

Universidade Federal de Minas Gerais
Conselho de Pós-Graduação
Escola de Veterinária

AVALIAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS DEJETOS DE SUÍNOS
EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO, MANEJADOS EM FORMA LÍQUIDA.

Egídio Arno Konzen

T
39/80

Belo Horizonte
Minas Gerais
1980

Egídio Arno Konzen

AVALIAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS DEJETOS DE SUÍNOS
EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO, MANEJADOS EM FORMA LÍQUIDA.

Tese apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área: Produção Animal.

Belo Horizonte
Minas Gerais
1980

K82a Konzen, Egídio Arno, 1940-
Avaliação quantitativa e qualitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em forma líquida. Belo Horizonte, Escola de Veterinária da UFMG, 1980.
xviii + 56p.ilust.

Bibliografia

Tese, Mestre em Zootecnia

1. Excremento-suino. 2. Esterco de suino.

I. Título.

CDD - 636.419

Tese aprovada em 24 / 12 / 1980



Prof. Antônio Stockler Barbosa
- Orientador -



Prof. José Antônio de Figueiredo Veloso



Prof. Elvio Carlos Moreira

À minha esposa e filhos,
em particular, e à minha
mãe, dedico este trabalho
pelo carinho e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Antônio Stockler Barbosa, pela orientação, compreensão e amizade constantes durante o curso.

Ao Prof. José Julião e sua eficiente equipe de funcionários, do Laboratório da SANEAR - Engenharia Sanitária Ltda, pelo desprendimento e extrema dedicação na realização das determinações laboratoriais, bem como pelas valiosas orientações e sugestões para a realização do trabalho.

Ao Sr. Luiz Felipe França, pela inestimável colaboração e ajuda prestadas em cedendo seus competentes funcionários, suas construções, animais e equipamentos para a realização das observações experimentais.

À Companhia Saneamento Minas Gerais - COPASA - MG, Divisão de Hidrometria e Pitometria pela colaboração prestada, em cedendo os hidrômetros para o controle do consumo de água.

Ao Dr. Vital Balabram, pelo apoio, incentivo e orientação dispensadas.

Ao Prof. Ivan Barbosa Machado Sampaio, pela amizade, solicitude na análise estatística e pelas sugestões para a realização da pesquisa e apresentação deste trabalho.

Aos Professores José Antônio Figueiredo Veloso e Él

vio Carlos Moreira, pela participação na Comissão Examinadora desta tese.

Ao Prof. Sergito de Souza Cavalcanti, pela amizade e estima dispensados.

Ao Centro de Pesquisas Especiais S.C. Ltda - CEPE, pela efetiva colaboração nas análises laboratoriais.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA - pelo apoio financeiro e oportunidade concedida para a realização deste curso.

À Chefia do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, pelo constante incentivo e apoio dados durante a realização do curso.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais EPAMIG - nas pessoas do Dr. Antônio Batista Sancevero, Chefe do Departamento de Produção Animal e do Dr. Sebastião Gonçalves de Oliveira, Coordenador do Projeto Suínos, pela colaboração e apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

Ao Dr. José de Barros Marques, pela grande amizade e incentivos dedicados.

Aos dedicados funcionários da Biblioteca da Escola de Veterinária da UFMG, pela eficiente orientação bibliográfica e facilidade oferecidas.

Aos funcionários do laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, pela participação e apoio na realização das análises.

Aos Professores do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG, pelos ensinamentos, compreensão e dedicação dispensados.

Aos colegas Anibal de Sant'Anna Moretti, Reginaldo Alves Mamede, Fernando Augusto Curvello, Sebastião Gonçalves

Franco, Romão da Cunha Nunes, Mário Martins Pinheiro, Geisa Fleury, Maria das Graças Moraes, Ronaldo Linares Sanches, João Diniz Maia e Carlos Alberto Maia, pela alegre convivência, diálogo franco e incentivo durante o curso.

Aos Professores e demais colegas do Curso de Pós-Graduação pela oportunidade de um convívio amigo.

BIOGRAFIA DO AUTOR

EGIDIO ARNO KONZEN, filho de Inácio Matias Konzen e Maria Mônica Lunkes Konzen, nasceu na cidade de Cerro Largo, Estado do Rio Grande do Sul, em 07 de março de 1940.

Ingressou na Faculdade de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em março de 1960, obtendo diploma de Engenheiro Agrônomo em dezembro de 1963.

Exerceu as funções de Extensionista Rural da Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado de Santa Catarina, ACARESC, no período de abril de 1964 a junho de 1973.

A partir de julho de 1973 até abril de 1975, como inspetor à disposição da Associação Catarinense de Criadores de Suínos, ACCS, realizou o controle dos registros inspecionados e de produção, das granjas produtoras de reprodutores suínos na região litorânea do Estado de Santa Catarina.

Trabalhou de maio de 1975 a abril de 1976, como responsável técnico pela produção de reprodutores suínos em empresa privada do Estado de Santa Catarina.

Em 12 de abril de 1976, foi contratado pela Empre

sa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, para integrar o quadro de pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, na área de engenharia rural.

Em 1978, após concurso de seleção, foi admitido' como aluno regular do Curso de Pós-graduação - nível mestrado, em Zootecnia, área de Produção Animal, da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, completando, com este trabalho, os requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

RESUMO

A pesquisa, com duração aproximada de seis meses (outubro/79 a abril/80), foi conduzida nas dependências da Granja Juliana, com sede no município de Sete Lagoas, Minas Gerais.

Foram utilizadas dois galpões de crescimento e terminação, um com 42 baias e outro com 39, com uma lotação total média permanente de 1.170 leitões entre machos castrados e fêmeas, dos 25 aos 100 kg de peso vivo. Os objetivos foram determinar o volume de dejetos produzidos, com a adoção de manejo em forma líquida, e avaliar sua composição físico-química durante o período de estocagem e manuseio anteriores ao seu destino final. O recolhimento dos dejetos era realizado em dois fossos de cada galpão, abrangendo cada fosso a metade das baias no sentido longitudinal de cada prédio.

O volume dos dejetos foi determinado mediante leitura semanal do nível líquido de cada fosso, em régua graduada pelo sistema métrico decimal, e o controle do consumo de água, por meio de hidrômetros especiais instalados nas redes adutoras dos depósitos de cada galpão. Para a avaliação da composição físico-química realizaram-se amostragens de duas em duas semanas, compostas por três sub-amostras dos dejetos de cada fosso. De cada amostra composta foram determinados a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), a demanda quí

mica de oxigênio (DQO), os sólidos totais, os sólidos voláteis, o pH, as cinzas e a umidade, de acordo com os métodos da AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA; WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION - WPCF (1971).

Foram também realizadas análises de umidade, matéria seca, cinzas, extrato etéreo, fibra bruta, energia bruta, nitrogênio total, proteína bruta, fósforo, potássio, cálcio, sódio, magnésio, zinco, cobre, manganês e ferro, segundo as normas da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS A.O.A.C. (1975) e de espectrofotometria de chama e de absorção atômica (PERKIN ELMER CORPORATION, 1968).

Para verificar possíveis degradações dos dejetos acumulados nos fossos, foi estudada a influência do tempo de estocagem sobre o comportamento de alguns parâmetros de bio-engenharia. Também foram feitas correlações simples entre os componentes determinados.

Os resultados da determinação quantitativa mostraram que suínos nas fases de crescimento e terminação (25 a 100 kg) produziram volumes apreciáveis de dejetos, alcançando em média 7,00 litros por suíno por dia.

A avaliação qualitativa, por sua vez, mostrou grandes variações nas concentrações dos elementos estudados, evidenciando, porém, níveis suficientemente expressivos dos componentes poluentes ao ponto de tornar os dejetos liquefeitos totalmente impróprios para ser lançados diretamente em cursos naturais de água, sob pena de causarem sérios riscos ao equilíbrio ecológico. Igualmente revelou quantidades apreciáveis de elementos fertilizantes e/ou alimentares, podendo estes constituir um potencial alternativo de elementos fertilizantes e/ou nutrientes alimentares.

O tempo de estocagem nos fossos de retenção não exerceu influência significativa sobre os parâmetros pH, sólidos totais, sólidos voláteis e nitrogênio total. Os valores médios da DBO, da DQO e da matéria seca revelaram diferenças significativas ($P < 0,05$) em função do período de retenção dos dejetos (0-14 e 28 dias), independentemente de, degradações ocorridas. Daí se conclui que dejetos líquidos de

suínos podem ser armazenados em fossos sob as baias, no mínimo durante 4 semanas, aparentemente sem causar condições desfavoráveis de meio ambiente para os animais.

A carga animal (lotação), por sua vez, mostrou-se pouco correlacionada com os parâmetros DBO (0,15), DQO (0,14), sólidos voláteis (0,14), matéria seca (0,12), nitrogênio total (0,08), consumo de ração (-0,10) e com os níveis de minerais dos dejetos, sendo esta positiva com alguns e negativa com outros. Evidenciou ainda correlação mais acentuada com os teores de sólidos totais (-0,26) e com a quantidade de dejetos produzidos/suíno /dia (-0,39), podendo-se inferir que com o aumento da lotação possivelmente ocorrerá decréscimo do volume de dejetos produzidos/suíno/dia e uma consequente redução dos sólidos totais.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Produção de dejetos	4
2.2. Composição dos dejetos	6
3. MATERIAL E METODOS	12
3.1. Local e época de execução do trabalho	12
3.2. Animais	12
3.3. Construções e equipamentos	13
3.4. Água e rações	14
3.5. Caracterização dos dejetos	14
3.6. Parâmetros estudados	14
3.6.1. Quantitativos	15
3.6.2. Qualitativos	15
3.7. Manejo e controle experimental	15
3.7.1. Medida de volume e manejo dos dejetos ...	15
3.7.2. Coleta das amostras e avaliação da compo-	

sição dos dejetos e das rações	16
3.7.3. Registro das temperaturas do ambiente e do liquame dos fossos	17
3.7.4. Manejo e arraçoamento dos animais	17
3.8. Delineamento experimental	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1. Avaliação quantitativa dos dejetos	28
4.2. Avaliação qualitativa dos dejetos	30
4.3. Correlações simples entre os parâmetros quanti tativos e qualitativos	44
5. CONCLUSÕES	48
6. APÊNDICE.....	50
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 - Unidades de crescimento e terminação (Galpão 1 e Galpão 2).....	21
FIGURA 2 - Distribuição das baias de uma unidade de crescimento e terminação, em fila dupla ao longo de corredor central.....	21
FIGURA 3 - Área de alimentação e dormitório e área de dejeções (com leitões).....	22
FIGURA 4 - Leitões dispostos na área de dejeções sobre o ripado de concreto do fosso de retenção de dejetos.....	22
FIGURA 5 - Croqui (planta baixa) de uma unidade de crescimento e terminação com indicação dos pontos de coleta.....	23
FIGURA 6 - Croqui (corte BB) de uma unidade em crescimento e terminação.....	24
FIGURA 7 - Croqui (corte) do nível das coletas dentro do liquame nos fossos de dejetos.....	24
FIGURA 8 - Unidade de crescimento e terminação, mostrando os pontos de coleta de dejetos de cada fosso.....	25

