

---

# SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DA SUINOCULTURA

Paulo Armando V. de Oliveira<sup>1</sup>

Maria Luisa A. Nunes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eng<sup>o</sup>. Agrícola, M.Sc, Ph.D, Pesquisador Embrapa Suínos e Aves,  
CP 21, 89.700-000, Concórdia - SC,  
email: paolive@cnpsa.embrapa.br

<sup>2</sup>Zootecnista, Pós-Graduanda, Eng<sup>o</sup>. Sanitária e Ambiental  
UFSC/Embrapa Suínos e Aves  
email: luisa@cnpsa.embrapa.br

## 1 Introdução

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

O impacto ambiental causado pelo manejo inadequado dos dejetos líquidos de suínos tem causado severos danos ao meio ambiente. Para a sobrevivência das zonas de produção intensiva de suínos, é preciso encontrar sistemas alternativos de produção que reduzam a emissão de odores, os gases nocivos e os riscos de poluição dos mananciais de água superficiais e subterrâneas por nitratos e do ar pelas emissões de NH<sub>3</sub>. Além disso, devem solucionar os problemas de custos e dificuldades de armazenamento, de transporte, de tratamento e de utilização agrônômica dos dejetos líquidos.

Vários resultados, de pesquisa e observações a campo, têm demonstrado que grande parte dos sistemas de manejo e tratamentos de dejetos em uso atualmente no Brasil, embora reduzam o potencial poluidor não permitem que o resíduo final seja lançado diretamente nos cursos d'água. Algumas alternativas de manejo e tratamento de dejetos, visando a substituição dos sistemas convencionais, estão em fase de implantação como a criação intensiva de suínos em cama sobreposta também chamado de "Deep Bedding" e sistemas de compostagem de dejetos.

Além dos aspectos ambientais, os processos adotados para o tratamento dos dejetos devem proporcionar agregação de valor ao resíduo final, para torná-lo auto sustentável economicamente, através da valorização agrônômica do resíduo como fertilizante, a produção comercial de adubo orgânico ou a geração de energia (térmica ou elétrica).

O grande desafio dos produtores de suínos, atualmente, é a exigência da sustentabilidade ambiental das regiões de produção intensiva, pois de um lado existe a pressão pela concentração de animais em pequenas áreas de produção, e pelo aumento da produtividade e, do outro, que esse aumento não afete o meio ambiente.

---

## 2 Desenvolvimento da Suinocultura no Oeste Catarinense

A região oeste catarinense, através do modelo de desenvolvimento agropecuário e agroindustrial, com base na pequena propriedade agrícola familiar, integrada diretamente a indústria, construiu, em apenas algumas décadas, uma história de riqueza e demarcou seu espaço no cenário econômico nacional.

o *sistema integrado de produção*, inicialmente implantado na Avicultura na década de 60, foi intensificado na década de 70, quando passou a ser adotado também para a criação de suínos. O *sistema integrado de produção* consiste na parceria da indústria com o produtor, sendo a primeira fornecedora dos animais, dos insumos, da assistência técnica e a coletora da produção e o segundo o responsável pela construção das instalações produtoras e pelo fornecimento da mão de obra para produção. O sistema de parceria caracteriza-se pelo forte aporte de capital e controle do mercado, pela indústria, e da mão de obra familiar para a produção. Pode-se afirmar que o sistema integrado de produção foi o *marco do “modelo” de desenvolvimento rural da região*, modelo este que posteriormente veio a ser adotado em outras regiões e estados (Guivant, 1999; Silva, 2000).

Os avanços alcançados por este modelo nas propriedades rurais e agroindustriais até 1980, ocorreram sem qualquer preocupação com os problemas ambientais. Não poderia ser diferente, pois o Brasil defendeu na Conferência de Estocolmo de 1972, sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, patrocinada pelas Nações Unidas, a tese que a proteção do meio ambiente seria objetivo secundário e não prioritário dos países em desenvolvimento. A palavra de ordem na ocasião era que “*poluição=progresso*” (Silva, 2000). Até então, o modelo de desenvolvimento rural da região baseava-se na exploração dos recursos naturais, considerados infinitos pelas agroindústrias e produtores, e na intensa exploração de mão de obra barata, boa parte oriunda do meio rural.

O desenvolvimento a qualquer custo, sem preocupações ambientais e com a preservação, levou ao desequilíbrio do ecossistema regional. Torna-se importante destacar que o desenvolvimento atingido até os anos 80, tanto agropecuário como agroindustrial, teve a participação efetiva do Estado, através da liberação de recursos subsidiados e assistência técnica e extensão rural participativa e gratuita (Silva, 2000).

A partir dos anos 80, e com intensificação nos anos 90, diversos fatores conjunturais e estruturais tanto e nível nacional como internacional emergiram, provocando uma crise social e econômica. Isto forçou ainda mais a exploração dos recursos naturais, com agravamento da situação ambiental da região. Consciente da questão ambiental, espelhada na poluição das águas pelos efluentes industriais e por dejetos de suínos e, devido a pressões da sociedade e dos órgãos financiadores, as agroindústrias evoluíram para a implantação e melhoria dos processos de tratamento de efluentes em suas plantas industriais, porém transferindo para os suinocultores a responsabilidade sobre os problemas ambientais causados nas propriedades pela produção de suínos (Silva, 2000).

Basicamente, as agroindústrias que operam na região, passaram a ocupar o lugar de “ponto de passagem” (Guivant & Miranda, 1999; Guivant, 1999), tanto para dar legitimidade à questão ambiental, quanto para gerar consenso sobre as soluções propostas em termos de um recurso técnico. Elas adotaram a política de

---

que os integrados deveriam executar, em suas unidades produtivas, esterqueiras e bioesterqueiras, que passaram a ser identificadas como controle ambiental. Inclusive julgava-se que o problema estaria eliminado.

