

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**

**AVALIAÇÃO DO VOLUME DE DEJETOS E DA CARGA DE
POLUENTES PRODUZIDOS POR SUÍNO NAS DIFERENTES FASES
DO CICLO CRIATÓRIO**

ANA PAULA DOS SANTOS SINOTTI

Florianópolis, junho de 2005

ANA PAULA DOS SANTOS SINOTTI

**AVALIAÇÃO DO VOLUME DE DEJETOS E DA CARGA DE
POLUENTES PRODUZIDOS POR SUÍNO NAS DIFERENTES FASES
DO CICLO CRIATÓRIO**

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Agroecossistemas.

Orientador: Prof. Dr. Jucinei José Comin

**FLORIANÓPOLIS
2005**

ANA PAULA DOS SANTOS SINOTTI**AVALIAÇÃO DO VOLUME DE DEJETOS E DA CARGA DE POLUENTES
PRODUZIDOS POR SUÍNO NAS DIFERENTES FASES DO CICLO CRIATÓRIO**

Dissertação aprovada em 29/06/2005, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, pela seguinte banca examinadora

Jucinei José Comin
Orientador

Luís Carlos Pinheiro Machado Filho
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:

Dr.^a Marília T. S. Padilha
(CCA/UFSC)

Dr. Paulo Armando V de Oliveira
(EMBRAPA/CNPISA)

Dr. Sandro L. Schlindwein
(CCA/UFSC)

Dr. Renato Irgang
(CCA/UFSC)

Florianópolis, 29 de junho de 2005.

AGRADECIMENTOS

Ao prefeito municipal de São Gabriel do Oeste - MS, Adão U. Rolim, pelo grande apoio financeiro durante todas as etapas da pesquisa, pela amizade e, principalmente, por acreditar que o desenvolvimento de pesquisas na área ambiental pode contribuir com a minimização dos impactos provocados pela suinocultura.

À família Brizot, por ter permitido, com tanto carinho, que a pesquisa fosse realizada na sua granja.

Aos funcionários da granja que colaboraram intensivamente durante todo o desenvolvimento do trabalho de campo, em especial, o Sr. Aparecido.

Ao Grupo Hófig pela colaboração financeira, e em especial ao colega Miguel.

Ao Fábio Manhães, pelo incentivo, apoio, amizade, colaboração no trabalho de campo e nas análises laboratoriais, pelos ensinamentos passados, e pela nossa luta ambiental para o desenvolvimento da suinocultura sustentável.

Às amigas Suzi, Gislayne e Valéria, que sempre estiveram presentes nos momentos difíceis.

Ao amigo Miguel, pelo companheirismo e pela ajuda dada na criação e realização de todas as figuras e edição das fotos que estão no trabalho.

Aos amigos que fiz durante o curso, meu sincero agradecimento: Luiz Souto, Conceição, Laci, Inês, Mauro, Melissa, Marilac, Sílvio, Zé Mário, Luciano e Natasha. Vocês fizeram parte de um período muito importante e difícil da minha vida. Valeu por todos os momentos que compartilhamos.

Aos professores do curso pelos ensinamentos passados e outros que, direta ou indiretamente, colaboraram com a construção deste trabalho.

Ao meu Orientador, Jucinei José Comin, meu sincero agradecimento pela confiança e liberdade dada para realização da minha pesquisa, pela ajuda dada na construção e redação do trabalho, pela sensibilidade que teve quando passei por momentos difíceis e, pela amizade que criamos durante o curso.

Ao colega Guilherme Asmus, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, de Dourados MS, pela enorme ajuda dada com os procedimentos estatísticos do trabalho.

Dedico este trabalho aos meus pais, Márcio e Maria Helena, pelo apoio, incentivo, confiança, amizade e, principalmente, por me orientarem desde cedo que o caminho da sabedoria é o caminho do conhecimento.

*“Sei que meu trabalho é uma gota no oceano,
mas sem ele, o oceano seria menor...”*

*E se um dia esses dados forem utilizados no
auxílio de propostas e medidas mitigadoras de
controle ambiental, aí sim, meu objetivo
principal estará concluído.*

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. Importância sócio-econômica da suinocultura brasileira	04
2.2. Considerações gerais sobre Mato Grosso do Sul e a suinocultura estadual	07
2.3. O município de São Gabriel do Oeste e a suinocultura local	09
2.4. Produção de dejetos de suínos	12
2.5. Caracterização físico-química dos dejetos de suínos	16
2.6. Avaliação da carga de poluentes produzida por suíno	19
2.7. Os dejetos de suínos e os impactos ambientais.....	20
2.7.1. Conceitos e definições	20
2.7.2. Contaminação de águas superficiais e subterrâneas.	21
2.7.3. Contaminação do solo	22
2.7.4. Poluição do ar	25
2.7.5. Proliferação de insetos.....	27
2.8. Alternativas de manejo dos dejetos de suínos	28
2.8.1. Esterqueira e bioesterqueira.....	28
2.8.2. Sistemas de tratamento dos dejetos	28
2.8.3. Biodigestores	31
3. OBJETIVOS	33
3.1. Objetivos específicos.....	33
4. MATERIAIS E MÉTODOS	34
4.1. Considerações iniciais	34
4.2. Delineamento experimental e variáveis analisadas	36
4.3. Caracterização das fases do ciclo criatório	38

4.4. Procedimentos para avaliação do volume de dejetos	43
4.5. Procedimentos de coleta e análises físico-químicas	46
4.6. Procedimentos estatísticos.....	47
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1. Avaliação do volume de dejetos de suínos	48
5.2. Caracterização físico-química dos dejetos de suínos	50
5.2.1. pH	51
5.2.2. Demanda Química de Oxigênio - DQO	52
5.2.3. Sólidos Totais	54
5.2.4. Nitrogênio Total - NT	56
5.2.5. Fósforo Total - PT	57
5.3. Proposta de método para estimar o volume de dejetos e a carga de poluentes gerados por uma unidade suinícola	58
5.4. Aspectos ambientais que envolvem a atividade suinícola: diferentes enfoques	63
6. CONCLUSÕES	65
6.1. Recomendações e perspectivas.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Produção mundial de carne suína (mil toneladas)	05
Quadro 2.2 - Produção percentual brasileira de carne suína por região geográfica, de 2002 a 2003.....	06
Quadro 2.3 - Produção brasileira de carne suína por região geográfica, de 2002 a 2003	06
Quadro 2.4 - Estados brasileiros com maior rebanho efetivo de suínos	08
Quadro 2.5 - Principais Estados produtores e exportadores de carne suína –2002.....	08
Quadro 2.6 - Exigências de água dos suínos, de acordo com a fase do ciclo de produção	13
Quadro 2.7 - Estimativa de exigência de água para as diversas categorias de suínos, em duas temperaturas distintas	14
Quadro 2.8 - Produção média diária de dejetos por diferentes categorias de suínos	15
Quadro 2.9 - Características físico-químicas dos dejetos de suínos	16
Quadro 2.10 -Características físico-químicas dos dejetos de suínos nas fases de crescimento e terminação, manejados de forma líquida	17
Quadro 2.11 -Resultado mínimo, médio e máximo das avaliações químicas do dejetos bruto de suíno em dois sistemas de manejo distintos	18
Quadro 2.12 -Valores médios das avaliações químicas do dejetos bruto de suíno em sistema de ciclo completo.....	18
Quadro 5.1 - Modelo básico para o cálculo do número de animais e do volume de dejetos gerado por uma unidade suinícola.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Volume de dejetos produzido por unidade animal (UA) nas diferentes fases do ciclo criatório	48
Tabela 5.2 - pH dos dejetos de suínos nas diferentes fases do ciclo criatório	51
Tabela 5.3 - Carga de DQO por unidade animal (UA) nas diferentes fases do ciclo criatório.....	53
Tabela 5.4 - Carga de ST por unidade animal (UA) nas diferentes fases do ciclo criatório.....	55
Tabela 5.5 - Carga de NT por unidade animal (UA) nas diferentes fases do ciclo criatório.....	56
Tabela 5.6 - Carga de PT por unidade animal (UA) nas diferentes fases do ciclo criatório.....	57
Tabela 5.7 - Carga de DQO, ST, NT e PT gerada diariamente por uma granja de 400 matrizes em Ciclo Completo e desenvolvimento de um índice para o cálculo da carga desses elementos por matriz dia ⁻¹	61
Tabela 5.8 - Carga de DQO, ST, NT e PT gerada diariamente por uma Unidade Produtora de Leitões com 400 matrizes, e desenvolvimento de um índice para o cálculo da carga desses elementos por matriz por dia	61
Tabela 5.9 - Carga de DQO, ST, NT e PT gerada diariamente por uma Unidade Terminadora, com 2520 suínos, e desenvolvimento de um índice para o cálculo da carga desses elementos por animal por dia	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Localização geográfica do município de São Gabriel do Oeste – MS	35
Figura 4.2 - Detalhes das instalações da suinocultura.....	37
Figura 4.3 - Croqui da gestação coletiva indicando as repetições e as canaletas coletoras dos dejetos, externa ao barracão.....	38
Figura 4.4 - Calha coletora de dejetos da maternidade	39
Figura 4.5 - Croqui da maternidade indicando as repetições	39
Figura 4.6 - Instalações da creche indicando a caixa coletora dos dejetos	40
Figura 4.7 - Croqui das instalações da creche indicando as repetições.....	41
Figura 4.8 – Instalações da recria indicando a lâmina d’água.....	42
Figura 4.9 - Detalhes da tubulação de escoamento	42
Figura 4.10 – Croqui do barracão de recria com detalhes da instalação	42
Figura 4.11 – Croqui do barracão da terminação com detalhes da instalação	43
Figura 4.12 – Foto ilustrativa do reservatório 01	44

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABCS	Associação Brasileira de Criadores de Suínos
ABIPECS	Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína
CC	Ciclo Completo
CH₄	Metano
CFC's	Clorofluorcarbonetos
CO	Monóxido de carbono
CO₂	Dióxido de carbono
Cu	Cobre
CNPISA	Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves
DBO	Demanda biológica de oxigênio
DQO	Demanda química de oxigênio
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
g	Grama
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
H⁺CO₃⁻	Bicarbonato
ICEPA	Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina
KT	Potássio total
L	Litro
mg	Milgrama
mg L⁻¹	Miligramas por litro
ml	Mililitro
ml L⁻¹	Mililitros por litro
NH₃⁻	Amônia
NH₄⁺	Amônio
NO₃⁻	Nitrato
NO	Óxido nítrico
N₂O	Óxido nitroso
N	Nitrogênio
N₂	Gás nitrogênio
NT	Nitrogênio total

O₃	Ozônio
P	Fósforo
PT	Fósforo total
pH	Potencial Hidrogeniônico
ppm	Partes por milhão
R\$	Reais
SEMADES	Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SIE	Serviço de Inspeção Estadual
SIF	Serviço de Inspeção Federal
SF	Sólidos fixos
ST	Sólidos totais
SV	Sólidos voláteis
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UPL	Unidade Produtora de Leitões
UA	Unidade Animal
UT	Unidade de Terminação
USDA	United States Department of Agriculture
US\$	Dólares Americanos
Zn	Zinco
°C	Graus Celsius
%	Porcentagem

AValiação DO VOLUME DE DEJETOS E DA CARGA DE POLUENTES PRODUZIDOS POR SUÍNO NAS DIFERENTES FASES DO CICLO CRIATÓRIO

RESUMO

A suinocultura é um segmento da atividade agrícola, cujo ritmo de especialização nos últimos 30 anos resultou em sistemas confinados de produção e geração de elevado volume de dejetos nas propriedades, com grande potencial poluidor. A evolução tecnológica produtivista dessa atividade vem se confrontando com as perspectivas de recuperação e manutenção do equilíbrio ambiental. O grande desafio resulta no desenvolvimento de processos que viabilizem sistemas capazes de reduzir ou minimizar o poder poluente da atividade. Na prática, são observadas dificuldades no sentido de quantificar o dejetos produzido em cada sistema de criação, o que resulta no subdimensionamento dos sistemas de manejo. Neste sentido, buscou-se com o desenvolvimento deste trabalho avaliar o volume de dejetos de suínos e a carga de poluentes (produto entre o volume de dejetos produzido e cada variável físico-química analisada), produzidos nas diferentes fases do ciclo criatório. O trabalho foi desenvolvido em São Gabriel do Oeste, no estado de Mato Grosso do Sul, de julho a outubro de 2004. Os resultados mostraram que a creche é a fase que produz maior volume de dejetos unidade animal⁻¹ dia⁻¹, seguida da recria, da maternidade e da gestação e, por último, da terminação. Os resultados obtidos para a carga de poluentes mostraram que a creche é a fase com o maior poder poluente, seguida da recria, da terminação e da gestação e, finalmente, da maternidade. Espera-se que esses dados sejam efetivamente utilizados no desenvolvimento de critérios para o manejo e utilização deste resíduo, de forma preventiva, a fim de reduzir os riscos de contaminação ambiental dos agroecossistemas.

Palavras-chave: Suinocultura confinada, produção de dejetos, carga de poluentes.

**ASSESSMENT OF HOG WASTE VOLUME AND POLLUTANT LOAD
PRODUCED PER SWINE DURING THE VARIOUS PHASES OF THE RAISING
CYCLE**

ABSTRACT

Hog raising is a segment of agricultural activity whose specialization growth during the last 30 years has resulted in confined production systems as well as a high volume of hog waste in the properties, with a great pollutant potential. The evolution of the production technology of this activity has been confronted with the recovery perspectives and the maintenance of the environmental balance. The greatest challenge results in the development of processes that enable systems capable of reducing or minimizing its pollutant power. Currently, difficulties are observed concerning the quantification of produced waste in each hog raising system which results in the under dimensioning of the handling systems. Hence, the aim of this work is to assess the volume of hog waste and the load of pollutants (product between the produced waste and the physical-chemical variable analysed), produced during the various phases of the raising cycle. This work was developed in São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul state, from July to October 2004. The results showed that nursery is the phase which produced the largest volume of waste animal unit⁻¹ day⁻¹, followed by growing, farrowing and gestation and, at last by finishing. The results obtained concerning the load showed that nursery is the phase with the largest pollutant power, followed by growing, finishing and gestation and, finally, by farrowing. It is expected that those data would be effectively used in developing criteria to the handling and use of hog waste preventively, in order to reduce the risks of environmental contamination of the agricultural ecosystems.

Key words: Confined Hog Raising, Waste Production, Pollutant Load.

1. INTRODUÇÃO

O estado de Mato Grosso do Sul, segundo o último censo de 2000 (Almanaque Abril, 2001), é constituído por uma população de 2.057.734 habitantes, delimitado numa área de 358.158,7 km². Desde sua criação em 1977, o Estado está em fase de crescimento e desenvolvimento econômico, com destaque para os setores ligados à agropecuária e agroindústria. Paralelamente ao grande potencial para produção de milho e soja, cresce também a atividade suinícola. Atualmente, o Estado conta com um rebanho efetivo de suínos de 837.760 cabeças (Anualpec, 2005). O município de São Gabriel do Oeste destaca-se como maior produtor de suínos do Estado, com um rebanho de 84.912 cabeças (IBGE, 2004), estimulado pela grande produção de soja e milho e pela presença do Frigorífico Aurora.

A partir década de 70, com a aceleração no desenvolvimento da suinocultura, houve uma crescente tendência pela adoção de sistemas confinados de produção, decorrentes do modelo agroindustrial, que trouxe como consequência a grande produção de dejetos nas propriedades rurais. No entanto, não houve uma adequação dos sistemas de manejo e utilização, e esse grande volume de dejetos somado aos desperdícios de ração, água de higienização das instalações e perda dos bebedouros, se tornou uma importante fonte de poluição, principalmente quando o manejo e destinação final ocorrem de forma inadequada. Assim, a atividade é considerada por órgãos ambientais como potencialmente causadora de degradação ambiental, principalmente pelo elevado risco de contaminação do solo (Ceretta, et al., 2003; Simioni, 2001) e de cursos d'água (Baldissera, 2002; Seganfredo et al., 2004), transformando-se em fonte poluidora dos mananciais, fator de risco para a saúde animal e humana e obstáculo à expansão da suinocultura como atividade econômica (Perdomo, 1995).

Neste sentido, o crescimento desordenado da suinocultura em sistemas industriais confinados concentrou a maioria dos estudos na descoberta e introdução de novas técnicas, quase sempre voltadas ao aumento da produtividade. Contudo, não houve uma preocupação similar quanto aos impactos ambientais que essa atividade poderia ocasionar e, muito menos, estudos preventivos de controle ambiental.

Observa-se no estado de Mato Grosso do Sul, que a grande maioria dos suinocultores utilizam o armazenamento dos dejetos e a distribuição como adubo orgânico no solo. Os problemas observados no campo, resultantes deste tipo de manejo, são visíveis: sub-dimensionamento das esterqueiras; constantes transbordamentos nas estruturas de armazenagem; lagoas assoreadas por sólidos; excesso de água incorporada ao dejetos; distância da granja à área agrícola de destinação; falta de equipamentos para distribuição dos dejetos; custo elevado para a distribuição dos dejetos; falta de planejamento agrônomo de utilização; falta de impermeabilização do fundo das estruturas de armazenagem e, no caso da irrigação, problemas como entupimento de canos e bicos. A falta de critérios para adoção de um ou outro sistema de manejo e utilização dos dejetos de suínos pode resultar em impactos negativos ao ambiente.

As preocupações ambientais e a urgência em resolvê-las veio com a publicação da Resolução SEMADES¹ 324 de 1998, *que disciplina o licenciamento ambiental da atividade suinícola no estado de MS*. A partir de então, as atividades suinícolas foram e estão sendo obrigadas a proceder ao licenciamento ambiental visando a proteção, conservação e melhoria do ambiente, com adoção de medidas de controle que eliminem ou minimizem os impactos ambientais causados por esse tipo de atividade, considerada altamente poluidora.

Devido à carência de dados referentes ao volume de dejetos produzido por suíno e a respectiva caracterização físico-química dos mesmos, é que surge a necessidade de estudos direcionados à realidade local, pois os dados existentes são resultado de trabalhos realizados, na sua grande maioria, em condições experimentais e em situações bem distintas das existentes neste Estado. Essa caracterização é o ponto de partida, ou o primeiro passo a ser levado em consideração, na tomada de decisão quanto ao gerenciamento dos dejetos,

¹ SEMADES: Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, atual SEMA – Secretaria de Meio Ambiente do estado de Mato Grosso do Sul (Mato Grosso do Sul, 1998).

uma vez que estes representam um recurso interno da propriedade rural. Sabe-se que para o dimensionamento de qualquer sistema de armazenamento ou tratamento dos efluentes da suinocultura, é necessário conhecer o volume de dejetos produzido diariamente, além de que, a caracterização química dos mesmos pode orientar o produtor quanto a viabilidade econômica e ambiental na adoção de um ou outro sistema de manejo e utilização dos dejetos.

A suinocultura sul-mato-grossense apresenta seu processo produtivo diversificado nos três principais sistemas existentes: UPL (Unidade Produtora de Leitões), UT (Unidade de Terminação) e CC (Ciclo Completo). Desta forma, aumenta a necessidade de um trabalho de caracterização do volume de dejetos e da carga de poluentes produzidos por suíno, de forma individualizada, nas diferentes fases do ciclo criatório: gestação, maternidade, creche, recria e terminação.

O município de São Gabriel do Oeste foi escolhido para a realização deste estudo não somente por ser o maior produtor de suínos do Estado, mas também pela sua relevância ecológica, por estar localizado numa área de recarga do Aquífero Guarani. Espera-se com a realização deste trabalho que os dados forneçam os subsídios necessários à adoção de critérios para o manejo e utilização dos dejetos de suínos, de acordo com a peculiaridade de cada caso, visando a minimização dos impactos ambientais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância sócio-econômica da suinocultura brasileira

Desde meados dos anos 70 a suinocultura brasileira deixou de ser uma atividade de fundo de quintal. Da típica atividade complementar, transformou-se numa moderna cadeia produtiva que opera com altos índices de produtividade integrada a um pujante complexo industrial. A primeira transformação foi o resultado da consolidação do sistema de produção em regime de integração que se instalou, primordialmente no sul do país, e daí se estendeu para outras áreas, grandes produtoras de cereais, como o centro-oeste brasileiro. O desempenho dos produtores foi reforçado pelos avanços, principalmente, no campo da genética, onde a introdução de animais produtores de carne magra levou a atividade a produzir animais de maior eficiência na conversão alimentar, culminando com a transformação do perfil do setor. Desta forma, a suinocultura industrial brasileira ostenta indicadores de produtividade competitivos com os principais países produtores.

O Quadro 2.1 apresenta a atual situação mundial em relação à produção de carne suína. Observa-se que nos anos de 2003 e 2004 foram produzidas, respectivamente, 88,95 e 90,85 milhões de toneladas de carne suína, sendo que a China, maior produtor individual do mundo, foi responsável por mais de 50% deste total nesses últimos dois anos, com a mesma perspectiva para 2005. O segundo maior produtor, bem distante da China, é a União Européia, seguida pelos Estados Unidos. O Brasil, que possui o quarto maior plantel de suínos do mundo, com 33,8 milhões de cabeças, aparece, também, como quarto maior produtor de carne suína, com uma produção de 2,58 toneladas. Sua produção saltou de 1,60 em 1996 para 2,58 milhões de toneladas de carne suína em 2004, crescimento este, motivado pelo ótimo desempenho de suas exportações.

Quadro 2.1 - Produção mundial de carne suína (mil toneladas).

País	1996	2003	2004	2005***
China	31.580	45.189	47.170	47.500
União Européia (25)*	16.318	21.243	21.001	21.108
Estados Unidos	7.764	9.056	9.332	9.512
Brasil	1.600	2.560	2.585	2.640
Canadá	1.228	1.882	1.900	1.935
Rússia	1.700	1.710	1.740	1.790
Japão	1.266	1.259	1.270	1.265
Filipinas	860	1.145	1.175	1.220
México	895	1.100	1.150	1.175
Total**	70.617	88.959	90.858	91.619

* Composto por 25 países a partir de 1999, de 1996 a 1998 era composto por 15 países.

** Total englobando demais países produtores.

*** Projeção

Fonte: Anualpec, 2005. Estatística da USDA .

Da produção avaliada em 2004, 81,4% foi consumida internamente, enquanto 19,0% foi exportada. As exportações neste mesmo ano atingiram 504,8 mil toneladas, gerando aproximadamente US\$ 770,6 milhões, mais que o dobro da receita gerada em 2001, que foi de US\$ 359,3 milhões, mostrando o forte desenvolvimento no setor. Os principais parceiros para os nossos produtos foram: Rússia, Hong Kong, Ucrânia, Argentina, Cingapura e Países Baixos. O Brasil aparece na lista dos maiores consumidores de carne suína, em 6º lugar, avançando ano a ano para uma posição de maior destaque. Em 2004 o consumo per capita de carne suína no país estava em 12,1 kg, bastante inferior quando comparado com a União Européia, China e Estados Unidos, que possuem um consumo per capita de 43,4, 36,1 e 30,5 kg, respectivamente. (Anualpec, 2005).

