

# PRODUÇÃO E MANEJO DE DEJETOS DE SUÍNOS

**Paulo Armando V. de Oliveira**

Engº. Agrícola, M.Sc,Ph.D,  
Pesquisador Embrapa Suínos e Aves, CP 21, 89.700-000, Concórdia – SC  
Email: paolive@cnpa.embrapa.br

## 1. INTRODUÇÃO

A atual expansão da suinocultura tem como principal característica a alta concentração de animais por área, visando atender o consumo interno e externo de carne, produtos e derivados. Observa-se, como consequência, 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.

Esta situação exige a fixação de parâmetros de emissão cada vez mais rigorosos pelos órgãos de fiscalização. Os grandes centros produtores de suínos, a exemplo da Europa e Estados Unidos, já enfrentam dificuldades para manter os seus atuais rebanhos, como decorrência do excesso de dejetos, da saturação das áreas para disposição agronômica, da contaminação dos recursos naturais e dos altos investimentos para o tratamento dos efluentes. Por outro lado, países como o Brasil, que possuem clima e disponibilidade de área para utilização agronômica, têm ainda um potencial grande de aumentar seus rebanhos. Para isso, encontrar um modo de manejo adequado aos dejetos de suínos é o maior desafio para a sobrevivência das zonas de produção intensiva no Brasil, em razão dos riscos de poluição das águas superficiais e subterrâneas por nitratos, fósforo e outros elementos minerais ou orgânicos e, do ar, pelas emissões de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{H}_2\text{S}$ .

O maior problema para a adequação das propriedades às exigências da legislação, é que as ações para a melhoria da qualidade do ar e redução do poder poluente dos dejetos suínos a níveis aceitáveis pela legislação requererem investimentos significativos, normalmente acima da capacidade de pagamento do produtor. A utilização dos dejetos suínos como fertilizante para as plantas exige conhecimentos específicos para cada situação e razoáveis investimentos em armazenagem, transporte e distribuição, nem sempre disponíveis para os pequenos e médios produtores.

A recomendação técnica para o manejo destes resíduos líquidos é o armazenamento e tratamento em esterqueiras ou lagoas para posterior uso em lavouras como fertilizante. Os trabalhos de pesquisa desenvolvidos na área de manejo de efluentes da suinocultura indicam que nenhum tratamento de dejetos em uso no Brasil, é capaz de tratar o resíduo final a ponto de que este seja lançado diretamente nos cursos d'água. Com o aumento do efetivo de suínos em pequenas áreas, e conseqüente aumento do volume de dejetos líquidos produzidos, a exigência de áreas de lavoura é aumentada proporcionalmente ao número de animais em produção. Podemos observar no Oeste Catarinense, região onde concentra-se cerca de 76% do total efetivo de suínos do estado, grande quantidade de dejetos por unidade de área, o que impede um adequado aproveitamento destes resíduos, ocasionando sérios problemas de poluição dos recursos naturais.

A estratégia da armazenagem e distribuição como controle da poluição não tem sido totalmente correta, pois revela um distanciamento da realidade, necessidade e interesse dos produtores. Estudo realizado pela Epagri – SC, revela que apenas 15% das propriedades suinícolas de Santa Catarina possuíam alguma forma de tratamento (esterqueiras ou lagoas) no início da década de 90, mas em 1997 já eram 40% (6.324) dos produtores integrados a Agroindústria e 70% (9.012) do total em 1999 segundo Tramontini (1999).

## 2. CARACTERÍSTICAS DOS DEJETOS DE SUÍNOS

Vários fatores influenciam no volume de dejetos produzidos, tais como o manejo, o tipo de bebedouro, sistema de higienização adotado (frequência e volume de água utilizada), bem como, o número e categoria de animais. O volume de dejetos produzidos pelos suínos, de uma forma geral, pode ser estimado usando-se os dados da Tabela 1 (Oliveira, 1993), porém os valores contidos na tabela foram obtidos pela análise somente do esterco+urina, não são valores obtidos pela real diluição causada pela água normalmente perdida pelos bebedouros e de limpeza das baias. Nas granjas onde a limpeza das baias é efetuada com o uso de água ou a perda nos bebedouros é significativa deve-se fazer um ajuste na Tabela 1 em função de diluição que pode ocorrer.

**Tabela 1** - Produção média diária de esterco (kg), esterco + urina (kg) e dejetos líquidos (L) por animal por fase.

<b>Categoria de Suínos</b>	<b>Esterco</b>	<b>Esterco+urina</b>	<b>Dejetos líquidos</b>
25 –100 kg	2,30	4,90	7,00
Porcas em Gestação	3,60	11,00	16,00
Porcas em Lactação	6,40	18,00	27,00
Machos	3,00	6,00	9,00
Leitão desmamado	0,35	0,95	1,40
<b>Média</b>	<b>2,35</b>	<b>5,80</b>	<b>8,60</b>

Fonte: Oliveira (1993).

As características físico-química dos dejetos (Tabela 2) estão associadas ao sistema de manejo dos animais adotado e aos aspectos quantitativos e qualitativos das rações usadas, apresentando grandes variações na concentração dos seus elementos entre produtores e dentro da própria granja. A Tabela 2 (ASAE, 1993) apresenta as características dos dejetos de suínos sem considerar a diluição que possa ocorrer pelo excesso de água desperdiçada na limpeza e pelos bebedouros. O uso da Tabela 2 facilita a estimação das características físico-química dos dejetos de suíno. Tomamos como exemplo um suíno com 90 kg, para exemplificarmos o uso da referida tabela, devemos proceder da seguinte maneira:

$DBO_5$  suínos 90 kg =  $(90 \text{ kg} \div 1.000 \text{ kg}) \times 3,1$  (valor  $DBO_5$  da Tabela 2)

$DBO_5$  suínos 90 kg = 0,279 kg (produção diária), estimando uma produção de dejetos de 5 litros por dia, então teremos 55,8 mg/L (sólidos totais de 13,10 %).

Sendo assim, um suíno com 90 kg de peso vivo produz diariamente 0,279 kg de  $DBO_5$ . Estendendo-se o cálculo para uma granja com 500 ( $500 \times 0,279$ ) animais na fase de terminação teremos 139,5 kg de  $DBO_5$  produzidos por dia, na granja.

**Tabela 2** - Características dos dejetos frescos de suínos, considerando-se somente esterco e a urina, expresso por 1.000 kg de peso vivo.