O Projeto de Recuperação, Conservação e Manejo dos Recursos Naturais em Microbacias Hidrográficas, no Estado de Santa Catarina - *Projeto Microbacias/BIRD I*, foi assinado em 1991 entre o Governo do Estado de Santa Catarina, com o aval da União e a participação do Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD). Sua execução foi concluída em julho de 1999 (oito anos de duração) e pode ser considerado como o marco referencial em planejamento rural integrado no estado.

O “Programa de Expansão da Suinocultura e Tratamento e Aproveitamento dos Dejetos” contempla a melhoria do ambiente e da qualidade de vida do suinocultor. A operacionalização deste programa foi iniciada em março de 1994, com prazo de quatro anos para a conclusão. Aqui tem-se como destaque a Melhoria Ambiental e a Qualidade de Vida, através de ações para reduzir a poluição causada pelos dejetos de suínos, agregando-lhe valor, principalmente no uso como fertilizante. Porém, face a algumas distorções de objetivos durante a execução do plano, seus resultados foram mais significativos na expansão da suinocultura, do que no tratamento e aproveitamento dos dejetos (Silva, 2000). As ações voltadas aos tratamentos de dejetos resumiram-se na construção de esterqueiras e bioesterqueiras, muitas vezes mal dimensionadas e sem comprovação de serem essas tecnologias as mais adequadas e eficientes para resolver os problemas de poluição.

A exploração excessiva dos recursos naturais culminou com a degradação ambiental acentuada e, em consequência, com a crise social e econômica, limitando o crescimento e comprometendo a continuidade do “modelo de desenvolvimento” da região.

Importante ressaltar a conscientização do sistema de integração e das Cooperativas sobre as falhas do sistema, e os problemas ambientais que devem ser resolvidos para garantir a sustentabilidade ambiental da região. O sistema desenvolveu-se fundado na racionalidade econômica e necessita de realimentação e inter-relação da racionalidade ambiental e da racionalidade social.

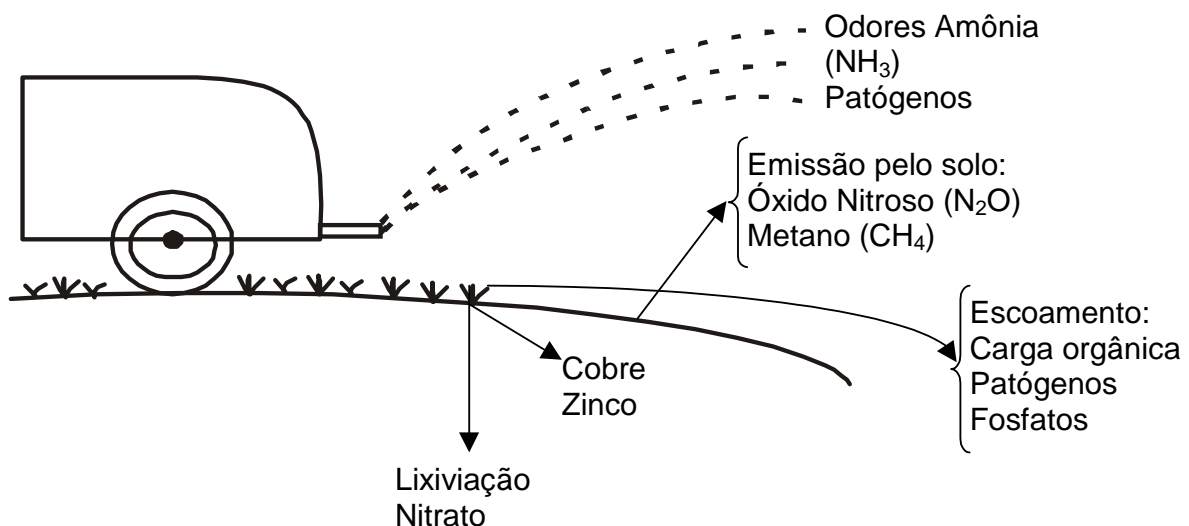
Há consciência também de que o ambiente é um sistema complexo, interrelacionado com modernidade e desenvolvimento, sociedade e natureza. Portanto, as questões ambientais também são complexas e precisam ser avaliadas, através de equipes multidisciplinares, com participação efetiva da sociedade. O plantel de suínos no Estado de Santa Catarina tem sido estimado em 400 animais /km<sup>2</sup> (4 suínos/ha) (Silva, 2000). Este número é baixo quando comparado a região da Bretanha, na França (33 suínos/ha) (Sevrin-Reyssac et al., 1995) e pelo balanço de nutrientes dejetos/planta/solo que pode variar de 30 a 52 suínos/ha (Dourmad et al., 1997) (Konzen et al., 1998). Se analisarmos estes números podemos aumentar o número de suínos/ha em SC sem com isso causar danos ao meio ambiente, desde que os dejetos sejam manejados adequadamente, utilizados integralmente na agricultura e não lançados nos cursos d'água.

### 3 Sistema Convencional de Produção de Suínos

Os sistemas convencionais de produção de suínos, atualmente, são caracterizados por edificações totalmente constituídas de piso de concreto ripado total ou parcial, paredes compactas, uso de forro, baias que dividem os animais em pequenos grupos. O recolhimento de dejetos é feito internamente através de canais cobertos por barras e em alguns casos com o uso de lâmina d'água ou externamente, com armazenamento em esterqueiras ou lagoas ou tratamento de dejetos, com separação física de sólido e líquido e lagoas em série.