FIGURA 9 - Detalhe do ponto de coleta dos dejetos nas unidades de crescimento e terminação.....	25
FIGURA 10- Tanque com bomba para esvaziamento mecânico dos fossos de dejetos.....	26

LISTA DAS TABELAS

	Página
TABELA I - Composição química das rações utilizadas, para suínos em crescimento e terminação, durante a realização da pesquisa.....	20
TABELA II - Valores médios e desvios padrões dos dejetos produzidos, do consumo de ração, do consumo de água e da lotação permanente, por suínos em crescimento e terminação.....	29
TABELA III - Características qualitativas dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em forma líquida baseadas no produto original	32
TABELA IV - Características qualitativas dos dejetos de suínos em crescimento e terminação manejados em forma líquida, baseadas na matéria seca.....	33
TABELA V - Valores médios de algumas características dos dejetos de suínos encontrados na literatura	

tura com a respectiva modalidade de <u>expres</u> <u>são</u> adotada p/ autores.....	37
TABELA V - Equivalência dos valores médios de algumas características dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em <u>for</u> <u>ma</u> líquida.....	38
TABELA VII- Valores comparativos das características dos dejetos de suínos em crescimento e <u>termina</u> <u>ção</u> , produzidos em unidades de piso compacto e ripado, estimados em gramas por animal por dia.....	40
TABELA VIII - Valores médios do pH, DBO_5 , DQO, sólidos <u>to</u> <u>tais</u> , sólidos voláteis, matéria seca e <u>ni</u> <u>trogênio</u> total, em função do tempo de esto- cagem.....	46
TABELA IX - Correlações simples entre as característi- cas dos dejetos líquidos estudadas.....	45
TABELA X - Características dos dejetos de suínos <u>expres</u> <u>os</u> em equivalente populacional (EP).....	51

LISTA DO GRÁFICO

	Página
GRÁFICO 1 - Médias de temperaturas máxima, média e mínima do ar e dos fossos de dejetos	27

1. INTRODUÇÃO

O notável avanço da tecnologia, especialmente nos campos da zootecnia e engenharia rural, provocou uma tendência crescente em confinar totalmente os animais culminando com a obtenção de elevados índices de produtividade por unidade de área e de tempo. Esta concentração de grande número de animais em pequenas áreas, criou entretanto, novos problemas de ordem técnica, sanitária e econômica, que vem se constituindo num desafio para os criadores, técnicos e pesquisadores. Destacam-se entre estes problemas o manejo e a utilização dos dejetos, que assumem especial importância na espécie, geradora de grandes volumes de dejetos por unidade de área ocupada.

O assunto é particularmente importante nos países e regiões de grande densidade populacional de suínos, como é o caso da Europa Ocidental, das Américas do Norte e Central, da China e da América do Sul, detentores de mais de 60% do efetivo mundial (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 1978). No Brasil, aproximadamente 60% do efetivo nacional está distribuído em apenas cinco Estados, observando-se maior concentração na região compreendida pelo Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com mais de 40% do total brasileiro (FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1975). Nota-se também nestes estados a crescente

difusão do confinamento de todas as fases da criação de suínos, trazendo como consequência o acúmulo cada vez maior dos dejetos em pequenas áreas.

Segundo informações de outros países as quantidades diárias de dejetos (parte sólida e parte líquida), com um mínimo de uso e de desperdício de água, variam de 0,082 a 0,092 kg por quilograma de suíno vivo (OVERCASH & HUMMENIK, (1976), e o estrume úmido de 5 a 8% do peso corporal (MUEHLING, 1969 e BRUMM et alii 1977). Com base nestes estudos, poder-se-ia estimar que a exploração de suínos no Brasil geraria anualmente 32 a 51 milhões de toneladas de dejetos. Este volume de resíduos, pelas suas características, apresenta um elevado potencial de elementos fertilizantes e alimentares ou ainda um expressivo risco de poluição, quando inadequadamente utilizados e manejados.

O confinamento da criação de suínos geralmente induz a adoção do manejo dos dejetos em forma líquida, que favorece o lançamento de grandes quantidades diretamente em cursos d'água. Isto, por sua vez, provoca sérios problemas no equilíbrio ecológico em função da redução do teor de oxigênio dissolvido na água, devida à alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) dos resíduos.

Além destes fatos, deve-se considerar a quantidade apreciável de elementos fertilizantes desperdiçados, que poderiam ser aproveitados na produção de alimentos, resultando desta forma em benefício econômico. A avaliação em termos da utilização mais adequada dos dejetos de suínos somente é possível mediante o conhecimento de suas características, bem como das quantidades de nutrientes neles contidos, sendo ambas uma consequência dos sistemas de manejo e de estocagem adotados pelo produtor (SUTTON et alii 1975).

Dada à crescente adoção do manejo de dejetos em forma líquida nas criações de suínos, a par da deficiência de informações sobre suas características qualitativas e quantitativas em condições brasileiras, foi realizado este trabalho com o objetivo de estudar sua composição físico química durante o período de estocagem e manuseio anterior ao seu destino

final, bem como avaliar o volume de dejetos gerado por suínos nas fases de crescimento e terminação, com vistas a sua possível utilização mais adequada sob o ponto de vista econômico e sanitário.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção de dejetos

MUEHLING (1969) e CONRAD & MAYROSE (1971) encontraram uma produção de estrume úmido equivalente a 5 a 8% do peso vivo dos suínos. Também TAIGANIDES (1977) em seus trabalhos sobre caracterização dos parâmetros de bio-engenharia dos dejetos de suínos, encontrou produções semelhantes, ou seja 5,1% do peso vivo dos suínos, com uma variação de 20%. Resultados semelhantes foram também descritos por BRUMM et alii (1977), com 6,7 a 8,4% do peso vivo de suínos em crescimento e terminação. Os valores absolutos variam de 3,8 kg/ca^{beça}/dia no período de inverno, para 4,8 kg no verão. O aumento da produção de dejetos no verão foi atribuído ao maior consumo e desperdício de água. Segundo JELINEK (1977) as características quantitativas dos dejetos de suínos são variáveis em função do desenvolvimento ponderal dos animais, apresentando valores decrescentes de 8,5 a 4,9% do seu peso vivo (15 aos 100 kg).

As pesquisas de SILVA (1973) sobre lagoas de estabilização para tratamento de resíduos de suínos, mostraram uma produção de 5 kg de esterco fresco por dia por suíno de 100 kg (5% do peso vivo), com 76% de umidade. Quando computados os resíduos totais a quantidade média atingiu 9,14

litros de dejetos/cabeça/dia, para animais de 75 a 115 kg de peso vivo.

Em uma revisão das pesquisas sobre produção e processos de tratamento e manejo de dejetos de suínos, OVERCASH & HUMMENIK (1976) encontraram produções de 3,9 a 4,2 kg/dia por animal de 45 kg de peso vivo. Observaram ainda que 45 a 75% do peso dos dejetos eram representados pelas fezes, e que a densidade dos resíduos líquidos oscilava entre 1,01 a 1,05 g por ml. A porcentagem de sólidos variou de 1,3 a 17,8%. De acordo ainda com o DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1977), suínos de 30, 68 e 91 kg de peso vivo produziam, respectivamente, 1,90 - 4,44 e 5,90 kg de dejetos por dia, com 90,8% de umidade.

Outro fator que influi marcadamente na quantidade total de dejetos é a produção de urina, que por sua vez depende diretamente da ingestão de água. Para CONRAD & MAYROSE (1971), 30 a 40% do total das dejeções diárias de suínos consumindo 2 a 2,5 litros d'água por quilograma de matéria seca ingerida, eram representados por urina. Para TAIGANIDES (1977), esta taxa foi de 37%. Em pesquisa sobre consumo de água e relação água/ração para suínos com 36 a 97 kg realizada no Brasil por MAMEDE (1980), foi encontrado um consumo médio de 5,5 litros/suíno/dia. A relação entre o consumo de água e de ração de 2,1:1, elevando-se para 2,44:1 em condições de temperaturas acima de 25°C e níveis de umidade relativa abaixo de 65%.

A produção total de dejetos líquidos manejados em fossos de retenção varia ainda sensivelmente com o volume de água utilizado para higienização das construções, bem como com a quantidade desperdiçada nos bebedouros. Para MULLINGAN & HESLER (1972), citados por SILVA (1973), este volume para limpeza é de 2,5 a 8 litros de água/cabeça/dia e para THORNTON (1974) a água desperdiçada nos bebedouros tipos chupeta pode aumentar em 10% o volume diário dos dejetos produzidos por suínos. Este autor encontrou ainda que suínos de 22 a 90 kg produziram 4,54 a 9,08 litros de fezes e urina por dia, quando alimentados com ração seca, e 9,08 a 18,16 li-

tros, quando tratados com ração úmida ou soro.