Parâmetro	Unidade	Valor	Desvio Padrão
Volume total	Kg	84	24
Urina	Kg	39	4,8
Densidade	Kg/m <sup>3</sup>	990	24
Sólidos totais	Kg	11	6,3
Sólidos Voláteis	Kg	8,5	0,66
DBO <sub>5</sub>	Kg	3,1	0,72
DQO	Kg	8,4	3,7
PH	-	7,5	0,57
Nitrogênio Kjeldahl (N <sub>total</sub> )	Kg	0,52	0,21
Nitrogênio Amoniacal	Kg	0,29	0,10
Fósforo total (P)	Kg	0,18	0,10
Potássio total (K)	Kg	0,29	0,16

Fonte: ASAE (1993).

As Tabelas 1 e 2 estimam com certa precisão as características quantitativas e qualitativas dos dejetos de suínos para fins de projeto de unidades de armazenamento e tratamento.

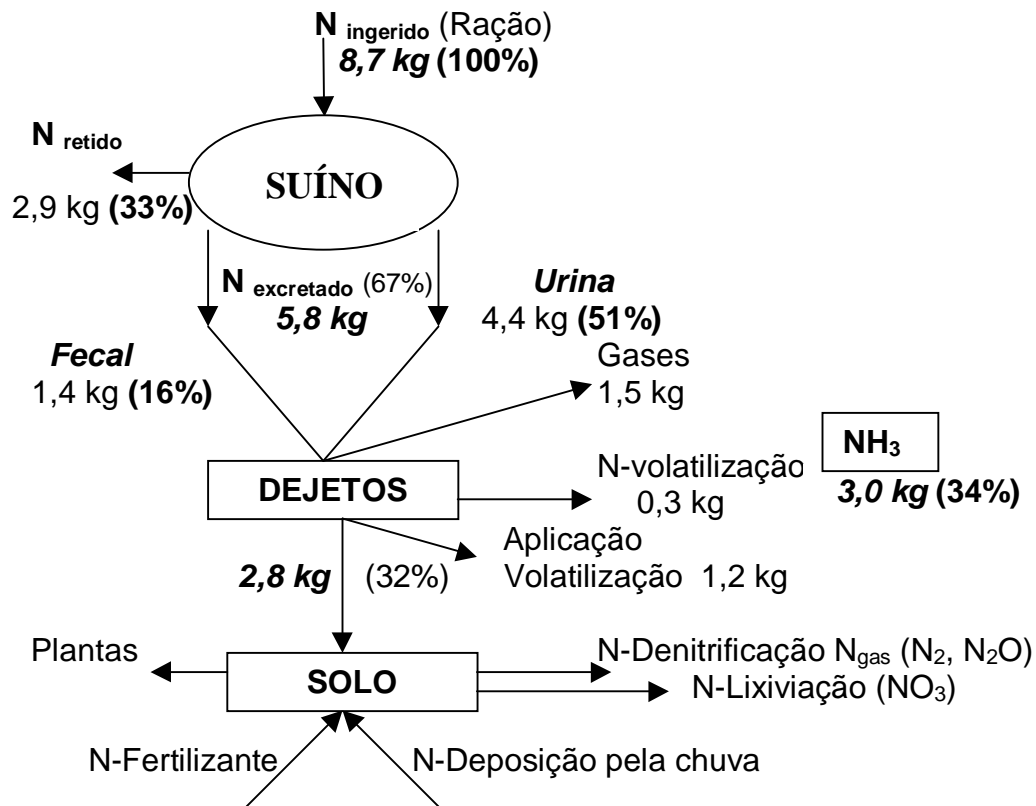
### 3. O FLUXO DE NITROGÊNIO NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS

O dejetos dos suínos é composto basicamente de fezes e urina, mais ou menos diluído segundo o tipo de manejo de água adotado nos sistemas de produção, sendo ele um produto líquido complexo onde o teor de matéria seca situa-se entre 50 à 80 g/L. Essa matéria seca é composta por; partículas em suspensão (grossas e finas); matéria coloidal e matéria dissolvida (sais minerais).

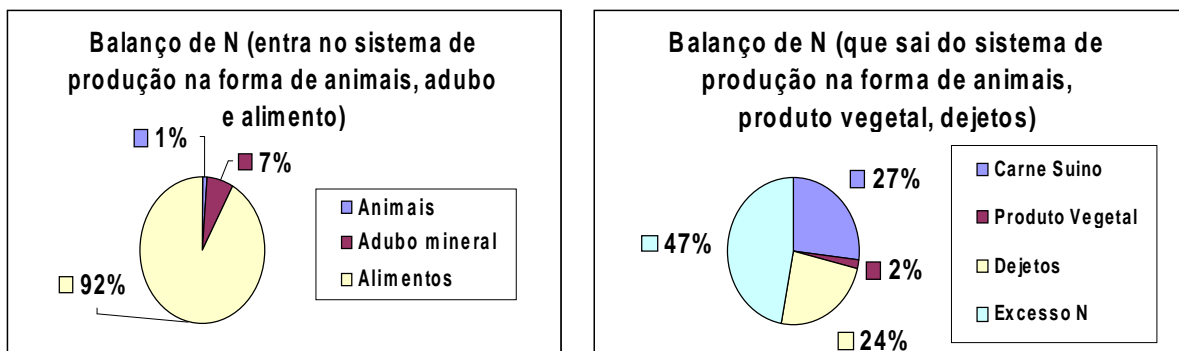
A proporção de nitrogênio orgânico e amoniacal nos dejetos de suínos pode variar em função do seu estado natural (fresco), ele varia de meio a meio (50 à 50%) para um dejetos após a excreção pelos suínos (algumas horas) para ¼ à ¾ em dejetos de mais de 3 dias. Entretanto, após a mistura entre fezes e urinas formando o dejetos líquido, o nitrogênio contido na urina é transformado rapidamente em nitrogênio amoniacal. Portanto, nos sistemas de manejo em uso, normalmente os dejetos são utilizados após 72 horas já encontrando-se na forma amoniacal.

A repartição média das diferentes formas do nitrogênio entre as fases líquida e sólida do esterco é a seguinte: na fase líquida o N<sub>amoniacal</sub> (NH<sub>4</sub>) representa entre 75 à 85% e o orgânico entre 10 à 5%, na fração sólida o N<sub>orgânico</sub> representa de 15 à 10%. Para o fósforo a repartição média é a seguinte: na fase sólida, o fósforo inorgânico ocupa de 75 à 80% e o fósforo orgânico 10%, para a fase líquida o fósforo inorgânico ocupa 10% e o fósforo orgânico 3%.