Todos estes sistemas exigem que os dejetos que não forem utilizados como fertilizante (excedentes) sejam tratados. O tratamento dos dejetos líquidos reagrupa um conjunto de ações de transformação por diferentes meios (físico-químico e biológico) com a finalidade de modificar sua composição química e consistência física. A modificação da composição química do substrato tratado é realizado pela eliminação ou transformação de certos elementos (N<sub>orgânico</sub> transformado em N<sub>amoniaco</sub>) e a modificação da consistência física que na prática consiste em aumentar a concentração em elementos nutritivos (N,P,K) em uma ou outra fase do tratamentos. Em termos de tratamento de dejetos o importante é dispor de uma larga gama de soluções técnicas, devido a sua complexidade físico-química, a diversidade de situações existentes e da situação técnico-econômica em função dos diferentes sistemas de produção de suínos existentes.

As principais preocupações em relação ao Meio Ambiente devido ao manejo inadequado dos dejetos de suínos é representada na Figura 1. Os resíduos da suinocultura, na maior parte dos casos, serão usados como fertilizante agrícola gerando um risco grande de poluição ambiental devido principalmente a infiltração do nitrogênio no solo e o escoamento superficial do fósforo.



**Figura 1** — Principais problemas a serem resolvidos no manejo dos dejetos líquidos de suínos.

Em acompanhamento realizado a campo durante 6 meses, em granja produtora de suínos de ciclo completo, com 350 matrizes (em torno de 3.100 suínos em produção) com produção diária de 29,41 m<sup>3</sup> de dejetos, Oliveira et al (1995) determinaram a

eficiência do uso de sistemas de lagoas (5 lagoas no total) no tratamento dos dejetos (Tabela 2). As características físicas do sistema estudado encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1** — Características físicas das lagoas usados em sistema de tratamento dos dejetos de suíno

Parâmetro	Lagoa 1	Lagoa 2	Lagoa 3	Lagoa 4	Lagoa 5
Volume (m <sup>3</sup> )	770	450	187	187	450
Área (m <sup>2</sup> )	300	202	135	135	404
Profundidade Média (m)	3,4	2,2	1,0	1,0	1,0
Profundidade Máxima (m)	4,0	4,0	2,0	2,0	1,5
Tempo detenção (dias)	26	16	7	7	16

Fonte: Oliveira et al., 1995.

Embora a eficiência do sistema promova uma redução de praticamente 95% dos elementos físico-químicos estudados (Tabela 2), pode-se observar que nas últimas lagoas facultativas aparecem valores de nitrito e de nitrato indicando a ocorrência da nitrificação, não havendo tempo e nem condições para que ocorresse a denitrificação do N. O resíduo final da última lagoa não pode ser lançado em cursos d'água pois seus valores estão acima dos permitidos pela legislação ambiental vigente. Pode-se observar, que o tempo total de residência observado para as lagoas foi de 70 dias e que este tempo não foi suficiente para diminuir a carga orgânica e mineral gerada pelo sistema de produção de suínos.

**Tabela 2** — Valores médios dos efluentes do sistema de lagoas usados para o tratamento dos dejetos de suíno

Parâmetro	Entrada	Peneira	Lagoa 1	Lagoa 2	Lagoa 3	Lagoa 4	Lagoa 5
PH	6,10	6,30	7,28	7,73	7,77	7,80	7,61
DBO <sub>5</sub> mg/L	5980	2930	2114	1330	1120	996	860
DQO mg/L	15840	7960	5920	3990	3168	2990	2755
P total mg/L	8,4	7,2	6,3	5,9	5,3	4,8	3,8
N total mg/L	938	810	766	513	397	263	127
N-NO <sub>2</sub> mg/L	-	-	-	3,7	3,3	3,2	3,8
N-NO <sub>3</sub> mg/L	-	-	-	206	93	191	90
Sólidos totais mg/L	23330	16265	8945	4985	3705	3960	3755
Sólidos suspensão mg/L	11510	6118	-	900	690	380	315

Fonte: Oliveira et al., 1995.

A combinação de sistemas de separação de fases com processos biológicos de tratamento foi estudado por Costa et al. (1997), com o objetivo de valorizar o uso dos dejetos, facilitar o manejo e reduzir os custos de armazenagem, tratamento e transporte. O pré-tratamento, com uso de separadores (peneiras ou decantadores) para a separação de fase dos dejetos líquido, aumenta a concentração de nutrientes por volume na fase sólida viabilizando o uso como fertilizante orgânico, reduz os custos de tratamento da fase líquida, e a distribuição. Dentre os processos biológicos de tratamento em uso, o destaque no Brasil é para a utilização de lagoas naturais pela facilidade de operação e baixos custos, embora apresente como desvantagens a exigência de grandes áreas para o manejo dos dejetos de suínos, tempos longos

de detenção e baixa eficiência em remoção de nutrientes e emissões gases de efeito estufa.

A combinação de diferentes processos ligados em série foi desenvolvido pela EMBRAPA/UFSC e os resultados foram publicados por Costa et al. (1997), o sistema apresenta boa eficiência de remoção de poluentes, além de valorizar o uso agrônômico dos mesmos a custos razoáveis (Tabela 3).

**Tabela 3** — Eficiência (%) de remoção de um sistema de tratamento composto por decantador de palhetas, lagoa anaeróbias (1 e 2), lagoa facultativa e de aguapé

Unidade	PH	ST	SF	SV	DBO <sub>5</sub>	Nt	Pt	CF
Afluente	7,0	16.668	6.489	10.179	10.417	2.164	610	$5,7 \times 10^9$
Decantador	-	40	38	41	25	16	38	33
Lag. Anaeróbia-1	-	52	36	62	79	23	67	99
Lag. Anaeróbia-2	-	23	12	35	57	21	40	99
Lag. Facultativa	-	41	39	43	47	59	35	93
Lag. Aguapé	-	41	45	33	51	50	46	79
Efluente	7,8	1 332	734	598	209	180	26	$2,7 \times 10^3$
Final (%)		92	87	94	98	92	96	99,9

Onde: ST-sólidos totais, SF-fixos e SV-voláteis; DBO<sub>5</sub>-demanda bioquímica de oxigênio, Nt-nitrogênio e Pt-fósforo total, todos expressos em mg/L. CF - taxa de coliformes fecais, em NMP/100 ml.