2.2. Composição dos dejetos

HORWARTH et alii (1958) mostraram em dois experimentos que as fezes de suínos apresentavam maior concentração de nitrogênio e de cinzas nas amostragens feitas pela manhã, atingindo seus valores médios 20,6% (3,29%N) e 21,05% (3,36%N) para a proteína e 13,39 e 15,58% para as cinzas, respectivamente nos experimentos I e II. A matéria orgânica não nitrogenada, entretanto, apresentou teores mais elevados nas amostras recolhidas à tarde, respectivamente 67,28% e 63,76%. A correlação entre as cinzas e a proteína foi de 0,207, enquanto que entre a matéria orgânica não nitrogenada e a proteína foi de -0,534. Este fato induziu os autores a concluir que o extenso período de digestão microbiana, devido à permanência do material na parte posterior do intestino grosso durante a noite, foi responsável pelos reduzidos níveis de matéria orgânica não nitrogenada, especialmente fibra e outros carboidratos. Os autores atribuíram ainda as possíveis variações nas concentrações dos elementos estudados, principalmente às diferenças de tempo de digestão na parte anterior do trato digestivo e/ou da taxa de passagem pelo estômago das diversas frações do alimento.

ORR et alii (1971) observaram valores de 21,6% de proteína bruta (3,45% de N), 1,0% de potássio, 0,26% de sódio, 2,5% de cálcio, 1,6% de fósforo, 800 ppm de magnésio, 455 ppm de ferro, 509 ppm de zinco, 177 ppm de manganês e 108 ppm de cobre em fezes desidratadas de suínos.

Os trabalhos de vários outros autores (CONRAD & MAYROSE, 1971; HARMON et alii, 1972; SUTTON et alii, 1975), indicaram que a concentração dos nutrientes e/ou elementos fertilizantes nos dejetos líquidos de suínos variavam de acordo com o sistema de manejo, com o tratamento biológico e com quantidade de água incorporada para sua diluição.

Os estudos desenvolvidos por LOEHR (1968), carac

terizando o conteúdo de dejetos líquidos de suínos em nutrientes e elementos poluentes, mostraram teores de 0,3 a 0,9 % de nitrogênio, de 0,2 a 0,6% de fósforo e de 0,2 a 0,4% de potássio. Baseado na matéria seca estes níveis foram, respectivamente, 0,2 a 0,9% - 0,14 a 0,83% e 0,18 a 0,52%. Estes parâmetros, quando expressos em g/ suíno 45 kg/dia, foram: 19 a 27 g de nitrogênio, 13 a 15 g de P_2O_5 e 15 a 28g de K_2O . Os teores de minerais, por sua vez, foram 5,64 gramas de cálcio, 0,79 g de magnésio, 1,44 g de enxofre, 0,27 g de ferro, 0,06 g de zinco, 0,04 g de boro e 0,01 g de cobre por litro de dejetos. Valores semelhantes em nitrogênio, fósforo e potássio foram observados pelo DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1977), em dejetos produzidos por suínos de 30, 68 e 91 kg de peso vivo, por SUTTON et alii (1975) e SMITH & WHEELER (1979), em dejetos líquidos de fosso de retenção. Para os parâmetros poluentes, expresso em gr/suíno de 45kg por dia, os valores foram de 228 a 441 kg de sólidos totais, de 159 a 364 g de sólidos voláteis, de 91 a 255 g de DBO, de 214 a 436 g de DQO, de 0,19 a 0,45 para a relação DBO/DQO, de 1,46 a 32 g de nitrogênio total, de 10,9 g de amônia e de 11,36 g de fósforo (LOEHR, 1968). Resultados semelhantes para os teores de sólidos totais, sólidos voláteis, DBO, DQO e para a relação DBO/DQO foram encontrados por SILVA (1973), em dejetos produzidos por suínos dos 72 a 115 kg de peso vivo, quando a taxa de água era de 10 litros por animal por dia e por OVERCASH & HUMMENIK (1976) numa revisão das pesquisas sobre produção e processos de manejo de dejetos de suínos. Segundo estes autores, um suíno de 45 kg produzia 0,023 a 0,027 kg de nitrogênio por dia, sendo as formas deste elemento não detectadas pelo método Kjeldahl estavam presentes em teores insignificantes nos dejetos de suínos. Encontraram também que, de acordo com as pesquisas de MOORE et alii (1975), as perdas de nitrogênio após quatro semanas de estocagem em forma líquida, não atingiram a 10%, enquanto os de bovinos leiteiros expostos pelo período de um dia perdiam de 10 a 30% do nitrogênio, mesmo em ambiente controlado (LAUER, 1975). Embora OVERCASH & HUMMENIK (1976) des

crevessem teores de nitrogênio de até 7,8% em base de matéria seca, POWERS et alii (1975) observaram 3,4 e 19%, respectivamente, como valores mínimo e máximo de nitrogênio em dejetos não degradados de suínos. Para um mínimo desperdício de água as concentrações de nitrogênio por litro, foram de 5.500 mg em função da produção de 3,8 litros/suíno de 45 kg por dia. Nas mesmas condições a DBO, a DQO e o COT (carbono orgânico total) foram, respectivamente 32.000 mg/litro, 80.000 mg/litro e 24.000 mg/litro (MOORE et alii, 1975). Relativamente aos sólidos voláteis, uma redução de 0,21 para 0,17 kg produzidos por suíno de 45 kg por dia, devida a mudança do sistema de fornecimento da ração em comedouro automático para arracoamento no chão, evidenciou a dependência de certos parâmetros das técnicas e métodos de alimentação adotados.

Embora OVERCASH & HUMMENIK (1976) encontrassem que o volume total de dejetos produzidos experimentava leve aumento no verão, a DQO, COT e o NT, expressos em kg/suíno de 45 kg/dia, não evidenciavam, entretanto, diferenças sensíveis para os períodos frios e quentes. Mostraram também que as concentrações de 70.000 mg de sólidos totais e 55.000 mg de sólidos voláteis por litro de dejetos com 93% de umidade, eram consideradas normais para volumes de 3,4 a 4,2 litros de dejetos produzidos. Volumes superiores eram devidos a incorporação de maiores quantidades de água, provocando uma consequente redução dos referidos parâmetros.

Os estudos realizados por IRGENS & DAY (1966), mostraram uma média de 2.250 ppm para DBO, 4.740 ppm para DQO, 410 ppm para fósforo e 695 ppm para nitrogênio total do efluente líquido do fosso de estocagem dos dejetos de suínos em crescimento e terminação (14 a 91 kg). Para os dejetos provenientes de 24 suínos, acumulados durante 29 dias com um volume inicial de 1.895 litros de água, foram encontrados 52.000 ppm de DBO, 143.000 ppm de DQO, 3.480 ppm de nitrogênio orgânico, 2.760 ppm de nitrogênio amoniacal, 4.875 ppm de fósforo, 65.420 ppm de sólidos voláteis, 9.100 ppm de cinzas e 7,1 de pH. Estes dejetos, quando submetidos ao pro-

cesso de aeração, tiveram uma redução apreciável dos parâmetros poluentes, permanecendo contudo em níveis acima do esperado.

Os tratamentos biológicos de dejetos liquefeitos de suínos, estudados por SCHELTINGA (1966), mostraram uma composição de 30.000 ± 3.000 ppm de DBO_5 , 80.000 ± 10.000 ppm de DQO, 6.500 ± 1.000 ppm de amônia, 7.000 ± 1.000 ppm de nitrogênio total e $7,2 \pm 0,20$ de pH. Estes resíduos, após submetidos ao tratamento, indicaram 15 ± 5 ppm para a DBO_5 , 570 ± 200 ppm para a DQO, $15 \pm 2,5$ ppm para a amônia, 425 ppm para o íon cloro e $7,6 \pm 0,6$ para o pH. Em conclusão o autor recomendou sistema de tratamento contínuo para as produções de grandes dimensionamentos e, periódico, para as de pequenos rebanhos.

WILLRICH (1966) em seus trabalhos sobre tratamento primário dos dejetos frescos de suínos confinados encontrou teores de 5.622 mg/litro para sólidos totais, 4.506 mg/litro para sólidos voláteis, 2.880 mg/litro para DBO_5 , 6.997 mg/litro para DQO, 1.075 mg/litro para nitrogênio, 109 mg/litro para fósforo, 76 mg/litro para potássio e 8,4 para pH.

BRUMM et alii (1977), ao pesquisarem o efeito do ácido arsanílico sobre a produção, composição e decomposição anaeróbica dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, no inverno e no verão, mostraram que seus níveis na dieta não influenciaram significativamente as concentrações da matéria seca, dos sólidos voláteis do nitrogênio total e amoniacal, do fósforo, do potássio e o pH dos dejetos frescos. Os tratamentos, também em base de matéria seca, não exerceram influência significativa sobre a composição. Os níveis de arsênico, no entanto, em ambos os casos, aumentaram em função dos níveis crescentes de ácido arsanílico na dieta. As concentrações de nitrogênio total e amoniacal e de fósforo, em base seca, mostraram aumento significativo em ambos os períodos, em função do tempo de estocagem. A matéria seca e os sólidos voláteis decresceram a medida que aumentava o período de estocagem.

KORNEGAY et alii (1977), em dois experimentos, estudaram a composição em elementos nutritivos das fezes de suínos e seu aproveitamento pelos próprios animais, utilizando dieta basal à base de milho, farelo de soja e mistura vitamínica mineral, com 16,63% de proteína bruta e dietas com 21,7% (18,19% de PB) e 37,3% (19,21% de PB) da matéria seca da dieta basal substituída por fezes de suínos em terminação. Encontraram que as médias das quantidades diárias de fezes, dos teores da proteína bruta e do nitrogênio total dos dejetos, das concentrações de cobre e de zinco nas fezes e urina e dos níveis de fósforo na urina apresentaram diferenças significativas devido aos tratamentos. As médias dos demais componentes não revelaram diferenças significativas.

JELINEK (1977) encontrou, em dejetos de suínos, uma variação de 54,6 a 48% para a taxa de líquidos/sólidos, de 32,5 a 26% para a matéria seca nas fezes, de 4 a 5% para a matéria seca na urina, de 12,8 a 11,5% para sólidos totais sobre o total de dejetos produzidos por suínos dos 5 a 100 kg de peso. Os sólidos voláteis, a DBO, o nitrogênio total, o fósforo e o potássio representaram (TLIGANIDES, 1977), respectivamente 82,4%, 31,8%, 5,6%, 2,6% e 1,4% dos sólidos totais dos dejetos de suínos.