Nos Quadros 2.2 e 2.3 a seguir, está apresentada a distribuição geográfica da produção brasileira de carne suína, em percentual e em número de cabeças e volume em toneladas.

Quadro 2.2 - Produção percentual brasileira de carne suína por região geográfica, de 2002 a 2003.

REGIÕES	% em cabeças		% em toneladas	
	2002	2003	2002	2003
Sul	54,84	56,61	57,3	57,7
Sudeste	20,53	17,90	19,6	17,9
Centro-Oeste	13,82	15,32	13,4	15,4
Nordeste	8,89	8,15	8,0	7,3
Norte	1,91	2,30	1,6	1,7

Fonte: Roppa, 2003a. Estatística da ABCS/ ICEPA / ABIPECS.

Quadro 2.3 - Produção brasileira de carne suína por região geográfica, de 2002 a 2003.

REGIÕES	Milhões de cabeças			Mil toneladas		
	2002	2003	Var %	2002	2003	Var %
Sul	20,65	20,14	-2,5	1.646,9	1.606,9	-2,4
Sudeste	7,73	6,37	-17,7	561,7	500,0	-11,0
Centro-Oeste	5,21	5,45	4,7	385,6	428,9	11,2
Nordeste	3,35	2,90	-13,5	230,9	203,7	-11,8
Norte	0,72	0,72	0,0	46,8	46,8	0,0
Brasil	37,66	35,57	-5,5	2.872,0	2.786,3	-3,0

Fonte: Roppa, 2003a. Estatística da ABCS/ ICEPA / ABIPECS.

É possível observar que a região Sul detém 57,7% da produção do país, e é a região onde predomina o sistema de integração e um forte parque industrial das Agroindústrias, oposto à região Sudeste, onde predomina a suinocultura independente e se observa os maiores efeitos da crise², diminuindo de 19,6 para 17,9% da produção brasileira. O destaque está para a região Centro Oeste, que continua sua expansão, aumentando sua participação de 13,4 para 15,4% em 2003. Em relação à quantidade de toneladas de carne produzida, nota-se uma discreta queda na região Sul, uma forte redução no Sudeste e Nordeste e um aumento considerável na região Centro Oeste.

Apesar da queda na produção total de carne suína em 2003, o Brasil continua sendo o 5º país maior produtor mundial, atrás apenas da China, EUA, Alemanha e Espanha (Anualpec, 2005).

² A crise observada na suinocultura brasileira em 2002 aconteceu devido à queda do preço pago pelo suíno vivo no mercado nacional e o acentuado aumento nos custos de insumos. A forte desvalorização do Real aliado ao aumento da demanda do milho estimulou as vendas externas deste produto, que passou a ter paridade de exportação como referência de preços, assim como a soja, aumentando o custo de produção. A maioria dos produtores neste período passou em déficit na relação custo de produção e preço de venda (Paula, 2003; Roppa, 2003b).

Os dados apresentados indicam uma forte tendência para o desenvolvimento da atividade suinícola na região Centro-Oeste, com grande expectativa de que nos próximos anos aumente a importância desta região na produção de suínos.

2.2. Considerações gerais sobre Mato Grosso do Sul e a suinocultura estadual

Com forte tradição na agropecuária, Mato Grosso do Sul é o maior estado em crescimento econômico na região Centro-Oeste. Entre 1990 e 1998, o Estado desenvolveu um ritmo 25% mais acelerado que a taxa acumulada de desenvolvimento do Brasil. Neste período, Mato Grosso do Sul muda também seu perfil econômico, industrializando-se. Em 1990, a atividade agropecuária correspondia a 24,4% do PIB estadual, enquanto a indústria era responsável por 13%. Em 1998, cada um desses setores aparecia com participação de 22%. Um dos fatores que contribuiu para o crescimento industrial foi os incentivos fiscais, que se tornam mais abrangentes em 1997, com a aprovação de uma lei autorizando as empresas a pagar apenas 25% do ICMS por prazos de até dez anos. Esse benefício atraiu indústrias de transformação, como as de carne, soja e ração, que migraram para o Estado para reduzir despesas com fretes na compra de matéria-prima.

A agricultura desenvolvida principalmente no leste do Estado é favorecida pela proximidade com a agroindústria e com grandes mercados consumidores do Sul e do Sudeste, e também pelo solo fértil, sobretudo do planalto do rio Paraná. Desde 1990, as culturas voltadas para os mercados nacional e internacional, em processo de desenvolvimento e emprego de menor mão-de-obra, registram grande crescimento. A produção de milho, por exemplo, evoluiu 400%, e a da soja em grãos passou a representar 9% da safra brasileira, com 2,79 milhões de toneladas, provocando um declínio nos setores mais tradicionais, principalmente nas lavouras de algodão, arroz, feijão e trigo (Dados do IBGE apresentados no Almanaque Abril de 2001).

A chegada das Agroindústrias somada ao crescimento da produção de grãos, principalmente milho e soja, têm tornado o Estado num local propício ao desenvolvimento da suinocultura, que tem se efetivado nos últimos anos. O rebanho suíno do Estado saltou

de 508.813 cabeças, contabilizadas no censo agropecuário de 95/96 (IBGE, 1998), para 837.760 cabeças em 2004 (Anualpec, 2005).

Nos Quadros 2.4 e 2.5 estão apresentados, respectivamente, os maiores rebanhos suínos por estado brasileiro e os principais estados produtores e exportadores.

Quadro 2.4 - Estados brasileiros com o maior rebanho efetivo de suínos.

País	1996	2003	2004*	2005**
1º- Santa Catarina	4.532.654	5.432.143	5.540.786	5.707.009
2º- Paraná	4.065.636	4.364.371	4.495.302	4.630.161
3º- Rio Grande do Sul	3.922.591	4.145.052	4.207.228	4.291.372
4º- Minas Gerais	2.533.484	3.371.624	3.337.908	3.438.045
5º- Bahia	1.804.261	1.966.482	1.936.985	1.985.409
6º- Maranhão	1.931.173	1.756.418	1.703.725	1.737.800
7º- São Paulo	1.894.226	1.709.275	1.640.886	1.673.703
8º- Goiás	1.065.789	1.499.050	1.559.012	1.636.963
13º- Mato Grosso do Sul	539.582	813.359	837.760	871.270
Total Brasil	29.202.182	32.304.905	33.804.430	34.480.519

Fonte: Anualpec, 2005. Estatística do IBGE.

* Preliminar ** Projeção

Quadro 2.5 - Principais Estados produtores e exportadores de carne suína em 2002.

Estados	Cabeças abatidas com SIF	%	Exportações (toneladas)	%
Santa Catarina	7.162.250	18,9	264.681	55,6
Rio Grande do Sul	4.754.889	12,5	73.227	15,4
Paraná	3.469.781	9,2	51.708	10,9
Minas Gerais	1.847.683	4,9	26.356	5,5
São Paulo	1.224.802	3,2	1.153	0,2
Mato Grosso do Sul	980.529	2,6	34.499	7,3
Goiás	716.387	1,9	24.210	5,1
Mato Grosso	272.051	0,7	29	-
Total Brasil	37.899.580	100,0	475.863	100,0

Fonte: Roppa, 2003a. Estatística da ABIPECS.

Apesar do Mato Grosso do Sul apresentar apenas o 13º maior rebanho suíno do país (Quadro 2.4), verifica-se que o Estado está em 6º lugar em relação ao número de cabeças abatidas com SIF, e em 4º lugar no ranking das exportações, correspondendo com 7,3 %, ficando atrás apenas dos estados do Sul do país (Quadro 2.5).

No estado de Mato Grosso do Sul, existem três regiões bem definidas onde se concentra a produção de suínos. A maior delas é a região de Dourados no sul no Estado, onde está localizado o Frigorífico da Seara Alimentos, que trabalha em sistema de integração com os produtores, predominando as Unidades de Terminação (UT) e as Unidades Produtoras de Leitões (UPL). A outra está em Brasilândia, no leste do Estado, onde está localizado o Grupo Hofig³, que trabalha em sistema de parceria com os produtores, entregando os leitões e se comprometendo com a compra do suíno terminado. A última, e não menos importante, é no município de São Gabriel do Oeste, localizado no centro-norte do Estado, onde os produtores trabalham em cooperativa, desenvolvendo, predominantemente, a suinocultura em Ciclo Completo (CC), onde está localizado o Frigorífico Aurora.

De acordo com informações da Associação dos Suinocultores de Mato Grosso do Sul, o plantel de suínos do Estado está distribuído em menos de 300 propriedades rurais, caracterizando a predominância de médios e grandes produtores de suínos. Em geral, essas propriedades apresentam disponibilidade de área agrícola sem limitações topográficas, o que colabora com a predominância do conceito do armazenamento dos dejetos em esterqueiras para valorização dos mesmos como adubo orgânico do solo, o que reduziria os custos com fertilizantes industrializados, aproveitando um recurso interno da propriedade.

2.3. O município de São Gabriel do Oeste e a suinocultura local

O município foi criado em 12/05/1980, possui uma população de 17.408 habitantes e está localizado no centro norte do Estado. A economia municipal é voltada para a produção de grãos, e tem a cultura da soja como maior responsável pelo progresso da região. Além da soja, as demais atividades agrícolas predominantes no município são milho, trigo, feijão, sorgo, pecuária de corte e, mais recentemente, a introdução da exploração da suinocultura, estimulada também pela inauguração, em 1996, de uma unidade da Cooperativa Central do Oeste de Santa Catarina, o Frigorífico Aurora de São

³ Grupo com forte tradição agropecuária, que abriga na sede da Fazenda Córrego Azul, em Brasilândia, mais de 6.000 matrizes suínas, com um número total de animais superior a 60.000 cabeças.

Gabriel do Oeste. O desenvolvimento da suinocultura somado ao crescimento do comércio local e ao início de um processo de industrialização minimizou as inconveniências de uma economia assentada inicialmente na monocultura da soja. O município é o maior produtor estadual de soja, segundo maior produtor de milho e detentor do maior rebanho suíno do Estado (Assis, 2003).

Mais de 10% do rebanho total de suínos do Estado está em São Gabriel do Oeste, totalizando 84.912 cabeças (IBGE, 2004). Só a suinocultura gera mais de 1.000 empregos diretos, impulsionando o comércio e aumentando a arrecadação municipal, especialmente através do ICMS. A Coosgo, Cooperativa Agropecuária de São Gabriel do Oeste Ltda, filiada à Coopercentral (Cooperativa Central Oeste de Santa Catarina), tem seu foco principal voltado para a suinocultura local, disponibilizando assistência técnica e administrativa (São Gabriel do Oeste MS, 2002).

Os 84.912 suínos existentes no município estão distribuídos em 32 propriedades rurais. Os produtores locais desenvolvem a suinocultura em Ciclo Completo, contemplando todas as fases do ciclo criatório: gestação, maternidade, creche, recria e terminação. As edificações e sistemas de produção e manejo, tanto dos animais quanto dos dejetos, são muito semelhantes em todas as propriedades. Nas fases de recria e terminação há uma predominância de instalações com *lâmina d'água*⁴. Segundo Bonett & Monticelli (1998), a lâmina d'água nas instalações propicia ambiente favorável em épocas de calor, reduz a emissão de gases, controla a infestação de moscas e proporciona um ambiente e animais mais limpos. No entanto, o volume de dejetos produzido nessas granjas aumenta, consideravelmente, o que diminui o poder adubo orgânico dos dejetos, inviabilizando a distribuição dos mesmos em função do elevado custo.

O processo de desenvolvimento da atividade suinícola em São Gabriel do Oeste coincidiu com a publicação da Resolução SEMADES 324 de 1998, que disciplina o licenciamento ambiental da atividade suinícola no estado de MS, e prevê a proteção, conservação e melhoria do ambiente, com adoção de medidas de controle que eliminem ou minimizem os impactos ambientais causados por esse tipo de atividade, considerada

⁴ É localizada ao fundo das baias e ao longo de todo barracão, medindo em geral um metro de largura por 10 cm de profundidade, a qual é preenchida com certo volume de água e serve para escoamento dos dejetos. Esse tipo de instalação defini um manejo específico dos dejetos e é utilizado predominantemente nas fases de recria e terminação.

altamente poluidora. Apesar da legislação ser bastante falha no que diz respeito aos critérios a serem adotados para o manejo dos dejetos, destinação final e monitoramento de cada sistema adotado visando o controle ambiental, o município procurou buscar alternativas para o manejo dos dejetos, de forma a atender a legislação ambiental vigente no Estado. Até então, os produtores utilizavam o armazenamento dos dejetos em esterqueiras, que foram construídas sem orientação técnica, com objetivo do aproveitamento como adubo orgânico, o que nem sempre ocorria pela própria falta de equipamentos apropriados, dificuldade de distribuição e, principalmente, pelos custos envolvidos.

A Cooasgo, na tentativa de resolver o problema dos dejetos na época, trouxe uma tecnologia desenvolvida em Santa Catarina, baseada em unidades de tratamento de dejetos composto por decantador seguido de lagoas de estabilização em série. Alguns produtores adotaram o sistema, outros não. O fato é que o problema não está na utilização de um ou outro sistema de manejo dos dejetos, mas na eficiência de cada um em promover o controle ambiental e na necessidade de se desenvolver o manejo dos dejetos compatível com a peculiaridade de cada caso. A complexidade que envolve os dejetos de suínos e o manejo adequado, possivelmente, não vai encontrar soluções simples, mesmo porque, o sucesso de qualquer tipo de manejo está condicionado ao principal ator envolvido no sistema: o ser humano.

Outro fato importante que culminou com a busca de alternativas capazes de minimizar os efeitos do uso inadequado e contínuo dos dejetos de suínos como adubo orgânico do solo foi a possibilidade de contaminação de mananciais e do lençol freático. O agravante é que esse lençol freático é o Aquífero Guarani, foco de discussões intermináveis entre o órgão estadual responsável pelo licenciamento ambiental e a prefeitura municipal.

O Aquífero Guarani é a maior reserva de água doce subterrânea do mundo, possuindo maior volume do que todos os rios do planeta somados. Possui 1,3 milhão de km² e se situa no subsolo de oito estados brasileiros, atingindo ainda áreas do Uruguai, Argentina e Paraguai. Está de 30 a 1.500 metros de profundidade e seria capaz de abastecer a população mundial por cerca de 10 anos. Suas reservas permanentes de água são na ordem de 45 trilhões de metros cúbicos. De toda essa riqueza natural, 213.200 km² estão no Mato Grosso do Sul e, grande parte no subsolo de São Gabriel do Oeste, onde o aquífero se encontra mais próximo da superfície, funcionando como área de recarga direta. Apesar de

abastecer o município com água de qualidade, esse privilégio implica num compromisso: os cuidados com a contaminação do solo e dos lençóis freáticos superiores (São Gabriel do Oeste, 2002).

2.4. Produção de dejetos de suínos

A atividade suinícola integrada à agroindústria é desenvolvida em sistemas de confinamento, cujo manejo de higienização das instalações associado às fezes (esterco/estrupe/excremento) e urina dos animais resultam em um efluente denominado dejeito de suíno. O volume de dejeito produzido diariamente por suíno é muito variado e está relacionado basicamente em função de três fatores:

1. Peso vivo do animal

A produção diária de estrupe de suíno, segundo Taiganides (1977), é diretamente proporcional ao peso vivo do animal, representando 5,1 %, com uma variação de 20 %, semelhante ao valor encontrado na pesquisa de Silva (1973), que mostrou uma produção de 5 kg de estrupe fresco por dia para suínos de 100 kg, ou seja, 5 % do peso vivo do animal. Conrad & Mayrose (1971) evidenciaram em seus estudos que a produção de estrupe de suínos em crescimento e terminação varia de 5 a 8% do peso vivo. Loehr (1974) verificou que a produção de dejeito por dia é da ordem de 6% do peso vivo do animal, resultando em uma produção diária em torno de 2,7 kg de estrupe por suíno de 45 kg. Segundo Jelinek (1977), o volume dos excrementos dos suínos produzido por dia varia de acordo com o desenvolvimento ponderal dos animais, em valores decrescentes de 8,5 a 4,9 % do seu peso vivo para a faixa de 15 a 100 kg. Já Konzen (1980), em seu trabalho de dissertação desenvolvido no Brasil, verificou uma produção média de 7,0 litros de dejeito por dia para suínos nas fases de crescimento e terminação (25 a 100 kg), enquanto Oliveira (1993) apresenta uma média de 8,6 litros para suínos nas diversas fases do ciclo produtivo.

2. Consumo de água e produção de urina

Outro aspecto relevante que influencia no volume total de dejetos é a produção de urina, que está diretamente relacionada à quantidade de água ingerida, que por sua vez está associada às condições climáticas. O Quadro 2.6, desenvolvido por Barbari & Rossi (1992) apresenta as necessidades de água por suíno em função de suas categorias.

Quadro 2.6 - Exigências de água por suíno, de acordo com a fase do ciclo produtivo.

Categoria do suíno	Litros de água suíno⁻¹ dia⁻¹
Leitão na maternidade	0,1 a 0,5
Leitão na creche (7 a 25 kg)	1,0 a 5,0
Suíno em crescimento (25 a 50 kg)	4,0 a 7,0
Suíno na (50 a 100 kg)	5,0 a 10,0
Suíno em engorda (100 a 150 kg)	7,0 a 15,0
Porca desmamada	5,0 a 10,0
Porca em gestação	10,0 a 20,0
Porca na maternidade	20,0 a 35,0
Cachaço	10,0 a 15,0

Fonte: Barbari & Rossi (1992).

Estudos desenvolvidos por Conrad & Mayrose (1971) mostraram que o volume médio de água ingerida por suíno varia de 2 a 2,5 litros por dia por quilograma de matéria seca consumida, e que 30 a 40% do total das dejeções diárias nestas condições, eram representados por urina, compatível com os estudos desenvolvidos por Taiganides (1977), cuja taxa foi de 37%. A pesquisa desenvolvida por Mamede (1980) no Brasil, sobre consumo de água e relação entre o consumo de água e de ração para suínos entre 36 e 97 kg foi de 5,5 L suíno⁻¹ dia⁻¹. A relação entre o consumo de água e ração de 2,1: 1 aumenta para 2,44:1 em temperaturas acima de 25 °C e umidade relativa abaixo de 65%.

Segundo Bonett & Monticelli (1998), a exigência em água para os suínos depende de inúmeros fatores, como temperatura, umidade relativa do ar, idade, peso vivo, estágio ou ciclo reprodutivo, quantidade de ração consumida, teor de matéria seca da dieta, composição da ração e sua palatabilidade. A ingestão de água é condicionada pelas exigências do organismo que são, por sua vez, influenciadas pela qualidade e temperatura da água, fluxo de água e tipo de bebedouros, modelo da instalação e estado de saúde dos

animais. No Quadro 2.7 a seguir, são apresentadas as exigências em água estimadas para duas temperaturas ambientes.

Quadro 2.7 - Estimativa de exigência de água para as diversas categorias de suínos, em duas temperaturas distintas.

Categoria / Peso vivo	Exigência em água: L suíno ⁻¹ dia ⁻¹		
	Temperatura ambiente		
	22 °C	35 °C	
Leitões	5 kg	0,7	1,0
	10 kg	1,0	1,4
	20 kg	2,0	3,5
Suínos	25 a 50 kg	4,0 a 7,0	10,0 a 15,0
	50 a 100 kg	5,0 a 10,0	12,0 a 18,0
Matrizes desmamadas e em início de gestação		8,0 a 12,0	15,0 a 20,0
Matrizes no final da gestação e cachaços		10,0 a 15,0	20,0 a 25,0
Matrizes em lactação		15,0 + 1,5 por leitão	25,0 + 1,8 por leitão
Média do plantel em ciclo completo		8,0 a 10,0	12,0 a 16,0

Fonte: Bonett & Monticelli (1998).

3. Volume de água incorporado ao dejetos

O volume total de dejetos produzido varia ainda, significativamente, de acordo com a quantidade de água utilizada para higienização das instalações, bem como com o volume desperdiçado nos bebedouros (Andreadakis, 1992), e ainda, de acordo com o volume de água utilizado nas lâminas d'água nas fases de crescimento e terminação, quando for o caso. O desperdício de água através do sistema de limpeza é muito comum, pois, em geral, as mangueiras de lavagem permitem vazões extremamente altas. O interessante seria uma baixa vazão com alta pressão. A demanda de água para limpeza varia de 2 a 6 litros ao dia, por animal em terminação e por matriz (Bonett & Monticelli, 1998). Andreadakis (1992) relata que o volume de água desperdiçado por suíno varia amplamente, de 6 a 45 L suíno⁻¹ dia⁻¹, ou seja, depende muito do manejo hídrico adotado em cada granja. O trabalho de dissertação desenvolvido por Gosmann (1997) mostra que as propriedades

equipadas com bebedouros do tipo chupeta registram uma maior produção de dejetos sugerindo um maior desperdício de água. Outro trabalho neste mesmo sentido, desenvolvido por Oliveira et al. (1991), comparando o consumo de água pelos bebedouros de nível e de chupeta, demonstrou que o bebedouro de nível apresentou desempenho superior, gastando 2,32 vezes menos água (7,86 L de água animal⁻¹ dia⁻¹) do que o bebedouro tipo chupeta (18,24 L de água animal⁻¹ dia⁻¹), sem ocorrer interferência no ganho de peso diário dos animais em crescimento e terminação.

Os resultados apresentados evidenciam a heterogeneidade existente de um trabalho para o outro, justamente, devido ao fato de haver inúmeros fatores que influenciam a produção total de dejetos, além das condições em que cada experimento é desenvolvido. Isto dificulta, e muito, a adoção de um ou outro valor para planejar o manejo de dejetos de suínos dentro de uma propriedade.

O Quadro 2.8 contém o volume de dejetos produzido diariamente por diferentes categorias de suínos. Apesar da época em que foram desenvolvidos os trabalhos que originaram os dados a seguir, ainda são os mais utilizados no Brasil para calcular o volume total de dejetos produzido numa suinocultura e para o dimensionamento de sistemas de tratamento ou armazenamento dos dejetos de suínos. Esses valores são nacionalmente conhecidos, pois foram adotados e são recomendados pela Embrapa Suínos e Aves.

Quadro 2.8 – Produção média diária de dejetos por diferentes categorias de suínos.

Categoria	Esterco Kg dia⁻¹	Esterco + urina Kg dia⁻¹	Dejetos líquidos Litros dia⁻¹
25 – 100 kg	3,30	4,90	7,00
Cobrição e gestação	3,60	11,00	16,00
Porca com leitões	6,40	18,00	27,00
Macho	3,00	6,00	9,00
Leitões	0,35	0,95	1,40
Média	2,35	5,80	8,60

Fonte: Dados de diversos autores adaptados por Oliveira (1993) e por Bonett & Monticelli (1998).

A análise do Quadro 2.8 demonstra a escassez de dados atuais em relação à produção de dejetos de suínos nas diferentes fases do ciclo criatório. Além da época em que

foram desenvolvidos os trabalhos, somente o de Konzen (1980) foi realizado no Brasil, reforçando a importância do desenvolvimento de trabalhos mais condizentes com a realidade de campo da suinocultura atual.