Fonte: Costa et al. (1997)

Embora a eficiência de remoção de poluentes seja considerada boa (Tabela 3), a falta de um balanço de massa e a avaliação da ocorrência ou não das fases de nitrificação-denitrificação, sugerem que boa parte dos poluentes tenha ficado retido nas lagoas em função da decantação natural que ocorre ou tenha sido volatilizada na forma de gases. Nos estudos desenvolvidos, pela ausência de balanço de massa, torna-se difícil saber o destino final do Nitrogênio, se foi perdido por volatilização para a atmosfera na forma de NH<sub>3</sub>/N<sub>2</sub>O ou se permaneceu retido na lagoa.

O que espera-se do tratamento de dejetos é a transformação e a eliminação do N<sub>2</sub> amoniacal, que representa em torno de 70% no dejetos líquido, em N<sub>2</sub> (gás não poluente) porém para que este processo ocorra é necessário desenvolvimento da denitrificação, ou seja a transformação do nitrato em N<sub>2</sub>. Nos processos de tratamento com o uso de lagoas, com aeração mecânica, ocorre a fase de nitrificação do N, gerando como produto final o nitrato (N-NO<sub>3</sub>) e um volume razoável de dejetos fortemente mineralizado na forma de NH<sub>4</sub>. Este N se não for aproveitado imediatamente após sua distribuição na lavoura pelas plantas pode ser lixiviado pela chuva para as camadas mais profundas do solo podendo entrar em contato com o lençol freático (Oliveira, 1993).

Deve-se considerar que o tratamento dos dejetos de suínos só se justifica quando houver uma produção de elementos fertilizantes (excedentes) maior que as necessidades das culturas ou quando o excedente gerado possa causar uma situação de risco de poluição dos mananciais de água, do ar ou da desagradável presença de odores.

---

Atualmente o sistema de criação de suínos dominante, nas fases de crescimento e terminação é do tipo ripado total ou ripado parcial (81%) sendo os dejetos manejados internamente sob o piso ripado ou externamente em canaletas abertas. Todos estes sistemas de produção exigem a utilização de esterqueiras ou de lagoas para o armazenamento e tratamento dos dejetos líquidos. O volume total de dejetos produzidos (dejetos líquidos produzido pelos animais + perda de água nos bebedouros + água utilizada na limpeza) requer grandes estruturas para seu armazenamento (os órgãos de fiscalização ambiental preconizam um tempo mínimo de 120 dias de retenção), áreas com culturas suficientes para o aproveitamento agrônômico desses resíduos, e também, a disponibilidade de máquinas e equipamentos especiais para o manejo de líquidos pelos produtores.

## 4 Sistema de Criação de Suínos em Cama Sobreposta

A produção de suínos em sistemas Deep Bedding (Cama Sobreposta) constitui-se em alternativa aos sistemas convencionais de produção. Neste sistema, os dejetos líquidos são misturados a um substrato sólido (maravalha, palha, casca de arroz, bagaço de cana) dentro das edificações e são submetidos a um processo de compostagem e estabilização “*in situ*” com a presença dos animais (Oliveira, 1999). Este sistema de produção teve sua origem na China em Hong Kong (Lo, 1992). Na Europa, esta tecnologia de produção de suínos em camas sobrepostas começou a ser estudada no final da década de 80 (Nicks et al., 1995). O sistema de criação sobre leito (Deep bedding) formado por maravalha foi introduzido no Brasil em 1993 pela Embrapa - Suínos e Aves com os pesquisadores Oliveira, P.A.V. e Sobestiansky, J. (1992), através de experimento que comparou a produção de suínos em três sistemas de produção (cama de maravalha; cama de palha; piso compacto) nas fases de crescimento e terminação (Embrapa/CNPISA, 1994).

Estudos realizados por Oliveira (1999) demonstraram que o desempenho zootécnico de suínos criados sobre cama de maravalha quando comparado a sistemas de piso ripado (total ou parcial) não obtiveram diferenças significativas, sendo o peso médio dos animais ligeiramente superior no sistema de criação de suínos sobre camas (Tabela 4). Não houve diferença para o consumo de alimento, conversão alimentar, ganho de peso e a taxa de músculo, bem como para o rendimento de carcaça e a espessura de gordura nos animais criados em cama de maravalha e piso ripado.

Em estudo conduzido por Corrêa (1998), na Embrapa Suínos e Aves, sobre o ganho de peso de suínos criados em cama sobreposta em diferentes épocas estão na Tabela 5. Nesta Tabela, pode-se observar o ganho de peso dos suínos criados em diferentes tipo de piso usado como cama sobreposta. Observa-se que houve efeito da estação do ano para o ganho de peso e efeito de tratamento quando considerado dentro de época. Estes dados revelam uma tendência para menor ganho de peso nos animais criados sobre piso de concreto a medida que a temperatura do ambiente diminui (inverno) e maior ganho na época quente (verão) quando comparado ao sistema de cama sobreposta (Corrêa, 1998).

A Tabela 6 mostra o resultado de observações a campo do desempenho de animais criados em sistema de cama sobreposta nas regiões de Marau, no Rio Grande do Sul e Chapecó, em Santa Catarina. Os dados de conversão alimentar obtidos

**Tabela 4** — Comparação da performance zootécnica, da taxa de músculo e do rendimento de carcaça dos animais criados sobre o piso ripado ou sobre cama de maravalha

Resultados médios	Média do Ano 1		Média do Ano 2	
	Ripado	Cama	Ripado	Cama
Peso Inicial (kg)	29,8±1,2	30,5±1,4	31,5±1,7	31,6±1,4
Peso final (kg)	99,9±7,5	102,3±7,9	95,6±12,6	95,8±10,3
Consumo Ração (kg)	189,7	191,8	187,3	184,2
Ganho de Peso (g/dia)	779	794	712	715
Converção Alimentar	2,71	2,67	2,91	2,87
Taxa de Músculo (%)	60,3±2,4	60,9±1,8	58,7±3,5	60,5±1,6
Peso carcaça quente (kg)	81,7±5,6	82,7±7,7	78,1±10,2	77,8±8,4
Rendimento carcaça (%)	81,9±2,7	81,8±2,6	82,3±1,2	82,8±1,0

Fonte: Oliveira, 1999.

