual se elevou a 2,03%, enquanto o consumo per capita teve crescimento inferior, não apresentando o mesmo crescimento da produção ao longo deste período, passando de 7,0 para 10,5 kg. Os dados preliminares para 2003 são de que a produção mundial foi de 87,2 milhões de toneladas de carne suína. Entre os maiores produtores mundiais, estão China, União Européia, Estados Unidos. O Brasil com 2,6 milhões de toneladas é o quarto maior produtor.

Na suinocultura brasileira, detentora do 3º maior rebanho mundial destaca-se a região Sul, com sua competitividade reconhecida internacionalmente, onde o Estado de Santa Catarina, é um dos melhores em nível tecnológico do País. Os índices de produtividade do Estado são similares aos dos países da União Européia e dos Estados Unidos. Fatores como a evolução dos índices de desempenho, melhoria do padrão sanitário do rebanho, vocação agrícola, setor de pesquisa e assistência técnica, emprego de alta tecnologia (genética, nutrição, manejo, etc), estrutura fundiária regional contribuem 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 acarretaram a concentração da produção em um menor número de produtores. Em 1980 eram cerca de 67 mil produtores, já em 2003, segundo dados da Associação Catarinense de Criadores de Suínos - ACCS, este número foi reduzido para pouco mais de 13 mil produtores.

Essa concentração deve-se à necessidade cada vez maior de redução de custos, entretanto, a forma pela qual se atenderá a este aumento do tamanho de cada unidade produtora em relação às questões ambientais está relacionada à capacidade produtiva destas unidades, através de adoção de tecnologia e ganho em produtividade e a seus conseqüentes impactos ambientais que ocorrerão no futuro no sistema produtivo. Quaisquer que sejam as práticas produtivas utilizadas deve haver preocupações no sentido minimizar os impactos sobre o meio ambiente.

A valoração econômica do meio ambiente faz com que cada vez mais gestores ambientais, estudantes e outros profissionais da área ambiental encontrem-se em situações nas quais esta preocupação é requerida ou desejada. A novidade e a complexidade do tema, entretanto, têm induzido ao uso inadequado dessas técnicas.

Como conseqüência, observa-se uma generalizada poluição hídrica (alta carga orgânica, nutrientes e presença de microrganismos patogênicos), que somada aos problemas de resíduos domésticos e industriais, à erosão urbana e rural do solo, ao uso indiscriminado de agrotóxicos, desmatamento, depósitos de lixo, entre outros, tem causado sérios problemas ambientais, com desconforto humano e de saúde e destruição dos recursos naturais renováveis.

Este cenário apresentado acaba por acarretar preocupação com a poluição ambiental causada por resíduos animais, principalmente das águas, sendo uma das principais ameaças aos produtores de determinadas regiões, bem como da ampliação da produção nos pólos produtivos, como é o caso da Região Sul do Brasil, responsável por cerca de 80% do volume produzido no país.

A maioria dos ativos ambientais não é passível de substituição e a inexistência de sinalização de "preços" para seus serviços prestados ao ambiente econômico traz um sério problema que é o uso excessivo destes recursos.

1.1. Principais sistemas de armazenagem e tratamento de dejetos de suínos

1.1.1. Armazenagem e tratamento de dejetos de suínos na forma líquida

1.1.1.1. Esterqueiras e bioesterqueiras

São estruturas escavadas no solo, revestidas (lona, alvenaria e pedra), com tempo de retenção hidráulica prevista para 120 dias para os dejetos de suínos, para que ocorra o processo de fermentação (com certa redução de carga orgânica e microrganismos patogênicos) e na sua retirada é efetuada para aplicação no solo visando o uso em diferentes culturas.

Essas estruturas podem ser construídas em formato retangular, quadrado e circular. As de formato circular apresentam menor custo de armazenagem que as quadradas. Para evitar infiltração das esterqueiras, deve-se construir um sistema de drenagem, principalmente em terreno onde o lençol freático for superficial. Os depósitos revestidos com manta plástica geralmente são construídos considerando-se uma relação 1:1, entre a profundidade e a inclinação na superfície do terreno. No entanto, recomenda-se que seja avaliada a estabilidade de taludes para definição da inclinação.

1.1.1.2. Lagoas de tratamento

As lagoas de estabilização são projetadas dentro de critérios técnicos e científicos com a intenção de tratar resíduos ou efluentes pré-tratados. Baseia-se em dois princípios fundamentais: respiração e fotossíntese. Os resíduos são submetidos à degradação biológica natural, envolvendo principalmente algas e bactérias, de maneira a estabilizar ao máximo possível a carga orgânica e destruir os microrganismos patogênicos e não patogênicos nela existente.

Um dos problemas no manejo dos dejetos de suínos neste sistema, é o alto grau de diluição, ocasionado principalmente por vazamentos no sistema hidráulico, no desperdício de água nos bebedouros e no sistema de limpeza inadequado. Para viabilizar o uso dos dejetos como fertilizante orgânico, é necessário reduzir o volume a ser destinado à lavoura e aumentar a concentração de nutrientes por unidade de volume.

O sistema de tratamento recomendado é a combinação de um decantador de fluxo ascen-

dente, com lagoas de estabilização anaeróbias, facultativas e aguapés. Uma lagoa de alta taxa de degradação, também pode ser utilizada no sentido de otimizar o processo.

Neste sistema o tempo de permanência em cada lagoa é variável. Nas duas primeiras lagoas, que são anaeróbias, o tempo de permanência é de 35 e 46 dias, respectivamente; na lagoa facultativa o tempo de permanência é de 24 dias e na lagoa de aguapés os dejetos permanecem por 15 dias. Além dessa estrutura acresce-se uma esterqueira para armazenar o lodo liberado do decantador, levando-se em conta que o volume de lodo produzido corresponde a cerca de 15 % do volume diário de dejetos que alimenta o sistema.

Com essa seqüência de lagoas e a estrutura de armazenagem do lodo, o resíduo do decantador terá um volume maior de matéria seca, isso possibilitará um menor número de viagens e com isso menor custo de distribuição no solo.

1.1.1.3. Biodigestor

A utilização de biodigestores constitui-se em outra alternativa tecnológica para gerenciamento dos dejetos de suínos permitindo a agregação de valor ao resíduo mediante a utilização do biogás gerado em sistemas de geração de energia e calor.

A tecnologia de digestão anaeróbia utilizando-se biodigestores para estabilização de dejetos de suínos a muito tempo já é conhecida. Vários modelos de biodigestores têm sido desenvolvidos e adaptados no sentido de se buscar um aumento da eficiência destes sistemas aliado a uma redução de custos dos equipamentos. No entanto, o sistema ainda tem enfrentando algumas limitações, principalmente no que diz respeito ao entendimento por parte dos usuários de alguns aspectos microbiológicos básicos, que são vitais para o bom funcionamento do sistema, e que nem sempre são seguidos acarretando perda de eficiência do biodigestor.