O conhecimento do fluxo de nitrogênio (N) é de fundamental importância para o manejo correto dos dejetos nas granjas produtoras de suínos, tanto para o uso agrícola como na previsão do potencial de risco de poluição dos mananciais de água em função dos excedentes de N em granja de produção. Estudos conduzidos, sobre o balanço de N (diferença entre o N que entra e o N que sai da granja) nas propriedades suinícolas, na região da Bretagne, Oeste da França (Dourmad et al, 1997) em sistemas de produção onde a alimentação dos animais não é produzida no solo da propriedade (Figura 1 e 2), mostra um excedente médio de N de 518 kg/ha/ano (47% do total). A variabilidade entre os sistemas de produção é importante da ordem de 140 à 1600 kg N/ha/ano, isto se explica em grande parte pela carga animal que varia de 30 à 500 porcos produzidos /ano/ha nas propriedades.



**Figura 1** - Representação esquemática do fluxo de Nitrogênio na produção de um suíno do nascimento ao abate (Dourmad, 1999)



**Figura 2** - Balanço médio de N efetuado em granjas produtoras de suínos na região da Bretagna, França.

#### 4. ORIGEM E EXCREÇÃO DE NITROGÊNIO PELO SUÍNO

O nitrogênio excretado pelos suínos corresponde a parte do N alimentar que não ficou retido no animal sob forma de proteína corporal (suíno em crescimento) ou exportada do animal na forma de leite (porcas em lactação). Podemos então destacar dois componentes principais:

- A fração de N não digerida e eliminada nas fezes, principalmente na forma de proteínas vegetal e bacteriana. A importância relativa desta fração comparada a quantidade ingerida, depende essencialmente da

digestibilidade das proteínas e do tipo de alimentação, especialmente das matérias primas que a constitui.

- A fração excretada pela urina, em grande parte sob forma de uréia. Ela é gerada pela oxidação, principalmente nos rins, dos aminoácidos não utilizados na síntese protéica. A importância desta fração, depende da boa adequação qualitativa e quantitativa do consumo de proteína em função das necessidades dos animais.

Um suíno em terminação dentro das condições de regime de termoneutralidade ambiental e de alimentação adequada, do N ingerido via alimentação pode-se afirmar que ele excreta em média o equivalente a 15 à 20% nas fezes e de 45 à 50% na urina, ou seja um total de 60 à 70% da quantidade de N ingerida. As frações de N excretadas nas fezes (fração sólida) e na urina (fração líquida) representam então, respectivamente, um pouco menos de 1/3 e de um pouco mais de 2/3 dos dejetos totais (Dourmad, 1999). Pode-se estimar que, dentro das condições atuais de produção de suínos, sobre os 8,7 kg de Nitrogênio necessários a produção de um porco do nascimento a terminação (incluindo-se a alimentação da porca), 1/3 do N é retido no animal, 1/3 é perdido sob forma de volatilização da amônia e 1/3 resta nos dejetos podendo ser usado na agricultura (Figura 2).

A estimativa do consumo, retenção e perdas de Nitrogênio nas diferentes fases da produção de suínos é apresentada na Tabela 3.

**Tabela 3** - Estimativa do consumo, retenção e perdas de nitrogênio na produção de suínos.

Suínos	Dias	Consumo		Perdas		
		N Ração	N Retido	N Fezes	N Urina	N Total
Maternidade (0-8 kg)	27	1,44	0,38	0,24	0,81	1,05
Creche (8-28 kg)	42	1,07	0,48	0,16	0,43	0,59
Terminação (28-108 kg)	110	6,13	2,01	1,04	3,08	4,12
Total/suíno, kg	179	8,64	2,87	1,44	4,32	5,76
%	-	100	33,2	16,3	50,5	66,8

Fonte: Dourmad, 1999.

Na Tabela 4, pode-se observar o efeito do balanceamento de diferentes níveis de proteína bruta contida nas rações de suínos nas fases de crescimento e terminação sobre o N-excretado nos dejetos.

**Tabela 4** - Efeito de diferentes níveis de Proteína Bruta (Pb), contida na ração sobre a produção de N excretado pelos suínos (30-102 kg).

	Proteína Bruta %		
	17,8	15,5	13,6
GMD (g)	846	867	852
Taxa de Conversão Alimentar - MJ ME / kg	38,2 <sup>a</sup>	37,4 <sup>b</sup>	37,2 <sup>b</sup>
Porcentagem carne carcassa	51,3	52,3	51,6
N-Excretado (kg/suíno)	3,9 <sup>a</sup>	3,10 <sup>b</sup>	2,5 <sup>c</sup>

<sup>a, b, c</sup> – Letras diferentes na linha mostram diferenças significativas (p < 0,05) entre os valores observados.

Fonte: Dourmad, 1999.

O consumo de altos níveis de proteína aumenta o consumo de água, aumentando o volume de urina e as concentrações de uréia e amônia. Além disso, esse maior consumo de nitrogênio e, conseqüentemente, água, também aumenta a taxa de passagem dos nutrientes pelo intestino delgado, aumentando o volume e a excreção de N nas fezes (Nones et al., 1999). No Brasil, são poucos os estudos que

abordam a influência da nutrição sobre a questão do poder poluente dos dejetos suínos. Na Tabela 5 pode-se observar o efeito da formulação de dietas sobre a composição e volume dos dejetos de suínos em trabalho desenvolvido na Embrapa Suínos e Aves (Nones et al., 1999).

**Tabela 5** - Efeito da formulação de dietas sobre a composição e volume de dejetos de suínos em crescimento.

Variáveis	Dietas				Efeito (Valores de Proteína)				
	1	2	3	4	Dietas	Baixa P.B. X	Exigência X	NRC (1988) X	115% NRC
						Alta P.B.			
					(1 x 2;3;4)	(1;3 x 2;4)	(1;2 x 3;4)	(2 x4)	
Nitrogênio consumido (g/dia)	32,2	33,7	33,5	34,8					
Total de fezes excretadas, matéria natural (g/dia)	851	931	1097	1028	0,02	0,01	0,91	0,004	0,19
Total de fezes excretadas, matéria seca (g/dia)	158	160	195	203	0,001	0,007	0,54	0,007	0,001
Nitrogênio excretado nas fezes, matéria natural (g/dia)	3,04	2,90	3,18	2,36	0,001	0,13	0,001	0,12	0,007
Nitrogênio excretado nas fezes, matéria seca (g/dia)	4,81	4,63	6,17	4,80	0,006	0,26	0,02	0,02	0,68
Relação de nitrogênio excretado fezes/ingerido(%)	14,93	13,75	18,41	13,78	0,005	0,70	0,004	0,06	0,98
Nitrogênio excretado na urina (g/dia)	10,61	11,53	11,05	10,76	0,23				
Relação de Nitrogênio urina excretado /ingerido (%)	47,8	48,0	51,3	44,7	0,003	0,89	0,006	0,94	0,03

Fonte: Nones et al , 1999.