2.5. Caracterização físico-química dos dejetos de suínos

A caracterização química dos dejetos de suínos é evidenciada através de uma série de trabalhos já realizados, mostrando dados extremamente variáveis e de difícil comparação, pois nem sempre são relatadas as condições locais do experimento, tais como clima, tipo de alimentação associado ao desperdício de ração, método de amostragem e, principalmente, o volume de água incorporado ao dejetos resultante dos desperdícios dos bebedouros e da água de higienização das instalações, responsável pelas diferentes diluições do efluente final. Desta forma, pode-se considerar que o manejo hídrico da granja é o principal responsável pelas acentuadas variações analíticas dos dejetos.

Nos Quadros 2.9 e 2.10 estão apresentadas as características físico-químicas do dejetos bruto de suínos em diferentes sistemas de manejo. O primeiro foi obtido na Embrapa Suínos e Aves em Santa Catarina durante o segundo semestre de 1995 e o segundo foi realizado por Konzen, em Minas Gerais, durante o período de outubro de 1979 a abril de 1980.

Quadro 2.9 - Características físico-químicas dos dejetos de suínos.

Variáveis (mg L ⁻¹)	Mínimo	Máximo	Média
Demanda Química de Oxigênio – DQO	11.530,2	38.448,0	25.542,9
Sólidos Totais – ST	12.697,0	49.432,0	22.399,0
Sólidos Voláteis – SV	8.429,0	3.9024,0	16.388,8
Sólidos Fixos – SF	4.268,0	10.408,0	6.010,2
Sólidos Sedimentáveis – Ssed	220,0	850,0	428,9
Nitrogênio Total – NT	1.660,0	3.710,0	2.374,3
Fósforo Total – PT	320,0	1.180,0	577,8
Potássio Total – KT	260,0	1.140,0	535,7

Fonte: Bonett & Monticelli (1998).

Quadro 2.10 -Características físico-químicas dos dejetos de suínos nas fases de crescimento e terminação, manejados de forma líquida.

Variáveis	Média
pH	6.94
Matéria Seca – MS (%)	8.99
Sólidos Totais – ST (mg L ⁻¹)	90.000
Sólidos Voláteis – SV (mg L ⁻¹)	75.050
Nitrogênio Total – NT (mg L ⁻¹)	6.000
Fósforo Total – PT (mg L ⁻¹)	2.500
Potássio Total – KT (mg L ⁻¹)	1.200
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO ₅ (mg L ⁻¹)	52.270
Demanda Química de Oxigênio – DQO (mg L ⁻¹)	98.650

Fonte: Konzen (1980).

A comparação dos valores médios observados nos dois trabalhos demonstra uma concentração de ST, DQO, NT, PT e KT quase quatro vezes maior no trabalho realizado por Konzen, caracterizando um sistema de manejo que resulta num resíduo final mais concentrado em relação aos dados apresentados pela Embrapa Suínos e Aves.

Os Quadros 2.11 e 2.12 também apresentam diferentes avaliações químicas do dejetos bruto de suínos. A primeira foi realizada por Medri em 1997 em sua tese de doutorado, na Embrapa Suínos e Aves em Concórdia – SC, onde avaliou dois sistemas de lagoas de estabilização para tratamento dos dejetos de suínos, com monitoramento no período de janeiro de 1996 a agosto de 1997. A segunda foi realizada por Schmidt et al., no período de junho de 1999 a maio de 2000, numa unidade de produção da Empresa Sadia Concórdia S. A., no município de Faxinal dos Guedes – SC. Ambos os trabalhos foram realizados para fins de avaliação da eficiência de sistemas de tratamento de dejetos de suínos, os quais não serão descritos porque serão apresentadas a seguir apenas as análises do dejetos bruto, antes de entrar nos sistemas de tratamento.

Quadro 2.11 - Resultado mínimo, médio e máximo das avaliações químicas do dejetos bruto de suíno em dois sistemas de manejo distintos.

Variáveis (mg L ⁻¹)		Sistema 1	Sistema 2
DBO ₅	Mínimo	3.500	3.000
	Médio	11.979	8.304
	Máximo	27.500	13.500
DQO	Mínimo	4.300	4.570
	Médio	21.647	15.153
	Máximo	81.200	47.200
ST	Mínimo	4.209	3.788
	Médio	17.240	9.950
	Máximo	78.866	26.660
SF	Mínimo	1.584	577
	Médio	6.974	4.056
	Máximo	56.190	14.839
SV	Mínimo	2.777	1.670
	Médio	10.266	5.894
	Máximo	66.534	21.127
NT	Mínimo	1.018	850
	Médio	2.205	1.825
	Máximo	4.451	3.931
PT	Mínimo	119	70
	Médio	633	391
	Máximo	2.306	896

Fonte: Medri (1997).

Quadro 2.12 - Valores médios das avaliações químicas do dejetos bruto de suíno em sistema de ciclo completo.

Variáveis(mg L ⁻¹)	Média
DBO	7.303
DQO	15.639
ST	11.857
SV	7.897
NT	2.000
NO ₃	564
NH ₄	910
PT	341

Fonte: Schmidt et al. (2002).

Os resultados médios observados por Schmidt (2002) são semelhantes aos encontrados por Medri (1997) no sistema de manejo 2. Observa-se no Quadro 2.11 uma grande variação entre os valores mínimos e máximos em todos os parâmetros avaliados nos dois sistemas de manejo. Isso demonstra a complexidade de se avaliar quimicamente o dejetos bruto de suíno, pois o fator diluição é bastante variável e determina os valores analíticos mais ou menos concentrados.

2.6. Avaliação da carga de poluentes produzida por suíno

A carga produzida por suíno é o valor per capita dos parâmetros químicos avaliados, obtida através do produto entre o volume de dejetos produzido diariamente por suíno e as características químicas analisadas, expressa em g ou kg animal⁻¹ dia⁻¹.

O trabalho de dissertação de Konzen (1980) mostrou uma produção média de 365,89 g de DBO suíno⁻¹ dia⁻¹; 690,55 g de DQO suíno⁻¹ dia⁻¹; 630,00 g de ST suíno⁻¹ dia⁻¹ e 42,35 g de NT suíno⁻¹ dia⁻¹, para animais nas fases de crescimento e terminação (25 – 100 kg). Silva (1973) em seu trabalho de dissertação mostrou que a caracterização química dos resíduos suínos em termos de DQO, DBO e ST (per capita) varia de acordo com o peso do animal, cujos resultados indicam uma variação de 125 – 195 g de DBO cabeça⁻¹ dia⁻¹ para suínos de 45 – 115 kg. Esses parâmetros foram quantificados através de um desenvolvimento ponderal em intervalos de 5 kg, resultando nas seguintes relações para valores per capita (g / suíno / dia), considerando P = peso do animal em kg: DBO = 80 + P; DQO = 200 + P; ST = 295 + P; SV + 220 + P. Assim, um suíno de 65 kg de peso vivo iria produzir em termos per capita uma DBO de 145 g dia⁻¹, uma DQO de 265 g dia⁻¹, 360 g dia⁻¹ de ST, sendo 285 g dia⁻¹ o conteúdo volátil.

O conhecimento da carga de poluentes, principalmente, orgânica e de nutrientes, pode orientar o produtor quanto a viabilidade agrônômica, econômica e ambiental da utilização dos dejetos como adubo orgânico do solo e, juntamente com o volume de dejetos gerado em uma granja, são parâmetros fundamentais para o correto dimensionamento de sistemas de armazenamento ou tratamento dos dejetos.

2.7. Os dejetos de suínos e os impactos ambientais

2.7.1. Conceitos e definições

Define-se meio ambiente como sendo o conjunto do espaço físico e dos elementos naturais nele contidos, possível de ser alterado em razão da atividade humana. Constituem os elementos naturais a água, o solo, o ar e todas as formas de vida animal e vegetal, em qualquer fase de seu desenvolvimento, e os minerais (Mato Grosso do Sul, 1980). A declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo em 1972, define meio ambiente como o sistema físico e biológico global em que vivem o homem e outros organismos – um todo complexo com muitos componentes interagindo em seu interior (La Rovere, 1996). É importante notar que esta definição inclui o homem como parte integrante do meio ambiente e não apenas como um agente externo capaz de provocar danos à natureza.

Considera-se poluição qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria, energia ou substância sólida, líquida e gasosa ou a combinação de elementos resultantes das atividades humanas, em níveis capazes de, direta ou indiretamente: prejudicar a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criar condições inadequadas de uso do meio ambiente para fins públicos, domésticos, agropecuários, comerciais, industriais e recreativos; ocasionar danos à fauna, à flora, ao equilíbrio ecológico, às propriedades físico-químicas e à estética do meio ambiente (Mato Grosso do Sul, 1980). Essa mesma definição é dada por Lima-e-Silva (1999) para impacto ambiental, acrescentando que o mesmo pode ser negativo, quando destruidor ou degradador dos recursos naturais, ou positivo, quando regenerador de áreas e/ou funções naturais anteriormente destruídas. Segundo Mendonça (1990), a palavra poluição vem do latim *polluo*, que significa sujar, manchar, conspurcar, podendo ser definida como qualquer interferência danosa nos processos de transmissão de energia.

Nota-se que o avanço tecnológico alcançado pela suinocultura brasileira nos últimos anos caracterizou-se pela implantação de sistemas cada vez mais confinados e produção de grandes volumes de dejetos por unidade de área (Perdomo, 1995). Esse modelo de desenvolvimento econômico peculiar às sociedades capitalistas vem se

confrontando com as perspectivas de recuperação e manutenção do equilíbrio ambiental (Baracho Jr., 1995). As principais manifestações de degradação ambiental são a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, alterações das características físicas, químicas e biológicas do solo, poluição atmosféricas pela emissão de gases prejudiciais e a proliferação de insetos (Oliveira, 1993; Backus et al., 1998; Belli Filho et al., 2001; Seganfredo, 2004). Serão detalhados a seguir alguns dos principais impactos ambientais associados aos dejetos de suínos.

2.7.2. Contaminação de águas superficiais e subterrâneas

Entre os principais impactos provocados pelo uso inadequado dos dejetos de suínos, e também o mais evidente, está a contaminação de cursos d'água, que pode ocorrer de forma direta, através do lançamento dos dejetos em rios, córregos ou lagos e, de forma indireta, através do escoamento superficial em pastagens e lavouras adubadas com os dejetos.

Em relação à carga orgânica, pode-se dizer que os dejetos de suínos apresentam um potencial poluidor bem superior ao esgoto humano, sendo em alguns casos 50 vezes mais concentrados em relação à DBO (Costa et al., 1995). Segundo Oliveira (1993), a DBO₅ dos dejetos de suínos oscila entre 30.000 a 52.000 mg L⁻¹, enquanto a do esgoto doméstico está em torno de 200 mg L⁻¹, sendo cerca de 260 vezes superior. Resíduos com elevadas concentrações de DBO, como é o caso dos dejetos de suínos, quando lançados *in natura* em cursos d'água podem provocar uma queda imediata e significativa de oxigênio (Silva, 1977), acarretando morte de peixes e de outros macroorganismos (Baldissera, 2002). Além disso, ainda pode ocorrer a contaminação microbiana da água de rios com elevadas concentrações de coliformes totais e fecais, demonstrado em diversos trabalhos (Baldissera, 2002; Seganfredo et al., 2003b), e contaminação de poços superficiais e fontes (Baldissera, 2002). Essa contaminação pode gerar sérios riscos à saúde humana e de animais que consomem essas águas ou com elas têm contato, podendo adquirir doenças como leptospirose, tularemia, febre aftosa, hepatite, peste suína clássica (Oliveira, 1993), diarreias e gastroenterites (Seganfredo, 2003a).

Além da elevada concentração de matéria orgânica e microorganismos nos dejetos de suínos, estes também apresentam um excedente mineral, de composição química muito variada e em quantidades desproporcionais em relação à capacidade de extração das plantas, podendo ocorrer excesso de nutrientes no solo (Seganfredo, 2001b Seganfredo, 2002). Os problemas mais conhecidos são a lixiviação de N-nitrato para as camadas mais profundas podendo afetar o lençol freático (Scherer & Baldissera, 1994) e o escoamento superficial de fósforo (Seganfredo, 2001a, Oliveira et. al., 2003) podendo atingir cursos d'água ocasionando o processo de eutrofização⁵ de rios e lagos (Giusquiani et al., 1998). Segundo Oliveira (1993), os teores de nitrato detectados no lençol freático de solos tratados com altas taxas de dejetos líquidos de suíno ($160 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), durante muitos anos, foram dez vezes maiores do que os encontrados em solos não tratados. A quantidade de água infiltrada após uma chuva ou irrigação e a permeabilidade do solo são fatores chave na lixiviação de contaminantes no solo (Matos & Sedyama, 1995). Sabe-se que o limite máximo estabelecido para concentrações de NO_3^- na água é de 10 mg L^{-1} (Brasil, 1986), e que valores acima disso caracteriza risco para a saúde humana, onde a ingestão contínua está associada a doenças como metahemoglobinemia, hipertensão e câncer (Picot et al., 1992; Silva, 2000; Silva et al., 2003). Segundo Seganfredo et al. (2004), a poluição dos recursos hídricos com dejetos de suíno através da erosão, lixiviação e escoamento superficial de água em pastagens e lavouras pode ser minimizada se houver planejamento do manejo de nutrientes e do uso de práticas conservacionistas para o controle das perdas de solo e água das lavouras.

2.7.3. Contaminação do solo

Os dejetos de suínos têm sido amplamente utilizados como adubo orgânico do solo, no entanto, sua composição química varia enormemente em função, principalmente, da alimentação, da idade dos animais e do montante de água incorporada aos dejetos (Oliveira, 1993). Quando se usa dejetos de animais como adubo é preciso saber que eles não

⁵ Eutrofização: processo de enriquecimento das águas por nutrientes que alimentam o crescimento vegetal (desenvolvimento excessivo de algas), resultando em crescimento bacteriano excessivo, com conseqüente depleção de oxigênio levando à morte parcial ou total das espécies locais (Lima-e-Silva et al., 1999).

trazem apenas benefícios, mas também alguns problemas de poluição ambiental, que serão mais ou menos graves, dependendo do tipo de dejetos, das quantidades aplicadas, do número de aplicações, além do tipo de solo e capacidade de extração das plantas (Seganfredo, 2001a).

Atualmente, já está bastante difundido através de diversos trabalhos o poder poluidor dos dejetos de suínos. Ocorre que com a concentração da suinocultura, obteve-se elevado volume de dejetos em pequenas áreas e houve a concepção de que este resíduo poderia substituir o adubo industrializado, aproveitando o material orgânico que seria incorporado ao solo e minimizando custos e os efeitos deletérios do lançamento em rios (Sediyama, et al., 1995). No entanto, recentes trabalhos já demonstram que os dejetos de suínos podem ser fonte de poluição também para o solo e até questionam a utilização do armazenamento e distribuição dos dejetos como adubo orgânico do solo, pela inviabilidade econômica deste processo (Seganfredo & Giroto, 2004a, b, c) e pela dificuldade de se adotar um critério agrônomo para sua utilização, em função do desequilíbrio de nutrientes (Seganfredo, 2001b).

Quando o dejetos é aplicado em grandes quantidades no solo ou durante vários anos, poderá ocorrer sobrecarga da capacidade de filtração do solo e retenção dos nutrientes presentes nos dejetos. A aplicação permanente do dejetos líquido excessivamente diluído ou a precipitação constante após sua aplicação, acelera o carregamento dos nutrientes para as camadas do solo (Oliveira, 1993). Dos macronutrientes, os de maior importância são o nitrogênio (N) e o fósforo (P). Na maioria dos solos agrícolas, especialmente nos brasileiros, o N juntamente com o P, representam os nutrientes que mais limitam a produção, sendo necessária a aplicação de grandes quantidades desses elementos nas culturas (Moreira & Siqueira, 2002). Segundo Scherer et al. (1995), 60% do N presente nos dejetos de suínos encontram-se na forma mineral prontamente disponível para as plantas, e por ser o elemento mais instável no solo (Moreira & Siqueira, 2002) está sujeito a ser perdido por volatilização de $N-NH_3$ ou lixiviação de $N-NO_3^-$ (Gangbazo et al., 1995). Ao contrário do N, o P apresenta muito pouca mobilidade no solo e apenas 1/3 do P dos dejetos está na forma mineral prontamente disponível para as plantas (Konzen, 1983; Barcellos, 1992). Outro problema sério que ocorre com a aplicação dos dejetos nas lavouras, levando-se em conta as repetidas aplicações de grandes quantidades nas mesmas áreas, é o excesso

de fósforo que fica no solo (Pratt, 1979), uma vez que as plantas não são capazes de absorver as quantidades aplicadas através dos dejetos. Quanto maiores as quantidades de fósforo acumulado no solo, maiores são os riscos de perdas desse elemento por erosão e lixiviação (Seganfredo, 2001a).

O trabalho realizado por Ceretta et al. (2003) apresenta as características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suíno em pastagem natural. O experimento foi conduzido de novembro de 1995 a novembro de 1999 em Paraíso do Sul (RS), em condomínio de suinocultores; os tratamentos constituíram-se de 0, 20 e 40 m³ ha⁻¹ de esterco líquido de suínos, aplicados em intervalos de 45 a 60 dias. Os resultados evidenciaram a lixiviação do nitrato, especialmente no caso em que o esterco apresentava um teor médio de 3,23 kg m³ ⁻¹ de N, considerado alto. O teor de P aumentou consideravelmente com a aplicação do esterco ao longo do tempo, migrando até as camadas mais profundas do solo, com uso de maior dose. Se de 20 para 40 m³ ha⁻¹ significou o dobro de esterco aplicado, o teor de P no solo aumentou 2,57 e 2,41 vezes nas camadas de 5-10 cm e 20-40 cm, respectivamente, com a aplicação de 40 m³ ha⁻¹ em relação aos 20 m³ ha⁻¹. O autor concluiu que a lixiviação de N e a elevada concentração de P na camada superficial do solo adubado com dejetos de suíno mostram que esses elementos podem comprometer a qualidade do ambiente.

Em relação aos metais pesados, embora presentes nos dejetos em baixas concentrações, são também motivo de preocupação, em razão de suas elevadas toxicidades e das altas doses aplicadas no solo (Matos & Sedyama, 1995). Dentre os metais pesados, o cobre (Cu) e o zinco (Zn) têm sido motivo de maior preocupação, uma vez que são importantes componentes do suplemento dietético de rações e de formulações de antibióticos, aumentando os riscos de contaminação ambiental (Scherer & Baldissera, 1994). O uso prolongado e ou excessivo de dejetos de suínos como adubo orgânico pode implicar no acúmulo de Cu e Zn no solo (Simioni, 2001; Seganfredo & Baroni Júnior, 2004), refletindo em impactos como as alterações sobre a comunidade microbiana do solo, a fitotoxicidade às plantas. Segundo Simioni (2001), no balanço de entradas e saídas de Cu e Zn, verificou-se que as retiradas do sistema são insignificantes diante das entradas, havendo por isso um processo de acúmulo muito forte no solo, que por outro lado, diminui o risco de contaminação de outros locais através das perdas ambientais e dos produtos

extraídos. No entanto, a restauração dos teores de Cu e Zn no solo para níveis originais é inatingível, visto que as retiradas do sistema através da produção, erosão e lixiviação são muito baixas. Um agravante é a utilização de dietas com elevadas concentrações de Cu e Zn em determinadas fases de desenvolvimento dos suínos. O Cu é um micronutriente essencial aos suínos e atua como promotor de crescimento, presentes nas dietas em níveis de 150 a 250 mg kg⁻¹ (Lima, 1996). O Zn tem sido intensamente utilizado nas dietas de desmame para o controle da diarreia de leitões (Bertol, 2000). Estudos desenvolvidos por Adeola et al. (1955) mostraram que do total desses micronutrientes ingeridos através da ração, 77,3 % do Cu e 69,8% do Zn são eliminados através das fezes.

2.7.4. Poluição do ar

Existem dois aspectos distintos quanto à poluição do ar resultante da produção intensiva de suínos. Um enfatiza a produção de gases tóxicos dentro das instalações, que podem promover o aparecimento de enfermidades no homem e no animal e, o outro, diz respeito aos fenômenos de poluição atmosférica através do crescimento da emissão de gases que contribuem para aumento do efeito estufa, oriundos, principalmente, dos processos anaeróbios dos sistemas de armazenamento ou tratamento dos dejetos.

Os principais gases gerados dentro das instalações suinícolas, capazes de promover o desconforto humano e animal, e até provocar enfermidades é a amônia (NH₃) e o sulfeto de hidrogênio (H₂S). A amônia é um gás incolor, de odor acre, tóxico e mais leve que o ar. É um poluente resultante da decomposição microbiana de compostos nitrogenados, neste caso, a uréia presente na urina dos animais é a principal fonte. Este gás está ligado às enfermidades respiratórias e redução no desenvolvimento dos animais a partir de 20 ppm. Acima deste valor, existem implicações ao bem estar do homem e dos animais. O sulfeto de hidrogênio, também conhecido como ácido sulfídrico ou gás sulfídrico é um gás incolor de odor forte, tóxico, mais denso que o ar e tem como principal fonte a decomposição anaeróbia dos excrementos por bactérias. Pode causar sérios danos à saúde humana e dos animais, estando relacionado à redução do desenvolvimento dos animais. Sua concentração nas edificações dos animais é muito menor do que a amônia e está mais

presente nas instalações que fazem armazenamento do dejetos sob o piso. Em granjas comerciais admiti-se no máximo 0,5 ppm de gás sulfídrico relacionado ao bem estar dos animais e 8,0 ppm ao bem estar do trabalhador (Sampaio, 2004).

Um assunto que vem sendo amplamente discutido é a emissão de gases promotores do efeito estufa⁶ através de atividades antrópicas no meio rural, que ganham maior importância a medida que as atividades tornam-se mais intensivas. Os gases responsáveis pelo efeito estufa são: dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), óxido nítrico (NO) (Lima-e-Silva, 1999), ozônio (O₃), traços de clorofluorcarbonetos (CFC's) e a presença do vapor d'água (Oliveira et al., 2003). Dentre eles, os gases que contribuem para o aumento do efeito estufa são: CO₂, CH₄, CO, N₂O e NO (Lima-e-Silva, 1999).

Os principais gases emitidos pelos sistemas de criação de suínos, incluindo a fase produtiva dos animais e a geração, manejo e utilização dos dejetos, são CO₂, CH₄, NH₄⁺, N₂O e o N₂, considerados promotores do efeito estufa. Dentre os sistemas de armazenamento e tratamento dos dejetos oriundos da suinocultura estão, respectivamente, as esterqueiras e as lagoas de estabilização. A digestão anaeróbia é o processo mais empregado nestes sistemas com a finalidade de estabilizar a matéria orgânica. Como resultado do processo de fermentação anaeróbia, principalmente nas lagoas de estabilização, está a produção de gases, especialmente o CH₄ e o CO₂ (Oliveira et al., 2003). Este gás resultante possui majoritariamente o metano, que apresenta um poder estufa cerca de 20 vezes superior ao CO₂ (Kunz & Palhares, 2004). A quantificação do metano está em torno de 0,3 a 0,6 L de gás por g de Sólidos Voláteis (SV) presentes nos dejetos. Desta forma, o valor de SV pode ser utilizado para estimar a produção de gás de um sistema de tratamento (Oliveira et al., 2003).