**Tabela 5** — Médias de ganho de peso (kg) de suínos criados com diferentes resíduos utilizados como cama sobreposta de acordo com tratamento e época do ano

Tipos de Piso	Épocas do Ano				Média
	Outono	Inverno	Primavera	Verão	
Maravalha	69,3 <sup>aa</sup>	63,0 <sup>ca</sup>	65,3 <sup>bb</sup>	64,6 <sup>ca</sup>	65,5 <sup>A</sup>
Serragem	69,5 <sup>aA</sup>	62,5 <sup>cA</sup>	66,9 <sup>bA</sup>	60,1 <sup>cC</sup>	64,7 <sup>A</sup>
Sabugo de milho	67,5 <sup>aB</sup>	61,2 <sup>cB</sup>	66,5 <sup>bA</sup>	59,4 <sup>cC</sup>	63,6 <sup>A</sup>
Casca de arroz	67,8 <sup>aB</sup>	62,0 <sup>cA</sup>	66,4 <sup>bA</sup>	61,0 <sup>cB</sup>	64,3 <sup>A</sup>
Piso de concreto	68,8 <sup>aA</sup>	60,1 <sup>cB</sup>	66,5 <sup>bA</sup>	65,1 <sup>cA</sup>	65,1 <sup>A</sup>

Obs.: Médias seguidas por letras minúscula na linha e maiúscula na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).



indicam a necessidade de alterações no manejo dos animais, principalmente durante a fase inicial de crescimento. A maior movimentação dos suínos durante as primeiras semanas de alojamento, em função de baixa densidade, acarreta em maior gasto de energia contribuindo para uma maior conversão alimentar.

**Tabela 6** — Desempenho animal observado em granjas produtoras de suínos em sistema de cama sobreposta

Região	Tipo de Cama	Estação do ano	Peso médio de entrada (Kg)	Peso Médio ao abate (Kg)	Ganho de peso diário (Kg)	Conversão alimentar
Marau	Serragem	Outono	24,79	106,6	0,871	2,920
Marau	Serragem	Inverno	33,95	114,7	0,927	2,849
Marau	Serragem	Verão	28,00	108,36	0,873	2,919
Marau	Casca de Arroz	Outono	23,33	111,58	0,882	2,882
Marau	Casca de Arroz	Inverno	23,12	115,78	0,827	2,995
Marau	Casca de Arroz	Inverno	25,13	117,06	0,828	3,133
Marau	Casca de Arroz	Inverno	23,04	108,35	0,768	3,089
Marau	Casca de Arroz	Verão	22,70	112,12	0,745	3,047
Marau	Casca de Arroz	Verão	23,08	112,89	0,754	3,022
Marau	Casca de Arroz	Inverno	38,91	124,30	1,041	2,819
Marau	Casca de Arroz	Verão	20,00	111,91	0,981	2,771
Chapecó	Maravalha	Verão	18,73	105,06	0,918	2,579

Fonte: Relatório Agroindústria, 2002.

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

As bactérias naturalmente presentes nos dejetos degradam a matéria orgânica contida na cama através de reações aeróbias acompanhadas da produção de calor. Estudo desenvolvido por Oliveira (1998) demonstrou que no processo de compostagem desenvolvido nas camas a água contida nos dejetos é praticamente toda eliminada na forma de vapor (Tabela 7). Esta eliminação corresponde a 5,7 kg d'água por suíno e por dia, enquanto que a quantidade de água ingerida ou gerada no sistema é em torno de 6,2 kg por suíno por dia. Entretanto, no sistema de criação convencional em piso ripado a totalidade da água ingerida ou gerada no sistema fica retida na fossa interna de dejetos ou nas esterqueiras.

A comparação do Nitrogênio retido na cama e nos dejetos líquidos mostrou que somente 20 à 40% do N excretado pelos suínos se encontra retido na cama, enquanto que no piso ripado 70 à 75% do N se encontra retido nos dejetos líquidos, dividido em N orgânico e N amoniacal, respectivamente 30–40% e 70–60% (Oliveira et al., 2000). A diferença entre os dois sistemas é em função da emissão significativa de N<sub>2</sub> (40–60%) para o caso das criações sobre cama de maravalha. Independentemente do sistema de criação em torno de 20% do N contido nos dejetos é eliminado na forma de gás NH<sub>3</sub> e N<sub>2</sub>O (Tabela 8). Para o caso do sistema de cama, as emissões de NH<sub>3</sub> e

**Tabela 7** — Balanço geral d'água, observado ou estimado, em função dos sistemas de criação de suínos em piso ripado ou sobre cama de maravalha (L d'água/suíno)

Balanço água (L/suíno)	Piso Ripado (SPR)		Sistema Cama (SPC)	
	Observado	Estimado	Observado	Estimado
Consumo total de água	423,7	-	446,4	-
Água ingerida via ração	22,8	-	23,0	-
Água prod. Metabólica (Suíno)	-	54,2	-	54,5
Água prod. Metabólica (Cama)	-	-	-	23,4
Água retida no corpo do animal	-	37,6	-	38,6
Água armazenada sist. (SPR/SPC)	203,6 <sup>A</sup>	195,9 <sup>A</sup>	14,6 <sup>B</sup>	13,4 <sup>B</sup>
Água contida nos dejetos	-	200,1	-	210,5
Produção de vapor d'água (Suíno)	-	273,5	-	268,8
Água evaporada no ambiente	-	4,1	-	247,2
Água evaporada do sistema	278 <sup>A</sup>	-	516 <sup>B</sup>	-

(A,B) Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente (P<0,05).