- 1- Formulação baseada na exigência de proteína bruta (15 %) e aminoácidos (0,75% de lisina) do NRC;
- 2- Formulação com níveis de lisina 15% superiores aos utilizados na dieta1;
- 3- Formulação baseada na proteína ideal proposta por BAKER (2) mantendo-se o mesmo nível de proteína bruta da dieta 2 (16,19%), considerando-se 0,66% de lisina digestível;
- 4- Formulação semelhante àquela da dieta 3, porém com 15% mais lisina digestível, mas mantendo-se o mesmo teor de proteína bruta da dieta 2.

Todas dietas estudadas foram à base de milho e farelo de soja, sendo que as dietas 2 e 4 foram suplementadas com aminoácidos sintéticos (Nones et al., 1999).

Os autores concluíram que as dietas com alto teor de proteína promoveram maior excreção de fezes tanto em base de matéria natural como na base de matéria seca. Entretanto, o emprego de dietas com 15% mais lisina promoveram maior retenção de N, principalmente quando aumenta-se teor de lisina em base digestível (Nones et al, 1999).

## 5. ESTIMAÇÃO DO BALANÇO DE FÓSFORO NAS CRIAÇÕES DE SUÍNOS

A excreção de nitrogênio e de fósforo, nos dejetos, variam principalmente em função da performance zootécnica dos animais e dos teores, qualidade e digestibilidade da proteína e do fósforo nos alimentos. A Tabela 6, apresenta a estimativa do consumo, retenção e perdas de fósforo (P) na produção de suínos do nascimento ao abate.

**Tabela 6** - Estimativa do consumo, retenção e perdas de fósforo na produção de suínos.

Suínos	Dias	Consumo		Perdas		
		P Ração	P Retido	P Fezes	P Urina	P Total
Maternidade (0-8 kg)	27	1,34	0,07	0,19	0,09	1,28
Creche (8-28 kg)	42	1,27	0,12	0,13	0,02	0,15
Terminação (28-108 kg)	110	1,40	0,48	0,77	0,15	0,92
Total/Suíno, kg	179	2,01	0,67	1,09	0,26	1,35
%	-	100	33,3	54,2	12,9	67,2

Fonte: Dourmad, 1999.

A definição de um modelo matemático de balanço simplificado entrada-saída de Nitrogênio e Fósforo, para os suínos, foi estudado por Aarnink et al (1992) e Dourmad (1993 e 1999) e pode ser usados para estimar a quantidade destes elementos presentes nos dejetos de suínos.

A Tabela 7, mostra o efeito da adição de Phitase Microbiana como complemento do fósforo mineral nas rações de suínos nas fases de crescimento e de terminação (30 à 102 kg) sobre a redução do Fósforo excretado pelos animais.

**Tabela 7** - Efeito da adição da Phitase Microbiana como complemento do Fósforo Mineral nas rações de suínos de 30 à 102 kg.

	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
Concentração Fósforo (g/kg)	3,9	867	852
GMD (g)	764 <sup>b</sup>	805 <sup>a</sup>	795 <sup>a</sup>
CA	2,73	2,65	2,66
Fósforo nos dejetos (kg/suínos)	0,36 <sup>b</sup>	0,50 <sup>a</sup>	0,26 <sup>c</sup>
Volume total dejetos (L/suínos)	358	337	331

R<sub>1</sub>: Fósforo contido nas matérias primas (milho, soja, trigo), contendo 0,38% Ptotal.

R<sub>2</sub>: R<sub>1</sub> + complemento com fósforo mineral, contém 0,55% Ptotal.

R<sub>3</sub>: Idêntico ao R<sub>1</sub> + 1.000 unidades de Phitase Microbiana/kg incorporada a ração.

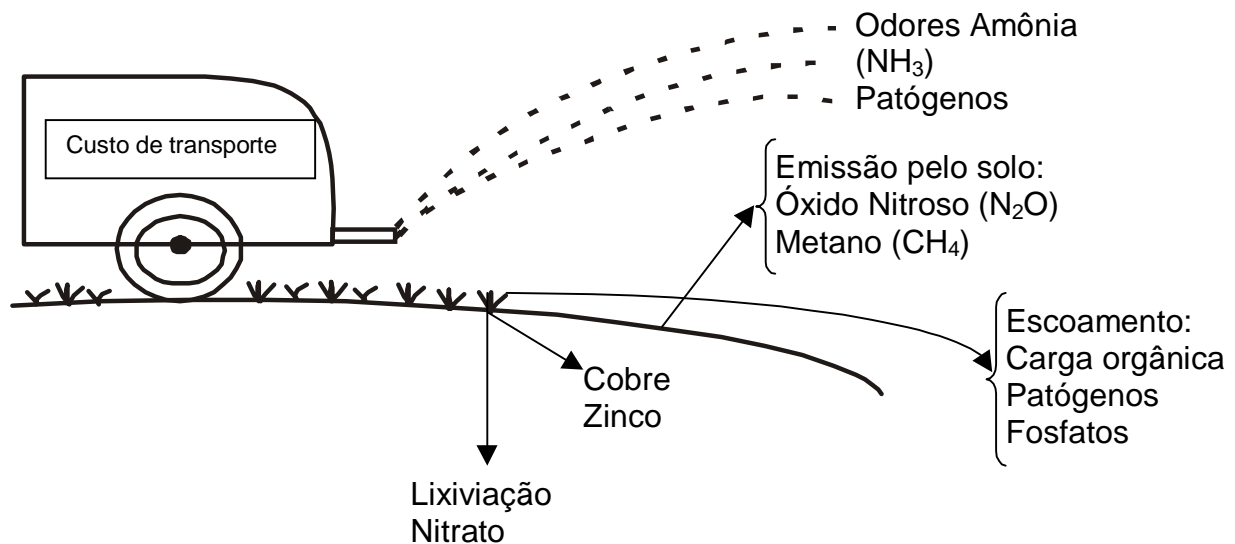
Fonte: Dourmad, 1999.