⁶ O efeito estufa consiste no aquecimento global causado pelo aprisionamento na atmosfera de parte do calor gerado pela interação da luz solar com a superfície terrestre (Oliveira et al., 2003), fazendo com que a temperatura média na atmosfera terrestre seja de 15°C; sem este efeito a temperatura seria de - 17°C (Lima-e-Silva, 1999).

2.7.5. Proliferação de insetos

A população excessiva de moscas é consequência do manejo inadequado dos dejetos. As moscas se alimentam basicamente do esterco amontoado, dos restos de parição e de sobras de ração. Desta forma, medidas simples controlariam o problema, como: evitar a exposição do esterco fresco ou mantê-lo sob uma lâmina d'água tanto nas canaletas quanto nas esterqueiras, enterrar os restos de parição ou dar outro destino que evite a exposição, cobrir com lonas de plástico os restos de ração mofada até que se dê o destino adequado, cobrir com lona plástica ou colocar em câmara de fermentação o esterco misturado com maravalha (Paiva, 1994, 1997; Bonett & Monticelli, 1998).

As moscas podem transmitir doenças através de agentes eliminados pelas fezes e por outros fluídos corporais como diarreias provocadas pelas bactérias *Salmonella*, *Escherichia coli* e o cólera humano, protozoários como a *Giardia* e os coccídios, e ainda podem transmitir o agente da tuberculose e diversas viroses, sendo inclusive veiculadoras dos ovos do berne (Bonett & Monticelli, 1998). O aumento dos teores de matéria orgânica dissolvida nas águas favorece o desenvolvimento de larvas de borrachudo, contribuindo para o aumento da população deste inseto (Paiva, 2000). A maneira mais eficiente de controle destes insetos é o mecânico, baseado no manejo preventivo, descrito anteriormente.

Além dos impactos ambientais resultantes da suinocultura observados neste item, ainda podemos considerar alguns fatores indiretos que contribuem com os problemas ambientais observados por esse tipo de atividade, como: a intensificação do sistema confinado de produção que, aparentemente, é um processo irreversível; a instalação de grandes unidades suinícolas em pequenas propriedades rurais; o elevado custo dos sistemas de armazenamento, tratamento e distribuição dos dejetos; falta de subsídio para instalação desses sistemas; escassez de técnicos habilitados na área de manejo dos dejetos; falta de critérios e de atuação efetiva por parte dos órgãos ambientais; a falta de maior envolvimento das agroindústrias integradoras no que diz respeito ao manejo dos dejetos; falta de políticas públicas que envolvam as questões ambientais da suinocultura de forma efetiva; outros. Serão apresentadas no item a seguir algumas alternativas técnicas existentes para o manejo dos dejetos, capazes de minimizar os impactos gerados pela suinocultura.

2.8. Alternativas de manejo e utilização dos dejetos de suínos

2.8.1. Esterqueira e bioesterqueira

A utilização dos dejetos de suínos como adubo tem sido difundida com bases em aspectos agrônômicos, econômicos e ambientais, que além de conter nutrientes e matéria orgânica, ainda representa um recurso interno da propriedade. O principal sistema de manejo baseado nesta concepção é a utilização do armazenamento dos dejetos em esterqueiras ou bioesterqueiras para posterior utilização dos mesmos como adubo orgânico do solo. Segundo Gosmann (1997), no seu trabalho de dissertação comparando esterqueira com bioesterqueira para valorização dos dejetos, tanto uma quanto outra apresenta a mesma eficiência na redução do teor de matéria orgânica e preservação do poder adubo orgânico, concluindo que a esterqueira é mais aconselhável porque apresenta menor custo de instalação. O autor relata que essas estruturas de armazenagem são capazes de reduzir 16% da DQO total no período de inverno-primavera e 70% da DQO total no período de primavera-verão, e que em ambas as estruturas não foram registradas perdas evidentes dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio. O que se observa na prática em relação a esse tipo de manejo é que a maior dificuldade está na distribuição dos dejetos, uma vez que estes, na maioria das vezes, apresentam-se muito diluídos, implicando na inviabilidade econômica. Apesar desta alternativa ter sido apresentada há alguns anos como proposta econômica e ambiental, os resultados de pesquisa que avaliaram este tipo de manejo têm demonstrado o contrário (Seganfredo 2004c).

2.8.2. Sistemas de tratamento dos dejetos

Uma alternativa proposta para reduzir os riscos de impactos ambientais é o tratamento de dejetos de suínos. Existem duas principais técnicas utilizadas para o tratamento dos dejetos: uma é direcionada para o tratamento dos dejetos na forma líquida, que são unidades compostas por separadores de sólido e líquido, seguido por lagoas de

estabilização em série, e a outra trata o resíduo na forma sólida, que é a criação dos suínos em camas biológicas, comumente denominada de cama sobreposta.

O tratamento dos dejetos na forma líquida resulta na obtenção de dois produtos: uma fração sólida, oriunda do processo de separação das fases sólida e líquida dos dejetos, com umidade próxima a 70%, mantendo-se agregada e podendo evoluir para um composto, e uma fração líquida mais fluida (Oliveira, 1993), ainda carregada de material orgânico e nutrientes, que segue para as lagoas de estabilização. O principal objetivo dos separadores é a remoção de sólidos, que reduz a complexidade das frações sólida e líquida, permitindo que cada uma delas possa ser destinada ao tratamento mais adequado, aumentando a velocidade e a eficiência do processo como um todo. Os separadores retêm, principalmente, os sólidos sedimentáveis, que podem ser compostados e utilizados como adubo. A separação das fases pode ser obtida através de decantação, peneiramento e ou prensagem, centrifugação, desidratação por vento, ar forçado ou ar aquecido (Higarashi, 2003). Quanto maior a eficiência do separador, maior a eficiência do sistema de tratamento nas etapas que envolvem as lagoas de estabilização (Silva et al., 2000).

As lagoas de estabilização são basicamente bacias terrestres, projetadas dentro de critérios técnicos e científicos com a intenção de tratar águas residuárias brutas ou efluentes pré-tratados, e funcionam sob uma ampla variação de condições ambientais. Os resíduos são submetidos à degradação biológica natural, envolvendo principalmente bactérias e algas, de maneira a estabilizar, ou seja, mineralizar o máximo possível de sua carga orgânica e destruir microorganismos patogênicos existentes. As lagoas de estabilização são classificadas de acordo com a atividade metabólica predominante no seu interior, em: *anaeróbias*, *facultativas* e *de maturação ou aeróbias*. Elas podem ser distribuídas em diferentes números e combinações, a fim de alcançar a qualidade padrão requerida. As *lagoas anaeróbias* são normalmente empregadas para estabilização de altas cargas orgânicas aplicadas (DBO e DQO) e atuam como unidade primária em um sistema em série de lagoas. As *lagoas facultativas* operam com cargas orgânicas mais leves, possuem características aeróbias na superfície e anaeróbias no fundo, permitindo um desenvolvimento de algas nas camadas mais superficiais e iluminadas, que através da atividade fotossintética, oxigenam a massa líquida, modificam o pH e consomem organismos patogênicos e nutrientes. As *lagoas de maturação* são predominantemente

aeróbias, em virtude da remoção de grande parte da carga orgânica nos tratamentos precedentes, tendo como objetivo principal à remoção de organismos patogênicos e de nutrientes (Silva e Mara, 1979).

Um sistema de tratamento preconizado pela Embrapa Suínos e Aves/UFSC, composto de uma caixa de homogeneização, seguido de um decantador de palhetas, duas lagoas anaeróbias, uma facultativa e uma lagoa de aguapé, foi capaz de reduzir drasticamente a carga poluente através da remoção de até 98% de Sólidos Totais, 99% da DBO₅, 94% do nitrogênio, 98% do fósforo e 99,9% dos coliformes totais (Higarashi, 2003). Outro estudo avaliando o perfil físico-químico e microbiológico de uma estação de tratamento de dejetos de suínos, composto por peneira, tanque de decantação, lagoas de estabilização em série (duas anaeróbias, uma facultativa, uma aerada e três fotossintéticas), mostrou os seguintes resultados: redução de 97,5% de DBO; 97,1% de DQO; 77,4% de ST; 86,7% de SV; 74,8% de PO₄; 91,2% de NO₃; 70% de Pt e 99,9% de coliformes totais e fecais, comparando-se os valores médios no início e no final do sistema (Schmidt et al, 2002). Segundo Medri (1997), o dimensionamento das lagoas de estabilização é baseado no conhecimento da carga orgânica gerada diariamente e no volume de dejetos produzido. Para o monitoramento desses sistemas é recomendado a análise do dejetos efluente de cada lagoa, avaliando os principais indicadores poluentes dos dejetos, como Sólidos Totais (Fixos e Voláteis), DQO, DBO, nitrogênio e fósforo. Em geral, esses sistemas têm elevada capacidade de remoção de Sólidos Totais, estabilização da carga orgânica (DQO e DBO) e remoção de nutrientes (N e P), considerados poluidores do ambiente, reduzindo os custos de distribuição, uma vez que necessitam de pequenas áreas para deposição do efluente final tratado. A desvantagem é o elevado custo de implantação.

Outra alternativa de tratamento que está sendo utilizada, especialmente no sul do país, é a criação de suínos em cama sobreposta. Oliveira et al. (2003) destaca como principais vantagens desta técnica: melhor aproveitamento da cama como adubo orgânico agrícola, devido a maior concentração de nutrientes e redução quase total da água contida nos dejetos, menor custo de investimento em edificações, melhor conforto e bem estar animal, redução em mais de 50% da emissão de amônia e de odores produzido no sistema em comparação ao piso ripado, menor custo de armazenamento, transporte e distribuição dos resíduos como adubo orgânico; melhor conforto térmico ambiental em regiões frias. Os

mesmos autores apresentam como desvantagem o maior consumo de água no verão, maior cuidado e necessidade de ventilação nas edificações, requer bom nível sanitário dos animais no plantel e necessidade de prever resíduos para o aproveitamento como cama nas regiões de implantação do sistema. O maior entrave na difusão deste sistema, principalmente pelas agroindústrias, é a associação deste sistema com a incidência de linfadenite nos animais. Acredita-se que as camas não sejam a fonte de infecção, mas provavelmente um meio que facilita a disseminação pelo maior contato dos animais com os dejetos, uma vez que bactéria (*Micobacterium avium*) responsável pela doença é eliminada pelas fezes de animais infectados.

É importante ressaltar que, as transformações e exigências de mercado que vêm ocorrendo no cenário mundial mostram que num futuro muito próximo a carne animal será produzida levando-se em consideração o bem estar dos animais, a proteção do ambiente e a legislação trabalhista. As suinoculturas existentes e as futuras instalações que não se enquadrarem dentro destas premissas estarão condenadas à exclusão do mercado.

2.8.3. Biodigestores

Outra alternativa que vem ganhando espaço e gerando expectativas para os suinocultores é a utilização de biodigestores. Passados aproximadamente 30 anos, os biodigestores ressurgem como alternativa ao produtor, graças à disponibilidade de novos materiais para a construção dos mesmos e, evidentemente, da maior dependência de energia das propriedades em função do aumento da escala de produção, da demanda da automação e do aumento dos custos da energia tradicional (elétrica, lenha e petróleo). O processo de digestão anaeróbia dos dejetos de suínos que ocorre no interior dos biodigestores produz biogás e bioadubo orgânico. Esse biogás é composto predominantemente por CH₄ e CO₂, e a queima do CH₄, impedindo que o mesmo seja emitido para atmosfera, pode gerar receita para o produtor através da comercialização de créditos de carbono (Kunz & Palhares, 2004). O CH₄, por ser extremamente inflamável, pode ser simplesmente queimado, como proposta de reduzir o efeito estufa ou utilizado para uso em fogão doméstico, motores de combustão interna, geladeiras, secadores de grãos, sistemas de aquecimento de aviários e

geração de energia elétrica. Isso poderia contribuir de forma considerável para a redução dos custos de produção. Porém, a presença de vapor d'água, CO₂ e gases corrosivos no biogás *in natura*, constitui-se no principal problema na viabilização de seu armazenamento e na produção de energia, pois os equipamentos mais sofisticados, a exemplo de motores à combustão, geradores, bombas e compressores teriam vida útil muito reduzida. A remoção da água e de gases corrosivos através de filtros e dispositivos de resfriamento, condensação e lavagem é imprescindível para a viabilidade de uso a longo prazo. Outro grande problema enfrentado com os biodigestores refere-se ao desconhecimento de que a fermentação anaeróbia é um processo muito sensível e que a decomposição biológica da matéria orgânica compreende quatro fases: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. O sucesso da digestão depende do balanceamento entre as bactérias que produzem o gás metano a partir dos ácidos orgânicos e este, é dado pela carga diária de sólidos voláteis, alcalinidade, pH, temperatura e qualidade do material orgânico. Qualquer variação entre eles pode comprometer o processo. Isso implica dizer que o dimensionamento incorreto deste sistema é fator limitante no processo como um todo. Além disso, os microorganismos produtores de metano são muito sensíveis às variações de temperatura, sendo preciso assegurar a sua estabilidade, seja através do aquecimento interno ou de melhor isolamento térmico da câmara de digestão durante os meses de inverno, tornando-se um ponto crítico, uma vez que, é neste período que se apresenta maior demanda por energia térmica e uma tendência dos biodigestores produzirem volumes menores de biogás (Kunz, et al., 2004).

Deve-se ressaltar que o biodigestor, por si só, não é considerado um sistema de tratamento (Kunz, et al., 2004) e, portanto, não deve ser utilizado como solução do problema ambiental, e sim como parte de um processo haja vista que este sistema possui limitações. Apesar do processo anaeróbio estabilizar parte da matéria orgânica, o bioadubo orgânico continua apresentando as mesmas dificuldades observadas para os dejetos resultantes das esterqueiras, como a necessidade de equipamento para distribuição dos dejetos na forma líquida, com elevados custos de aquisição, transporte e distribuição (Kunz & Palhares, 2004). Outro fato interessante é que o biodigestor pode ser utilizado como parte integrante de sistemas de tratamento dos dejetos, em substituição da primeira lagoa anaeróbia, uma vez que tanto o biodigestor (Kunz et al., 2004) quanto a primeira lagoa anaeróbia (Medri, 1997) requerem o mesmo tempo de retenção hidráulico, de 35 dias, para o bom desempenho.

3. OBJETIVOS

Avaliar a produção dos dejetos de suínos em confinamento e a respectiva carga de poluentes, relacionando volume e caracterização química, nas diferentes fases do ciclo criatório.

3.1. Objetivos Específicos

- Avaliar o volume de dejetos produzido diariamente por unidade animal (UA: 500 kg de peso vivo) durante a gestação, maternidade, creche, recria e terminação.
- Avaliar as características físico-químicas (pH, DQO, ST, NT e PT) dos dejetos gerados por suíno durante a gestação, maternidade, creche, recria e terminação.
- Caracterizar a carga de poluentes produzida durante a gestação, maternidade, creche, recria e terminação, através do produto entre o volume e as características químicas dos dejetos de suínos, expressa em g DQO UA⁻¹ dia⁻¹, g ST UA⁻¹ dia⁻¹, g NT UA⁻¹ dia⁻¹ e g PT UA⁻¹ dia⁻¹.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Considerações iniciais

O trabalho de campo foi realizado na forma de estudo de caso, na granja de propriedade do Sr. Ângelo Brizot, que opera com 850 matrizes em ciclo completo, localizada na Fazenda Ponto Alto, município de São Gabriel do Oeste-MS, no período de julho a outubro de 2004. Todo o dejetos gerado diariamente nas instalações suinícolas é direcionado ao sistema de tratamento de dejetos existente na propriedade, composto por um decantador, duas lagoas anaeróbias, uma facultativa e uma de maturação, todas ligadas em série. O sólido retirado do decantador passa por um processo de compostagem e é utilizado como adubo e o efluente final do sistema de lagoas é utilizado para fertirrigação da pastagem.

O município de São Gabriel do Oeste-MS possui uma superfície de 3.856 km², localizado em áreas elevadas do bioma Cerrado, na Microrregião Geográfica do Alto Taquari, no centro norte do Estado do Mato Grosso do Sul, a 130 km ao norte da capital Campo Grande, no Centro Oeste brasileiro, entre as latitudes S 18°40'00'' e 19°35'00'' e longitudes W 54°10'00'' e 54°50'00'', a uma altitude de 658 metros acima do nível do mar. Possui um clima tropical chuvoso, sem estação fria, com estação seca (inverno) bem definida. A menor temperatura média mensal é superior a 18 °C. A precipitação média anual está em torno de 1.500 mm e, deste total, aproximadamente 650 mm concentram-se nos meses de dezembro a março. O trimestre mais seco está nos meses de junho, julho e agosto, que juntos apresentam cerca de 100 mm no período (Assis, 2003). A Figura 4.1 demonstra a localização geográfica do município de São Gabriel do Oeste em relação ao estado de Mato Grosso do Sul.

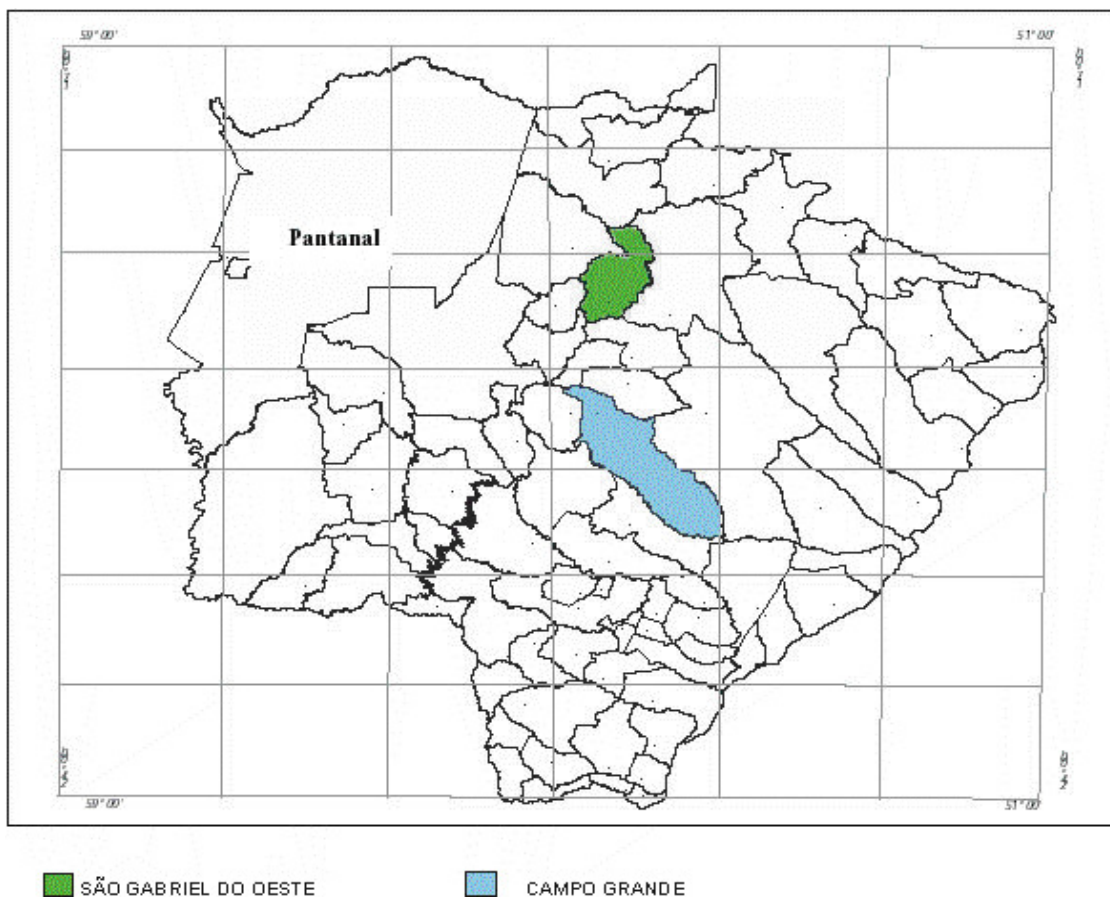


Figura 4.1. Localização geográfica do município de São Gabriel do Oeste - MS.
 Fonte: Assis, 2003.

Realizou-se um trabalho de avaliação quantitativa e de caracterização físico-química dos dejetos gerados por suíno durante as fases de terminação, recria, creche, maternidade e gestação, cuja relação proporcionou a identificação das cargas de poluentes produzidas por unidade animal - UA - (500 kg de peso vivo), resultando em $\text{g DQO UA}^{-1} \text{ dia}^{-1}$; $\text{g ST UA}^{-1} \text{ dia}^{-1}$; $\text{g NT UA}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e $\text{g PT UA}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Para isto, foram separados grupos de animais correspondentes a cada repetição, cada um com sistemas de armazenamento e escoamento dos dejetos individualizados. A metodologia de avaliação foi desenvolvida através de observações semanais de forma específica para cada fase do ciclo criatório, tendo como base o período de permanência dos animais em cada fase. Nos itens a seguir será detalhado o delineamento experimental, a caracterização de cada fase do ciclo criatório, o procedimento para avaliação do volume de dejetos e o procedimento de coleta e análises físico-químicas.

4.2. Delineamento experimental e variáveis analisadas

Para a realização das avaliações de volume e caracterização físico-química dos dejetos de suínos buscou-se avaliar um processo que ocorre naturalmente para se aproximar ao máximo da realidade de campo. Trata-se de um estudo de caso em escala real, onde foram submetidas à avaliação as cinco fases do ciclo criatório: terminação, recria, creche, maternidade e gestação. Cada fase foi considerada um tratamento com quatro repetições. Então, o delineamento experimental apresentou-se da seguinte forma:

- Tratamento 1 (**T₁**) ⇒ **Terminação** ⇒ repetições: T1, T2, T3 e T4
- Tratamento 2 (**T₂**) ⇒ **Recria** ⇒ repetições: R1, R2, R3 e R4
- Tratamento 3 (**T₃**) ⇒ **Creche** ⇒ repetições: C1, C2, C3 e C4
- Tratamento 4 (**T₄**) ⇒ **Maternidade** ⇒ repetições: M1, M2, M3 e M4
- Tratamento 5 (**T₅**) ⇒ **Gestação** ⇒ repetições: G1, G2, G3 e G4

A escolha das repetições foi feita de acordo com o manejo dos animais na granja. Foram escolhidos os lotes de animais que estavam entrando em cada fase do ciclo criatório, para que as avaliações fossem realizadas de acordo com o período de permanência dos animais em cada fase (com exceção da gestação). A Figura 4.2 apresenta o croqui das instalações da unidade suinícola onde o trabalho foi realizado, com detalhes do delineamento experimental. Para cada tratamento foram avaliadas seis variáveis relacionadas aos dejetos de suínos: volume ($L \text{ suíno}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), pH, DQO ($mg L^{-1}$), ST ($mg L^{-1}$), NT ($mg L^{-1}$) e PT ($mg L^{-1}$). A metodologia para avaliação de cada variável está descrita nos itens 4.4 e 4.5.