N<sub>2</sub>O são sensivelmente semelhantes. Porém, para o caso do piso ripado as emissões da NH<sub>3</sub> são dominantes (Robin et al., 1999). O fósforo excretado pelos suínos se encontra totalmente armazenado nos dejetos líquidos para o caso de sistemas com piso ripado. Enquanto no sistema de cama de maravalha 58% do fósforo excretado pelos animais é retido na camada superficial com 15 cm de profundidade da cama (Kermarrec, 1999).

**Tabela 8** — Comparação do balanço de nitrogênio nos sistemas de criação de suínos sobre o piso ripado ou sobre cama de maravalha, por 100 unidade de N que entra no sistema, via ração ou água

Resultados Globais	Experimento 1		Experimento 2	
	Ripado	Cama	Ripado	Cama
Retido no Suíno	35	36	33	34
Dejeto / Composto	48	12	45	26
NH <sub>3</sub>	12	5	13	7
N <sub>2</sub> O	< 1	7	< 1	6
N <sub>2</sub>	4	40	8	27

A produção de calor nos sistemas de cama sobreposta deve ser um fator considerado na adaptação de edificações destinadas a este tipo de criação de suínos. Oliveira (1999) observou que a produção total de calor em sistemas de criação de suínos em cama sobreposta com maravalha é praticamente constante, gerando 300 W/suíno dia. Isso significa que para cada animal em produção neste sistema, temos a produção de calor equivalente a dois animais. As necessidades de ventilação e de isolamento das edificações dependem das produções de calor e de vapor d'água geradas no sistema. A produção específica de calor gerado pela cama é

---

pouco conhecida e sua importância é fundamental para a determinação da taxa de ventilação, otimização da evaporação d'água e do processo de compostagem (Oliveira, 1999). Determinou-se experimentalmente o fluxo de calor gerado somente pelo processo de compostagem para a cama de maravalha ( $Q_{\text{cama}}$ ) que pode ser estimado, para suínos entre 30 e 100 kg, pela seguinte equação:  $Q_{\text{cama}} = 2,026 \times m - 60,75$ ;  $m$  = massa do suíno (kg) (Oliveira 1999). Este fluxo de calor pode variar de 80 a 120 W/suíno em função do peso vivo do animal.

## 5 Sistema de Compostagem de Dejetos

A compostagem dos resíduos da suinocultura é uma prática que vem crescendo entre os criadores de suínos na Europa. Esta técnica foi desenvolvida principalmente para a agricultura biológica para evitar ou suprimir o uso de fertilizantes minerais. Atualmente ela vem sendo cada vez mais empregada pelos suinocultores localizados em zonas geográficas cujas águas estão fortemente poluídas por nitrato (Mazé et al. 1999) e por determinação da legislação torna-se impossível a ampliação de novas criações. A compostagem é um processo de oxidação biológica aeróbia e controlada da matéria orgânica, produzindo  $\text{CO}_2$ , calor e um resíduo estabilizado denominado de composto. Para o caso de dejetos de suínos pode-se utilizar o que denominamos de plataforma de compostagem que é uma versão acelerada do processo natural de degradação de produtos orgânicos dando condições favoráveis ao desenvolvimento de microorganismos para degradar a matéria orgânica presente nos dejetos. Estudos conduzidos por Lau (1992) e Mazé et al. (1999) demonstraram a viabilidade do uso de sistemas de compostagem para o tratamento dos dejetos líquidos de suínos. Resultado obtido em sistema de compostagem com ar forçado estudado por Mazé et al. (1999), para o tratamento dos dejetos de suínos, concluiu que é possível atingir uma absorção de 8 ton de dejetos líquidos para cada ton da mistura de maravalha e palha.

Estudos conduzidos na região da Finistère na França com o uso de compostagem para o tratamento de dejetos de suínos, utilizando-se de maravalha e palha, demonstrou a viabilidade do sistema para tratar 6.000  $\text{m}^3$ /ano de dejetos. Em estações automatizadas é possível tratar para cada ton. de maravalha ou palha 15  $\text{m}^3$  de dejetos líquidos obtendo-se 4 ton de composto estabilizado com relação C/N <20 e uma redução da metade do nitrogênio (Dorffer, 1998). Em sistemas de compostagem com o uso de palha em unidades de tratamento com área de 620  $\text{m}^2$ , desenvolvido pela Station Pilote Multi-Déchets Organiques (4 VAULX, 1999), foi demonstrado ser possível tratar 1.000  $\text{m}^3$  de dejetos por ano com uma quantidade incorporada de 12  $\text{m}^3$  de dejetos por ton de palha, obtendo-se de 250 a 300 ton de composto orgânico.

## 6 Uso dos dejetos como Fertilizante Orgânico

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

---

Os resíduos dos sistemas de produção sobre piso ripado apresentam uma concentração de nutrientes muito baixa (dejeito muito líquido), praticamente inviabilizando economicamente seu uso como adubo orgânico (Chiuchetta, 2000). Um outro fator a ser considerado é o uso de dejetos para a melhoria de matéria orgânica em solos pobres. Estudos realizados, têm demonstrado que o uso contínuo de dejetos líquidos de suínos em solos não traz aumento significativo da concentração de matéria orgânica.