## 6. SISTEMAS DE TRATAMENTO DE DEJETOS LIQUIDO

O tratamento dos dejetos de suínos 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 na pratica consiste em aumentar a concentração em elementos nutritivos (N,P,K) em uma ou outra fase de tratamentos dos dejetos.

Em se tratando de dejetos de suínos e devido a complexidade físico-química do substrato, a diversidade de situações existentes e da situação técnico-econômica dos diferentes produtores o importante é dispor em matéria de técnicas de tratamento de uma larga gama de soluções técnicas, pois cada caso deve ser tratado isoladamente.

As principais preocupações em relação ao Meio Ambiente devido ao manejo inadequado dos dejetos de suínos é representada na Figura 3. O destino dos dejetos, na maior parte dos casos, será usado como fertilizante agrícola gerando um risco grande de poluição ambiental.



**Figura 3** – Principais problemas a serem resolvidos no manejo dos dejetos de suínos.

## 6.1 SISTEMA DE SEPARAÇÃO DE FASE (SÓLIDO / LÍQUIDO)

### 6.1.1 Decantação

O decantador é a peça chave do sistema, sua função é separar as fases sólidas e líquidas. O decantador de palhetas é um dos mais eficientes e adequados para os pequenos e médios criadores, face ao baixo custo e facilidade de construção e operação. A sua presença aumenta a vida útil das lagoas e esterqueiras, reduz a presença de maus odores.

De uma forma geral, a área necessária de decantação é calculada pela expressão de Merkel (1981) e Green e Kramer (1979):

$$A \text{ (m}^2\text{)} = Q \text{ (m}^3\text{/h)} / V_s \text{ (m/h)}$$

Onde:

A = área necessária do decantador, em m<sup>2</sup>

Q = vazão horária de efluentes da granja, em m<sup>3</sup>/h

V<sub>s</sub> = Velocidade de sedimentação dos dejetos, em m/h<sup>3</sup> m/h)

A velocidade de sedimentação é uma questão muito delicada em termos de projeto, nossa experiência nos sugere trabalhar com o nível de 0,1 m/h e fazer as devidas correções para as granjas que não possuem um controle rigoroso da vazão hora. Neste tipo de decantador, a produção de lodo representa 10 a 15% do volume total de efluentes (remoção a cada 2 dias) e exige esterqueiras para sua armazenagem, visando a estabilização (em torno de 120 dias de retenção) antes da sua utilização como adubo. O conteúdo de NPK do lodo é de cerca de 30% mais elevado que os dejetos brutos.



### 6.1.2 Peneiras

A capacidade de remoção dos sólidos por peneiras (3 a 10% para as estáticas e 40% nas vibratórias) é menor do que a remoção obtida em decantadores. A eficiência da centrifugação é de 1 a 2% de sólidos totais na fase líquida e de 20 a 25% na fase sólida, com 75 a 80% de eficiência (Belli e Castilhos, 1990).

## 6.2 SISTEMA DE TRATAMENTO EM LAGOAS NATURAIS

### 6.2.1 Lagoas naturais

O tratamento do efluente líquido pode ser eficientemente tratado com a utilização de lagoas anaeróbias, facultativas e de aguapé ligadas em séries.

As lagoas anaeróbias são lagoas profundas (>2,5m) e tem como objetivo principal, a remoção da carga orgânica (carbonácea) e coliformes fecais, mas também apresentam boa eficiência de remoção de fósforo. Seu dimensionamento deve ser feito em função da carga orgânica (dbo) e do tempo de retenção hidráulico pode ser feito de acordo com a equação abaixo:

$$V_{la} \text{ (m}^3\text{)} = (\text{COA kg de DBO}_5\text{/d})/\text{TAV (kg de DBO}_5\text{/m}^3\text{/d)}$$

Onde:

$V_{la}$  = volume necessário da lagoa anaeróbica, em m<sup>3</sup>.

COA = carga orgânica a aplicar na lagoa, em kg de DBO<sub>5</sub>/dia

TAV = taxa de aplicação volumétrica aceitável para o bom funcionamento da lagoa, em kg de DBO<sub>5</sub> por m<sup>3</sup>.dia nas condições climáticas locais (0,3 kg de DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>/dia).

O valor de COA é obtido pela expressão  $\text{COA} = \text{So} \times \text{Q}$  onde So representa a carga de DBO<sub>5</sub> do efluente em kg de DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup> e Q = a vazão do efluente em m<sup>3</sup>/dia, expresso em kg de DBO<sub>5</sub>/dia.

De uma forma aproximada, também podemos obter o volume necessário da lagoa anaeróbia multiplicando a vazão diária da granja pelo tempo de retenção necessário para o tratamento (35 a 40 dias).

As lagoas facultativas têm como objetivo a remoção de nutrientes (especialmente nitrogênio e fósforo) e auxílio ao processo de remoção da carga orgânica e coliformes fecais. São lagoas rasas (1 m) e, semelhantemente as facultativas, são dimensionadas de acordo com a carga orgânica e tempo de retenção hidráulica, qual seja:

$$V_{lf} \text{ (m}^3\text{)} = (\text{COA kg de DBO}_5\text{/d})/\text{TSA (kg de DBO}_5\text{/10 000m}^2\text{/d)}$$

Onde:

$V_{lf}$  = volume necessário da lagoa facultativa, em m<sup>3</sup>.

COA = carga orgânica a aplicar na lagoa, em kg de DBO<sub>5</sub>/dia

TSA = taxa de aplicação superficial aceitável para o bom funcionamento da lagoa, em kg de DBO<sub>5</sub> por ha.dia nas condições climáticas locais (mínimo de 152 kg de DBO<sub>5</sub>/ha.dia, considerando que a temperatura média do mês mais frio é superior a 15°C.).

As lagoas de aguapé também podem ser uma boa opção para a remoção de nutriente (nitrogênio e fósforo). Elas podem ser dimensionadas a semelhança das facultativas. Sua eficiência é boa no verão, mas decai no inverno em função da desaceleração do crescimento vegetativo das plantas.

A eficiência de cada processo e do sistema total pode ser visualizado pela Tabela 10, mas podemos utilizar a expressão abaixo:

$$E (\%) = S_o (mg/l) / (1 + k \cdot TRH)$$

Onde:

E = eficiência de remoção, em %.

S<sub>o</sub> = onde S<sub>o</sub> representa a carga de DBO<sub>5</sub> do efluente em mg/l

k = um fator de degradação, variável de seqüência que a lagoa ocupa no processo. Sugere-se 0,14 para a primeira lagoa, 0,12 para a Segunda, 0,10 para a terceira e 0,08 para a quarta lagoa da série.