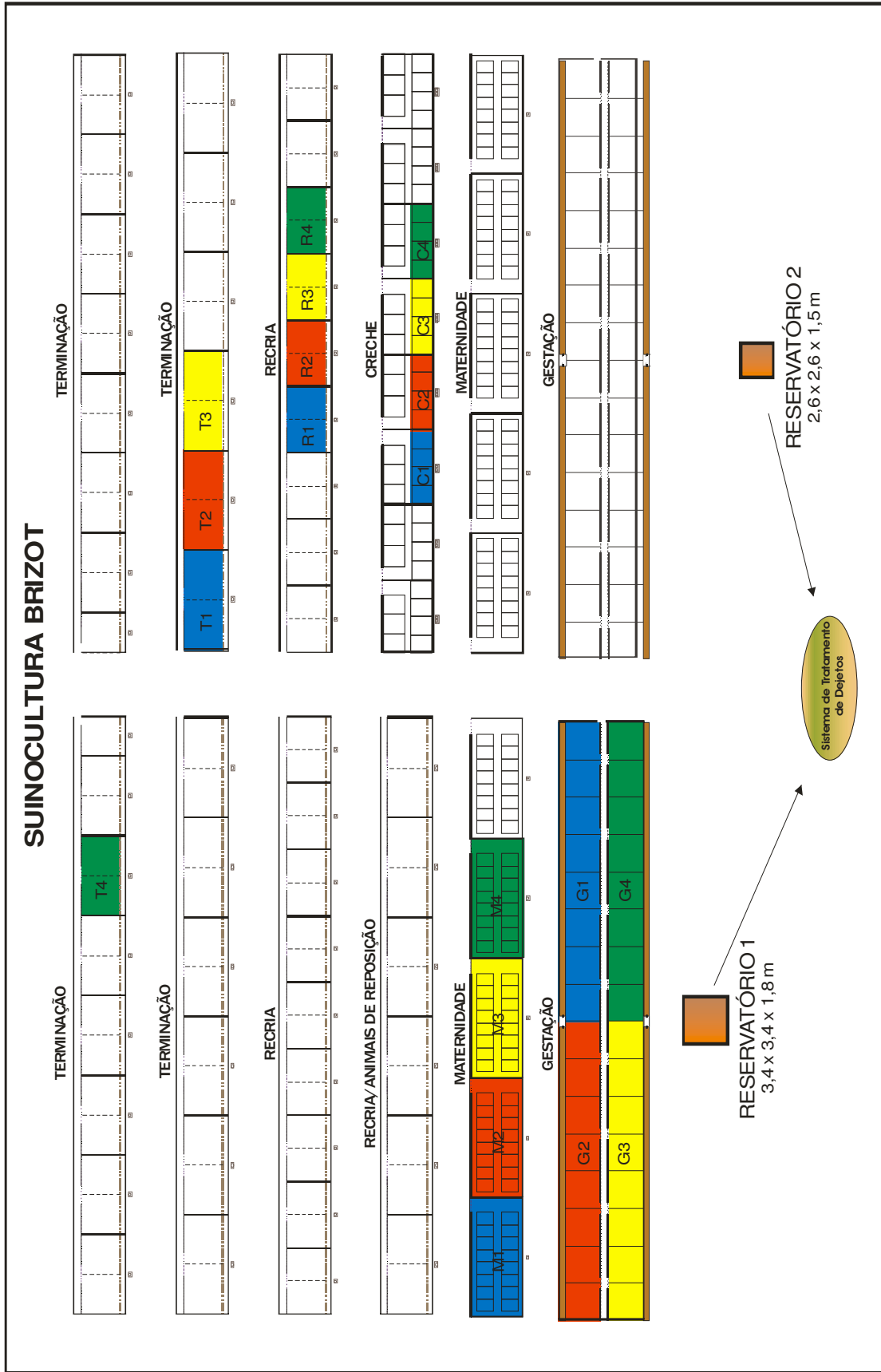


Figura 4.2 Detalhes das instalações da suinocultura

4.3. Caracterização das fases do ciclo criatório

Considera-se como dejetos de suíno o efluente oriundo das instalações e formado basicamente pelas fezes e urina dos animais, desperdício e ou sobra de ração, desperdício de água dos bebedouros, água de higienização das baias e demais impurezas. Esse dejetos pode sofrer alterações em sua composição dependendo da relação entre o manejo hídrico e a fase do ciclo criatório.

Cada fase do ciclo criatório possui instalações e manejo diferenciados:

GESTACÃO – Esta fase é composta por fêmeas nos diversos estágios de desenvolvimento, com pesos variando entre 140 e 280 kg.

As avaliações foram realizadas em uma instalação de gestação coletiva, subdividida em baias iguais, dispostas em fila dupla ao longo de um corredor central, cada lado contendo 16 baias, com uma capacidade para 10 animais cada. Na parte externa do barracão existem quatro canaletas de retenção ou coletoras dos dejetos, construídas em concreto, dispostas duas de cada lado ao longo do prédio. As canaletas coletoras possuem conexão direta com o interior de cada baia, recebendo os dejetos raspados diariamente assim como os provenientes da higienização das baias e das fêmeas. Os dejetos das canaletas são liberados três vezes por semana (2ª, 4ª e 6ª feiras) para o sistema de tratamento de dejetos existente na granja. Cada canaleta acumula o dejetos correspondente a oito baias. Desta forma, considerou-se oito baias como *uma repetição* (G1, G2, G3 e G4), conforme detalhes na Figura 4.3.

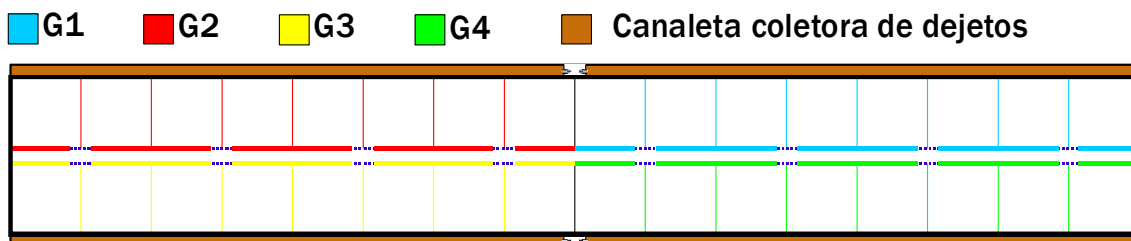


Figura 4.3 - Croqui da gestação coletiva indicando as repetições e as canaletas coletoras dos dejetos, externa ao barracão.

MATERNIDADE – Esta fase é composta por fêmeas no mesmo estágio de prenhez, que estão próximas do parto, pesando em média 280 kg. As instalações possuem cinco salas de maternidade, cada uma com capacidade para alojar 18 fêmeas com leitões. Estes permanecem nesta fase do dia zero ao 21º dia de vida, saindo para a creche com peso médio de 6 – 6,5 kg.

As avaliações foram realizadas em quatro salas de maternidade distintas, cada uma subdividida em baias individuais iguais (celas parideiras), dispostas em fila dupla ao longo de um corredor central, cada lado contendo nove fêmeas com leitões. Em cada sala de maternidade existem duas calhas coletoras de dejetos em forma de “V” (Figura 4.4), cada uma disposta ao longo de cada fileira de baias. Os dejetos produzidos caem diretamente nas calhas onde ficam armazenados. Todas as 3ª e 6ª feiras os dejetos dessas calhas juntamente com a água de higienização da sala são liberados para o sistema de tratamento de dejetos da granja. Assim, cada sala foi considerada *uma repetição* (M1, M2, M3 e M4), conforme detalhes na Figura 4.5.

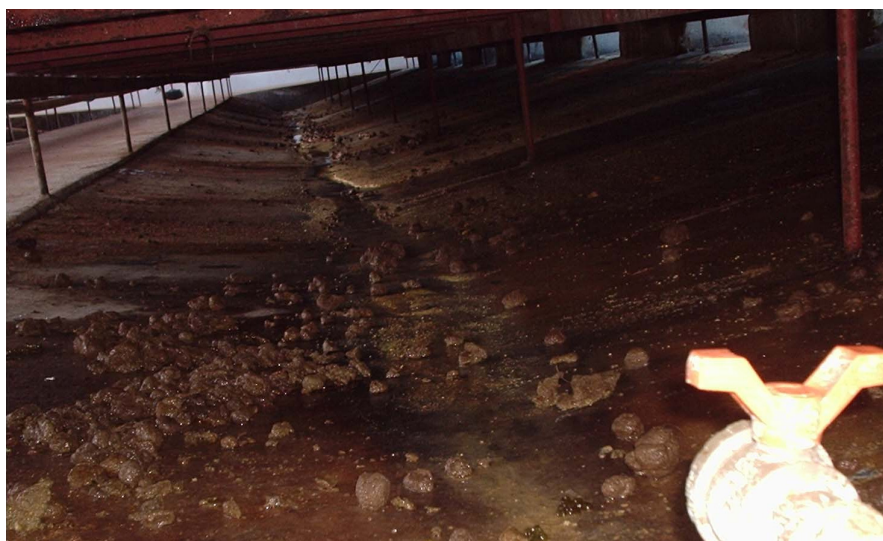


Figura 4.4 - Calha coletora de dejetos da maternidade.

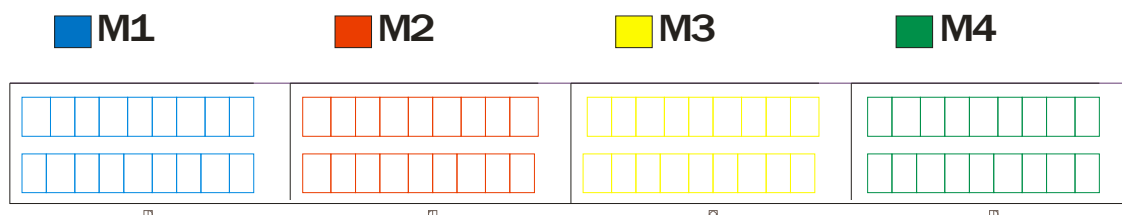


Figura 4.5 - Croqui da maternidade indicando as repetições.

CRECHE – Esta fase é composta pelos leitões retirados da maternidade, que entram nas salas da creche com 21 dias e peso médio de 6 – 6,5 kg e saem com 70 dias e peso médio de 28 kg, permanecendo nesta fase por um período total de 49 dias. As instalações da creche possuem oito salas, cada uma com capacidade para alojar 360-390 leitões.

As avaliações foram realizadas em quatro salas de creche distintas. Em cada sala existe uma baia subdividida em quatro partes que abriga cerca de 180-200 leitões no total, com piso de plástico vazado específico para creche e portões de ferro. Logo abaixo dessa estrutura existe uma caixa coletora ou armazenadora de dejetos (Figura 4.6), construída de concreto, medindo 15,90 m x 3,70 m x 0,40 m, com capacidade para armazenar 23.532 litros. Na entrada dos animais na creche, a caixa coletora é preenchida com cerca de $\frac{3}{4}$ de água e todo dejetos produzido cai diretamente na caixa, onde fica armazenado durante o período de permanência dos animais, ou seja, 49 dias. No dia da retirada dos leitões, todo o dejetos da caixa é liberado e é realizada uma higienização completa da sala. Assim, cada baia de uma sala com 180-200 leitões em média foi considerada *uma repetição* (C1, C2, C3 e C4), conforme detalhes na Figura 4.7.



Figura 4.6 - Instalações da creche indicando a caixa coletora dos dejetos.

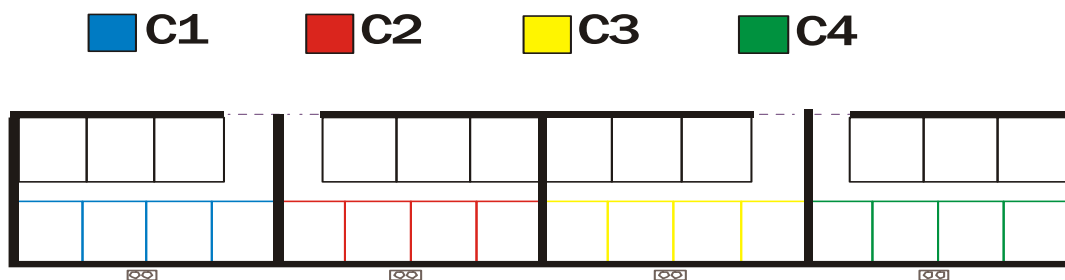


Figura 4.7 - Croqui das instalações da creche indicando as repetições.

RECRIA – Esta fase é composta pelos leitões retirados da creche, que entram nas instalações com 70 dias e peso médio de 28 kg e saem com 120 – 122 dias e peso médio de 60 – 64 kg, permanecendo por um período total de 50 – 52 dias.

As avaliações foram realizadas em instalações específicas para recria, subdivididas em baias iguais, dispostas em fila única ao longo de um corredor lateral, com um total de 18 baias, cada uma com capacidade para alojar em média 65 animais. Na parte interna das baias, junto à parede do lado oposto ao corredor, existe uma lâmina d'água (Figura 4.8), ao longo de toda extensão do barracão, medindo 1,0 m de largura por 0,155 m de profundidade. Cada conjunto de duas baias possui uma lâmina d'água independente (18 m de comprimento) com tubulação de escoamento individualizada (Figura 4.9). Não existe um controle do volume de água que é adicionado diariamente nas lâminas. A lâmina d'água serve como coletora ou armazenadora dos dejetos produzidos em um dia e, também, como uma forma de escoamento dos dejetos. Todo dejetos produzido é raspado para a lâmina d'água e liberado todos os dias na parte da manhã para o sistema de tratamento de dejetos da granja. Como cada duas baias possuem lâmina d'água e tubulações de escoamento independentes, foi considerado como *uma repetição* um conjunto de duas baias (R1, R2, R3 e R4), conforme detalhes na Figura 4.10.



Figura 4.8 - Instalações da recria evidenciando a lâmina d'água.



Figura 4.9 –Detalhes da tubulação de escoamento.

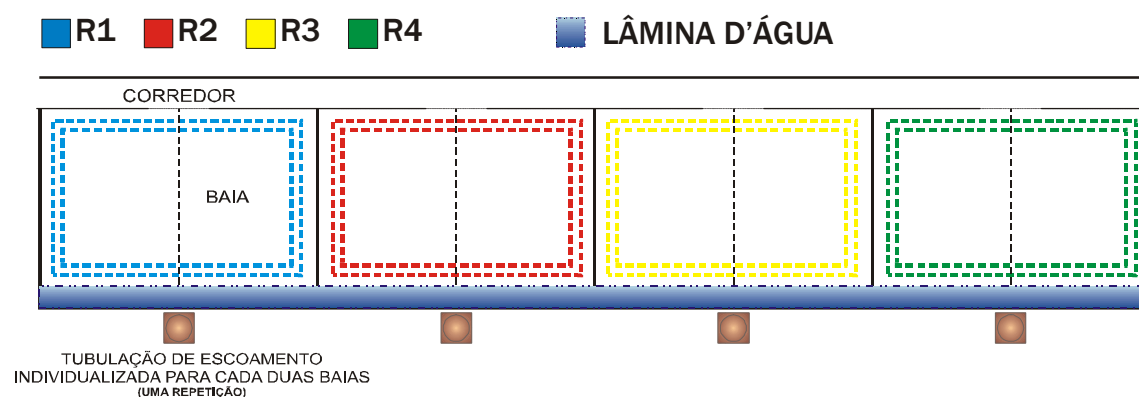


Figura 4.10 – Croqui do barracão de recria com detalhes da instalação.

TERMINAÇÃO – Esta fase é composta por animais retirados da recria, que entram nas instalações com 120 – 122 dias e peso médio de 60 – 64 kg e saem em média com 170 – 172 dias e peso médio de 120 kg, permanecendo por um período total de 48 – 52 dias.

As avaliações foram realizadas em instalações específicas para terminação, subdivididas em baias iguais, dispostas em fila única ao longo de um corredor lateral, com um total de 15 baias, cada uma com capacidade para alojar em média 60 animais. Da mesma forma que as instalações da recria, na parte interna das baias, junto à parede do lado oposto ao corredor, existe uma lâmina d'água ao longo de toda extensão do barracão,

medindo 1,0 m de largura por 0,15 m de profundidade (idêntica à existente na recria). Cada duas baias possuem lâmina d'água independente (18 m de comprimento) com tubulação de escoamento individualizada. Não existe um controle do volume de água que é adicionado diariamente nas lâminas. A lâmina d'água serve como coletora ou armazenadora dos dejetos produzidos em um dia e, também, como uma forma de escoamento dos dejetos. Todo dejetos produzido é raspado para a lâmina d'água e liberado diariamente para o sistema de tratamento de dejetos da granja. Em função de cada duas baias possuírem lâmina d'água e tubulação de escoamento independente, foi considerado como *uma repetição* um conjunto de duas baias (T1, T2, T3 e T4), conforme detalhes na Figura 4.11.

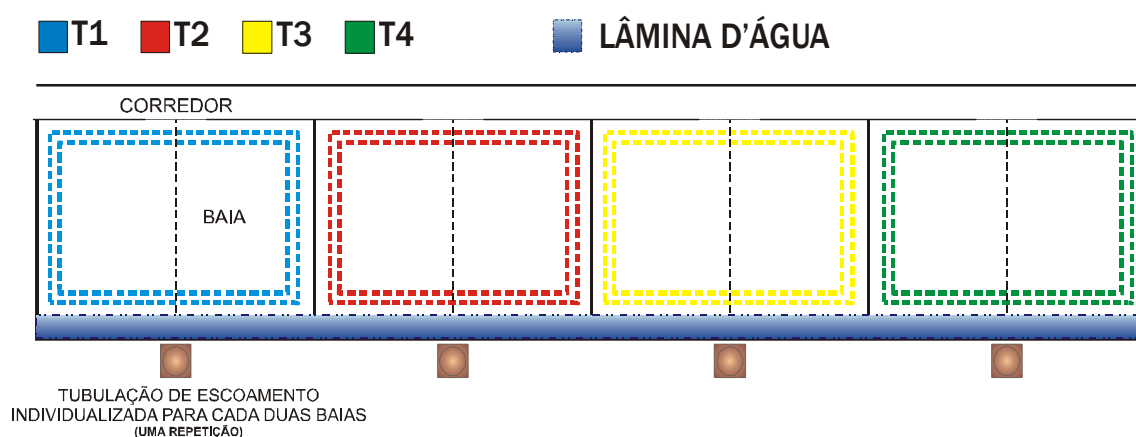


Figura 4.11 – Croqui do barracão de terminação com detalhes da instalação.

Todos os bebedouros utilizados nas instalações em todas as fases do ciclo criatório avaliadas eram do tipo chupeta.

4.4. Procedimentos para avaliação do volume de dejetos

O volume de dejetos produzido por suíno nas diferentes fases do ciclo criatório foi quantificado semanalmente pelo mesmo processo, de forma individualizada para cada repetição, através de dois reservatórios de passagem existentes entre as instalações suinícolas e o sistema de tratamento de dejetos da granja. Todo dejetos produzido na granja

passa por um dos reservatórios antes de chegar ao sistema de tratamento. Os reservatórios 1 (Figura 4.12) e 2 são construções de concreto semelhantes que medem 3,4 m x 3,4 m x 1,8 m e 2,6 m x 2,6 m x 1,80 m respectivamente, com tubulação de PVC de entrada e saída. Desta forma, cada centímetro de acréscimo nos níveis dos reservatórios 1 e 2 correspondia respectivamente a 115,6 e 67,6 litros. As medições foram efetuadas com auxílio de uma régua ou trena. Durante todo período de avaliação, o volume foi medido no período da manhã, entre sete e doze horas.



Figura 4.12 – Foto ilustrativa do reservatório 1.

Para se chegar ao resultado da produção de dejetos em litros suíno⁻¹ dia⁻¹, utilizou-se uma relação entre número de animais, volume total produzido e período de produção, ou seja, dividia-se o volume total medido em cada repetição pelo número de animais e pelo período (em dias) de produção do dejetos. O número de avaliações de volume variou de acordo com o tempo de permanência dos animais em cada fase do ciclo criatório, da seguinte forma:

– As avaliações de volume produzido por fêmea na gestação foram feitas nas sextas-feiras durante seis semanas, totalizando seis avaliações. Cada repetição tinha em média 75 animais e variava de acordo com a movimentação e manejo das fêmeas na granja. Todas as medições de volume desta fase foram avaliadas no reservatório 1. Como a higienização das baias da gestação era realizada com a presença dos animais, não foi possível avaliar o volume de água utilizada para higienização separadamente.

– As avaliações de volume produzido por fêmea (com leitão) na maternidade foram feitas nas sextas-feiras durante três semanas consecutivas em cada repetição, correspondendo ao período total de permanência das fêmeas com leitões nas salas de maternidade. Cada repetição tinha exatamente 18 fêmeas. Foram realizadas quatro avaliações, sendo que a última correspondeu ao dia da higienização das salas, já sem os animais. Todas as medições de volume desta fase foram avaliadas no reservatório 1.

– As avaliações de volume produzido por suíno na creche foram feitas em etapa única para todas as repetições, pelo fato do dejetos produzidos ficarem armazenados na caixa coletora sob a baia durante todo o período de permanência dos animais nesta fase, ou seja, 49 dias. Foram realizadas duas avaliações no mesmo dia: uma correspondente ao volume produzido durante os 49 dias, armazenado na caixa coletora, e outra referente ao volume produzido para higienização da sala, baia e caixa coletora, realizada logo após a retirada dos animais. Cada repetição da creche (C1, C2, C3 e C4) tinha respectivamente 192, 188, 187 e 190 animais. As avaliações de volume produzido por suíno durante os 49 dias de permanência dos animais em todas as repetições, foram medidas na própria caixa coletora existente sob as baias. Como as medidas da caixa são de 15,90 m x 3,70 m x 0,40 m, cada centímetro do nível corresponde a 588,3 litros, medidos com o auxílio de uma trena. Já o volume produzido para higienização da sala, baia e caixa coletora foi avaliado no reservatório 2.

– As avaliações de volume produzido por suíno na recria foram feitas nas sextas-feiras durante sete semanas consecutivas em cada repetição, período que englobou o tempo de permanência dos animais nesta fase. Foram realizadas oito avaliações, sendo que a última correspondeu ao dia da higienização das baias, já sem os animais. Cada repetição da recria (R1, R2, R3 e R4) tinha respectivamente 130, 129, 130 e 137 animais (Obs. A R2

entrou com 130, mas logo na 1ª semana morreu um suíno). Todas as medições de volume da recria foram avaliadas no reservatório 2.