O biofertilizante (efluente) gerado no biodigestor não pode ser descartado diretamente nos corpos d'água pois ainda apresenta um alto potencial poluidor. O seu uso agrícola deve seguir os preceitos de balanço de nutrientes. Para a utilização do biogás na propriedade rural é recomendável que seja feito um planejamento da demanda desta fonte de energia. Isto se faz necessário para que o biogás possa ser utilizado de maneira racional, levando-se em conta critérios de demanda e produção que durante os meses de

inverno (especialmente no Sul do Brasil) podem se tornar críticos.

1.1.2. Armazenagem e tratamento de dejetos de suínos na forma sólida

1.1.2.1. Sistema de cama sobreposta

O sistema de criação de suínos em cama sobreposta é uma tecnologia que promove a estabilização dos dejetos no local onde são gerados (na baia dos suínos) por meio do processo de compostagem. Este sistema requer instalações adequadas que proporcionem boa ventilação ao ambiente, com solo escavado e compactado, onde se coloca o material a ser utilizado como cama. Os materiais frequentemente utilizados são: maravalha, sabugo de milho triturado, casca de arroz, palha de trigo e bagaço de cana. O sistema permite a utilização dos resíduos de outras culturas como cama. Cada região brasileira poderá adaptar conforme materiais disponíveis.

O tempo de permanência do material na cama depende não só das condições climáticas de cada região e do manejo do sistema, como também do regime de alimentação dos animais e da característica do material utilizado. O tipo de material usado como cama apresenta tempos de permanência diferentes, variando de acordo com o tipo de material e fase de produção.

1.1.2.2. Compostagem

A compostagem de dejetos líquidos baseia-se na conversão a uma matriz sólida facilitando seu manejo e exportação de áreas com densidade de produção muito alta. A primeira dificuldade para compostagem de dejetos de suínos diz respeito a necessidade de se remover a umidade do dejetos, tipicamente maior que 95 %. Portanto, o manejo do processo deve ser distinto da compostagem convencional, devendo o processo evaporativo ser privilegiado de tal forma que se consiga incorporar um grande volume de dejetos no substrato. Na utilização de maravalha e serragem para compostagem de dejetos de suínos têm sido alcançadas relações superiores à 1:8 (substrato/dejetos) na incorporação do dejetos de suíno a estes substratos.

Após incorporação e compostagem propriamente dita do dejetos de suíno, o produto final pode ser usado como adubo orgânico ou exportado para outras regiões devido a seu valor agrônomo.

O objetivo do presente trabalho é o de avaliar os custos de implantação de tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Suínos e Aves, no que tange à estrutura de armazenagem e tratamento dos dejetos oriundos da produção de suínos. Esse trabalho ainda visa provocar discussão sobre os modelos de produção e do desenvolvimento socioeconômico desta atividade, visando a gestão ambiental da suinocultura.

2. Metodologia

2.1. Estimativa do volume de dejetos produzidos em cada fase de produção

Utilizou-se para estimar o volume de dejetos produzidos em cada sistema de produção o padrão estabelecido pela fundação do meio ambiente do estado de Santa Catarina (FATMA), órgão ambiental do estado de Santa Catarina, para liberação da licença ambiental nos diferentes sistemas de produção de suínos (Unidade de Produção de Leitões – UPL, Ciclo Completo – CC, e de Terminação – UT). Para outros estados deve ser consultado o órgão ambiental competente ou publicações da Embrapa Suínos e Aves (ex.: Comunicado Técnico 332) para auxiliar na tomada de decisão. A Instrução Normativa N°. 11 – IN 11 da FATMA destaca, conforme Tabela 1, o volume de dejetos produzidos em cada fase de produção que deverá ser usada para o cálculo do volume necessário da estrutura de armazenagem dos dejetos.

Tabela 1 – Produção de dejetos em cada fase de produção

Animais por fase	Dejeto (m ³ /dia)
Fêmeas c/ Leitões (em lactação)	0,027
Fêmeas em Gestação	0,0162
Leitões em Creche	0,0014
Suínos em Crescimento/Terminação	0,007
Machos	0,009

Para estimar o volume de dejetos por dia de acordo com a tabela acima basta utilizar a equação abaixo:

$$VT \text{ (m}^3\text{/dia)} = N \times \text{volume de dejetos/dia}$$

Onde:

VT = Volume total de dejetos por dia (m³/dia).

N = número total de animais por fase.

V = Volume de dejetos produzido por animal (m³/dia).

2.2. Dimensionamento do sistema de armazenagem de dejetos

Para dimensionar o sistema de armazenagem, foi desenvolvida uma planilha dividindo-se os dados em três fases (anexo A, B e C). A primeira com os índices de produtividade do sistema de produção; a segunda com os dados referentes à permanência dos animais em cada fase de produção e; a terceira onde a mesma dimensiona, conforme número de dias que os dejetos devem permanecer na estrutura de armazenagem, atendendo a legislação ambiental vigente que prevê ao menos 120 dias.

Esta planilha possui em destaque as células onde podem ser lançados os valores, cujos cálculos são efetuados automaticamente, pois as células estão todas indexadas dimensionando assim o volume do sistema que deve ser construído, a estrutura de armazenagem dos dejetos.

Exemplo de dimensionamento: Sistema; Ciclo Completo com 50 matrizes, 2,4 partos/matriz/ano e 22,5 leitões/terminados/matriz/ano, e 2,5 machos. O tempo de permanência em cada fase de criação é o seguinte: período da matriz vazia é de 6 dias; 114 de gestação; 28 dias com leitões em lactação; 42 dias na creche e 80 dias na terminação, perfazendo um total do nascimento ao abate de 150 dias.

Logo:

- Gestação: 50 matrizes x 2,4 partos/ano = 120 partos ao ano x 120 dias (6 dias de vazio mais 114 de gestação) = 14.400 dias x 0,0162 m³/dia = 233,28 m³/ano;
- Lactação: 50 matrizes x 2,4 partos/ano = 120 partos ao ano x 28 dias na lactação = 3.360 dias x 0,027 m³/dia de dejetos = 90,72 m³/ano;
- Creche: 50 matrizes x 22,5 leitões/terminados/matriz/ano = 1.125 animais/ano x 42 dias na creche = 47.250 dias x 0,0014 m³/dia de dejetos = 66,15 m³/ano;
- Terminação: 50 matrizes x 22,5 leitões/terminados/matriz/ano = 1.125 animais/ano x 80 dias na terminação = 90.000 dias x 0,007 m³/dia de dejetos = 630,00 m³/ano;
- Machos: A relação é de 1:20, logo para 50 matrizes tem-se 2,5 machos x 365 dias =

$912,5 \text{ dias/ano} \times 0,009 \text{ m}^3/\text{dia de dejetos} = 8,21 \text{ m}^3/\text{ano};$

- total de produção de dejetos/ano é de:
 $233,28 + 90,72 + 66,15 + 630,00 + 8,21 = 1.028,36 \text{ m}^3/\text{ano}$ ou $2,817 \text{ m}^3/\text{dia} \times 120 \text{ dias de armazenagem}$ (conforme IN 11), a estrutura a ser edificada será de $338,09 \text{ m}^3$.