As alterações na composição e decomposição anaeróbica de dejetos de suínos em crescimento e terminação, ocasionadas por diferentes níveis de sulfato de cobre na dieta, foram pesquisadas por BRUMM & SUTTON (1976) em experimentos realizados na primavera e no verão. Os resultados mostraram o pH e os componentes nitrogenados dos dejetos frescos não apresentaram diferenças apreciáveis no experimento realizado na primavera. A matéria seca e os sólidos voláteis, porém, apresentaram valores visivelmente inferiores para os dejetos de suínos suplementados com 250 ppm de cobre na dieta. O experimento conduzido no verão não revelou estas diferenças. No entanto, os valores absolutos dos parâmetros, exceto pH, apresentaram-se inferiores quando comparados com o experimento primavera. O tempo de estocagem exerceu influência significativa sobre as concentrações da matéria seca, dos sólidos

voláteis e do nitrogenio total e amoniacal. Foi observado, na primavera, uma queda inicial na matéria seca e nos sólidos voláteis, com tendência a elevação a partir da 6^a semana de estocagem. Já no verão, foi constatado uma queda inicial e uma posterior estabilização em níveis abaixo daqueles observados na primavera. As concentrações de nitrogenio total e amoniacal (em base úmida) em ambos os experimentos, mostraram-se crescentes durante todo o período (14 semanas). Os autores concluíram que a adição de cobre na dieta provocou um aumento nas concentrações de matéria seca e de sólidos totais em tanques de estocagem anaeróbica dos dejetos provenientes de suínos suplementados em comparação com os de não suplementados.

Os estudos de TUNNEY & MOLLOY (1975), com o objetivo de verificar as variações dos teores de nitrogenio, fósforo, potássio e matéria seca em dejetos de bovinos, de suínos e de aves de diversas fazendas demonstraram grandes variações nos teores destes elementos. Ficou evidenciado, também, que o conteúdo de matéria seca dos dejetos líquidos de suínos foi significativamente correlacionado com os níveis de nitrogênio, fósforo e magnésio.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e época de execução do trabalho

O trabalho de campo foi realizado na Granja Juliana em Sete Lagoas, Minas Gerais, durante o período outubro de 1979 a abril de 1980. A posição geográfica do Município de Sete Lagoas é de 19°28' latitude sul e 44°15' longitude oeste, com uma altitude de 771 metros. A temperatura média anual é de 20,6°C e durante o período experimental foi de 27,4°C. A precipitação pluviométrica é da ordem de 1.320 mm, sendo o clima considerado tropical úmido tipo Aw de Köppen.

3.2. Animais

Para a produção dos dejetos foram utilizados machos castrados e fêmeas meio sangue Landrace-Large White e Large White-Landrace, num total permanente de 1.042 a 1.292 suínos em crescimento e terminação, dos 25 aos 100 kg de peso vivo (65 a 167 dias de idade). A variação numérica foi devida a movimentação semanal de animais para o mercado e a entrada de leitões provenientes da fase de crescimento inicial (creche).

3.3. Construções e equipamentos

As construções para abrigar os animais constaram de duas unidades de crescimento e terminação (galpões 1 e 2), de alvenaria, com capacidade de alojamento contínuo de 1.400 suínos dos 25 aos 100 kg. Os galpões são subdivididos em baias iguais, em número de 42 no galpão 1 e de 39 no galpão 2, de 4,80 m de comprimento por 3,10 m de largura, dispostas em fila dupla ao longo de um corredor central (FIG. 1 e 2). As baias são compostas por uma área de alimentação e dormitório (2,80 m X 3,10 m) e por outra de dejeções (1,90 m X 3,10 m), divididas por uma parede compacta de alvenaria, de 1,06 m de altura, com passagem aberta de 0,70 m de largura. A área de dejeções é constituída de um piso ripado de barras de concreto premoldado com 0,12 m de largura por 1,80 m de comprimento, afastados de 0,025 m uma da outra. Sob as áreas de dejeções existem duas fossas de retenção ou coletoras dos dejetos, construídas em concreto, dispostas de cada lado e ao longo de todo o prédio, medindo 1,70 m de largura por 1,06 m de profundidade (FIG. 3,4,5 e 6). Cada uma das fossas dispõe de três pontos de retirada ou de coleta, distribuídos, dois no meio do primeiro e do último terço, e outro na metade do comprimento da fossa (FIG. 5,8 e 9).

As paredes internas e externas das baias são de alvenaria compacta, com 1,06 m de altura, exceto as divisórias entre as baias sobre os fossos dos dejetos, confeccionadas em grade de metal com 1,90 m de comprimento por 0,95 m de altura.

O pé-direito dos prédios é de 2,50 m de altura, com vãos laterais de 2,00 m de comprimento por 1,10 m de altura. A cobertura, de telha de barro plana tipo francesa, possui lanternim contínuo com aberturas de 0,40 m e envergadura total de 2,40 m.

As instalações hidráulicas de cada galpão são compostas de um reservatório de fibro-cimento com capacidade para 1.000 litros, colocado acima do pé-direito do prédio, de bebedouros automáticos tipo chupeta, em número de dois para

cada baia (FIG. 4) e de uma pistola de pressão regulável para as lavagens.

3.4. Água e rações

Durante os primeiros dois meses e meio de trabalho (outubro a janeiro/80, a água de lavação e a fornecida aos animais, era proveniente de um curso d'água natural existente na propriedade. Antes de ser conduzida ao depósito central de abastecimento era submetida a um processo de tratamento à base de 2 litros de hipoclorito de sódio para 50.000 litros de água. A partir de janeiro de 1980, entretanto, passou a ser originária de um poço artesiano, sendo utilizada sem tratamento.

A medida do volume gasto de água foi realizada por hidrômetros de duas polegadas, especiais para registro exato de grandes vazões, tendo sido instalados na rede adutora dos reservatórios de 1.000 litros de cada prédio.

As rações fornecidas aos animais nas fases de crescimento e terminação era de fabricação comercial, à base de milho e farelos de soja e arroz, suplementados com minerais e vitaminas, apresentando a composição química constante da TAB. I).

3.5. Caracterização dos dejetos

O material recebido e estocado nas fossas de retenção dos dejetos era composto pelas fezes e urina dos animais, água desperdiçada nos bebedouros, água de eventuais lavagens das baias, resíduos de ração não consumidas, pelos e poeira. O conjunto destes componentes, conceituado no trabalho como dejetos ou liquame, era estocado em forma liquefeita nas fossas de retenção sob as baias, até atingir o nível de 0,15 a 0,20 m abaixo do piso ripado.

3.6. Parâmetros estudados

3.6.1. Quantitativos

Dejetos produzidos/suíno/dia, consumo de ração/suíno/dia e carga animal em densidade ou lotação/m² de baia, em lotação/fosso e em lotação/m³ de fosso.

3.6.2. Qualitativos

Os parâmetros qualitativos são constituídos pelos seguintes componentes fisio-químicos: pH, umidade, cinzas, demanda bio-química de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos totais, sólidos voláteis, matéria seca, fibra bruta, extrato etéreo, energia bruta, proteína bruta, nitrogênio total, fósforo, potássio, cálcio, sódio, cobre, zinco, manganês, ferro e magnésio.

Entende-se por demanda bioquímica de oxigênio a quantidade de oxigênio utilizada pelos microorganismos num período de 5 dias de oxidação aeróbica a uma temperatura de 20°C. As expressões DBO e DBO₅ usadas neste trabalho devem ser consideradas equivalentes.

A demanda química de oxigênio corresponde à quantidade de oxigênio necessária para transformar completamente os componentes orgânicos dos dejetos em dióxido de carbono e água. As características de bio-engenharia ou poluentes são considerado aqueles componentes, sujeitos a alterações provocadas por degradações, e são os seguintes: pH, DBO, DQO, sólidos totais, sólidos voláteis, matéria seca e nitrogênio total.

3.7. Manejo e controle experimental

3.7.1. Medida de volume e manejo dos dejetos

O volume de liquame contido nos fossos de retenção no início do trabalho foi medido pela leitura do nível líquido em régua graduada pelo sistema métrico decimal. As medidas subsequentes foram realizadas semanalmente pelo mes

mo processo. Cada centímetro de acréscimo nos níveis dos fossos A e B correspondia a 1.106,7 litros; no fosso C o mesmo acréscimo equivalia a 1.011,3 litros e no fosso D a 1.054,0 litros. Para o cálculo do volume de liquame produzido no período, procedeu-se de acordo com a seguinte fórmula:

Litros produzidos = (Lat + Ret) — Lan X l/cm

onde Lat significa leitura atual, Ret retirada durante o período, Lan leitura anterior e l/cm litros por centímetro de nível.

As descargas dos fossos foram feitas mecanicamente (FIG. 10) a intervalos irregulares no fundo dos (mesmos), sempre que o nível do líquido atingia 0,15 a 0,20 m abaixo do ripado. A quantidade descarregada era registrada em centímetros de nível de líquido ou em litros retirados, obedecendo a um esquema de descargas periódicas em quantidades tais que o nível do líquido permanecesse 0,50 a 0,90 m dentro dos fossos.

3.7.2. Coleta das amostras e avaliação da composição dos dejetos e das rações.

As coletas de amostras dos dejetos foram efetuadas por meio de uma bomba manual de sucção de diafragma. Foram coletadas três sub-amostras de 40 litros, em três pontos diferentes de cada fosso de retenção e em três níveis do líquido estocado (FIG. 5 e 7), que foi colhido em baldes plásticos de 20 litros e depositado numa caixa de fibro-cimento de 150 litros, para homogenização. Daí foram retiradas duas amostras compostas de cinco litros por repetição, resultando em um total de oito a cada 14 dias. As amostras assim colhidas eram acondicionadas em bitijões de plástico dentro de caixas térmicas de isopor com gelo, e conduzidas para os laboratórios. Para efeito de identificação das amostras as fossas foram convencionadas por A e B no galpão 1, C e D no galpão 2. Os períodos de coleta foram definidos por números em ordem crescente de 1 até 12 para todos os fossos (A₁, B₁, C₁, D₁; A₂, B₂, C₂, D₂, etc...). Estes mesmos critérios foram ado

tados para o controle da lotação e do consumo de água e ração.