TRH = tempo de retenção hidráulico em dias, obtido pela divisão entre o volume da lagoa e a vazão dia.

A combinação de sistemas de separação de fases com processos biológicos de tratamento, pode valorizar o uso dos dejetos, facilitar o manejo e reduzir os custos de armazenagem, tratamento e transporte.

Um pré tratamento, com uso de separadores de fase (decantadores ou peneiras), além de valorizar os dejetos do ponto de vista de adubação orgânica (aumenta a concentração de nutrientes por volume), reduz os custos de tratamento, armazenamento e distribuição. Dentre os processos biológicos de tratamento, cabe destaque para a utilização de lagoas naturais pela sua eficiência, facilidade de operação e baixos custos, embora apresente como desvantagem a exigência de grandes áreas.

A combinação de diferentes processos ligados em série, a exemplo do desenvolvido pela EMBRAPA/UFSC, apresenta excelente eficiência de remoção de poluentes, além de valorizar o uso agrônômico dos mesmos a custos razoáveis.

Em acompanhamento realizado a nível de campo durante 6 meses em granja produtora de suínos, em 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 9). As características físicas do sistema estudado encontram-se na Tabela 8.

**Tabela 8** - Características física 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, P.A.V. de et al., 1995.

Embora a eficiência do sistema promova uma redução de praticamente 95% dos elementos estudados (Tabela 9), 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 ultima lagoa não pode ser lançado em cursos d'água pois seus valores estão acima do permitido 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 9** - 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 sua eficiência em remoção de nutrientes, facilidade de operação e baixos custos, embora apresente como desvantagem a exigência de grandes áreas para o manejo dos dejetos de suínos e de tempos longos de detenção.

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 excelente eficiência de remoção de poluentes, além de valorizar o uso agrônômico dos mesmos a custos razoáveis (Tabela 8).

**Tabela 10** – 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	16 668	6 489	10 179	10 417	2 164	610	5,7x10 <sup>9</sup>
Decantador	-	40	38	41	25	16	38	33
Lag. Anaerobia-1	-	52	36	62	79	23	67	99
Lag. Anaerobia-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	2,7x10 <sup>3</sup>
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 alta (Tabela 10), 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. Nos estudos desenvolvidos pela ausência de balanço de massa torna-se difícil de saber-se o destino final do

Nitrogênio, se ele foi perdido por volatilização para a atmosfera na forma de  $\text{NH}_3$  ou se permaneceu retido na lagoa.

O que espera-se do tratamento de dejetos é a transformação e a eliminação do N amoniacal, que representa em torno de 70% no dejetos líquido, em  $\text{N}_2$  (gás não poluente) porém para que este processo ocorra é necessário que ocorra a denitrificação, ou seja a transformação do nitrato em  $\text{N}_2$ . Nos processos de tratamento com o uso de lagoas, sem aeração mecânica, ocorre somente a fase de nitrificação do N, gerando como produto final o nitrato ( $\text{N-NO}_3$ ) e um volume razoável de dejetos fortemente mineralizado na forma de  $\text{NH}_4$ . 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 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.

## **7. SISTEMAS DE TRATAMENTO DE DEJETOS POR COMPOSTAGEM**

### **7.1 Produção de suínos em cama sobreposta**

A produção de suínos em sistemas Deep Bedding (Cama sobreposta) constitui-se em alternativa de manejo onde os dejetos sofrem compostagem "*in situ*" (Oliveira, 1999), visando a redução dos riscos de poluição (ar, água e solo) e viabilização econômica do uso como adubo orgânico. O sistema de criação sobre leito (Deep bedding) formado por maravalha foi introduzido no Brasil em 1993 pela Embrapa-Suínos e Aves pelos pesquisadores Paulo Armando de Oliveira e Jurij Sobestiansky (Oliveira, 1993), através de experimento que comparou a produção de suínos em três sistemas de produção (cama de maravalha; cama de palha e piso compacto) nas fases de crescimento e terminação. Posteriormente, em função dos resultados alcançados foi implantada duas unidades de observação, nas fases de crescimento e terminação, uma na cidade de Gaurama-RS na granja Fontana (1994) e outra em Concórdia-SC na granja Gasperini (1994), sistemas estes que permanecem em funcionamento até hoje (6 anos). Estas granjas possuem lotes de 200 e 350 suínos criados em uma única baía, permitindo a criação de até 4 lotes de suínos (25 a 100 kg) sobre o mesmo leito, sem necessidade de se adicionar ou trocar a maravalha (Oliveira, 2000).

O desempenho zootécnico de suínos criados sobre maravalha comparado ao sistemas de piso ripado (total ou parcial) foi estudado por Oliveira (1999) durante os anos de 1987 e 1988 e os resultados médios dos dois anos estão na tabela 11. O peso médio dos animais foi ligeiramente superior no sistema de criação de suínos sobre camas, mas a diferença não foi significativa. 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.

**Tabela 11-** 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 1ª medida (kg)	62,9±2,9	62,6±3,7	52,2±8,3	54,8±4,2
Peso 2ª medida (kg)	76,7±5,2	78,8±6,4	72,9±8,9	74,1±6,7
Peso final (kg)	99,9±7,5	102,3±7,9	95,6±12,6	95,8±10,3
Consumação ração (kg)	189,7	191,8	187,3	184,2
Ganho de peso (g/dia)	779	794	712	715
Conversão alimentar	2,71	2,67	2,91	2,87
Taxa de músculo (%)	60,3±2,4	60,9±1,8	58,7±3,5	60,5±1,6
Peso carcaça 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.

Na avaliação de lesões Pulmonares e de Rinite Atrófica, a nível de abatedouro, não foi encontrada diferença entre os animais criados nos sistemas estudados. 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.

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 12. 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).

**Tabela 12** - 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).

Os resultados (Tabela 13) obtidos demonstram que somente 20 à 40% do N\_excretado pelos suínos se encontram retido na cama, enquanto que no piso ripado 70 à 75% do N se encontra retido nos dejetos líquidos. Pode-se afirmar que um sistema de criação de 1000 suínos na fase de terminação, sob cama de maravalha, produzirá em um ano 600 ton de composto orgânico pronto para ser utilizado na agricultura com uma relação C/N em torno de 18, contra 750 ton de

dejetos líquidos fortemente mineralizado para o caso de sistema sobre piso ripado. O fósforo excretado pelos suínos se encontra totalmente armazenado nos dejetos líquidos para o caso de sistemas com piso ripado. No sistema da cama de maravalha 58% do fósforo excretado pelos animais é retido nas camada com até 15 cm de profundidade da cama (Kermarrec, 1999).