O cálculo desta estrutura é possível ser efetuado usando-se uma planilha como a que se encontra em anexo deste documento, no sistema ciclo completo de produção.

Para o cálculo do custo final do sistema de armazenagem de dejetos também foram considerados investimentos em isolamento e proteção da esterqueira e material hidráulico cobrindo uma distância de 10 metros entre a esterqueira e as instalações.

2.3. Sistema de lagoas

No tratamento dos dejetos de suínos constituído de lagoas, cada uma delas possui função específica. Para que haja eficiência na separação das frações sólida e líquida dos dejetos, sugere-se um sistema compreendendo: um decantador de fluxo ascendente, duas lagoas anaeróbias, uma facultativa e uma de aguapé, buscando equacionar o aproveitamento e o tratamento dos dejetos suínos.

Para o cálculo do custo de implantação das lagoas levou-se em consideração:

- Custo de remoção da terra das lagoas.
- Lonas para o revestimento.
- Mão-de-obra para instalação.

Sendo que para o custo total apresentado, está se considerando todas as etapas agregadas, ou seja, a soma dos custos de todas as despesas com remoção da terra, bem como a implantação de todas as lagoas.

2.4. Estrutura de compostagem

Devido ao fato do sistema de compostagem para dejetos de suínos ainda não ser suficientemente difundido entre os produtores de suínos utilizou-se para base de cálculo a unidade instalada e utilizada para pesquisa na Embrapa Suínos e Aves.

Para ser elaborado o custo considerou-se:

- estrutura metálica de $10\text{m} \times 30\text{m}$, perfazendo área total de 300 m^2
- cobertura com lona transparente;
- piso de concreto armado de 18 mpa ;
- mureta ao seu redor de $0,80 \times 0,10$ de 15 mpa ;
- caixa de fibra de vidro com capacidade de 10.000 l
- rede hidráulica em PVC.
- Para alimentação da compostagem com dejetos, bomba elétrica ABS, modelo 700T-SI;
- aquisição de material para a compostagem (serragem e maravalha);
- mão de obra necessária para o revolvimento do material (semanal) para impregnação do material, sendo que esta etapa poderá ser mecanizada, dependendo do volume a ser compostado e de equipamentos disponíveis na propriedade ou região;
- energia elétrica que move a bomba e do quadro de comando que controla a quantidade de dejetos e o raspo transportador (1600 BUSSE) que distribui sobre o material em compostagem.

O tempo de permanência na estrutura é de dois meses, sendo que um mês na impregnação do material e um mês para maturação, isso sempre utilizando a estrutura destacada anteriormente.

O custo total de instalação foi obtido pelo somatório de todos os itens citados acima.

2.5. Cálculo do custo de instalação do biodigestor

Para o cálculo dos custos referentes ao biodigestor, utilizou-se os dados de uma granja modelo localizada no município de Peritiba, pertencente à Microrregião do Alto Uruguai Catarinense – AMAUC. Esta granja é caracterizada pela diversificação de suas atividades produtivas, representando um tamanho de propriedade que espelha as demais da região Oeste catarinense e algumas regiões do Brasil.

O tamanho do biodigestor estudado é de 150 m^3 e foram levados em consideração:

- custos iniciais com escavação da área a ser edificado o biodigestor;
- infra-estrutura com viga para calha de alimentação com dejetos;
- piso e contrapiso na calha;
- agitador do dejetos;

- lona de PVC de 0,80 mm e 1,0 mm;
- tubulação para condução do biogás até o local da queima, em PVC 32 mm;
- adaptação da fornalha de lenha para queima do gás no aviário;
- estrutura edificada de madeira para purificação e compressão do biogás (2,5 m x 1,5 m x 2,5 m);
- despesas para limpeza da obra;
- foi considerada a estrutura já existente para armazenagem dos dejetos.

O custo total da obra é oriundo da soma de todos os itens citados acima.

2.6. Cálculo do custo de distribuição de dejetos

A apuração dos custos de distribuição de dejetos deve ser feita em suas diferentes formas, ou seja, líquida distribuída com tanques de 4.000 litros; distribuição com bomba de recalque e; dejetos sólidos produzidos em cama sobreposta e compostagem.

2.6.1. Tanque de distribuição

O cálculo de custo neste sistema levou em consideração:

- valor de aquisição do trator e do distribuidor (A);
- horas de trabalho indicado pelos fornecedores (B);
- horas de trabalho por ano (C);
- depreciação da máquina e equipamento (D);
- manutenção e reparos da máquina e equipamento (E);
- mão-de-obra do operador com seus encargos (F);
- gasto com combustível por hora trabalhada (G), e;

$$\text{Custo/hora} = (A \times D)/B + (A \times E)/C + G + F$$

Desta forma determinou-se o valor de hora máquina trabalhada, sendo esse o multiplicado pela quantidade de horas necessárias para adubação de um hectare de lavoura de milho, conforme indicação do volume de dejetos da IN 11, que é de 50 m³ por hectare. Em outros Estados deve ser consultado o órgão ambiental estadual responsável pela licença ambiental de produção.

Para se chegar ao custo total de distribuição por hectare com distribuidor de 4.000 L (por ser o

mais representativo) sendo necessárias 12,5 viagens e cada viagem cobrindo 800 m². Para o cálculo também foram consideradas uma declividade máxima de 35 %, o tempo (em horas) que o operador necessita para enchimento do tanque, deslocamento do local de produção/armazenagem dos dejetos até o local de utilização dos mesmos como fertilizantes, bem como o tempo para descarregar o tanque na lavoura. Esse tempo foi multiplicado pelo custo/hora, obtido na fase anterior.

2.6.2. Bomba de recalque

Neste sistema de distribuição de dejetos, foi utilizado procedimento semelhante ao anterior, onde se considerou:

- custo de aquisição de trator; bomba com capacidade de distribuição de 70 m³ por hora; tubos e conexões necessários para atingir a distância necessária até a área de distribuição dos dejetos; os canhões (A);
- depreciação (B);
- horas de trabalho indicado pelos fornecedores (C);
- horas de trabalho por ano (D);
- manutenção e reparos (E);
- combustível (F);
- mão de obra com os encargos (G).

$$\text{Custo/hora} = (A \times B)/C + (A \times E)/D + F + G$$

O custo/hora obtido na fórmula acima considera, que o trator com a bomba permanece ao lado do local de produção dos dejetos (bombeando os dejetos pelos tubos até a lavoura) para adubar um hectare, conforme a distância a ser distribuída, que como no item anterior levou em consideração a quantidade de 50 m³ por hectare, definidos pela IN 11.