– As avaliações de volume produzido por suíno na terminação foram feitas nas sextas-feiras durante sete semanas consecutivas em cada repetição, período que englobou o tempo de permanência dos animais nesta fase. Foram realizadas oito avaliações, sendo que a última correspondeu ao dia da higienização das baias, já sem os animais. Cada repetição da terminação (T1, T2, T3 e T4) tinha 120 animais. As medições de volume da T1, T2 e T3 foram avaliadas no reservatório 2 e T4 no reservatório 1.

4.5. Procedimentos de coleta e análises físico-químicas

As coletas foram feitas diretamente na tubulação de entrada dos reservatórios 1 e 2, simultaneamente às medições de volume de cada repetição, durante o período em que os dejetos eram liberados das instalações para armazenamento nos reservatórios. Esse período de escoamento dos dejetos demorava em média 15 minutos para as repetições da gestação, da recria e da terminação e, 30 minutos para as repetições da creche e da maternidade. Desta forma, adotou-se como critério de coleta 15 sub-amostras, sendo uma por minuto na primeira situação e uma a cada dois minutos na segunda situação. Cada sub-amostra tinha aproximadamente um litro; estas foram obtidas com o auxílio de um coletor desenvolvido especialmente para esta finalidade e despejadas em um balde plástico de 20 litros. Depois da homogeneização, uma amostra de 1,5 litros era coletada e depositada em frasco plástico específico, acondicionada em caixas térmicas de isopor com gelo e encaminhada para análise imediatamente após a coleta. As amostras foram coletadas de manhã, entre sete e doze horas, durante todo o período de avaliação de campo.

Os procedimentos analíticos foram feitos pela própria autora, com equipamentos cedidos pela prefeitura municipal de São Gabriel do Oeste, que também subsidiou os custos operacionais das análises, de acordo com os métodos desenvolvidos pelas empresas HACH e ALFAKIT, e de acordo com a metodologia apresentada por Silva (1977). De cada amostra foram determinados os seguintes parâmetros: pH, Demanda Química de Oxigênio

(DQO), Sólidos Totais (ST), Nitrogênio Total (NT) e Fósforo Total (PT). A descrição de cada método está apresentada no anexo 01.

Para a caracterização da carga de poluentes (DQO, ST, NT e PT), utilizou-se os dados de base obtidos em cada fase do ciclo criatório: L de dejetos suíno⁻¹ dia⁻¹, multiplicado pelo resultado da caracterização físico-química dos dejetos, em mg L⁻¹ de DQO, mg L⁻¹ de ST, mg L⁻¹ de NT e mg L⁻¹ de PT. Esse resultado expressa a carga de poluentes em g DQO suíno⁻¹ dia⁻¹, g ST suíno⁻¹ dia⁻¹, g NT suíno⁻¹ dia⁻¹ e g PT suíno⁻¹ dia⁻¹, em cada fase do ciclo criatório. Para obter os resultados da carga por unidade animal (UA) em cada fase, utilizou-se o seguinte padrão: valor da carga em g suíno⁻¹ dia⁻¹, dividido pelo peso médio dos animais em cada fase do ciclo criatório, multiplicado por 500. Esse resultado é expresso em g (DQO/ST/NT/PT) UA⁻¹ dia⁻¹. Utilizou-se para os cálculos os seguintes pesos médios:

- Terminação: 91 kg
- Recria: 45 kg
- Creche: 17 kg
- Maternidade: 280 kg
- Gestação: 220 kg

4.6. Procedimentos estatísticos

Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 1% ($p < 0,01$). Para isso utilizou-se o pacote estatístico SAEG – Sistema de Análises Estatísticas, desenvolvido pela Universidade de Viçosa - MG.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item serão apresentados e discutidos os resultados de volume de dejetos e carga de poluentes produzidos por unidade animal (UA) nas diferentes fases do ciclo criatório. Os dados de base, volume de dejetos por animal em cada fase e a caracterização físico-química dos dejetos, que originaram a carga de poluentes, estão presentes no anexo 02. Por último, será apresentado um modelo de cálculo para estimar o volume de dejetos e carga de DQO, ST, NT e PT produzidos por uma unidade suinícola, nos três principais sistemas de criação: Unidade Produtora de Leitões (UPL), Unidade de Terminação (UT) e Ciclo Completo (CC).

5.1. Avaliação do volume de dejetos de suínos

Apresenta-se na Tabela 5.1 os resultados médios do volume de dejetos produzido por unidade animal nas diferentes fases do ciclo criatório. A Análise de Variância da variável volume (Tabela 01 do anexo 03) demonstrou que existe diferença significativa entre as fases avaliadas.

Tabela 5.1 - Volume de dejetos produzido por unidade animal (UA¹) nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fases	Volume ² por UA – L dia ⁻¹	% Água	Desvio Padrão ³
Terminação	57,4 d	10,0	3,0
Recria	100,1 b	10,0	10,6
Creche	117,9 a	38,7	6,3
Maternidade	75,2 c	49,2	3,7
Gestação	69,5 cd	----	1,6

¹Uma Unidade Animal – UA – corresponde a 500 kg de peso vivo para os animais nas diferentes fases.

²Média de quatro repetições. Médias seguidas da mesma letra por coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,01).³

Desvio padrão do volume por UA em cada fase do ciclo criatório.

Observa-se que a fase que produziu o maior volume de dejetos foi a creche, seguida da recria. Em seguida, vem a maternidade e a gestação, cujos resultados não diferiram entre si, mas foram superiores ao observado na terminação, que também não apresentou diferença significativa com o valor da gestação.

O valor de maior destaque foi o observado para uma UA na creche, sendo que do total produzido, 38,7% representaram a água de higienização das instalações, valor considerável. De acordo com o manejo utilizado para os animais nesta fase, pode-se considerar que esse elevado volume de dejetos produzido é consequência, principalmente, da quantidade de água adicionada nas caixas coletoras sob as baias no dia de entrada do lote e, ao volume de água gasto para higienização das instalações na saída dos animais, manejo específico da granja estudada.

O segundo maior valor foi o observado para uma UA na recria, com 100,1 L dia⁻¹, sendo que 10% deste valor foram representados pela água de higienização das instalações. É bastante interessante comparar o valor obtido para uma UA na recria com uma UA na terminação, pois essas duas fases apresentam um manejo muito semelhante: possuem a lâmina d'água nas instalações para facilitar o manejo dos dejetos, os animais permanecem o mesmo período de tempo nas instalações, os comedouros e os bebedouros são idênticos e a higienização das baias só ocorre no dia da retirada dos animais. Apesar da terminação também apresentar 10% de água no volume total de dejetos produzido, para cada UA na terminação são incorporados 5,7 L de água no volume total de dejetos, enquanto na recria, para cada UA são adicionados 10 L de água. A observação da Tabela 5.1 demonstra que uma UA na terminação produziu 57,4 L de dejetos por dia, menor valor observado entre as fases, e bem inferior aos 100,1 L UA⁻¹ dia⁻¹ observados na recria. No entanto, uma baia na recria era ocupada por 65 suínos com peso médio de 45 kg, enquanto na terminação por 60 animais com peso médio de 91 kg. Então, o fato de uma UA na recria gerar quase o dobro do volume de dejetos produzidos por uma UA na terminação, está diretamente relacionado ao peso e número de animais que ocupam uma baia nessas fases.

Pelo exposto, nota-se claramente, que o fator que determinou essa grande diferença na produção de dejetos entre essas fases não foi o peso dos animais, mas o volume de água utilizado para higienização das instalações. De qualquer forma, o volume de água incorporado ao dejetos nessas fases é baixo, e muito inferior se comparado às demais fases. Este fato pode ser atribuído principalmente à utilização da

lâmina d'água, que propicia instalações mais limpas e secas, uma vez que os animais fazem suas dejeções preferivelmente sobre a lâmina, e à utilização do aparelho lava-jato com pressão regulável para limpeza das baias, que permite o uso da água com alta pressão e baixa vazão, diminuindo o volume de água gasto.

Outro valor que merece destaque foi o observado na maternidade, onde a água utilizada para higienização das salas foi responsável por 49,2% do volume total de dejetos produzido por UA. Esse valor é altamente significativo, uma vez praticamente dobrou o volume total de dejetos produzido. Não foi possível avaliar o volume de água utilizado na gestação para higienização das instalações, pelo fato desta ser realizada com a presença dos animais nas baias. Assim, essa água foi computada diretamente no volume total produzido. Através das observações feitas durante todo o trabalho de campo, acredita-se que a água utilizada para higienização das instalações da gestação também represente um valor expressivo no total de dejetos produzido por UA nesta fase.

Apesar do peso dos animais influenciar positivamente na produção de dejetos, como foi demonstrado por Silva (1973) e por Taiganides (1977), os resultados obtidos neste trabalho demonstraram que o fator determinante no volume total de dejetos produzido foi o manejo hídrico, representado principalmente pela água gasta para higienização das instalações. Os dados apresentados ilustram a importância da avaliação do volume de água utilizado para higienização das instalações, que incorporado ao dejetos produzido pode aumentar significativamente o volume total nas diferentes fases do ciclo criatório, como foi o caso da creche e da maternidade.

5.2. Caracterização físico-química dos dejetos de suínos

As variáveis qualitativas dos dejetos de suínos foram avaliadas neste trabalho com a finalidade de relacioná-las ao volume de dejetos produzido para demonstrar a carga de poluentes (DQO, ST, NT e PT) gerada diariamente por unidade animal (500 kg de peso vivo) em cada fase do ciclo criatório. Os resultados das análises químicas e do volume de dejetos produzido diariamente por animal em cada fase, que foram os dados de base para o conhecimento da carga de poluentes produzida por unidade animal, estão presentes no anexo 02 (Tabelas 01 a 05). As variações encontradas nas análises químicas de cada fase podem ser atribuídas ao maior ou menor

volume de água incorporada ao dejetos, que resulta em diferentes níveis de diluição do mesmo.

Em função do exposto, nota-se que é pela falta dessa relação que os dados da literatura referentes às análises físico-químicas dos dejetos são extremamente variáveis, visto que os trabalhos são desenvolvidos em situações muito distintas, como: diferenças sazonais, que influenciam na maior ou menor ingestão de água e produção de urina; tipo de bebedouro e desperdício dos mesmos; alimentação utilizada; fase do ciclo criatório avaliada; tipo de instalações; manejo adotado na granja; metodologia de coleta e análises (incluindo aparelhos) adotadas; volume de água utilizada para higienização das instalações; e outras.

5.2.1. pH

Na Tabela 5.2 são apresentados os valores médios de pH dos dejetos de suínos nas diferentes fases do ciclo criatório. De acordo com a Análise de Variância (Tabela 02 do anexo 03), apenas o pH dos dejetos da creche apresentou diferença significativa em relação às demais fases.

Tabela 5.2 - pH dos dejetos de suínos nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fases	pH¹	Desvio Padrão
Terminação	6,96 a	0,07
Recria	6,69 a	0,04
Creche	6,16 b	0,22
Maternidade	6,67 a	0,12
Gestação	6,89 a	0,12

¹Média de quatro repetições. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,01$).

Percebe-se que, com exceção do valor dos dejetos da creche, as demais fases apresentaram valores de pH dentro da faixa da neutralidade (entre 6,5 e 7,5), como era esperado. As fezes e urina dos animais são ricas em sais de bicarbonato (Sutton, et al., 1986), principal responsável pela alcalinidade do meio. A alcalinidade é uma medida da capacidade de tamponamento, pois está relacionada à concentração do íon bicarbonato

(H^+CO_3^-), que tem a propriedade de receber e doar hidrogênio sem alterar bruscamente a faixa de pH da solução (Oliveira, 1993). O valor encontrado na creche, inferior aos demais, deve-se, possivelmente, à fase acidogênica do processo anaeróbio ocorrido ao longo do período de estocagem dos dejetos até a avaliação (49 dias), que foi feita em etapa única na saída dos animais desta fase. No trabalho de Gosmann (1997), as avaliações de pH do dejetos fresco de suínos demonstraram valores em torno de 7,5. O autor, ao avaliar as características desse dejetos dentro de uma esterqueira e de uma bioesterqueira, observou uma queda no valor do pH até aproximadamente 50 dias, atingindo valores entre 6,0 e 6,5, fato semelhante ao que ocorreu nas avaliações da creche. O pH dos dejetos determinado por Konzen (1980) foi de 6,94 para animais em crescimento e terminação, e por Medri (1997) foi de 6,90, equivalente ao valor obtido no presente trabalho.

Nota-se, claramente, que as alterações do pH dos dejetos não são decorrentes das fases analisadas. Um dos efeitos dessa variação é o período de armazenamento dos dejetos, motivo pelo qual o conhecimento desse valor será importante para as etapas subsequentes do manejo dos dejetos, que envolve sistemas de armazenamento ou tratamento, onde na maioria das vezes se trabalha com processos de digestão anaeróbia para redução da carga orgânica, com uma faixa de pH ótima em torno de 6,5 a 7,5 (Oliveira, 1993). De forma análoga, Medri (1997) caracteriza que o pH interfere diretamente na atividade microbiana da digestão anaeróbia e condiciona a maioria das reações químicas do meio.

5.2.2. Demanda Química de Oxigênio – DQO

Na Tabela 5.3 são apresentados os valores médios da carga de DQO nas diferentes fases do ciclo criatório, decorrentes da análise química dos dejetos e do produto desta com o volume produzido por animal em cada fase, que originou a carga. A Análise de Variância da variável carga de DQO (Tabela 03 do anexo 03) demonstrou que existe diferença significativa entre as fases.

Tabela 5.3 - Carga da DQO por unidade animal (UA¹) nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fases	Carga DQO ² por UA – g dia ⁻¹	Desvio Padrão ³
Terminação	2.851 c	222
Recria	4.914 b	444
Creche	7.537 a	749
Maternidade	1.158 d	81
Gestação	2.048 cd	71

¹Uma Unidade Animal – UA – corresponde a 500 kg de peso vivo para os animais nas diferentes fases.

²Média de quatro repetições. Médias seguidas da mesma letra por coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,01).

³Desvio padrão da carga de DQO por UA em cada fase do ciclo criatório.

Verifica-se que o maior valor para carga da DQO por unidade animal foi observado na creche, seguido da recria, que diferem significativamente dos demais. Em seguida, tem-se o valor da terminação, que estatisticamente não difere do valor da gestação. Por último está o valor da maternidade, que não apresenta diferença significativa com o valor da gestação.

O valor observado na creche, de 7.537 gramas ou 7,5 kg de DQO UA⁻¹ dia⁻¹, demonstra o potencial da produção de carga orgânica nesta fase de criação. Apesar da creche ter apresentado o maior volume de dejetos por UA e do elevado grau de diluição desse dejetos, foi a fase que apresentou a maior concentração de carga orgânica. Teoricamente, quanto maior o nível de diluição dos dejetos, menor a concentração orgânica e dos nutrientes no mesmo, mas não foi o observado nesta fase. Esse elevado valor encontrado para carga de DQO na creche deve-se, possivelmente, à menor capacidade de absorção alimentar dos leitões durante esta fase. Essa observação é válida também para as demais variáveis ST, NT e PT.

Assim como a creche, outra fase que se destacou na produção de carga orgânica foi a recria, com aproximadamente 5,0 kg de DQO UA⁻¹ dia⁻¹, valor bem superior às demais fases. A terminação, com uma produção de aproximadamente 2,8 kg de DQO UA⁻¹ dia⁻¹, aparece com um maior potencial de produção de carga orgânica em relação à gestação e à maternidade, devido ao menor nível de diluição dos dejetos durante esta fase. Gestação e maternidade demonstraram uma produção média de 2,0 e 1,2 kg de DQO UA⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, valores inferiores aos demais devido ao elevado grau de diluição dos dejetos observado nessas fases de produção.

Os dados apresentados na literatura dificultam comparações, pois a grande maioria dos estudos apresentam apenas as análises físico-químicas dos dejetos e, mesmo assim, não informam a fase do ciclo criatório pesquisado e o grau de diluição dos dejetos. Além disso, a análise química isolada revela apenas a concentração de determinado elemento nos dejetos. É exatamente este fato que revela a importância da caracterização da carga em cada fase, pois é um dado que expressa a produção de um determinado poluente por suíno, considerando caracterização química e volume de dejetos produzidos. Essa observação também é válida para as variáveis ST, NT e PT.

A importância em conhecer a DQO se deve ao fato de indicar a concentração de matéria orgânica carbonácea presente nos dejetos. A análise da DQO serve como parâmetro de monitoramento de sistemas de tratamento de dejetos, uma vez que estes preconizam a estabilização da matéria orgânica durante o processo. Já a carga quantifica o quanto deste material orgânico está sendo produzido diariamente, e se constitui num parâmetro para o dimensionamento das lagoas anaeróbias dos sistemas de tratamento de dejetos, juntamente com o volume produzido.

Através dos trabalhos de caracterização química dos dejetos de suínos observados na literatura, nota-se uma relação direta entre DBO e DQO, na ordem de aproximadamente 60%. Segundo Medri (1997), os parâmetros fundamentais para dimensionamento de lagoas que tratam dejetos de suínos, para adequação dos efluentes às exigências dos padrões ambientais, são a DBO e o nitrogênio. Sabendo-se da relação existente entre DBO e DQO é possível estimar a DBO através do conhecimento do valor da DQO, tanto para caracterização química quanto para carga. Esse dado é importante, uma vez que, a análise da DBO requer um tempo razoável (05 dias), é de difícil execução e bastante sensível.

5.2.3. Sólidos Totais – ST

Na Tabela 5.4 são apresentados os valores médios da carga de ST nas diferentes fases do ciclo criatório. A Análise de Variância da variável carga de ST (Tabelas 04 do anexo 03) demonstrou que existe diferença significativa entre as fases.

Tabela 5.4 - Carga de ST por unidade animal (UA¹) nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fases	Carga ST ² por UA – g dia ⁻¹	Desvio Padrão ³
Terminação	1.958 c	155
Recria	3.687 b	351
Creche	6.278 a	1.036
Maternidade	1.115 c	73
Gestação	1.803 c	112

¹Uma Unidade Animal – UA – corresponde a 500 kg de peso vivo para os animais nas diferentes fases.

²Média de quatro repetições. Médias seguidas da mesma letra por coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,01).

³Desvio padrão dos ST por UA em cada fase do ciclo criatório.

Os sólidos totais representam a concentração de matéria seca presente nos dejetos. Observa-se que a fase que apresentou a maior produção de ST foi a creche, seguida da recria, que diferiu significativamente das demais.

Nota-se que os resultados obtidos para carga de ST UA⁻¹ dia⁻¹ seguem o mesmo padrão em relação aos resultados obtidos para carga de DQO, mostrando uma relação direta entre essas variáveis. Isso indica que quanto maior o teor de matéria seca nos dejetos, maior a concentração de matéria orgânica presente nos mesmos.

Segundo Silva (1996) e Medri (1997), os sólidos fazem parte dos principais indicadores de poluição dos dejetos de suínos. Os Sólidos Totais são classificados segundo suas características em Sólidos Fixos e Voláteis, e de maneira aproximada, os Sólidos Fixos indicam o teor de sólidos minerais presentes nos dejetos, enquanto os Voláteis caracterizam a fração de material orgânico dos mesmos. A caracterização dos Sólidos Totais presentes nos dejetos de suínos é importante porque apresenta uma correlação direta com os nutrientes e o material orgânico presentes, e porque revela o nível de diluição do mesmo. Este último é de extrema relevância na tomada de decisão quanto ao gerenciamento dos dejetos dentro de uma propriedade rural, principalmente para aquelas que planejam a utilização deste resíduo em pastagem ou lavoura.

De acordo com a literatura, a distribuição do dejetos líquido para utilização como adubo orgânico no solo vem se mostrando economicamente inviável, por causa dos custos envolvidos no transporte e distribuição (Seganfredo & Girotto, 2004a, c), sem dizer, ainda, dos problemas ambientais observados com esse tipo de manejo.

5.2.4. Nitrogênio Total – NT

Na Tabela 5.5 são apresentados os valores médios da carga de NT nas diferentes fases do ciclo criatório. A Análise de Variância da variável carga de NT (Tabela 05 do anexo 03) demonstrou que existe diferença significativa entre as fases.

Tabela 5.5 - Carga de NT por unidade animal (UA¹) nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fases	Carga NT ² por UA – g dia ⁻¹	Desvio Padrão ³
Terminação	204 c	14
Recria	337 b	17
Creche	490 a	88
Maternidade	76 d	4
Gestação	162 cd	9

¹Uma Unidade Animal – UA – corresponde a 500 kg de peso vivo para os animais nas diferentes fases.

²Média de quatro repetições. Médias seguidas da mesma letra por coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,01$).

³Desvio padrão da carga de NT por UA em cada fase do ciclo criatório.

De acordo com a carga de NT produzida por UA em cada fase, nota-se a mesma tendência observada para as variáveis DQO e ST, onde a creche foi a fase que apresentou a maior produção, mostrando uma relação direta entre essas variáveis. Em seguida, está o valor da recria, seguido da terminação e da gestação, que não diferem entre si. A menor produção de NT por UA foi observada na maternidade, cujo valor não apresenta diferença significativa com o da gestação.

A determinação do nitrogênio total presente nos dejetos de suínos é de grande importância, não apenas por seu poder fertilizante, que determina e limita o desenvolvimento da maioria das culturas (Scherer et. al., 1995), mas principalmente por ser o elemento que mais sofre transformações no solo e que é capaz de ser lixiviado para as camadas mais profundas, podendo atingir o lençol freático (Scherer e Baldissera, 1994), principalmente quando os dejetos são aplicados em quantidades superiores à capacidade de extração das plantas ou por períodos prolongados (Seganfredo, 2004).

Sabe-se que o limite máximo estabelecido para concentrações de NO_3^- na água é de 10 mg L^{-1} (Brasil, 1986), e que valores acima disso caracterizam risco para a saúde humana, onde a ingestão contínua está associada a doenças como metahemoglobinemia, hipertensão e câncer (Picot et al., 1992; Silva, 2000; Silva et al., 2003). Por este motivo, em sistemas de manejo e utilização dos dejetos, o elemento que

merece maior atenção e que deve ser monitorado é o nitrogênio, por causa da facilidade de contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

A análise do nitrogênio ainda serve como critério para o dimensionamento de lagoas de maturação (ou aeróbias, como por exemplo, a de alta taxa de degradação) em sistemas de tratamento de dejetos, e como parâmetro para avaliar a eficiência das mesmas, uma vez que essas são especializadas na remoção de nutrientes (Silva, 1996).

Ainda em relação ao nitrogênio, a análise química mostra apenas a concentração deste elemento nos dejetos de suínos em cada fase do ciclo criatório. A carga de nitrogênio relacionada com o número de animais presentes em uma granja revela a quantidade deste elemento gerada por uma unidade suinícola. Somente através do conhecimento da carga de nitrogênio instalada numa granja e do volume de resíduo gerado pela mesma será possível planejar o manejo mais adequado dos dejetos, do ponto de vista agrônomico, econômico e ambiental.

5.2.5. Fósforo Total – PT

Na Tabela 5.6 são apresentados os valores médios da carga de PT nas diferentes fases do ciclo criatório. A Análise de Variância da variável carga de PT (Tabela 06 do anexo 03) demonstrou que existe diferença significativa entre as fases.