**Tabela 13** - 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

Fonte: Oliveira et al. 2000.

A quantidade de N-total no efluente final representa entre 20 à 40% do N contido nos dejetos e se encontra essencialmente sob forma orgânica (> 90% do N-total) para o caso das criações sobre cama (Tabela 13). No caso do piso ripado este N representa uma fração de 70 à 75%, dividido em N\_orgânico e N\_amoniacoal, respectivamente 30-40% e 70-60%. 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. Para o caso do sistema de cama as emissões de NH<sub>3</sub> e 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).

### 7.1.2 Balanço d'água em criação de suínos sobre cama ou piso ripado

A modelização do balanço de água em sistemas de produção de suínos foi estudado por Oliveira (1999) e Oliveira et al. (1999), comparando dois sistemas de produção de suínos, piso ripado e cama de maravalha, os resultados se encontram na Tabela 14. O consumo de água tende a ser mais elevado no sistema de criação sobre camas quando comparado ao sistema de piso ripado, sendo em média de 22,7 litros/suíno ou uma diferença de 0,25 litros de água consumidos diariamente. A quantidade de água total extraída do sistema de produção foi em média de 516 litros no sistema sobre cama e 278 litros no sistema piso ripado ou seja, 238 litros de diferença a favor do sistema sobre cama. O sistema de cama de maravalha permite evaporar em média de 2,64 litros de H<sub>2</sub>O por dia, enquanto no piso ripado a água evaporada no sistema foi de 278 litros o que corresponde praticamente a água emitida pelo evaporação natural dos animais (274 litros), o que demonstra que a evaporação d'água contida nos dejetos armazenada sob o piso ripado pode ser considerada desprezível. Não observou-se diferença (Tabela 14) entre os valores observados e estimados d'água armazenada tanto para o piso ripado (203,6 e 195,5 litros) como para a cama (14,6 e 13,4 litros).

**Tabela 14** - Balanço geral d'água, observado ou estimado, em função dos sistemas de criação de suínos em piso ripado ou sobre cama de maravalha (litros d'água / suíno).

Balanço água (lit/suíno)	Piso Ripado		Sistema Cama	
	Observado	Estimado	Observado	Estimado
Consumo 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 animal p/a produção	-	37,6	-	38,6
Água armazenada (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 retirada do sist. de produção	278 <sup>A</sup>	-	516 <sup>B</sup>	-

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

Fonte: Oliveira et al. (1999).

A grande vantagem do sistema de criação de suínos sobre cama é que a compostagem desenvolvida permite evaporar quase a totalidade da fração de água contida nos dejetos. Essa evaporação representa em média 5,7 litros de água por suíno e por dia, enquanto que a quantidade de água introduzida ou gerada no sistema é de 6,1 litros. Sendo, viabilizado economicamente o transporte do composto final gerado no sistema de criação sobre cama de maravalha para fora da propriedade, pois concentra os nutrientes contidos nos dejetos na cama.

## 7.2 Plataforma de compostagem para resíduo líquido

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 CO<sub>2</sub>, 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 (1999) 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 líquido para cada ton da mistura de maravalha e palha.

Estudos conduzidos na região da Finistère na França no uso de compostagem para o tratamento de dejetos de suínos com o uso de maravalha e palha demonstrou a viabilidade do sistema para tratar 6.000 m<sup>3</sup>/ano de dejetos. Em estações automatizadas é possível tratar para cada ton. de maravalha ou palha 15 m<sup>3</sup> 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 palha em unidades de tratamento com área de 620 m<sup>2</sup>, desenvolvido pela Station Pilote Multi-Déchets Organiques (4 VAULX, 1999), foi

demonstrado ser possível tratar 1.000 m<sup>3</sup> de dejetos por ano com uma quantidade incorporada de 12 m<sup>3</sup> de dejetos por ton de palha, obtendo-se de 250 á 300 ton de composto orgânico.

## 8. APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS COMO FERTILIZANTE

Os dejetos de suínos podem ser usados na fertilização das lavouras, trazendo ganhos econômicos ao produtor rural, sem comprometer a qualidade do solo e do meio ambiente. Para isso, é fundamental a elaboração de um plano técnico de manejo e adubação, considerando a composição química dos dejetos, a área a ser utilizada, a fertilidade e tipo de solo e as exigências da cultura a ser implantada.

Através da determinação da densidade dos dejetos líquido, é possível estimar a sua composição em nutrientes e calcular a dose adequada a ser aplicada para uma determinada cultura. Com o valor da densidade, através da Tabela de Conversão (Tabela 15), obtêm-se as características químicas dos dejetos analisados.

Por exemplo, se a leitura registrada no densímetro apresentou um valor de 1014, consultando-se a tabela, observa-se os seguintes valores: 2,54% de matéria seca (MS); 2,52 kg/m<sup>3</sup> de nitrogênio (N); 2,06 kg/m<sup>3</sup> de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 1,38kg/m<sup>3</sup> de potássio (K<sub>2</sub>O). Quanto mais alto for o teor de matéria seca, menor será a quantidade de água presente nos dejetos e melhor será a qualidade fertilizante dos mesmos.

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

Utilizando-se o valor da densidade do exemplo anterior (1014), e considerando-se que o produtor pretenda adubar uma lavoura de milho, com potencial de produtividade de até 100 sacos por hectare, e que a análise de solo apresente um teor de matéria orgânica de 3,0%, verifica-se que a quantidade de esterco a ser aplicada é de 44 metros cúbicos por hectare.

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

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

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

Exemplificando, aplicando-se uma regra de três para um volume aplicado de 1.000 L numa área de 400 m<sup>2</sup> (8 m de largura x distância percorrida de 50 metros), obtêm-se uma taxa de aplicação de 25m<sup>3</sup>/ha.

Considerando-se a recomendação do exemplo anterior para a cultura do milho, a taxa de aplicação obtida de 25 m<sup>3</sup>/ha foi inferior à recomendada (44 m<sup>3</sup>/ha), tornando-se necessário uma nova regulação no conjunto trator-distribuidor. Para



ajustar a taxa de aplicação deve-se diminuir a largura da faixa de aplicação e reduzir a velocidade de marcha ou fazer duas aplicações na mesma área e para evitar perdas de nutrientes dos dejetos após a aplicação, por escoamento da água da chuva ou por volatilização, a distribuição deve ser feita nos horários de menor insolação, com imediata incorporação no solo e, de preferência, o mais próximo possível do plantio da cultura.