De cada amostra foram determinados a DBO, a DQO, os sólidos totais, os sólidos voláteis, o pH, as cinzas e a umidade, de acordo com os métodos estabelecidos pela AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA; WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION - WPCF (1971).

As amostras dos dejetos foram também analisadas quanto aos teores de umidade, matéria seca, cinzas, extrato etéreo, fibra bruta, nitrogênio total, proteína bruta, fósforo, potássio, cálcio, sódio, magnésio, zinco, cobre, manganês e ferro, segundo as normas da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C. (1975) e de espectrofotometria de chama e de absorção atômica (PERKIN ALMER CORPORATION 1968).

Para a determinação da composição química das rações, foram colhidas, no decorrer do experimento, duas amostras para a ração de crescimento e quatro para a de terminação, cada uma composta de 10 sub amostras tomadas ao acaso. Foram analisadas umidade, matéria seca, fibra bruta, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta, cálcio, fósforo, sódio, potássio, magnésio, zinco, cobre e ferro, também de acordo com os métodos da A.O.A.C. (1975) e da espectrofotometria de chama e de absorção atômica (PERKIN ELMER CORPORATION, 1968).

3.7.3. Registro das temperaturas do ambiente e do liquame dos fossos

Para registrar as variações da temperatura ambiente foi utilizado um termômetro de máxima e mínima, com leituras duas vezes ao dia. As temperaturas do liquame dos fossos de dejetos foram registradas semanalmente com um termômetro de imersão.

3.7.4. Manejo e arraçoamento dos animais

Os leitões eram transferidos da creche para as unidades de crescimento e terminação com um peso médio de 25 kg, em lotes de 18 a 20 machos e fêmeas separadamente, em cada baia. Ai eram mantidos até aproximadamente 60 kg, quando se reduziam à 14 a 15 animais por baia. Todos os machos e as fêmeas refugadas eram encaminhados para o abate com 100 kg, enquanto que as fêmeas selecionadas permaneciam por mais duas semanas até serem submetidas à seleção final e encaminhadas para o mercado de matrizes. A medida que as baias eram desocupadas pelos animais terminados, eram povoadas com novos lotes de leitões provenientes da creche. O arraçamento era feito no chão duas vezes ao dia, em quantidades variáveis de 0,90 a 2,50 kg por cabeça por dia, em função do desenvolvimento e da idade. De manhã antes do fornecimento da primeira dieta os resíduos do dia anterior eram raspados e varridos para dentro dos fossos de dejetos, sendo as quantidades de ração consumidas eram registradas diariamente. As quantidades desperdiçadas não puderam ser anotadas devido sistema de arraçamento usado, ficando, por conseguinte, incluídas no consumo total diário de ração.

O povoamento das baias foi anotado semanalmente, contando-se os animais existentes em cada baia individualmente, durante todo o período de execução do trabalho.

3.8. Delineamento experimental

Os parâmetros quantitativos e qualitativos dos dejetos de suínos foram estudados, através das médias, desvios padrões e correlações simples duas a duas, num total de 41 variáveis com 48 repetições cada.

Para o estudo da influência do tempo de estocagem sobre as características poluentes dos dejetos, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos (tempo de estocagem: 0 - 14 e 28 dias), em quatro repetições por tratamento (fossos A, B, C e D).

Esquema da análise de variância

Fonte de variação	Graus de liberdade
Total	11
Tempo de estocagem	2
Erro	9

TABELA I - Composição química das rações utilizadas, para suínos em crescimento e terminação, durante a realização da pesquisa (*).

Componente	Unidade	Composição química	
		Crescimento	Terminação
Umidade	%	10,50	9,85
Matéria seca	%	89,50	90,15
Proteína bruta	%	18,23	16,59
Extrato etéreo	%	3,49	3,48
Fibra bruta	%	3,15	3,14
Energia bruta	kcal/kg	4.049,00	3.903,00
Extrato não nitrogenado	%	59,39	62,10
Cinzas	%	5,24	4,84
Cálcio	%	1,85	1,59
Fósforo	%	0,61	0,59
Sódio	%	0,008	0,007
Potássio	%	0,0006	0,0004
Cobre	ppm	29,98	24,11
Zinco	ppm	318,85	221,76
Ferro	ppm	419,54	353,06
Magnésio	ppm	1.482,35	1.466,32
Manganes	ppm	66,01	67,25

(*) Análises realizadas nos Laboratórios de Nutrição Animal e de Espectrofotometria de Absorção Atômica da Escola de Veterinária da UFMG, de acordo com os métodos da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1975) e da PERKIN ELMER CORPORATION (1968)

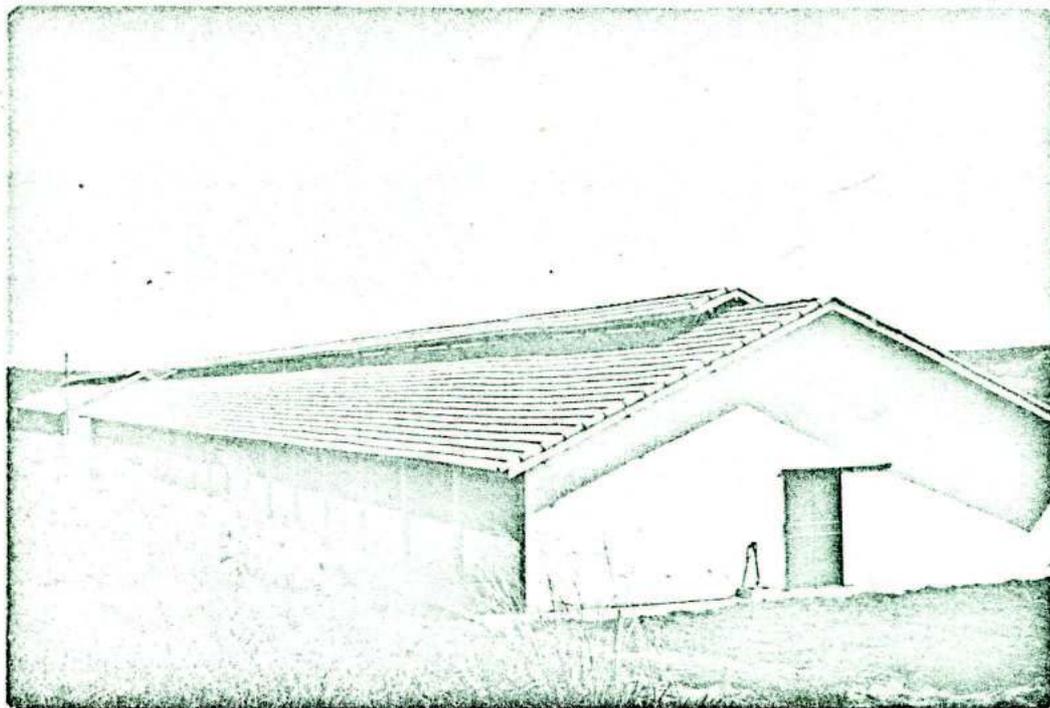


FIGURA 1 - Unidades de crescimento e terminação (Galpão 1 e Galpão 2).

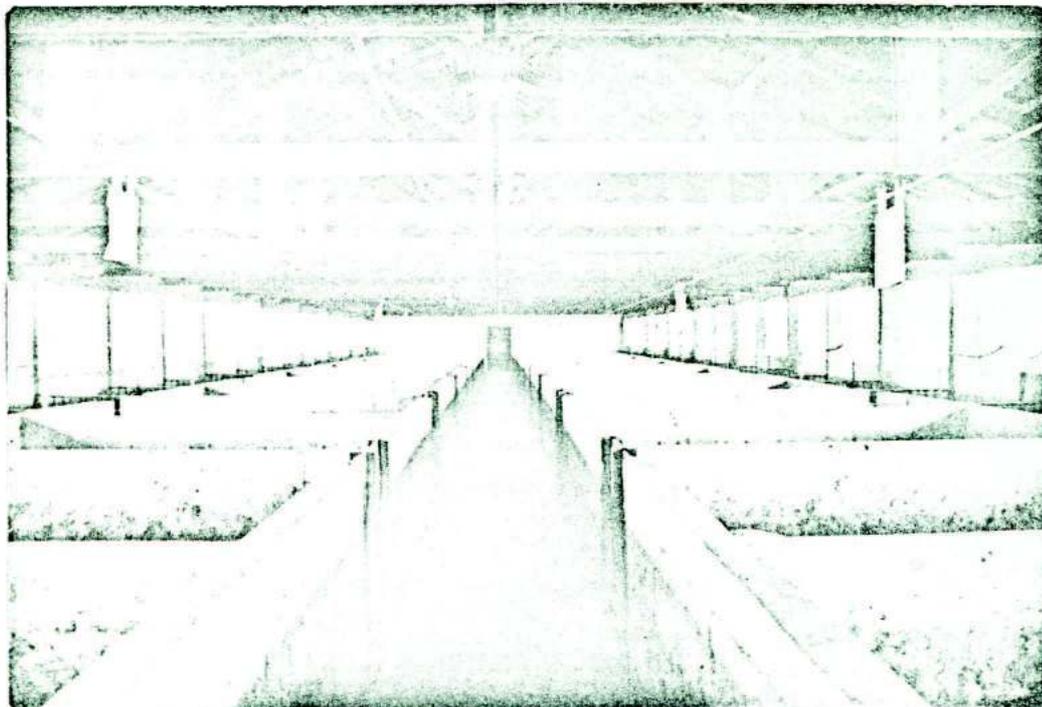


FIGURA 2 - Distribuição das baias de uma unidade de crescimento e terminação, em fila dupla, ao longo de corredor central.



FIGURA. 3 - Área de alimentação e dormitório e área de dejeções (com leitões).



FIGURA 4 - Leitões dispostos na área de dejeções sobre o ripado de concreto do fosso de retenção de dejetos.