2.6.3. Sistema de cama sobreposta

Para o cálculo do custo dos dejetos sólidos foi utilizado:

- máquina e navalha, com motor elétrico para transformar essa madeira (eucalipto) em maravalha (A);
- orçamentação do custo de aquisição de madeira em m³(B);
- energia elétrica (C);
- manutenção (D);
- depreciação (E);
- mão-de-obra do operador e os encargos (F).

$$\text{Custo/hora} = (A \times E) + B + C + (A \times D) + F$$

Na base de cálculo do custo levou-se em consideração a distância a ser percorrida até o ponto de distribuição, sendo que o peso do m³ de dejetos foi estimado em 800 kg e 10.000kg para cada hectare distribuído, conforme Recomendação de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 1995.

No custo de distribuição levou-se em consideração o custo encontrado na fórmula acima, acrescidos do custo de hora do conjunto trator/distribuidor de dejetos pela quantidade de horas para a distribuição dos dejetos, seguindo a mesma lógica dos dejetos líquidos.

2.6.4. Compostagem

No custo de distribuição levou-se em consideração o custo do conjunto trator/distribuidor de dejetos pela quantidade de horas utilizadas para a distribuição dos dejetos, seguindo o mesmo raciocínio da distribuição da cama sobreposta.

3. Resultados e discussão

3.1. Sistemas de armazenagem de dejetos de suínos

Essas estruturas são recomendadas aos produtores rurais para adequar-se às necessidades impostas pelo órgão ambiental para o licenciamento quando este possuir área suficiente para disposição no solo (50 m³/ha/ano). A forma como são construídas fica a critério do produtor, podendo ser, em formato retangular, quadrado e circular. Na Tabela 2, são apresentados os custos de implantação de estruturas de armazenagem em alvenaria, PVC (cloreto de polivinila) e PEAD (poliestireno de alta densidade) em diferentes dimensões.

Tabela 2 – Custo (R\$) de implantação de esterqueiras para dejetos de suínos

Dimensão	Alvenaria	PVC	PEAD
50 m ³	7.552,60	3.088,15	2.976,15
100 m ³	10.762,36	4.071,30	3.917,70
200 m ³	16.428,40	5.695,08	5.481,48
300 m ³	21.135,75	7.318,85	7.045,25
500 m ³	28.773,25	10.161,05	9.786,65
900 m ³	41.127,23	15.613,90	15.047,50

*Referência novembro/2004

As dimensões das esterqueiras da tabela acima foram definidos através de dados do Consórcio Lambari, por serem as mais utilizadas na microrregião do Alto Uruguai Catarinense. Os custos foram obtidos junto aos fornecedores dos

materiais utilizados para sua construção na região de Concórdia - SC.

3.2. Lagoas de tratamento

O sistema de tratamento recomendado é a combinação de um decantador de fluxo ascendente, com lagoas de estabilização anaeróbias, facultativas e aguapés com profundidades de 2,5 m, 1,0 m e 1,0 m respectivamente. Uma lagoa de alta taxa de degradação, também pode ser utilizada para otimizar o processo (Tabela 3).

Tabela 3 – Custo (R\$)* de implantação de lagoas para dejetos de suínos

Dimensão	PVC	PEAD
100 m ³	4.774,48	4.492,79
200 m ³	7.481,80	7.033,64
300 m ³	10.282,46	9.692,78
500 m ³	17.196,82	16.165,01
900 m ³	29.306,38	27.254,93

*Referência novembro/2004

O sistema de lagoas requer área para sua edificação e em alguns casos isto pode ter impacto sobre a área agricultável da propriedade, esta variável não foi considerada neste estudo em função das grandes discrepâncias que existem referentes a topografia do terreno.

3.3. Biodigestor

A descrição dos itens necessários para montar a estrutura para biodigestor, buscando a produção do biogás, bem como os itens para sua queima para produção de energia térmica, que está sendo utilizado na produção de aves de corte no sistema integrado, constam da Tabela 4.

O biodigestor da granja modelo, localizada no município de Peritiba- SC foi concebido em função do aproveitamento do biogás para aquecimento do aviário, para produção de frango de corte no sistema integrado.

Caso o produtor não possua criação de frango de corte este poderá utilizar o gás para aquecimento de água, fogão, secagem de grãos, creche e outras atividades produtivas.

3.3.1. Custos de implantação do biodigestor

Os itens apresentados na Tabela 4 levam em consideração a demanda de investimento em estrutura e equipamentos para implantação do biodigestor, bem como as despesas necessárias para a entrada em operação e aproveitamento do

biogás produzido para ser queimado transformando-se em energia térmica no aviário.

Tabela 4 – Custos* de implantação do biodigestor

BIODIGESTOR 150 m ³				
Descrição	Un.	Quant	R\$/Unid.	Total (R\$)
Serviços Iniciais				857,50
Escavação manual até 1,00m	m3	35,00	10,50	367,50
Reaterro manual	m3	35,00	5,00	175,00
Locação da obra	m2	90,00	3,50	315,00
Montagem de biodigestor				10.317,82
Viga/Calha concreto (0,30m x 0,30m x 38,0m);	m3	3,50	542,12	1.897,42
Contrapiso armado 15 MPA	m3	3,50	356,85	1.248,98
Concreto para pisos e calçadas (10Mpa)	m3	3,42	110,00	376,20
Sistema de agitação do biodigestor	Unid	1,00	850,00	850,00
Lona PVC 1,00 mm Superior	m2	222,00	14,28	3.170,16
Lona PVC 0,8 mm Inferior	m2	222,00	12,50	2.775,00
Compressão e purificação do gás (2.5m x 1.5m x 2.50m)				4.214,55
Alvenaria/Madeira (Parede/Cobertura)	m2	16,80	37,00	621,60
Porta de Madeira	Unid	1,00	180,45	180,45
Concreto para pisos e calçadas (10Mpa)	m3	3,75	110,00	412,50
Sistema de purificação	Unid	1,00	500,00	500,00
Compressor	Unid	1,00	2.500,00	2.500,00
Equipamento/tubulação - condução gás				1.597,00
Registro 32mm	Unid	5,00	17,00	85,00
Tubulação PVC 32mm	ml	180,00	8,40	1.512,00
Unidade de aquecimento				8.000,00
Fornalha, Queimador e Distribuição de Biogás no aviário	Unid	1,00	8.000,00	8.000,00
Complementação da obra				225,00
Limpeza da obra	m2	90,00	2,50	225,00
SUB-TOTAL				25.211,81
Estrutura complementar de armazenagem dos dejetos	m3	312	12,20	3.806,40
TOTAL GERAL				29.018,21

*Referência novembro/2004.