Tabela 5.6 - Carga de PT por unidade animal (UA¹) nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fases	Carga PT ² por UA – g dia ⁻¹	Desvio Padrão ³
Terminação	55 bc	4
Recria	88 b	6
Creche	149 a	29
Maternidade	36 c	3
Gestação	60 bc	3

¹Uma Unidade Animal – UA – corresponde a 500 kg de peso vivo para os animais nas diferentes fases.

²Média de quatro repetições. Médias seguidas da mesma letra por coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,01).

³Desvio padrão da carga de PT por UA em cada fase do ciclo criatório.

Da mesma forma que o observado para as demais variáveis de carga de poluentes, a creche foi a fase que apresentou o maior potencial para produção de PT por

UA, seguida da recria. Em seguida aparecem os valores da gestação e da terminação, que não diferem entre si. Finalmente, a maternidade apresentou o menor valor, que não apresentou diferença significativa com os valores da gestação e da maternidade. Nota-se uma correlação direta entre as variáveis de carga de poluentes analisadas.

Na maioria dos solos agrícolas, especialmente nos brasileiros, o N juntamente com o P, representam os nutrientes que mais limitam a produção, sendo necessária a aplicação de grandes quantidades desses elementos para as culturas (Moreira e Siqueira, 2002). Em relação à questão ambiental, um problema sério que ocorre com a aplicação dos dejetos nas culturas agrícolas, levando-se em conta as repetidas aplicações de grandes quantidades nas mesmas áreas, é o excesso de fósforo que fica no solo (Pratt, 1979; Gaya, 2004), uma vez que as plantas não são capazes de absorver as quantidades aplicadas através dos dejetos. Quanto maior a quantidade de fósforo acumulado no solo, maiores os riscos de perdas desse elemento por erosão e lixiviação (Seganfredo, 2001a), onde o problema mais conhecido é o escoamento superficial deste elemento (Seganfredo, 2001a) podendo atingir cursos d'água ocasionando o processo de eutrofização de rios e lagos (Giusquiani et al., 1998).

A análise do PT, juntamente com a do NT, pode servir de critério para o monitoramento de sistemas de tratamento que prevêm a redução dos valores desses nutrientes como forma de minimizar os impactos provocados ao ambiente. Já o conhecimento da carga de PT pode colaborar no planejamento agrônômico e ambiental de uma granja.

5.3. Proposta de método para estimar o volume de dejetos e a carga de poluentes gerados por uma unidade suinícola

Sabe-se, atualmente, que os problemas ambientais decorrentes do manejo inadequado dos dejetos de suínos não acontecem por falta de tecnologias em relação aos sistemas de manejo. Em termos práticos, o que vem sendo observado é o subdimensionamento dos sistemas de armazenagem e tratamento dos dejetos, que compromete a eficiência dos mesmos e coloca em risco a qualidade do ambiente. A maior dificuldade encontrada para o dimensionamento desses sistemas é escassez de dados em situações reais e atuais, capazes de estimar o volume de dejetos gerado por uma granja de acordo com cada fase do ciclo produtivo. A situação ainda se agrava na

medida em que as granjas são ampliadas, estrangulando os sistemas de manejo dos dejetos.

Segundo Perdomo et al. (2003), entre os métodos existentes para estimar o volume de dejetos e a carga de poluentes, destacam-se as tabelas de caracterização físico-químicas que relacionam a quantidade de elementos emitida por unidade de volume, fase e manejo. No entanto, a tabela que apresenta os valores de produção de dejetos em cada fase do ciclo criatório, adotada e sugerida pela Embrapa Suínos e Aves (Oliveira, 1993; Bonett e Monticelli, 1998), está defasada, sendo os dados mais atuais resultantes de trabalhos desenvolvidos em 1981. Entre os dados, o único estudo desenvolvido no Brasil direcionado para avaliar volume e caracterização química, foi o trabalho de dissertação de Konzen (1980), que apresenta o volume de dejetos produzido por suínos em crescimento e terminação (25 – 100 kg). Os demais valores apresentados para creche, maternidade e gestação, além de antigos, foram obtidos fora do país, e são incompatíveis com a realidade local.

As tecnologias que envolvem os sistemas de produção de suínos evoluíram muito nos últimos 30 anos para todas as fases do ciclo criatório, em relação ao tipo de instalação e equipamentos, manejo dos animais, sanidade, nutrição e genética, fatores que influenciam diretamente na produção e composição do dejetos final gerado. A própria especialização da atividade (concentração dos animais) foi o fator culminante para o início do aparecimento dos problemas ambientais. Não é possível comparar nem tomar como base dados tão antigos frente à atual situação da suinocultura.

O modelo sugerido no presente trabalho para estimar o volume de dejetos em uma unidade suinícola pode ser utilizado em várias situações, mas, principalmente naquelas que se assemelham às condições em que o estudo foi realizado, como as granjas do Mato Grosso do Sul. O cálculo é realizado com base nos índices de produtividade da granja, período de lactação e número de leitões e suínos terminados $\text{matriz}^{-1} \text{ano}^{-1}$. Serão utilizadas a título de exemplo as médias do Estado de Mato Grosso do Sul: 2,35 partos $\text{matriz}^{-1} \text{ano}^{-1}$, 21 dias de lactação (com período de ocupação de 4 semanas), 10 suínos terminados $\text{matriz}^{-1} \text{ano}^{-1}$, 07 semanas na creche e 14 semanas para recria e terminação. Assim, o Quadro 5.1 apresenta o modelo básico para o cálculo do número de animais de uma granja. Para facilitar os cálculos, serão utilizados os dados de base deste trabalho, apresentados por animal (Tabelas 01 a 05 do anexo 02) e não por unidade animal.

Quadro 5.1 – Modelo básico para o cálculo do número de animais e do volume de dejetos gerado por uma unidade suinícola.

- Número de partos por semana = (número total de matrizes x número de partos matriz⁻¹ dia⁻¹) / 52 semanas.
- Maternidade = partos por semana x período de ocupação (em semanas) x volume diário de dejetos por matriz nesta fase.
- Gestação = total de matrizes – matrizes na maternidade x volume diário de dejetos por matriz nesta fase.
- Creche = partos por semana x período de ocupação (em semanas) x número de leitões desmamados por parto x volume diário de dejetos por leitão.
- Recria / Terminação = partos por semana x período de ocupação (em semanas) x número de leitões terminados por parto x média do volume diário de dejetos por suíno nestas fases.

Tomou-se como exemplo e base para o cálculo uma granja de 400 matrizes:

- N° partos por semana: $(400 \times 2,35) / 52 = 18$
- Maternidade = $18 \times 4 \times 42,09 = 3.030,48 \text{ L dejetos}^{-1} \text{ dia}^{-1}$
- Gestação = $(400 - 72) \times 30,56 = 10.023,68 \text{ L dejetos}^{-1} \text{ dia}^{-1}$
- Creche = $18 \times 7 \times 10 \times 4,01 = 5.052,60 \text{ L dejetos}^{-1} \text{ dia}^{-1}$
- Recria / Terminação = $18 \times 14 \times 10 \times 9,73 = 24.519,60 \text{ L dejetos}^{-1} \text{ dia}^{-1}$
- Total de dejetos = **42.626,36 L dia⁻¹**

Com base nos cálculos apresentados, pode-se sugerir que:

- 1) Uma granja que opera em Ciclo Completo (CC) produz diariamente o equivalente a $106,57 \text{ L dejetos}^{-1} \text{ matriz}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ou o equivalente a $10,20 \text{ L dejetos}^{-1} \text{ suíno}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.
- 2) Uma granja que opera como Unidade Produtora de Leitões (UPL) produz diariamente o equivalente a $45,27 \text{ L dejetos}^{-1} \text{ matriz}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.
- 3) Uma Unidade de Terminação produz o equivalente a $9,73 \text{ L dejetos}^{-1} \text{ suíno}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.
- 4) Os índices sugeridos no exemplo podem ser alterados para simular situações compatíveis com cada caso.

Utilizando o mesmo exemplo da granja com 400 matrizes, pode-se estimar, com base nos índices utilizados, as cargas diárias de DQO, ST, NT e PT geradas, através da relação com o número de animais presente em cada fase. Nas Tabelas 5.9, 5.10 e 5.11, estão apresentadas as cargas de poluentes geradas por uma granja em CC, uma UPL e uma UT, respectivamente.

Tabela 5.7 - Carga de DQO, ST, NT e PT gerada diariamente por uma granja de 400 matrizes em Ciclo Completo e desenvolvimento de um índice para o cálculo da carga desses elementos por matriz dia⁻¹.

Fase	Nº de animais	Carga / DQO kg dia ⁻¹	Carga / ST kg dia ⁻¹	Carga / NT kg dia ⁻¹	Carga / PT kg dia ⁻¹
Maternidade	72	46,70	44,95	3,06	1,45
Gestação	328	295,63	260,24	23,37	8,66
Creche	1260	322,87	268,93	20,98	6,39
Recria	1260	557,26	418,16	38,19	10,00
Terminação	1260	653,80	448,99	46,81	12,66
TOTAL	4.180	1.876,26	1.441,27	132,41	39,16
Índice / carga matriz⁻¹ dia⁻¹		4,70	3,60	0,33	0,10

Os índices obtidos permitem calcular a carga de poluentes gerados por uma granja em Ciclo Completo, multiplicando o número de matrizes pelos índices gerados para DQO, ST, NT e PT, para obter a carga desses elementos produzida por dia. De forma análoga, o procedimento descrito é válido para uma UPL e uma UT.

O segundo exemplo a seguir simula a carga de DQO, ST, NT e PT gerada por uma granja de 400 matrizes em Unidade Produtora de Leitões (Tabela 5.10).

Tabela 5.8 - Carga de DQO, ST, NT e PT gerada diariamente por uma Unidade Produtora de Leitões com 400 matrizes, e desenvolvimento de um índice para o cálculo da carga desses elementos por matriz por dia.

Fase	Nº de animais	Carga / DQO kg dia ⁻¹	Carga / ST kg dia ⁻¹	Carga / NT kg dia ⁻¹	Carga / PT kg dia ⁻¹
Maternidade	72	46,70	44,95	3,06	1,45
Gestação	328	295,63	260,24	23,37	8,66
Creche	1260	322,87	268,93	20,98	6,39
TOTAL	1.660	665,20	574,12	47,41	16,50
Índice / carga matriz⁻¹ dia⁻¹		1,66	1,43	0,12	0,04

A terceira situação simula a carga de DQO, ST, NT e PT gerada por uma granja que trabalha como Unidade Terminadora, com 2.520 suínos (Tabela 5.11).

Tabela 5.9 - Carga de DQO, ST, NT e PT gerada diariamente por uma Unidade Terminadora, com 2520 suínos, e desenvolvimento de um índice para o cálculo da carga desses elementos por animal por dia.

Fase	Nº de animais	Carga / DQO kg dia ⁻¹	Carga / ST kg dia ⁻¹	Carga / NT kg dia ⁻¹	Carga / PT kg dia ⁻¹
Recria	1260	557,26	418,16	38,19	10,00
Terminação	1260	653,80	448,99	46,81	12,66
TOTAL	2.520	1.211,06	867,15	85,00	22,66
Índice / carga suíno⁻¹ dia⁻¹		0,48	0,34	0,03	0,01

Com base nos cálculos apresentados nas Tabelas 5.9, 5.10 e 5.11, pode-se estimar que:

- 1) Uma granja que opera em Ciclo Completo (CC) produz diariamente o equivalente a 4,70 kg DQO matriz⁻¹ dia⁻¹, 3,60 kg ST matriz⁻¹ dia⁻¹, 0,33 kg NT matriz⁻¹ dia⁻¹ e 0,10 kg PT matriz⁻¹ dia⁻¹.
- 2) Uma granja que opera como Unidade Produtora de Leitões (UPL) produz diariamente o equivalente a 1,66 kg DQO matriz⁻¹ dia⁻¹, 1,43 kg ST matriz⁻¹ dia⁻¹, 0,12 kg NT matriz⁻¹ dia⁻¹ e 0,04 kg PT matriz⁻¹ dia⁻¹.
- 3) Uma Unidade de Terminação produz o equivalente a 0,48 kg DQO matriz⁻¹ dia⁻¹, 0,34 kg ST matriz⁻¹ dia⁻¹, 0,03 kg NT matriz⁻¹ dia⁻¹ e 0,01 kg PT matriz⁻¹ dia⁻¹.

Apesar do modelo apresentado para estimar o volume de dejetos e a carga de poluentes gerados por uma unidade suinícola ter sido baseado nos índices de produtividade do estado de Mato Grosso do Sul, o mesmo apresenta uma situação real e pode ser adaptado utilizando outros índices de produtividade para atender às peculiaridades de cada caso. No caso da estimativa de volume é sempre interessante dar uma margem de segurança, principalmente, quando o dado for utilizado para dimensionamento de sistemas de armazenamento ou tratamento de dejetos.

5.4. Aspectos ambientais que envolvem a atividade suinícola: diferentes enfoques

Frente à complexidade da questão ambiental que envolve a suinocultura, nota-se que não existe uma solução única. No entanto, algumas medidas poderão contribuir com a redução dos riscos de poluição ambiental, desde que haja um trabalho de co-responsabilidade de todos os atores envolvidos no processo.

A problemática ambiental que envolve os dejetos de suínos não está na busca de novas tecnologias capazes de minimizar os impactos gerados por este resíduo. As tecnologias existentes e disponíveis apresentam vantagens e limitações. Os dados obtidos no presente trabalho podem contribuir com a redução de um dos problemas observados a campo, que é o erro de dimensionamento dos sistemas de armazenamento e ou tratamento dos dejetos, ocorrido pela dificuldade encontrada em quantificar o volume gerado em uma granja e, conseqüentemente, a carga de poluentes. Ainda neste sentido, esses dados também podem contribuir para planejar o gerenciamento deste resíduo dentro de uma propriedade rural. O conhecimento do nível de diluição dos dejetos e da carga de poluentes gerada pode indicar a viabilidade agrônômica, econômica e ambiental da utilização dos dejetos como adubo.

Segundo Seganfredo (2004), para aqueles que têm a intenção de utilizar os dejetos como adubo é necessário entender que, independente do tipo de solo e de planta, a primeira providência é o estabelecimento de um plano de manejo de nutrientes e o uso de práticas conservacionistas para o controle das perdas de solo e água das lavouras. Outro aspecto é o uso de dejetos submetidos ao processo de compostagem ou fermentação e que tenham as menores quantidades possíveis de elementos de risco como cobre, zinco, fósforo, nitrogênio, organismos patogênicos e resíduos de medicamentos. Para evitar o acúmulo de minerais no solo, a maneira mais prática é não adicionar maiores quantidades de nutrientes do que aquelas retiradas pela cultura, através do cálculo das quantidades de dejetos em função do elemento crítico, ou seja, aquele que na menor quantidade, atende às exigências da cultura selecionada.

A falta de esclarecimento, de conscientização e de orientação dos produtores também se constitui num problema. Esse problema ainda se agrava pelo número reduzido de técnicos habilitados na área de manejo dos dejetos, e pela visão produtivista de algumas agroindústrias, que buscam o máximo desempenho zootécnico, superestimando os benefícios e desconsiderando os riscos potenciais de contaminação

ambiental. Nota-se um certo conformismo por parte deste último segmento, que vem buscando, num grau cada vez maior, a especialização da atividade, desconsiderando a necessidade de revisão do atual sistema de criação de suínos de forma confinada. Esse foi o ponto de partida para o início dos problemas ambientais causados pela atividade. A maioria das agroindústrias não dispõe de assistência técnica para a área de manejo dos dejetos, sendo este último, de responsabilidade do produtor.

Outro problema observado é a dificuldade de atuação dos órgãos ambientais. Observa-se a falta de critérios por parte deste setor para controlar a utilização e ou aproveitamento dos dejetos dentro de uma propriedade, além da própria estrutura operacional desses órgãos, que geralmente não possuem técnicos e veículos suficientes para atender a demanda dos processos de licenciamento ambiental.

Existem ainda outros segmentos envolvidos no processo que podem contribuir com a redução dos impactos, como: o poder público, através de políticas públicas direcionadas para cada situação; incentivo financeiro por parte dos governos locais e das agroindústrias na área ambiental; a nutrição é uma área importante que pode contribuir com a redução dos níveis de macro e micronutrientes das dietas, através de tecnologias e estratégias que proporcionem maior aproveitamento desses elementos pelos animais; desenvolvimento de sistemas de criação direcionados aos aspectos sociais, ecológicos e ambientais da atividade em todo o processo produtivo; entre outros.

Não é uma situação isolada e simples que poderá resolver um problema tão complexo e duradouro, como os impactos ambientais causados pela suinocultura. A produção de dados através da pesquisa não tem conseguido êxito na minimização dos problemas, justamente porque se trata de uma situação isolada. É necessário um trabalho conjunto de todos os segmentos envolvidos na atividade e um equilíbrio entre as partes, pois qualquer medida isolada mostra-se insuficiente para a busca de soluções.

Diante do exposto, pode-se prever que essas ações conjuntas e o maior envolvimento de cada segmento relacionado com essa atividade, de forma equilibrada, é que vai determinar a velocidade com que este problema será resolvido ou minimizado. Logo, existe a necessidade de uma conscientização imediata de todos os atores envolvidos, pois os produtores que não se enquadrarem dentro dos aspectos ambientais a curto e médio prazo estarão condenados à exclusão da atividade.

6. CONCLUSÕES

A elevada heterogeneidade entre a produção de dejetos de suínos e suas características químicas, encontrada na literatura, mostra que tais variações são determinadas principalmente pelo manejo hídrico da granja relacionado à especificidade do ciclo criatório desenvolvido.

Com o objetivo de identificar as variações na produção dos dejetos de suínos em cada fase do ciclo criatório e caracterizar a carga de poluentes gerada, este trabalho relacionou as avaliações de volume com a caracterização físico-química dos dejetos, cujos resultados permitem as seguintes conclusões:

- A fase que apresentou a maior produção diária de dejetos por unidade animal foi a creche, com 117,9 L, sendo que a água incorporada ao dejetos representou 38,7% do total produzido.
- A segunda maior produção diária de dejetos por UA foi observada na recria, com 100,1 L, praticamente o dobro dos 57,4 L observados para uma UA na terminação. Este fato mostra que o fator determinante para a produção de dejetos nestas fases não é o peso dos animais, mas o volume de água que é incorporado ao dejetos.
- Na maternidade, dos 75,2 L de dejetos produzidos $UA^{-1} dia^{-1}$, 49,2% correspondeu à água de higienização das instalações, valor expressivo, uma vez que praticamente dobrou o volume de dejetos produzido.
- O volume de dejetos gerados por UA na gestação foi, como esperado, próximo do observado na maternidade, com $69,5 L UA^{-1} dia^{-1}$.

- Os resultados obtidos para a produção de dejetos nas diferentes fases do ciclo criatório foram, em geral, superiores aos encontrados na literatura, possivelmente, pela própria época em que os demais trabalhos foram realizados, e pelas condições experimentais de cada estudo.
- Os resultados mostraram que o fator determinante para produção de dejetos foi o volume de água que é incorporado ao dejetos durante a permanência dos animais em cada fase.
- Os valores obtidos para carga de poluentes gerada por UA nas diferentes fases do ciclo criatório, que considera o volume produzido, demonstram que a fase com maior capacidade de poluição através dos dejetos é a creche, seguida da recria, da terminação, da gestação e, finalmente, da maternidade.

6.1. Recomendações e perspectivas

O modelo de cálculo sugerido pode ser utilizado em diversas situações para estimar o volume e a carga de poluentes gerada por uma unidade suinícola. Para utilização dos dados de volume produzido por suíno, é necessário respeitar as condições em que o trabalho foi desenvolvido e as peculiaridades de cada caso.

Para utilização dos dados de volume voltados para o dimensionamento de sistemas de armazenamento ou tratamento dos dejetos de suínos, é sempre recomendado dar uma margem de segurança sobre o valor real, prevendo possíveis eventualidades.

Considera-se necessário o desenvolvimento de pesquisas semelhantes capazes de quantificar o volume de dejetos produzido nas diferentes fases do ciclo criatório, ao longo do tempo, de forma que contemple todas as estações do ano, gerando dados de campo mais precisos.

Espera-se que os dados de volume de dejetos e carga de poluentes gerados pelo presente trabalho sirvam para a tomada de decisão quanto ao planejamento dos sistemas de manejo dos dejetos. Assim, poderiam ser utilizados pelos órgãos ambientais no

estabelecimento de critérios de controle para a utilização dos dejetos como adubo orgânico do solo e no desenvolvimento de parâmetros de monitoramento de sistemas de armazenamento e tratamento dos dejetos.

Por fim, espera-se que direta ou indiretamente esses dados possam não apenas contribuir com a diminuição dos riscos de contaminação ambiental, observados através do manejo incorreto dos dejetos de suínos, mas também, que trabalhos como este sirvam de estímulo à percepção de que a degradação ambiental, global e acelerada, é causada pelo ser humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEOLA, O. et al. Phytase-induced changes in mineral utilization in zinc-supplemented diets for pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 73, p. 3384-3391, 1995.

ANUALPEC 2005– Anuário da Pecuária Brasileira. **Suinocultura e outras criações**. São Paulo: Instituto FNP, 2005. p. 231-247.

ALMANAQUE ABRIL BRASIL 2001: o seu guia de pesquisas prático, rápido e atualizado. 27. ed. São Paulo: ABRIL, 2001. 385 p.

ANDREADAKIS, A. D. Anaerobic digestion of piggery wastes. **Wat. Sci. Tec.**, v. 25, n. 1, p. 9-16, 1992.

APHA – AWWA – WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed. Washington, D. C.: AMERICAN PUBLIC HEALTH, 1992.

ASSIS, D. S. et al. (Ed.). **Zoneamento agroecológico do município de São Gabriel do Oeste, MS**: referencial para o planejamento, gestão e monitoramento territorial. Rio de Janeiro: Embrapa Solos / IBGE, 2003. 177 p.

BACKUS, G. B. C.; VAGENBERG, C. P. A. van; VERDOES, N. Environmental impact of pig meta production. **Meat Science**, v. 49, p. 65-72. 1998.

BALDISSERA, I. T. Poluição por dejetos de suínos no Oeste Catarinense. **Agropec. Catarin.**, v. 15, n. 1, p. 11-12, mar. 2002.

BARACHO Jr., J. A. O. O licenciamento e controle ambiental da atividade de suinocultura. In: I Seminário Mineiro sobre Manejo e Utilização de Dejetos de Suínos, Ponte Nova, MG, 1995. **Anais...** Viçosa: EPAMIG, 1995. p. 1-7.

BARBARI M.; ROSSI, P. Risparmiari acqua conviene: meno liquami da Smaltire. **Suplemento a l'Informatore Agrário**, Verona, n. 18, p. 11-17, 1992.

BARCELLOS, L. A. R. **Avaliação do potencial fertilizante do esterco líquido de bovinos**. 1992. 108 f.. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1992.