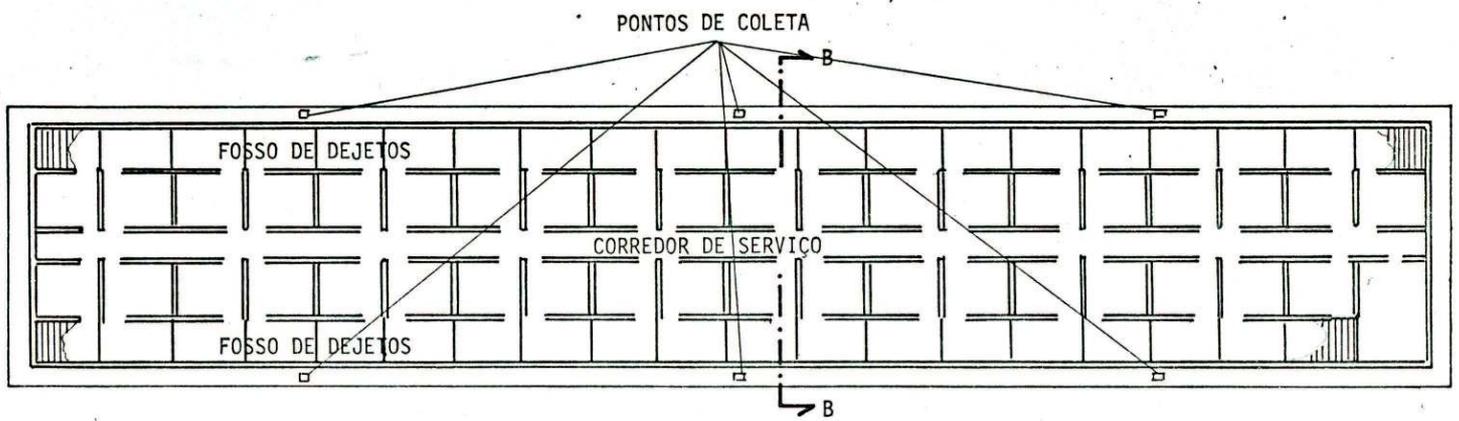


FIGURA 5 - Croqui (planta baixa) de uma unidade de crescimento e terminação, com indicação dos pontos de coleta

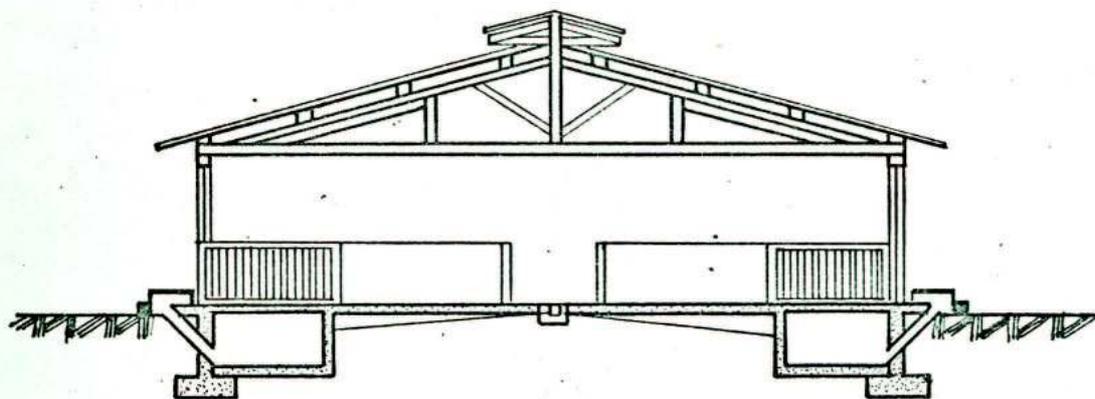


FIGURA 6 - Croqui (corte BB) de uma unidade de crescimento e terminação.

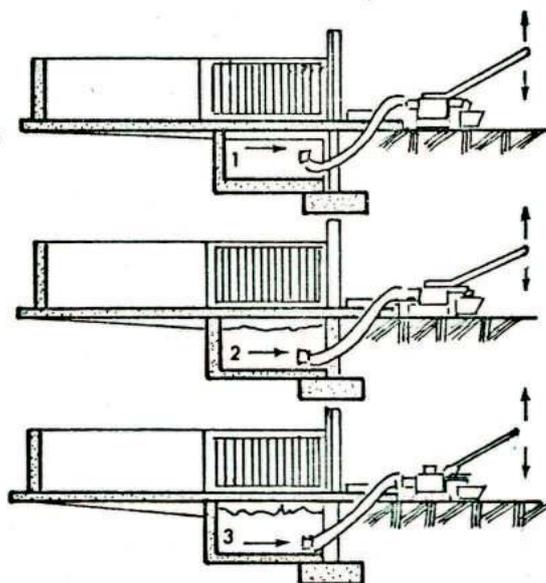


FIGURA 7 - Croqui (corte) dos níveis das coletas dentro do líquido nos fossos de dejetos.

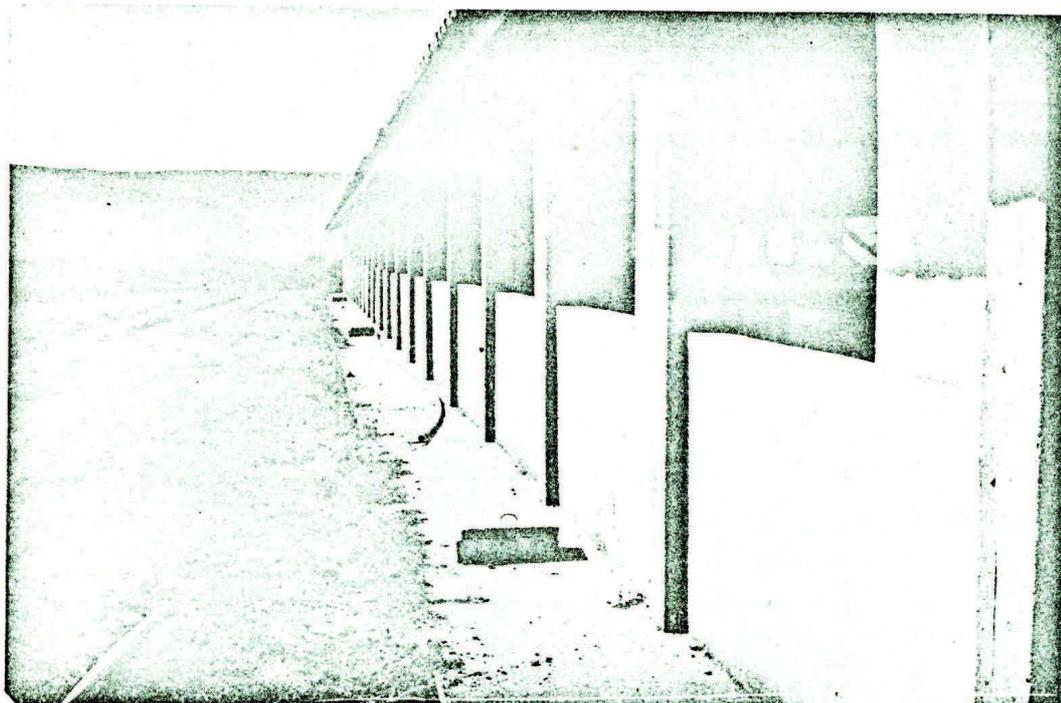


FIGURA 8 - Unidade de crescimento e terminação, mostrando os pontos de coleta de dejetos de cada fosso.



FIGURA 9 - Detalhe do ponto de coleta dos dejetos nas unidades de crescimento e terminação.

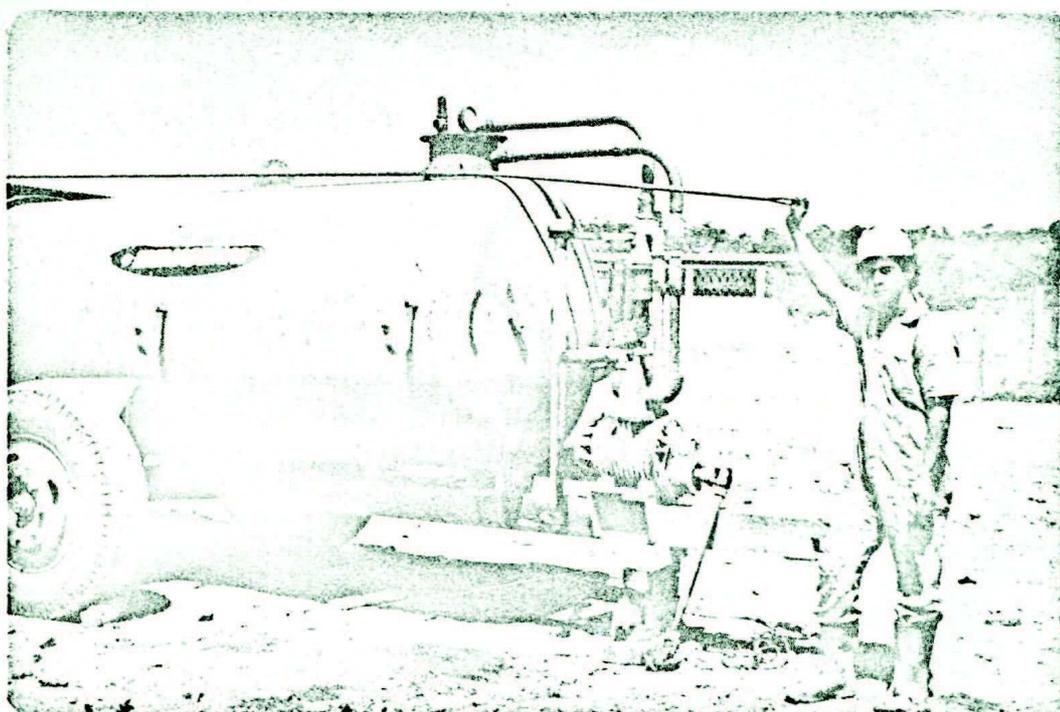


FIGURA 10 - Tanque com bomba para esvaziamento mecânico dos fossos de dejetos.