O valor dos itens apresentados na Tabela 4 podem ser reduzidos significativamente conforme for aprimorada e difundida a tecnologia junto aos produtores rurais.

3.3.2. Capacidade de geração de energia térmica do biodigestor

Para avaliar a capacidade de geração de energia do biogás utilizou-se a relação desta energia com outras disponíveis para aquecimento dos galpões de produção de frangos de corte, que são a lenha e o gás liquefeito de petróleo (GLP), comercializado no mercado regional.

A título de comparação, o poder calorífico do biogás (70% de metano) é de 6.622 kcal/m³, do GLP - 10.900 kcal/m³ e da lenha – 3.250 kcal/m³. Um biodigestor de 150 m³ produz aproximadamente entre 50 e 70 m³ de biogás por dia (estes valores costumam flutuar bastante em função da qualidade do dejetos e eficiência do biodigestor). A utilização do biogás na criação de frango ou então em outra atividade, reduz o consumo de lenha ou GLP com isso transforma-se em receita auxiliando na amortização do investimento inicial do sistema.

3.4. Compostagem

Para apurar os custos de implantação deste sistema, fez-se o registro de todos os itens descritos na Tabela 5. A estrutura de 300 m² (10x30), com capacidade de tratamento de aproximadamente 120 m³ de dejetos por mês,

dimensionada para a impregnação e maturação na própria estrutura (largura do leito de impregnação de 3 m altura de 70 cm com revolvimento manual). Caso a maturação seja realizada externamente a estrutura tem capacidade de tratamento de cerca de 240 m³ de dejetos por mês.

Tabela 5 – Custo da instalação do sistema de compostagem

Itens	Qtde	R\$/unid	Valor (R\$)
Estrutura (300 m ²)			
Piso (m ²)	1	10.740,00	10.740,00
Mureta (0,80m x 0,10m)	1	2.188,00	2.188,00
Caixa de fibra (10.000 l)	1	1.450,00	1.450,00
Estrutura Metálica/cobertura	1	13.965,00	13.965,00
Bomba (ABS 700 T)	1	1.328,00	1.328,00
Rede Hidráulica	1	1.714,40	1.714,40
Rede elétrica	1	1.340,00	1.340,00
Quadro comando	1	375,14	375,14
Raspo Transportador Traseiro	1	1.099,00	1.099,00
Total			34.199,54

Conforme pode ser observado na Tabela 5, os itens que compõem o custo de implantação corresponde a R\$ 34.199,54, todos esses custos baseados na estrutura (30m x 10m). As despesas com mão de obra, maravalha e serragem somente são efetuados depois de iniciado o processo de compostagem.

Em geral, os esterco são constituídos por fezes e urina de animais, os quais são misturados com serragem e/ou maravalha, com revolvimento semanal (que pode ser mecânico ou manual), onde pode ser utilizado o que estiver disponível em cada propriedade, transformando-se em material de compostagem. Esses materiais podem ser substituídos por outros disponíveis em cada região brasileira, como palha de trigo, casca de arroz, etc.

Esse composto pode ser aplicado conforme quantidade de nutrientes requerida pelas culturas, necessitando-se complementar conforme a concentração de NPK, definido pela amostra e a necessidade da cultura a ser implantada. Deve-se

salientar ainda que, além disso, esses compostos concorrem com adubos orgânicos oriundos de aterros sanitários, cama de aviário e de bovinocultura.

Uma das alternativas para este composto seria sua difusão como adubo para a jardinagem, na floricultura como ocorre com os compostos oriundos da bovinocultura e avicultura, sendo o mesmo bem difundido junto aos consumidores.

3.4.1. Materiais utilizados para compostagem

Os materiais utilizados para a compostagem, foram a serragem que é um resíduo das madeiras e maravalha que também é resíduo das fábricas de móveis, sendo que cada região brasileira poderá experimentar os resíduos de outras atividades e até mesmo culturas do setor agrícola. Apenas a título de ilustração são apresentados (Tabela 6) alguns dados de compostagem de experimentos realizados na Embrapa Suínos e Aves.

Tabela 6 – Volume, material e custos para compostagem em estudo realizado na Embrapa Suínos e Aves

Tratamentos	Massa (m ³)	R\$/m ³	Total (R\$)	Dejeto (m ³)	R\$/Hora ¹	Total (R\$)	Mão de Obra (R\$) ²	Total Geral (R\$)
Serragem	1,9	17,20	32,50	8,0	25,00	200,00	77,10	309,60
Maravalha	1,9	18,00	33,80	9,3	25,00	232,90	77,10	343,80

¹Custo de trator/distribuidor/operador para impregnação do dejetos no substrato

² Mão-de-obra para revolvimento (25 horas)

Na Tabela 6 podem ser verificados os custos totais de cada tratamento, onde são destacados os componentes individuais e o total geral, que representa os custos de cada tratamento com a compostagem. Fazendo-se uma simulação para venda deste material como composto orgânico, deve ser acrescido ao valor, o custo de embalagem deste material e caso seja exportado para outras regiões deverá ser verificada a incidência de impostos sobre o produto, bem como os custos de transporte para que esteja à disposição dos consumidores finais.

Em relação ao custo dos insumos da compostagem (maravalha e serragem) deve-se salientar que o custo apresentado referente a sua aquisição e os produtores que tiverem áreas de reflorestamento e uma demanda por esse produto maior, poderão reduzir seus custos produzindo essa maravalha em sua propriedade ou mesmo em condomínio de produtores, sendo este um dos principais itens para incentivar a adesão a esse sistema de tratamento dos dejetos de suínos.

Na Tabela 7, pode ser verificado o valor por kg e por saco de 20 kg de cada tratamento.

Tabela 7 - Custo por quilo da compostagem – média por tratamento

Tratamentos	Total Geral (R\$)	Massa após 2 meses (kg)	R\$/kg	Saco (20 kg)
Serragem	309,30	3.710	0,08	1,67
Maravalha	343,80	3.360	0,102	2,05

Apesar de ter sido calculado o valor por kg e por saca de 20 kg do produto da compostagem deve-se ressaltar que esse custo pode ser alterado dependendo do tipo de material e da distância que esse material percorrer para chegar até o local de utilização. É fundamental destacar que cada região deve aproveitar os materiais disponíveis, o que representa ganhos na questão ambiental, na questão de resíduos bem como no fator custo com utilização de outros substratos também pode-se obter essa redução de custo, que é extremamente importante para a adoção deste sistema por mais produtores.