BELLI FILHO, P. et al. Tecnologias para o tratamento de dejetos de Suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 166-170, 2001.

BERTOL, T. M. **Nutrição e alimentação dos leitões desmamados em programas convencionais e no desmame precoce**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 44 p. (Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica, 21)

BONETT, L. P.; MONTICELLI, C. J. (Ed.). **Suínos: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1998. 243 p. (Coleção 500 Perguntas 500 Respostas).

BRASIL. Resolução CONAMA n. 20, de 18 de junho de 1986. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 jun. 1986.

CERETTA, C. A. et al. Característica química de solo sob aplicação de esterco líquido de suíno em pastagem natural. **Pesq. agrop. bras.**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 729-735, jun. 2003.

CONRAD, J. H., MAYROSE, V. B. Animal waste handling and disposal in confinement production of swine. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 32, n. 4, p. 811-815, 1971.

COSTA, R. H. R.; SILVA, F. C. M.; OLIVEIRA, P. A. V. Preliminary studies on the use of lagoons in the treatment of hog waste products. In: IAWQ INTERNATIONAL SPECIALIST CONFERENCE AND WORKSHOP. Waste stabilization ponds: Technology an Applications, 3rd, 1995, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: IAWQ, 1995. p. 8-15.

GANGBAZO, G. et al. Water contamination by ammonium nitrogen following the spreading of hog manure and mineral fertilizers. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 24, p. 420-425, 1995.

GAYA, J. P. **Indicadores biológicos no solo como uma alternativa para o uso racional de dejetos de suínos como adubo orgânico**. 2004. 140 f.. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

GIUSQUIANI, P. L. et al. Fate of pig sludge liquid fraction in calcareous soil: agricultural and environmental implications. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 27, p. 364-371, 1998.

GOSMANN, H. A. **Estudo comparativo com bioesterqueira e esterqueira para armazenamento e valorização dos dejetos de suínos**. 1997. 126 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

HIGARASHI, M. M. Sistemas de tratamentos de dejetos suínos. **Pork Word**, v. 2, n. 13, p. 74-76, mai./jun. 2003.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da pecuária municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 25 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 1995-1996**, n. 23, Mato Grosso do Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.

JELINEK, T. Collection, storage and transport of swine wastes. In: TAIGANIDES, E. P. **Animal wastes**. Essex, England Applied Science, 1977. p. 165 – 174.

KONZEN, E. A. **Avaliação quantitativa e qualitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados de forma líquida**. 1980. 56 f.. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1980.

KONZEN, E. A. **Manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1983. 32 p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica, 6).

KUNZ, A.; PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. Biodigestores: avanços e retrocessos (2004). Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/artigos/2004>>. Acessado em: 26 maio 2005.

KUNZ, A.; PALHARES, J. C. P. Créditos de carbono e suas conseqüências ambientais (2004). Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/artigos/2004>>. Acessado em: 26 maio 2005.

LA ROVERE, E. L. Energia e meio ambiente. In: Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos. 2 ed., Brasília: IPEA, 1996. p. 11-34.

LIMA, G. J. M. M. O papel do nutricionista no controle da poluição ambiental por dejetos de suínos. In: **Curso de nutrição de suínos e aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1996. p. 01-11.

LIMA-E-SILVA, P. P. et al. (org.). **Dicionário brasileiro de ciências ambientais**. Rio de Janeiro: THEX, 1999. 247 p.

LOEHR, R. C. **Agricultural waste management**: problems, processes and approaches. New York: Academic Press, 1974. 576 p.

MAMEDE, R. A. **Consumo de água e relação água/ração para suínos em crescimento e terminação**. 1980. 32 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1980.

MATO GROSSO DO SUL. Lei n. 90, de 02 de junho de 1980. Dispõe sobre as alterações do meio ambiente, estabelece normas de proteção ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, n. 352, de 03 jun. 1980.

MATO GROSSO DO SUL. Resolução SEMADES n. 324, de 18 de fevereiro de 1998. Disciplina o licenciamento ambiental da atividade suinícola e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, n. 4718, Campo Grande, 20 fev. 1998.

MATOS, A. T.; SEDIYAMA, M. A. N. Riscos potenciais ao ambiente pela aplicação de dejetos líquidos de suíno ou compostos orgânicos no solo. In: Seminário Mineiro sobre Manejo e Utilização de Dejetos de Suínos, 1., 1995, Ponte Nova, MG. **Anais...** Viçosa: EPAMIG, 1995. p. 45-54.

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

MENDONÇA, S. R. **Lagoas de estabilização e aeradas mecanicamente: novos conceitos**. João Pessoa: Editora Universitária, 1990. 388 p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 625 p.

OLIVEIRA, P. A. V.; LEAL, P. M.; PERDOMO, C. C. **Bebedouro de nível para suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1991. 3 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 171).

OLIVEIRA, P. A. V. (coord.) **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1993. 188 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 27).

OLIVEIRA, P. A. V. et al. Cama sobreposta: perguntas e respostas. **Pork Word**, v. 2, n. 8, p. 110-116, set./out. 2002.

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

PAIVA, D. P. Manejo de dejetos e controle de insetos. In: **Dia de campo sobre manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1994. p. 47.

_____. Manejo de dejetos e controle de insetos. In: **Anais e Workshop sobre dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1997.

_____. **O borrachudo**: noções básicas de biologia e controle. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 48 p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica, 23)

PAULA, G. Milho como commodities já uma realidade no Brasil. **Pork Word**, v. 2, n. 13, p. 104-105, mai./jun. 2003.

PERDOMO, C. C. Uso racional da água no manejo de dejetos suínos. In: Seminário Mineiro sobre Manejo e Utilização de Dejetos de Suínos, 1., 1995, Ponte Nova, MG. **Anais...** Viçosa: EPAMIG, 1995. p. 8-23.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V.; KUNZ, A. Metodologia sugerida para estimar o volume e a carga de poluentes gerados em uma granja de suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003.6 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 332)

PICOT, B. et al. Comparison of the purifying efficiency of high algal pond with stabilization pond. **Water Science Technology**, v. 25, n. 12, p. 197-206, 1002.

PORKWORLD: A revista do suinocultor moderno. Campinas: Aninalworld, ano 2, n° 13, mai./jun. 2003.

PRATT, P. F. Management restrictions in soil application of manure. **Journal of Animal Science**, Washington, v. 48, p. 134-143, 1979.

ROPPA, L. Os novos números da suinocultura brasileira. **Pork Word**, v. 2, n. 13, p. 20-31, mai./jun. 2003a.

ROPPA, L. 2003: um primeiro trimestre de preços baixos na Suinocultura Mundial. **Pork Word**, v. 2, n. 13, p. 102-105, mai./jun. 2003b.

SAMPAIO, C. A. P. A realidade sobre a qualidade do ar em edificações para suínos. **Suinocultura Industrial**, Disponível em: <http://www.suinoculturaindustrial.com.br/artigos_tecnicos>. Acesso em: 26 maio 2005.

SÃO GABRIEL DO OESTE, MS: terra de oportunidades. Echo, 2002. 26 p.

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T. Aproveitamento dos dejetos de suínos como fertilizante. In: **Dia de campo sobre manejo e utilização de dejetos suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1994, p. 33-36. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 32).

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; DIAS, L. F. X. Potencial do esterco líquido de suínos da região do Oeste de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 8, n. 2, p. 35-39, jun. 1995.

SCHMIDT, V. et al. Perfil físico-químico e microbiológico de uma estação de tratamento de dejetos suínos. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v. 18, n. 3, p. 287-293, 2002.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. Utilização de dejetos líquidos de suíno na produção de compostos orgânicos. In: Seminário Mineiro sobre Manejo e Utilização de Dejetos de Suínos, 1., 1995, Ponte Nova, MG. **Anais...** Viçosa: EPAMIG, 1995. p. 24-34.

SEGANFREDO, M. A. **A questão ambiental na utilização de dejetos de suínos como fertilizantes do solo**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 35 p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica, 22)

_____. **Os dejetos de animais podem causar poluição também nos solos de baixa fertilidade e nos solos profundos, como aqueles da região dos Cerrados**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001a. 4 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 292)

_____. **A aplicação do princípio do balanço de nutrientes, no planejamento do uso de dejetos de animais para adubação orgânica**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001b. 5 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 291)

_____. Utilização de dejetos de animais no solo; aspectos ambientais. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 4, 2002, Porto Alegre, RS. **Anais...**, Porto Alegre: SBCS-NRS, 2002. CD-ROM.

SEGANFREDO, M. A.; SOARES, I. J.; KLEIN, C. S. **Qualidade da água de rios numa região de pecuária intensiva de SC**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003a. 4 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 342)

_____. Qualidade da água de rios em regiões suínícolas do município de Jaborá SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 11, 2003b, Goiânia, GO. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003b. CD-ROM.

SEGANFREDO M. A.; GIROTTO, A. F. **Custo do conjunto trator/tanque distribuidor para o transporte dos dejetos suínos usados como fertilizante do solo.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004a. 3 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 372).

_____. **Custo de esterqueiras para armazenagem de dejetos suínos destinados ao uso como fertilizante do solo.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004b. 3 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 373).

_____. **Custo de armazenagem e transporte de dejetos suínos usados como fertilizante do solo.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004c. 3 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 374).

SEGANFREDO et al. Visualizando além dos benefícios, na análise do uso dos dejetos de animais como fertilizante. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. CD-ROM.

SEGANFREDO, M. A.; BARONI JÚNIOR, W. Efeito cumulativo do cobre e zinco de dejetos suínos e fonte mineral, no solo e nas plantas de milho, após 6 cultivos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 26., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 8., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5., 2004, Lages, SC. **Anais...** Lages: SBCS, 2004. CD-ROM.

SEGANFREDO, M. A. Dejetos animais, a dupla face: benefícios e prejuízos. **Suinocultura Industrial**, Porto Feliz, v. 26. n. 183, p. 14-16, 2004. (Guia Gessulli, 9).

SILVA, P. R. **Lagoas de estabilização para tratamento de resíduos de suínos.** 1973. 76 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1973.

SILVA, M. O. S. A. **Análises físico-químicas para controle de estações de tratamento de esgoto**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, 1977. 226 p.

SILVA, S. A.; MARA, D. D. **Tratamento biológico de águas residuárias: lagoas de estabilização**. Rio de Janeiro: ABES, 1979. 139 p.

SILVA, F. C. M. **Tratamento dos dejetos de suínos utilizando lagoa de alta taxa de degradação em batelada**. 1996. 115 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

_____. Processo Biomassa: busca da reciclagem na gestão ambiental dos dejectos suínos. **Suínocultura**, Lisboa, n. 47, p. 14-18, out./dez. 2000.

SILVA, F. C. M. et al. Autosustentabilidade no manejo dos dejectos suínos. In: **Jornadas internacionais de suínocultura**, 2, Vila Real, Portugal, 2000. p. 161-174.

SILVA, F. C. M.; SINOTTI, A. P. S.; SILVA, A. Relação ambiental no manejo dos dejetos suínos. In: CONGRESSO NACIONAL DE PORCICULTURA E EXPO PORCINA 2003, 3., 2003, Lima, Perú. **Anais...** Lima: Universidad Nacional Agrária La Molina, 2003. p. 153-164.

SIMIONI, J. **Suínocultura, dejetos e riscos ambientais: avaliação do risco da acumulação de Cu e Zn nos solos fertilizados com dejetos de suínos**. 2001. 143 f.. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SUTTON, A. L. et al. Comparison of solid vs. liquid dairy manure applications on corn yield and soil composition. **J. Environ. Qual.**, 15 (4), p. 370-375, 1986.

TAIGANIDES, E. P. Bio-engineering properties of feedlot wastes. In: **Animal Wastes**. Essex, England Applied Science, 1977. p. 131-153.

ANEXOS

ANEXO 01 – Descrição dos métodos utilizados para avaliação dos parâmetros: pH, ST, Ssed, DQO, NT e PT.

PH (Método descrito por Silva (1977), baseado no Standard Methods)

O pH foi medido utilizando o aparelho pHmeter da HANNA, modelo HI 8014, de acordo com o seguinte procedimento:

- 1 – Ligar o aparelho e esperar que o mesmo se estabilize;
- 2 – Lavar o eletrodo com água destilada e secar com papel absorvente;
- 3 – Calibrar o aparelho com solução de pH conhecido;
- 4 – Lavar o eletrodo com água destilada e secar com papel absorvente;
- 5 – Introduzir o eletrodo na amostra de dejetos bruto e fazer a leitura do pH;
- 6 – Retirar o eletrodo da solução, enxaguar com água destilada, introduzir num Becker com água destilada e desligar o aparelho.

Sólidos Totais – ST (Método descrito por Silva (1977), baseado no Standard Methods)

Os ST foram avaliados com auxílio de estufa, recipientes de alumínio com capacidade para 100 ml, balança digital e proveta graduada de 100 ml, de acordo com o seguinte procedimento:

- 1 – Lavar bem o recipiente de alumínio, aquecê-lo a 100 °C durante uma hora, deixar esfriar e pesar (peso p1), em gramas;
- 2 – Agitar bastante o frasco contendo a amostra e medir 100 ml na proveta graduada, introduzindo essa quantidade no recipiente de alumínio. Lavar a proveta com água destilada de maneira a arrastar todos os sólidos para o recipiente;
- 3 – Levar o recipiente com o resíduo à estufa (60 °C) para evaporar até a secagem. 4 – Elevar a temperatura da estufa para 105 °C até a secagem completa;
- 5 – Aguardar esfriar e pesar (peso p2), em gramas;
- 6 – O cálculo final é feito desta forma: $(p2 - p1) \times 10.000 = \text{mg L}^{-1}$ de ST.

Sólidos Sedimentáveis – Ssed (Método descrito por Silva (1977), baseado no Standard Methods)

Os Ssed foram avaliados com auxílio de um Cone Imhoff e suporte para cone Imhoff, de acordo com o seguinte procedimento:

- 1 – Misturar bem um litro de amostra e colocar no cone Imhoff;
- 2 – Deixar sedimentar por 45 minutos;
- 3 – Agitar levemente e deixar sedimentar por mais 15 minutos;
- 4 – Fazer a leitura dos sólidos sedimentáveis em ml L^{-1} .

Demanda Química de Oxigênio – DQO (Método desenvolvido pela HACH, baseado no Standard Methods)

A DQO foi avaliada com auxílio de tubos com tampa rosqueável (específicos para DQO), pipeta, bloco digestor, reagentes específicos e espectrofotômetro (DR/890 – HACH), de acordo com o seguinte procedimento:

- 1 – Colocar no tubo com tampa rosqueável 2,5 ml da solução Ácido Sulfúrico/Sulfato de Prata mais 0,5 ml de Dicromato de Potássio 1N, tampar e agitar;
- 2 – Adicionar 2,0 ml da amostra, tampar e agitar;
- 3 – Fazer paralelamente uma prova em *branco*, substituindo a amostra por água destilada.
- 3 – Deixar os tubos no digestor a temperatura de 150 °C por duas horas;
- 4 – Deixar esfriar;
- 5 – Zerar o aparelho com o *branco*;
- 6 – Fazer a leitura da amostra em mg L^{-1} .

Obs. Como é de conhecimento que a amostra em questão (dejeito de suíno) possui carga orgânica muito elevada, foi necessário fazer uma diluição da amostra (50X) para não exceder a escala de leitura e depois considerar a diluição no cálculo.

Nitrogênio Total – NT (Método desenvolvido pela Alfakit, baseado no Standard Methods)

O NT foi avaliado com auxílio de tubos de digestão, bloco digestor, tubos de ensaio, balão volumétrico de 100 ml, pipeta, pHmeter (HANNA, modelo HI 8014), reagentes específicos e espectrofotômetro (DR/890 – HACH), de acordo com o seguinte procedimento:

Técnica para digestão da amostra:

- 1 – Transferir 10 ml da amostra (diluída 10x) para um tubo de digestão;
- 2 – Adicionar 2,0 ml de Ácido Sulfúrico;
- 3 – Ajustar a temperatura do digestor para 250 °C, levar os tubos para o mesmo e mantê-los até liberar fumos brancos (cerca de 30 minutos);
- 3 – Retirar os tubos, adicionar 3,0 ml do Peróxido de Hidrogênio;
- 4 – Regular o digestor para 450 °C, colocar novamente os tubos no mesmo até que a amostra fique totalmente límpida (mineralizada);
- 5 – Transferir a amostra para um balão volumétrico de 100 ml, lavar o tubo de digestão com água destilada passando para o balão até completar os 100 ml;
- 6 – Fazer o ajuste do pH da amostra para 7,0 com Hidróxido de Sódio, utilizando o pHmeter;

Técnica para leitura:

- 1 – Transferir 05 ml da amostra para um tubo de ensaio (diluído 5x);
- 2 – Fazer paralelamente uma prova em *branco*, substituindo a amostra por água destilada.
- 3 – Adicionar uma gota do *Reagente 1* e agitar;
- 4 – Adicionar duas gotas do *Reagente 2* e agitar;
- 5 – Aguardar 10 minutos;
- 6 – Zerar o espectrofotômetro com o *branco*;
- 7 – Fazer a leitura das amostras em mg L^{-1} .

Obs.1 – Levar em consideração as diluições para o cálculo.

Obs.2 – Para digestão e leitura do NT foram utilizados reagentes da Alfakit (não foi identificada pela Empresa os reagentes para leitura e a concentração dos reagentes para digestão).

Fósforo Total – PT

O PT foi avaliado com auxílio de tubos de digestão, bloco digestor, tubos de ensaio, balão volumétrico de 100 ml, pipeta, pHmeter (HANNA, modelo HI 8014), reagentes específicos e espectrofotômetro (DR/890 – HACH), de acordo com o seguinte procedimento:

Técnica para digestão da amostra (Método desenvolvido pela Alfakit, baseado no Standard Methods)

A técnica é idêntica àquela para digestão do NT, então, utilizou-se a mesma amostra para leitura do NT e do PT.

Técnica para leitura (Método desenvolvido pela HACH, baseado no Standard Methods)

- 1 – Transferir 25 ml da amostra para um tubo de ensaio (diluído 5x);
- 2 – Fazer paralelamente uma prova em *branco*, substituindo a amostra por água destilada.
- 3 – Adicionar 1,0 ml do reagente Molibdato (reagente padrão para fósforo da HACH) e agitar;
- 4 – Aguardar 10 minutos;
- 5 – Zerar o espectrofotômetro com o *branco*;
- 6 – Fazer a leitura das amostras em mg L^{-1} .

Obs.1 – Levar em consideração as diluições para o cálculo.

ANEXO 02 – Tabelas referentes ao volume de dejetos produzido por suíno, às análises químicas dos dejetos e às cargas de poluentes produzidas por suíno, em cada fase do ciclo criatório.

Tabela 01 - Valores médios do volume de dejetos produzido por suíno e da água de higienização, em cada fase do ciclo criatório.

Fases	Vol. Prod. (L suíno ⁻¹ dia ¹)	Água Higien. (L suíno ⁻¹ dia ⁻¹)	Vol. Total ¹ (L suíno ⁻¹ dia ⁻¹)
Terminação	9,41	1,04	10,45
Recria	8,11	0,90	9,01
Creche	2,46	1,55	4,01
Maternidade	21,39	20,70	42,09
Gestação	30,56	----	30,56

¹Média de quatro repetições do volume total de dejetos produzido, incluindo a água de higienização das instalações.

Tabela 02 - DQO dos dejetos de suínos e carga de DQO por animal nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fases	DQO ¹ mg L ⁻¹	Carga de DQO ¹ g suíno ⁻¹ dia ⁻¹
Terminação	49.786	518,89
Recria	49.162	442,27
Creche	64.276	256,25
Maternidade	15.402	648,56
Gestação	29.506	901,31

¹Média de quatro repetições.

Tabela 03 - ST dos dejetos de suínos, Ssed e carga de ST por animal nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fases	ST ¹ mg L ⁻¹	Carga / ST ¹ g suíno ⁻¹ dia ⁻¹	Ssed ¹ ml L ⁻¹
Terminação	34.230	356,34	564
Recria	36.863	331,87	645
Creche	53.703	213,44	843
Maternidade	14.831	624,37	170
Gestação	25.983	793,42	302

¹Média de quatro repetições.

Tabela 04 - NT dos dejetos de suínos e carga de NT por animal nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fases	NT¹ mg L⁻¹	Carga / NT g suíno⁻¹ dia⁻¹
Terminação	3.566	37,15
Recria	3.381	30,31
Creche	4.189	16,65
Maternidade	1.012	42,57
Gestação	2.333	71,26

¹Média de quatro repetições.

Tabela 05 - PT dos dejetos de suínos e carga de PT por animal nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fases	PT¹ mg L⁻¹	Carga / PT g suíno⁻¹ dia⁻¹
Terminação	966	10,05
Recria	888	7,94
Creche	1.277	5,07
Maternidade	479	20,19
Gestação	865	26,40

¹Média de quatro repetições. Médias seguidas da mesma letra por coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,01).

ANEXO 03 – Tabelas da Análise da Variância (ANOVA) das variáveis analisadas.

Considerando:

GL – Grau de Liberdade

SQ – Soma dos Quadrados

QM – Quadrado Médio

C.V. – Coeficiente de Variação

Tabela 01 – ANOVA da variável volume de dejetos produzido por unidade animal (UA) nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Teste F	Significância
Tratamentos	4	9608,80	2402,20	68,33	.00000
Erro Experimental	15	527,37	35,16	-	-
C.V. = 7,1%	Média geral = 84,0		Desvio Padrão da Média = 24,5		

Tabela 02 – ANOVA da variável pH dos dejetos de suínos nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Teste F	Significância
Tratamentos	4	1,57	0,39	22,84	.00000
Erro Experimental	15	0,26	0,17	-	-
C.V. = 2,0%	Média geral = 6,67		Desvio Padrão da Média = 0,31		

Tabela 03 – ANOVA da variável carga de DQO produzida por unidade animal (UA) nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Teste F	Significância
Tratamentos	4	0,10	0,26	159,22	0,00
Erro Experimental	15	2459231,00	163948,70	-	-
C.V. = 10,9%	Média geral = 3702		Desvio Padrão da Média = 2555		

Tabela 04 – ANOVA da variável carga de ST produzida por unidade animal (UA) nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Teste F	Significância
Tratamentos	4	0,69	0,17	69,80	0,00
Erro Experimental	15	3714297,00	247619,80	-	-
C.V. = 16,8%	Média geral = 2968		Desvio Padrão da Média = 2079		

Tabela 05 – ANOVA da variável carga de NT produzida por unidade animal (UA) nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Teste F	Significância
Tratamentos	4	420053,00	105013,30	63,54	0,00
Erro Experimental	15	24789,13	1652,61	-	-
C.V. = 16,0%	Média geral = 254		Desvio Padrão da Média = 162		

Tabela 06 – ANOVA da variável carga de PT produzida por unidade animal (UA) nas diferentes fases do ciclo criatório.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Teste F	Significância
Tratamentos	4	31117,54	7779,38	42,94	0,00
Erro Experimental	15	2717,50	181,17	-	-
C.V. = 17,3%	Média geral = 78		Desvio Padrão da Média = 44		