Em contrapartida, os resíduos de sistemas de produção sobre camas de maravalha apresentam uma concentração muito maior de nutrientes quando comparados aos sistemas de produção de suínos sobre pisos ripados e uma relação C/N entre 18 e 25, viabilizando seu uso como fertilizante orgânico e facilitando sua distribuição na lavoura. Na Tabela 9, observa-se os resultados de estudo conduzido por Oliveira (1992) analisando a concentração de MS (matéria seca), N (nitrogênio), F (fósforo) e K (potássio), em sistema de criação de suínos em cama sobreposta de maravalha ou palha, após cada ciclo de crescimento e terminação durante um ano de criação sobre a mesma cama.

Na Tabela 10, podemos observar o resultado comparativo dos resíduos finais de diferentes sistemas de produção de suínos, na França e no Brasil. Na França foram usados os dados publicados pelo ITP e o INRA e no Brasil dados publicados pela EMBRAPA Suínos e Aves (Oliveira et al. 1994; Oliveira, 1999; Texier, 1997.). No caso de sistemas de produção existente no Brasil, pode-se observar a alta diluição dos dejetos em função do desperdício e do excesso de água usada para a limpeza das baias o que compromete seu uso como fertilizante orgânico. Entretanto, podemos observar que na França a concentração de nutrientes é mais elevada e isso se deve ao uso de piso ripado total nas baias, não necessitando de lavagem e limpeza freqüente, e ao uso de bebedouros com menor perdas d'água. Observa-se que houve um acúmulo de nutrientes nas camas com os sucessivos lotes de suínos durante um período de um ano de criação sobre as mesmas camas. Estes resultados demonstram a viabilidade do uso das camas como fertilizante orgânico e sua viabilidade econômica quando comparada aos sistemas convencionais de produção de suínos, onde existe um excesso de água provocando uma elevada diluição dos dejetos.

Em trabalho desenvolvido por Nunes, 2002, estimou-se o peso específico do composto obtido da criação em Cama Sobreposta de 4 lotes de suínos, em fase de crescimento - terminação. Os valores encontrados foram de 252 Kg /m<sup>3</sup> e 301 Kg /m<sup>3</sup>, para casca de arroz e maravalha, respectivamente.

**Tabela 9** — Resultado observados de análises do acúmulo de nutrientes gerados nos sistema de cama sobreposta de maravalha ou palha, em sistema de crescimento e terminação de suínos durante 4 lotes sucessivos por um período de 1 ano

<b>Maravalha</b>	<b>Lote 1</b>	<b>Lote 2</b>	<b>Lote 3</b>	<b>Lote 4</b>
MS (%)	57,1	42,2	37,7	43,4
N (kg/ton)	4,6	5,1	6,6	8,8
P (kg/ton)	2,1	3,6	4,9	7,2
K (kg/ton)	3,8	5,1	7,8	11,7
<b>Palha</b>	<b>Lote 1</b>	<b>Lote 2</b>	<b>Lote 3</b>	<b>Lote 4</b>
MS (%)	57,2	56,4	36,3	48,7
N (kg/ton)	9,4	14,2	8,9	12,2
P (kg/ton)	2,5	7,4	6,1	7,6
K (kg/ton)	15,1	19,6	11,1	17,6

**Tabela 10** — Resultado observados de análises de resíduos gerados em diferentes sistemas de produção de suínos, convencional e em cama sobreposta de maravalha

<b>Dejetos Líquidos (Bruto)</b>	<b>Piso ripado (parcial ou total)</b>	<b>% MS</b>	<b>Kg/ ton ou /m<sup>3</sup></b>		
			<b>Ntot</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>
Terminação (IPT, 1993)		9,3	9,6	4,0	6,4
Terminação, sem perda H <sub>2</sub> O (INRA, 1999)		14,5	9,0	6,0	8,5
Terminação (EMBRAPA, 1997)		1,6	2,2	0,6	0,9
<b>Cama Maravalha (1 ano de uso)</b>					
Terminação (ITP, 1996)		41,6	13,1	17,7	25
Terminação (INRA, 1999)		38,8	7,9	11,8	14,5
Terminação (EMBRAPA, 1994)		43,4	8,7	7,2	11,7

---

## 7 Conclusão

Os dejetos devem ser usados integralmente na agricultura como fertilizante orgânico, procurando-se concentrar os nutrientes nos dejetos evitando-se o desperdício d'água nos sistemas de produção. Os dejetos líquidos excedentes nas propriedades devem ser tratados adequadamente, usando-se o resíduo final para a limpeza dos dejetos evitando o seu lançamento nos cursos d'água.

O uso de compostagem para o tratamento de dejetos de suínos vem sendo uma alternativa empregada principalmente em regiões de produção intensiva de suínos, gerando um composto orgânico estabilizado que pode ser utilizado como fertilizante orgânico.

Estudos desenvolvidos por diversos pesquisadores demonstraram a viabilidade do uso de cama sobreposta para a produção de suínos com resultados de desempenho zootécnico semelhante aos sistema convencional e em alguns casos com desempenho melhor.