Aplicações de 40 m<sup>3</sup>/ha de dejetos líquidos é a dose mais recomendada para a cultura do milho em solos com teores médios de matéria orgânica (Scherer al., 1994) e 45 m<sup>3</sup>/ha para solos de cerrado.

**Tabela 15** – Coeficientes de conversão para dejetos suínos.

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

O destino final dos dejetos de suínos é seu aproveitamento como fertilizante em lavoura, pastagens, pomares e reflorestamento. Porém, sua viabilidade econômica é dependente da concentração de nutrientes existentes nos resíduos. Na Tabela 16, pode-se observar os resultados das análises dos resíduos líquidos ou sólidos de diferentes sistemas de produção de suínos.

Pode-se observar na Tabela 16 que os resíduos em sistemas de produção sobre pisos ripado apresentam uma concentração de nutrientes muito baixa (dejetos líquido bruto), praticamente inviabilizando economicamente seu uso como adubo orgânico transportado por distribuidores acoplados em tratores. Uma alternativa de utilização destes dejetos líquidos é os sistemas de fertirrigação, porém deve-se avaliar a relação custo/benefício antes de sua implantação. Um outro fator a ser considerado é o uso de dejetos para a melhoria de matéria orgânica em solos pobres. Estudos realizados, tem demonstrado que o uso contínuo de dejetos líquidos de suínos em solos não traz aumento significativo da concentração de matéria orgânica.

**Tabela 16** - Resultado observados de diferentes amostras analisadas de resíduos gerados em diferentes sistemas de produção de suínos.

<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>
Dejetos geral (CORPEN, 1988)	5,5	5	4	3
Ciclo completo (CEMAGREF, 1983)	4,9	4,3	3,8	2,6
Terminação (IPT, 1993)	9,3	9,6	4,0	6,4
Terminação perda H <sub>2</sub> O nula (INRA, 1999)	14,5	9,0	6,0	8,5
Ciclo completo (EMBRAPA, 1997)	1,6	2,2	0,6	0,9
<b> Cama Maravalha</b>				
Terminação por lote (ITP, 1996)	31	7,9	7,6	12,7
Creche por lote (ITP, 1994)	29,2	9,9	7,4	10,5
Terminação (1 ano) (ITP, 1996)	41,6	13,1	17,7	25
Terminação (2 lotes) (INRA, 1999)	38,8	7,9	11,8	14,5
Terminação (EMBRAPA (1 ano), 1994)	43,4	8,7	7,2	11,7

Fonte: de Oliveira, 1993; Texier, 1997; Oliveira, 1999.

Os resíduos de sistemas de produção sobre camas de maravalha apresentam uma concentração muito maior de nutrientes quando comparado ao sistemas de produção de suínos sobre pisos ripados e uma relação C/N entre 14 e 18, viabilizando seu uso como fertilizante orgânico e facilitando sua distribuição na lavoura.

## 9. BIBLIOGRAFIA

ASAE. Manure Production and Characteristics. **ASAE Agricultural sanitation and Waste Management Commitec, Standarts D384.1.** 1993.

BODMAN, G.R. Evaluation of housing and environmental adequacy: Principles and concepts. **Cooperative Extension at the University of Nebraska**, Lincoln, 1994, 28p.

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.

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

DOURMAD, J.-Y; LETERME, PH; MORVAN, T; PEYRAUD, J.-L; VERTÉS, F. **L'eau dans l'espace rural.** Les flux d'azoto dans les explotations d'élevage, INRA, ed. Paris, p. 281-301, 1997.

DOURMAD, J.-Y **Comment concilier production porcine et protection de l'environnement.** Matrise des pollutions de l'eau: réduction à la source par une meilleure alimentation des porcs. Cemagref, ed. Paris, p. 75-84, 1999.

EMBRAPA/CNPISA. **Dia de Campo sobre manejo e utilização de dejetos suínos**, 1994. 47p.  
Lau A.K.; Lo K.V.; Liao P.H.; Yu J.C. **Aeration experimets for swine waste composting.** Bioresource Technology, 41, 145-152, 1999.

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.

NONES, K.; LIMA, G.J.M.M. DE; BELLAVER, C.; RUTTZ, F. Efeito da formulação da dieta sobre a quantidade e a composição de dejetos de suínos em crescimento. **Congresso de Veterinários Especialistas em Suínos, ABRAVES**, Belo Horizonte, MG, 1999. p. 485-486.

OLIVEIRA, P.A.V. Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. **EMBRAPA-CNPSA. 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.; COSTA, R.H.R. da; Troglío, J. Lagoons for treatment of waste products from hogs: example of Coopercentral. **3<sup>rd</sup> IAWQ, International specialist Conference and Workshop-Waste stabilisation ponds technology and applications**, march, 1995, João Pessoa, Paraíba, Brazil, vol. 1, 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, I' ENSA de Rennes, France, 272 p., 1999.

OLIVEIRA, P.A.V.; ROBIN, P.; DOURMAD, J.-Y; Balanço d'água em sistemas confinados de criação de suínos sobre cama ou piso ripado. **Congresso de Veterinários Especialistas em Suínos, ABRAVES**, Belo Horizonte, MG, 1999. p. 495-496.

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.; KERMARREC, C.; ROBIN, P. Balanço de nitrogênio e fósforo em sistemas de produção de suínos sobre cama de maravalha. **Memoria: Congresso Mercosur de Production Porcine**, Buenos Aires, Argentina, outubro 2000, p. SP7, 2000.

PENZ, A.M.; VIOLA, E.S. 1995. Potabilidade e exigências de água nas diferentes faixas etárias. **In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS.** Blumenau (SC). Anais...

KERMARREC, C. Bilan et transformations de l'azote en élevage intensif de porcs sur litière. **Thèse de Docteur**, N° :99-24, D-32, I' ENSA de Rennes, France, 272 p., 1999.

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.

SCHERER, E.E, BALDISSERA, I.T., ROSSO, A. de. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, Concórdia, SC. **Dia de campo sobre manejo e utilização de dejetos suínos**, 1994. 47p.

TRAMONTINI, P. **Relatório do programa de expansão da suinocultura e controle da poluição.** Apresentação oral, Reunião, Concórdia, março de 1999.

TEXIER, C. **Elevage porcin et Respect de l'environnement.** Institut Technique du Porc, ITP, Paris, 1997, 111 p.