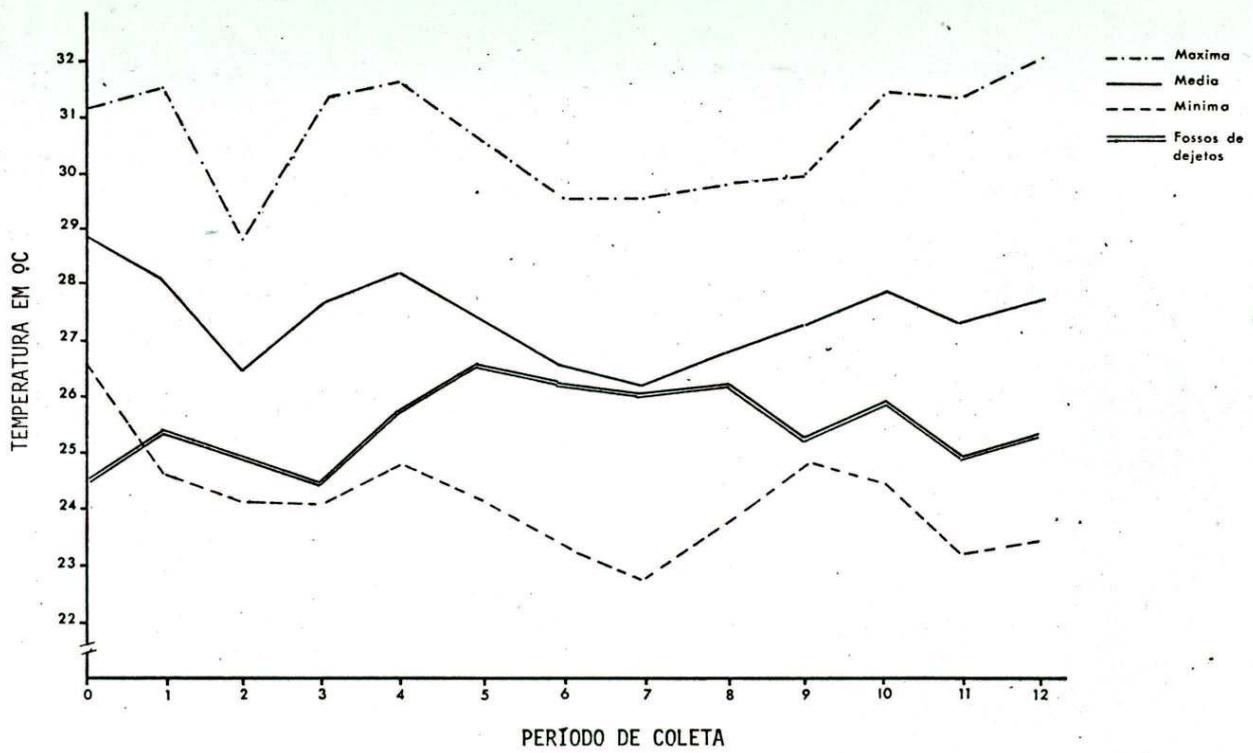


GRÁFICO 1 - Médias de temperaturas máxima, média e mínima do ar e dos fossos de dejetos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação quantitativa dos dejetos

A quantificação dos dejetos aqui obtida representa o somatório das dejeções (fezes e urina), da água de lavação e da desperdiçada nos bebedouros, dos resíduos de ração e dos pelos e poeira incorporados aos fossos de retenção. Dentro deste conceito o volume de dejetos produzidos pelos leitões durante os períodos de crescimento e terminação, expresso em litros por animal por dia, alcançou um valor médio de 7,00 litros com desvio padrão de 1,69 litros (TAB. II). Os consumos médios diários de ração e de água foram, respectivamente, $2,36 \pm 0,34$ kg e $8,6 \pm 1,88$ litros, para uma densidade populacional de um suíno por metro quadrado e lotações de 294,32 suínos por fosso e $2,59$ suínos/m³ de fosso.

TABELA II - Valores médios e desvios padrões dos dejetos produzidos, do consumo de ração, do consumo de água e da lotação permanente, por suínos em crescimento e terminação.

Parâmetro	Unidade	Média	Desvio Padrão
Produção de dejetos	l/suíno/dia	7,00 ⁽¹⁾	1,69
Consumo de água	l/suíno/dia	8,63 ⁽²⁾	1,88
Consumo de ração	kg/suíno/dia	2,36 ⁽²⁾	0,34
Densidade (lotação/m ²)	nº/suínos/m ² baia	1,00 ⁽³⁾	0,16
Lotação/fosso	nº/suínos/fosso	294,32 ⁽¹⁾	46,19
Lotação/m ³	nº/suínos/m ³ fosso	2,59 ⁽⁴⁾	9,43

(1) Valores médios resultantes de 23 observações com 4 repetições.

(2) Valores médios provenientes de 23 observações com 2 repetições.

(3) Valor calculado com base na área média de construção das baias (m²) e do número médio de suínos nelas alojados.

(4) Valor calculado em função da capacidade média dos fossos (m³) e do número médio de suínos nelas alojados.

A produção total de dejetos de 7 litros/cabeça/dia, em comparação com os dados da literatura disponível, pode ser considerada alta, possivelmente em decorrência do maior volume de água incorporado ao sistema, através do desperdício dos bebedouros e das lavagens. Isto porque, enquanto há indicações na literatura nacional de que o consumo diário de água de leitões em crescimento e terminação seja de 5,5 litros (MAMEDE, 1980), os registros atuais foram de 8,63 litros/suíno/dia, ou seja uma diferença de mais 3,13 litros diários por suíno. Este excedente, ou parte dele, provavelmente poderia, pelo dito, ser devido ao desperdício e à lavagem. Tal suposição estaria, aliás, em concordância com as indicações de MULLIGAN & HESLER (1972), de que a quantidade de água para limpeza é de 2,5-8,0 litros/suíno/dia. Os resultados podem ainda, de certa forma, serem comparáveis aos de SILVA (1973), de 9,14 litros de resíduos totais por cabeça por dia, para suínos dos 70 aos 115 kg de peso vivo. O maior volume de dejetos encontrado por este autor possivelmente seja resultante do sistema distinto de coleta e de estocagem dos dejetos, com como do maior peso dos animais e das quantidades mais liberais de água para higienização (10 litros/cabeça/dia) por ele usados. Os resultados atuais assemelham-se também aos relatos por THORNTON (1974), mostrando que suínos de 22 a 90 kg de peso vivo produzem de 4,54 a 9,08 litros de dejetos diariamente quando alimentados com ração seca. São porém, mais elevados do que os mostrados por BRUMM et alii (1977), de 3,8 e 4,8 kg de dejetos/suíno/dia, e por OVERCASH & HUMMENIK (1976), de 3,9 a 4,2 kg diários, para suínos de 45 kg de peso vivo. Diferem ainda das indicações do DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1977), segundo as quais as produções diárias de dejetos de suínos de 30, 68 e 91 kg foram, respectivamente, 1,90 - 4,44 e 5,90 kg, mesmo sendo a umidade (90%) semelhante à do presente estudo.

4.2. Avaliação qualitativa dos dejetos

Os resultados da caracterização qualitativa dos

dejetos de suínos manejados em forma líquida (médias, desvios padrões e coeficientes de variações), provenientes de 12 períodos de coleta com 4 amostragens distintas em cada período, encontram-se na TAB. III (com base no produto original) e na TAB. IV (baseando-se na matéria seca). As variações verificadas na composição dos diversos ítems, que pelo grande número de observações (48) são, de modo geral pequenas, podem, aparentemente, ser atribuídas à oscilação semanal da carga animal, às diferentes categorias de peso dos animais (25 a 100 kg), ao maior ou menor desperdício de água e de ração, ao sistema de estocagem dos dejetos, bem como às possíveis diferenças advindas das coletas do material analisado, como aliás sugerem os trabalhos de WILLRICH (1966), LOEHR (1968), SILVA (1973), OVERCASH & HUMMENIK (1976), DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1977) e JELINEK (1977). Pode-se observar nas tabelas que variações mais acentuadas ocorreram apenas nos teores de ferro e zinco, baseadas no produto original, e no sódio, potássio e ferro, baseadas na matéria seca.

TABELA III - Características qualitativas dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em forma líquida, baseadas no produto original (*).

Característica	Unidade	Média	Desvio padrão	Coefficiente de Variação (%)
pH	unidade	6,94	0,17	2,45
Umidade	%	90,38	1,28	1,42
Cinzas	%	2,04	0,29	14,22
DBO ₅	g/l	52,27	11,87	22,71
DQO	g/l	98,65	17,09	17,32
Sólidos totais	%	9,00	2,46	27,33
Sólidos voláteis/sólidos totais	%	75,05	4,40	5,86
Matéria seca	%	8,99	1,23	13,68
Fibra bruta	%	1,21	0,30	24,79
Extrato etéreo	%	1,15	0,25	21,74
Energia bruta	kcal/kg	391,26	51,81	13,24
Proteína bruta	%	3,78	0,33	8,73
Nitrogênio total	%	0,60	0,05	8,33
Fosforo	%	0,25	0,07	28,00
Potássio	%	0,12	0,04	33,33
Cálcio	%	0,57	0,14	24,56
Sódio	%	0,04	0,01	25,00
Cobre	ppm	11,79	3,16	26,80
Zinco	ppm	72,36	28,47	39,34
Manganês	ppm	49,23	9,00	18,28
Ferro	ppm	216,41	100,44	46,41
Magnésio	ppm	958,61	229,87	23,98

(*) Análises realizadas no Laboratório da SANEAR - Engenharia Sanitária Ltda, de acordo com os métodos da APHA - AWA - WPCF - Standard Methods (1971) e nos Laboratórios de Nutrição Animal e de Espectrofotometria de Absorção Atômica da Escola de Veterinária da UFMG, de acordo com as normas da A.O.A.C. (1975) e da PERKIN ELMER CORPORATION (1968).

TABELA IV - Características qualitativas dos dejetos de suínos em crescimento e terminação manejados em forma líquida, baseadas na matéria seca (*).