## 8 Referências Bibliográficas

- CORRÊA, E. K. **Avaliação de diferentes tipos de cama na criação de suínos em crescimento e terminação**. Tese de Mestrado, UFPel, Pelotas-RS, p.105, 1998.
- COSTA, R. H. R. da; MEDRI, W.; PERDOMO, C. C. Otimização do sistema de tratamento: Decantador de palhetas e lagoas anaeróbias, facultativa e de aguapé de dejetos suínos. **IN: Simposio Internazionale di ingegneria sanitaria ambientale**, 1997. Revello-Villa Rufolo. **Anais....**, 1997, p.1018-1025.
- CIGR, **Report of working group on climatization of animal houses**. Commision Internationale du Génie Rural, S.F.B.I.U., Belgium, 147 p., 1984.
- CIGR, **Climatisation of animal house**. Commision Internationale du Génie Rural, S.F.B.I.U., Belgium, 147 p., 1992.
- CHIUCHETTA, O. Otimização de distribuição de dejetos na suinocultura sob a ótica ambiental- Caso de uma microbacia no oeste catarinense. **Tese de Mestrado**, UFSC, Centro Sócio-Econômico, Florianópolis, 2000, 114 p.
- DOURMAD, J-Y.; LETERME, Ph.; MORVAN,T.; PEYRAUD, J.-L.; VERTÈS, F. **Les flux d'azoto dans les exploitations d'élevage**. In: L'eau dans l'espace rural. INRA ed. Paris, 1997, 411 p.
- EMBRAPA/CNPSA. 1994. Dia de Campo sobre manejo e utilização de dejetos suínos, 1994. 47p.
- DORFFER, M. **Le compostagem accessible aux gros excédents**. Porc Magazine, N°314, 129–130 p. 1998.
- GUIVANT, J. S. & MIRANDA, C. R. Suinocultura, poluição e prêmios: os caminhos do descontrole ambiental. **In: Anais do XXX Congresso de Sociologia**, Porto Alegre, 1999.
- GUIVANT, J. S. As duas caras de Jano: agroindústrias e agricultura familiar diante da questão ambiental. **In: Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 16, n°. 3, set./dez. 1999. Brasília: EMBRAPA, 1999. p. 85–128.

- 
- KERMARREC, C. **Bilan et transformations de l'azote en élevage intensif de porcs sur litière**. Thèse de Docteur, N°:99-24, D-32, l' ENSA de Rennes, France, 272 p., 1999.
- KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; BAHIA FILHO, A. F. C.; PEREIRA, F. A. Manejo do esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho. EMBRAPA-CNPMS, (Circular técnica, 25), 1998, 31 p.
- LAU A. K.; LO K. V.; LIAO P. H.; YU J. C. **Aeration experiments for swine waste composting**. Bioresource Technology, 41, 145–152, 1999.
- LO C. Application and practice of the pig-on-litter system in Hong Kong. **Workshop on Deep-Litter System for Pig Farming**, Rosmalen, Netherlands, 1992, p:11–25.
- MAZÉ, J.; THÉOBALD, O.; POTOCKY, P. Optimisation du compostage du lisier de porc avec des résidus ligno-cellulosiques. Journées Rech. Porcine en France, 31, 91-98.
- NICKS, B., DESIRON, A., CANART, B. **Bilan environnemental et zootechnique de l'engraissement de quatre lots de porcs sur litière biomaitrisée**. Journées de Rech. Porcine en France, 27, 337–342, 1995.
- NUNES, M.L.A. **Peso Específico do composto obtido do Sistema de Cama Sobreposta**. Dados não publicados, 2002.
- OLIVEIRA, P. A. V., SOBESTIANSKY J. **Produção de suínos em cama sobreposta: Fases de crescimento e terminação**. 1992. Dados apresentados em dia de campo na Embrapa-CNPMS.
- OLIVEIRA, P. A. V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. EMBRAPA-CNPMS. Documentos, 27, 1993. 188 p.
- OLIVEIRA, P. A. V.; Sobestiansky J. **Produção de suínos em cama sobreposta: Fases de crescimento e terminação**. 1993. Dados não publicados.
- OLIVEIRA, P. A. V. de ; COSTA, R. H. R. DA; TROGLIO, J. Lagoons for treatment of waste products from hogs: Example of COOPERCENTRAL. In : **International Specialist Conference and Workshop-Waste Stabilisation Ponds Technology and Applications**. IAWQ, João Pessoa, PB, Brasil, March, 1995.
- OLIVEIRA, P. A. V. **Comparaison des systèmes d'élevage des porcs sur litière de sciure ou caillebotis intégral**. Thèse de Docteur, N°:99–24, D-32, l' ENSA de Rennes, France, 272 p., 1999.
- OLIVEIRA, P. A. V.; DIESEL, R.. **Edificação para a produção agroecológica de suínos: Fases de crescimento e terminação**. Comunicado Técnico, 245, fevereiro/2000, p.1-2.
- OLIVEIRA, P. A. V.; ROBIN, P.; KERMARREC, C.; SOULOUMIAC, D.; DOURMAD, J. Y. **Comparaison de l'évaporation d'eau en élevage de porcs sur litière de sciure ou caillebotis intégral**, Journées Rech. Porcine en France, 30, 355–361, 1998.
- OLIVEIRA, P. A. V.; KERMARREC, C.; ROBIN, P. **Balanço de nitrogênio e fósforo em sistema de produção de suínos sobre cama de maravalha**. Memoria Congresso Mercosur de producción porcina, Buenos Aires, Argentina, octubre 2000, SP7.
- Relatório de agroindústria **Relatório Interno de Agroindústria sobre a Produção de Suínos em Sistema de Cama Sobreposta**. Dados não Publicados, 2002.

- 
- ROBIN, P., OLIVEIRA, P. A. V., Kermarrec, C. **Productions d'ammoniac, de protoxyde d'azote et d'eau par différentes litières de procs durant la phase de croissance.** Journées Rech. Porcine en France, 30, 111–115, 1999.
- SEVRIN-REYSSAC, JOSETTE; LA NOÛE, J.; PROULX, D. **Le recyclage du lisier de proc par lagunage.** Tec-Doc, ed. Lavoisier, Paris, 1995. 118 p.
- SILVA, A. P. **Diagnostico Sócio, Econômico e Ambiental. Aspectos sobre a sustentabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica dos Fragosos, Concórdia/SC.** Tese de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 2000, 205 p.
- TEXIER C. **Elevage porcin et Respect de l'environnement.** Institut Technique du Porc, ITP, Paris, 1997, 111 p.
- 4 VAULX. **Compostage du lisier sur paille.** Unité de traitement à la ferme, 4 VAULX-Station Pilot Multi-Déchets Organiques, Coëtfinet, 22130-Corseul, France, Folder, 1999.