3.5. Custo de distribuição de dejetos de suínos

Os custos de distribuição aqui são definidos, como sendo o desembolso por parte do produtor para aplicar o dejetos na área de produção, independente do tipo de estrutura montada para armazenagem/tratamento dos dejetos, a serem

utilizados principalmente em 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 reduzi-los.

Cada produtor deve calcular seus custos, porém, a apuração dos mesmos, com todo o detalhamento necessário, deverá ser o ponto de partida para a definição da estrutura de tratamento de dejetos a ser montada, incluindo a definição do conjunto de equipamentos a serem utilizados para a distribuição. Na Tabela 8, são apresentados os custos de distribuição destes dejetos, com distribuidor, bomba e dejetos sólido. O volume de dejetos para adubação de 1 (um) hectare de lavoura, recomendado pela legislação ambiental vigente no estado de Santa Catarina é de 50 m³/há/ano com o dejetos líquido e 10.000 kg para o dejetos sólido (Recomendação de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 1995).

Tabela 8 – Custo (R\$) * de distribuição dos dejetos em diferentes sistemas

Distância percorrida (km) ¹	Sólido	Bomba	Distribuidor
1	130,05	23,25	127,57
2	167,55	46,50	183,99
3	205,05	69,75	242,87
4	242,55	93,00	301,74
5	280,05	116,25	360,62
6	317,55	139,50	417,04
7	355,05	162,75	475,92
8	392,55	185,99	534,79
9	430,05	209,24	593,67
10	467,55	232,49	650,09

¹ Deslocamento até o local de distribuição e retorno ao ponto de origem * referência novembro/2004

Na Tabela 8, onde está sendo destacada a distância percorrida, que representa o percurso realizado pelo conjunto, trator e equipamento de distribuição para adubar um hectare de lavoura.

Os valores apresentados para cada sistema de distribuição levam em consideração horas máquina de trabalho (sendo esse custo com equipamento próprio ou de terceiros) que está sendo cobrado na microrregião da Associação dos Municípios do Alto - Uruguai Catarinense (AMAUC), acrescidos da mão-de-obra para a distribuição. As descrições de cada sistema são apresentados nos itens a seguir.

3.5.1. Distribuição com distribuidor com capacidade para 4.000 litros

Os custos de distribuição para os produtores de suínos atualmente, em cada conjunto de distribuição estão apresentados na Tabela 8, com suas distâncias do local de produção destes dejetos. Os valores oscilam conforme a distância e conjunto utilizado. Estes custos são oriundos da depreciação de máquinas e equipamentos utilizada e a distância percorrida entre o local de produção dos dejetos e a localização da lavoura. Os produtores da microrregião da AMAUC se beneficiam ainda de subsídios concedidos pelo poder público municipal, em cerca de 50% do custo total de distribuição, que para este estudo não foi considerado. Estas Instituições colocam à disposição conjunto (trator e distribuidor). Deve-se destacar ainda, que no caso de distribuidor pode haver alteração nos valores, conforme o tamanho (2.000, 3.000 e 4.000 litros).

Deve ser salientado que, para apurar o custo de distribuição de dejetos com distribuidor de 4.000 litros, levaram-se em consideração os custos de depreciação do trator em 10.000 horas, ambos com taxa de manutenção de 12% (doze) ao ano e valor residual de 25% (vinte e cinco). Além da depreciação, também fez parte do custo as despesas com operador em R\$ 350,00 (trezentos e cinquenta reais) mais os encargos trabalhistas de 67,04% (sessenta e sete virgula quatro) e o consumo de combustível por hora trabalhada que foi de 4,5 (quatro e meio) litros de óleo diesel ao valor de R\$ 1,45/litro (um real e quarenta e cinco centavos).

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-se os operadores das máquinas. Obtendo-se desta forma o

valor respectivo para cada distância percorrida, lembrando-se que à distância destacada na Tabela 8, corresponde ao percurso de ida e volta, sendo, portanto percorrida parte carregado e parte vazio.

3.5.2. Distribuição com Bomba

Para a utilização do conjunto com trator/bomba de capacidade de 70 m³ por hora (declividade máxima de 35%), teve 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 residual, da mesma forma que o valor e quantidade de combustível por hora, bem como seu valor por litro.

Com esses dados calculou-se o valor por hora trabalhada pelo trator que multiplicado pela distância dos tubos e conexões, obteve-se os valores destacados na Tabela 8. Estes valores sofrem interferência da capacidade da bomba de recalque e a distância da esterqueira/bioesterqueira até a lavoura, onde serão distribuídos os dejetos. Cabe ressaltar que as características peculiares do tipo de fertilidade para o solo bem como as densidades de dejetos são fundamentais para se fazer uma recomendação para cada propriedade, e evidentemente, se necessário, fazer uma complementação com adubo químico. Portanto, isto sempre deve ser realizado levando-se em conta o balanço de nutrientes com o acompanhamento de profissional capacitado no sentido de se diminuir o impacto ambiental.

3.5.3. Distribuição de dejetos sólidos

O dejetos sólidos aqui abordado é obtido na compostagem ou na terminação de animais em cama sobreposta, independente do material utilizado. A análise de custo efetuada levou em consideração os custos do trator e distribuidor com capacidade de 6.000 kg, com os mesmos percentuais dos destacados nos custos anteriores, ou seja, 10.000 horas para o trator, manutenção e reparos de 12% (doze) ao ano, residual de 25% (vinte e cinco), 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.

Para o cálculo do sistema em cama sobreposta foi acrescido ainda custos com uma máquina para produção de maravalha movida a motor elétrico com suas respectivas navalhas, além disso, o valor da mão-de-obra com seus respectivos encargos sociais.

Cabe salientar ainda que é possível utilizar, por exemplo, caminhões para transporte deste dejetos sólido, se beneficiando da capacidade de carregamento e ampliar ainda mais a distância de utilização dos mesmos. Outro fator é que está diretamente relacionado à declividade do solo a ser feita a adubação, pois altera o custo de distribuição por necessitar de mais horas da máquina para a adubação.

Além dos benefícios apresentados em termos econômicos, temos os ambientais. Estes podem ser discutidos através da redução do poder poluente, mão-de-obra no manuseio dos dejetos, transporte e distribuição e redução do odor. No dejetos líquido, o mau cheiro é característico e acentuado quando de sua distribuição.

Conforme recomendação de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (1995), utilizando o nutriente P (fósforo), a quantidade de adubo para ser distribuído por hectare para que o solo tenha condições de produzir 100 sacas de milho por hectare.

Utilizando a recomendação da adubação com dejetos sólidos de suínos para produzir 100 sacas de milho, independente do material utilizado para a cama, pode-se distribuir em cada hectare, ajustando para a quantidade de P, pode-se distribuir 16.000 kg de dejetos sólidos o que teria uma quantidade de 67,20 kg/ha.

Forma de cálculo: $16.000 \text{ kg} \times 25 \text{ (ms)} / 100 \times 2,8 \text{ (P)} / 100 \times 0,6 \text{ (eficiência 1}^\circ \text{ cultivo)} = 67,20 \text{ kg/ha}$.

Onde:

- 16.000 kg – Quantidade do produto (kg/ha);
- 25 (ms) – Quantidade de matéria seca (ms) do produto;
- 2,8 (P) – Quantidade do nutriente - Fósforo (P) na matéria seca;
- 0,6 – Índice de eficiência de liberação do nutriente.

Em algumas situações, o nitrogênio contido nos dejetos sólidos de suínos, irá requerer a aplicação de nitrogênio mineral no solo como adubação de cobertura para complementar a necessidade da planta, que normalmente é incorporado quando a planta estiver com 40 a 60 cm de altura.

3.6. Comparativo dos custos de investimento para produção de suínos, armazenagem e distribuição de dejetos de suínos

As alternativas de edificação para as estruturas de criação, bem como os valores referentes à estrutura de armazenagem/tratamento dos dejetos de suínos acrescidos dos valores para efetuar a distribuição destes dejetos nas lavouras como fertilizantes, estão representados na Tabela 9. A título de comparação se utilizou uma estrutura de produção, de dejetos e distribuição para a terminação de 350 animais.

Tabela 9 – Comparativo do custo (R\$)* da estrutura produção de suínos, dejetos e distribuição em unidade de terminação para 350 animais

	Estrutura dejetos	Distribuição
1. Biodigestor	29.118,21	13.523,27
2. Cama sobreposta	4.238,33	11.419,19
3. Compostagem	34.199,54	9.349,02
4. Esterqueira		
4.1. Alvenaria	21.135,50	13.523,27
4.2. PEAD	7.045,25	13.523,27
4.3. PVC	7.318,85	13.523,27
5. Lagoa		
5.1. PEAD	8.318,21	4.327,45
5.2. PVC	8.847,13	4.327,45

* Referência novembro/2004

Obs.: O custo das instalações para produção dos suínos é de R\$ 41.322,50 com exceção de cama sobreposta que é de R\$ 29.618,50.

Os valores referentes aos custos de implantação da estrutura de produção de suínos, de dejetos e distribuição estão apresentados na Tabela 9. Essas alternativas atendem a grande maioria dos produtores de suínos. Cabe a cada um dos interessados avaliarem a alternativa que melhor se enquadra as suas necessidades, capacidade de investimento e redução dos impactos ambientais da atividade levando-se em conta os preceitos de sustentabilidade da atividade.

4. Considerações finais

Cada um dos métodos de valoração econômica de bens e serviços ambientais apresenta vantagens e desvantagens. Um primeiro aspecto geral a ser enfatizado é que nem todos eles são construídos com base nas preferências dos consumidores do bem e/ou serviço que está sendo afetado pelo impacto ambiental.

O limitado uso de métodos de valoração econômica ambiental no Brasil tem impedido avanços na exploração de oportunidades de avaliar a relevância das suas vantagens e suas

deficiências, que permitiria maximizar as primeiras e minimizar as últimas. É necessário prosseguir o debate teórico, como também dar início a aplicações práticas dos métodos de valoração, nessa área. Não obstante, apesar de sérias limitações, os valores monetários calculados para os recursos ambientais mostram-se como uma ferramenta útil para auxiliar os responsáveis pelas decisões de políticas públicas. Do confronto desses valores com os valores de aplicações alternativas dos recursos disponíveis, poderão ser escolhidos os projetos com maiores potencialidades de ganho em termos de bem-estar social.

A manutenção da disponibilidade de recursos ambientais combinadas com a necessidade de explorá-los de maneira a gerar um fluxo de riquezas baseado em capital reproduzível passa necessariamente pela sua mensuração econômica. Daí a necessidade de ter cautela na avaliação e apresentação dos resultados de estudos dessa natureza.

Por fim, esse trabalho é uma avaliação que servirá para discussões que poderão no futuro breve auxiliar instituições de pesquisa, agroindústrias do setor, e principalmente produtores a orientar suas ações buscando otimizar a utilização em suas propriedades para que o que hoje é um custo passe a representar receita e auxiliar na viabilização da propriedade agropecuária de todo o país.

5. Referências bibliográficas

- ARAÚJO, A. C. de. Viabilidade financeira da produção de frutas na região Sudeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 39., 2001, Recife. **Anais**. Recife: SOBER, 2001.
- BELLI FILHO, P.; CASTILHOS Jr., A.B.; COSTA, R. H.R.; SOARES, S.R.; PERDOMO, C.C. Tecnologias para tratamento de dejetos suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, p. 166-170, 2001.
- CORRÊA, E. K. **Uso de leito de cama na produção de suínos**. 1997. 91p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1997.
- COSTA, R. H. R.; SILVA, F.C. M.; OLIVEIRA, P. A. V. Preliminary studies on the use of lagoons in the of hog waste products. In: INTERNATIONAL SPECIALIST CONFERENCE AND WORKSHOP - IAWQ, 3., 1995, João Pessoa. **Waste stabilization ponds: technology and applications - proceedings**. João Pessoa: IAWQ, 1995.
- GADD, J. Japanese fermentation floors. **Pig International**, v.21, n.11, p.16-22, 1991.
- GOSMANN, H, A. **Estudos comparativos com bioesterqueiras e esterqueiras, para tratamento, armazenamento e valorização dos dejetos suínos**. 1997. 132f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- GOULART, R. M. **Processo de compostagem: alternativa complementar para tratamento de camas biológicas de dejetos de suínos**. 1997. 108f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- IBGE. **Anuário estatístico do Brasil - 1995/1996**. Rio de Janeiro, 1997.
- KUNZ, A.; OLIVEIRA, P.A.V.O.; HIGARASHI, M.M.; SANGOI, V. **Recomendações técnicas para uso de esterqueiras para a armazenagem de dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 4p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 361).
- KUNZ, A.; PERDOMO, C.C; OLIVEIRA, P.A.V.O.. Biodigestores: avanços e retrocessos. **Suinocultura Industrial**, v 04, n.178, p.14-16, 2004.
- KUNZ, A.; SCHIERHOLD, G.; OLIVEIRA, P.A.V.O.; HIGARASHI, M.M. Estudo da relação maravalha / dejetos a diferentes umidades para incorporação de lodo de dejetos de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2004, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: [s.n], 2004.
- MARQUES, J. F.; COMUNE, A. Quanto vale o ambiente: interpretações sobre o valor econômico ambiental In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 23.,1995, Salvador. **Anais**. Salvador: [s.n.], 1995. p.633-651.
- MEDRI, W.; COSTA, R. H. R.; PERDOMO, C. C. Avaliação preliminar de sistema de tratamento: decantador de palhetas e lagoas anaeróbias para dejetos suínos. In: SIBESA-SIMPOSIO ITALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 3. , 1996, Gramado. **Anais eletrônicos**. Gramado: ABES, 1996a.
- MEDRI, W.; COSTA, R. H. R.; PERDOMO, C. C. Estudo econômico e avaliação preliminar de sistemas de tratamento: lagoas anaeróbias e facultativa para dejetos suínos. In: CONGRESSO

INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 25., 1996, México, DF. **Tratamiento de aguas residuales**; anales. México: AIDIS, 1996b. p.388-395.

MEDRI, W. **Modelagem e otimização de sistema de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos**. 1997. 98p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

MOTTA, R. S. da. **Contabilidade ambiental: teoria, metodologia e estudos de casos no Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1995.

MOTTA, R. S. da; MENDES, A. P. F.; MENDES, F. E.; YOUNG, C. E. F. Perdas e serviços ambientais do recurso água para uso doméstico. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.24, n.1, p.35-72, 1994.

OLIVEIRA, P. A. (Coord.) **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1995. 188 p (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 27).

OLIVEIRA, P.A.V. Cama sobreposta: perguntas e respostas. **Porkworld**, v. 2, n. 8, p. 110-116, 2002.

OLIVEIRA, P.A.V.; NUNES, M.L.A. Suínos em cama sobreposta. **Suinocultura industrial**, v.02, n.161, p.10-18, 2002.

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

PEARCE, D. W.; MYERS, N. Economic values and the environment of Amazonia. In: GOODMAN, D.; HALL, A., ed. **The future of Amazonia**:

destruction or sustainable development. London: Macmillan, 1990.

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

PERDOMO, C.C.; OLIVEIRA, P.A.V.; KUNZ, A.. **Metodologia sugerida para estimar o volume e a carga de poluentes gerados em uma granja de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 4p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 332).

PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. **Economics of natural resources and the environment**. Baltimore: The Johns Hopkins University, 1990.

PILLON, C.N. (Coord.). **Diagnóstico das propriedades suínícolas da área de abrangência do consórcio Lambari/SC**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 33p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 84).

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

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

SHILTON, A. Shallow beds: mean simpler waste management. **Pig Internacional**, v. 23 n.8, p.15-16, 1994.

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

Circular Técnica, 42

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves
Endereço: Br 153, Km 110,
Vila Tamanduá, Caixa postal 21,
89700-000, Concórdia, SC
Fone: 49 4428555
Fax: 49 4428559
E-mail: sac@cnpsa.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2005-): tiragem: 1.000

Comitê de Publicações

Revisores Técnicos

Expediente

Presidente: Jerônimo Antônio Fávero

Membros: Claudio Bellaver, Cícero Juliano Monticelli, Gerson Neudi Scheuermann, Aírtun Kunz, Valéria Maria Nascimento Abreu.
Suplente: Arlei Coldebella

Cícero Juliano Monticelli e Paulo Armando.

Coordenação editorial: Tânia Maria Biavatti Celant
Normalização bibliográfica: Irene Z. P. Camera
Editoração eletrônica: Vivian Fracasso
Foto da Capa: Vicente Sangoi

Anexos

Anexo A: Exemplo de planilha de cálculo de volume de dejetos produzidos para uma granja operando com 50 matrizes em ciclo completo.

CICLO COMPLETO		
Índices de produtividade		
Número de matrizes (unid.)	50	
Terminados/matriz/parto (unid.)	9,4	
Número de machos (unid.)	2,5	
Leitões terminados/porca/ano (unid.)	22,5	
Parto/matriz/ano (qtde)	2,40	
Peso de abate (kg)	110	
Idade de abate (dias)	150	

Permanência dos animais em cada fase de produção		
	Quantidade de dias	Quantidade de animais
Período matriz vazia	6	
Fêmeas c/ leitões em Lactação	28	
Fêmeas em gestação	114	
Leitões em creche	42	1.125
Suínos em crescimento/terminação	80	1.125
Machos (unid.)		2,5

Caracterização da atividade suinícola				
Animais por categoria	Animais por ano	Quantidade dias Estrutura	Quantidade dejetos animal/dia	Produção dejetos (m³/ano)
Fêmeas c/ leitões em Lactação	120	28	0,027	90,72
Fêmeas em gestação	120	120	0,0162	233,28
Leitões em creche	1.125	42	0,0014	66,15
Suínos em crescimento/terminação	1.225	80	0,007	630,0
Machos	2,5	365	0,009	8,21
Total				1.028,36
Estrutura armazenamento necessária (IN 11)		120		338,09

Anexo B: Exemplo de planilha de cálculo de volume de dejetos produzidos para uma granja de 50 matrizes operando como unidade produtora de leitões.

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE LEITÃO – UPL		
Índices de produtividade		
Número de matrizes (unid.)	50	
Terminados/matriz/parto (unid.)	9,5	
Número de machos (unid.)	2,5	
Leitões terminados/porca/ano (unid)	23,43	
Parto/matriz/ano (qtde)	2,47	
Peso de abate (kg)	18	

Permanência dos animais em cada fase de produção		
	Quantidade de dias	Quantidade de animais
Período matriz vazia	6	
Fêmeas c/ leitões em Lactação	28	
Fêmeas em gestação	114	
Leitões em creche	42	1.171,45
Machos		2,5

Caracterização da atividade suinícola				
Animais por categoria	Animais por ano	Quantidade dias Estrutura	Quantidade dejeito animal/dia	Produção dejetos (m³/ano)
Fêmeas c/ leitões em Lactação	123,31	28	0,027	93,223
Fêmeas em gestação	123,31	120	0,0162	239,716
Leitões em creche	1.171,45	42	0,0014	68,881
Machos	2,5	365	0,009	8,213
Total/dia				410,03
Estrutura armazenamento necessária (IN 11)		120m³	=	134,81

ANEXO C: Exemplo de planilha de cálculo de volume de dejetos produzidos para uma granja de 1.300 animais operada como unidade de terminação.

TERMINAÇÃO		
Índices de produtividade		
Peso dos leitões na entrada (kg)	20	
Peso dos animais no abate (kg)	100	
Permanência na estrutura (dias)	100	

Permanência dos animais em cada fase de produção		
	Unidade	Animais/lote
Qtde de lotes por ano (unid)	3,174	
Intervalo - abate e alojamento (dias)	15	
Suínos - crescimento/terminação (dias)	100	1.300

Dimensionamento da estrutura de dejetos				
Animais por categoria	Animais por ano	Quantidade dias Estrutura	Quantidade dejeitos animal/dia	Produção dejetos (m³/ano)
Suínos em crescimento/terminação	4.085 *	100	0,007	2.859,38
Total/dia				2.859,38
Estrutura de armazenamento necessária (IN 11)	Dias =	120m³	=	940,09

* Mortalidade de 1%.