Característica	Unidade	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação (%)
Cinzas	%	22,69	1,94	8,55
Fibra bruta	%	13,40	2,26	16,86
Extrato etéreo	%	13,08	2,99	22,86
Energia bruta	kcal/kg	4.351,35	157,45	3,62
Proteína bruta	%	42,93	5,53	12,88
Nitrogênio total	%	6,87	0,89	12,95
Fósforo	%	2,76	0,77	27,89
Potássio	%	1,38	0,63	45,65
Cálcio	%	6,35	1,25	19,68
Sódio	%	0,49	0,23	46,94
Cobre	ppm	132,13	34,06	25,78
Zinco	ppm	805,16	281,96	35,02
Manganês	ppm	549,48	79,57	14,48
Ferro	ppm	2.399,75	1.060,55	44,19
Magnésio	ppm	10.719,39	2.413,68	22,52

(*) Análises realizadas nos Laboratórios de Nutrição Animal e de Espectrofotometria de Absorção Atômica da Escola de Veterinária da UFMG, segundo as normas da A.O.A.C. (1975) e da PERKIN ELMER CORPORATION (1968).

O pH apresentou média de 6,94, indicando um valor praticamente neutro para os dejetos líquidos de suínos. Este número aproxima-se dos encontrados por SCHELTINGA (1966) - 7,2, por SILVA (1973) - 7,1 e por IRGENS & DAY (1973) - 7,1, tendo sido inferior aos achados por WILLRICH (1968) - 8,4, e por BRUMM et alii (1977) - 8,0.

A umidade (90,38%) mostrou variação muito pequena (1,42%), possivelmente em função da maior ou menor quantidade de água e de resíduos de ração incorporados aos fossos de liquefação. O seu valor médio foi semelhante ao de OVERCASH & HUMMENIK (1976) - 93%, e superior ao de SILVA (1973), 76%.

Os teores de cinzas (22,69%) e de proteína bruta (42,93%) baseados na matéria seca, foram mais elevados do que os encontrados por HORWARTH et alii (1958), respectivamente 13,39% - 15,58% e 20,6% - 21,05%, sendo o de proteína bruta também superior aos achados por ORR et alii (1971) - 21,6% e por HARMON et alii (1972) - 27,7%. Quando baseado no produto original o teor de proteína bruta (3,78%) foi, entretanto, semelhante ao encontrado por KORNEGAY et alii (1977) - 3,27%.

O conteúdo em minerais dos dejetos de suínos expressos em porcentagem, ppm, mg/g de sólidos totais, mg/litro, g/suíno 45 kg/dia, % dos sólidos totais e outras, são geralmente variáveis de autor para autor, e ainda em decorrência do material utilizado para análise. A expressão em porcentagem de sólidos totais, por exemplo, somente é válida quando a quantidade de urina for pequena no total de dejetos (OVERCASH & HUMMENIK, 1976), pois, sabe-se que os níveis de potássio sódio e possivelmente de enxofre, são positivamente dependentes do conteúdo de urina (TAIGANIDES, 1977).

Com relação aos teores em fósforo (0,25%), em potássio (0,12%) e em nitrogênio (0,60%), os resultados foram semelhantes aos indicados pelo DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1977) em fósforo (0,23%) e nitrogênio (0,69%), e aos achados por SUTTON et alii (1975) em fósforo (0,27%), potássio (0,19%) e nitrogênio (0,46%), e por TUNNEY & MOLLOY (1975), respectivamente 0,18%, 0,20% e 0,43%. Foram, porém, inferiores

em potássio aos do DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1977) - 0,46%, superiores em matéria seca (8,99%) aos de SUTTON et alii (1975) - 4,90% e semelhantes aos de FUNNEY & MOLLOY (1975) - 8,00%.

Os teores de matéria seca, fósforo e nitrogênio total, baseados no produto original, e nitrogênio total (6,87%) e fósforo (2,76%), baseados na matéria seca, assemelharam-se aos de BRUMM et alii (1977). As concentrações em potássio, tanto baseadas nos dejetos líquidos (0,12%) como na matéria seca (1,38%), foram, por sua vez, também inferiores às desses autores (0,37% e 3,4%, respectivamente). Os níveis de fósforo (2,76%) e potássio (1,38%), baseados na matéria seca, foram, de certa forma, semelhantes aos de KORNEGAY et alii (1977), respectivamente, 3,04% e 0,91%, mesmo sendo estes expressos separadamente nas fezes e na urina, o que não ocorreu no estudo atual.

Os resultados das determinações de minerais dos dejetos baseados no produto original (TAB. III), mostraram, em geral, pequenas variações, tendo-se verificado as mais acentuadas nos níveis de ferro (46,41%) e de zinco (39,34%). Os teores de cálcio (6,55%), de sódio (0,49%), de cobre (132,13 ppm), de zinco (805,16 ppm), de manganês (549,48 ppm), de ferro (2.399,75 ppm) e de magnésio (10.719,39 ppm), baseados na matéria seca (TAB. IV), foram superiores aos encontrados por ORR et alii (1971), respectivamente 2,5 e 0,26% e 108, 509, 177 455 e 800 ppm. Os resultados foram ainda semelhantes aos de KORNEGAY et alii (1977) e de SMITH & WHEELER (1979) nos teores de cálcio (4,39%), de zinco (633,25 ppm) e de magnésio (11.700 ppm), e superiores no teor de cobre (133,13 ppm) aos encontrados por KORNEGAY et alii (1977) - 73,93 ppm.

Os valores médios, a equivalência dos mesmos e as variações das características de bio-engenharia dos dejetos de suínos encontrados na literatura (TAB. V) e os aqui obtidos (TAB VI), mostram algumas divergências em valores e na forma de expressão. Assim, os resultados atuais (TAB VI) apresentaram quantidades médias de 52,27 g/litro de dejetos

(365,89 g/cabeça/dia) de DBO, de 98,65 g/litro de dejetos (690,55 g/cabeça/dia) de DQO, de 9,00% dos dejetos (630,00 g/cabeça/dia) de sólidos totais e de 75,05% dos sólidos totais (472,78 g/cabeça/dia) de sólidos voláteis. Os níveis de nitrogênio total e de matéria seca foram, respectivamente, 0,60 (42,35 g/suíno/dia) e 8,99% dos dejetos produzidos (629,37 g/suíno/dia).

Relativamente aos valores de nitrogênio total, baseados nos dejetos líquidos, OVERCASH & HUMMENIK (1976) encontraram quantidades menores (23,00 a 27,00 g/suíno/dia-TAB. V) em dejetos produzidos por suínos de 45 kg do que as aqui descritas (42,35 g - TAB VI). Em termos de matéria seca, entretanto, os resultados foram equivalentes, e suas variações (5,98% a 7,76%) não se desviaram dos limites (3,4% a 19,0%) encontrados por POWERS et alii (1975). Quando expressos em mg/litro de dejetos os resultados atuais (6,058), referentes a produção diária de 7,00 litros por leitões de 25 a 100 kg, se assemelharam aos de OVERCASH & HUMMENIK (1976) - 5.000, relativos a um volume de 3,8 litros/suíno de 45 kg/dia.

Em relação a DBO, a DQO, aos sólidos totais e aos teores de nitrogênio total, os achados (TAB. VI), assemelharam-se, quando expressos em valores equivalentes, aos determinados por IRGENS & DAY (1976), por SCHELTINGA (1966), por SILVA (1973), por MOORE et alii (1975) e por BRUMM et alii (1977), enquadrando-se, também, para DBO e DQO (TAB. V) nos limites indicados por LOEHR (1968). Os valores de sólidos totais, sólidos voláteis e nitrogênio total (TAB. VI) foram, porém, superiores aos de WILLRICH (1966) e de LOEHR (1968). Foram também, superiores aos de OVERCASH & HUMMENIK (1976), quando expressos em g/suíno/dia e g/suíno 45 kg/dia, e semelhantes, quando expressos em partes por milhão (TAB. V), somente para sólidos totais e voláteis. As diferenças observadas entre os resultados desta pesquisa e os encontrados na literatura, possivelmente sejam decorrentes das condições diversas, de desenvolvimento da pesquisa, principalmente categoria de animais e modalidades de expressão dos resultados.

TABELA V - Valores médios de algumas características dos dejetos de suínos encontrados na literatura com a respectiva modalidade de expressão adotada pelos autores.

Autor	Característica	DBO	DQO	$\frac{DBO}{DQO}$	Sólidos totais	Sólidos voláteis	pH	Nitrogenio total
IRGENS & DAY (1966)		52.000 ppm	143.000 ppm	-	-	64.420 ppm	7,1	6.240 ppm
WILLRICH (1966)		2.880 mg/l	6.997 mg/l		5.622 mg/l	4.506 mg/l	8,4	1.075 mg/l
LOEHR (1968) (suino de 45 kg)		91 - 255 g/cab/dia	214 - 436 g/cab/dia	0,19-0,45 relação	228 - 441 g/cab/dia	159 - 364 g/cab/dia	-	1,36-32 g/cab/dia
		0,30-0,50 g/g sól.vol.	1,2-1,56 g/g sól.vol.	-	-	-	-	-
		1.275- 52.000 mg/l	4.740-143.000 mg/l	-	6.000-8.000 mg/l	-	-	-
SILVA (1973) (suino 75-115kg)		150-240 g/cab/dia	330-435 g/cab/dia	0,42-0,80 relação	365-410 g/cab/dia	77 %sól.tot.	6,9-7,7	-
MOJRE et alii (1975) (3,8l/suino 45kg/dia)		32.000 mg/l	80.000 mg/l	-	-	-	-	-
BRUMM et alii (1977) (suinos de 14-91kg)		-	-	-	-	5,20-6,57 % dejetos	7,85-8,28	4.334-5.773 ppm
JELINEK (1977) (suinos 5-100kg)		-	-	-	11,5-12,5 % dejetos	-	-	-
OVERCASH & HUMMENIK (1976) (suino de 45 kg)		120 g/cab/dia	300 g/cab/dia	-	230 g/cab/dia	180 g/cab/dia	-	23-27 g/cab/dia
(3,8 l/suino 45kg/dia)		-	-	-	70.000 mg/l	55.000 mg/l	-	-
TAIGANIDES (1977)		31,8 % sól.tot.	-	30,7 %	13,5 % dejetos	82,4 % sól.tot.	-	5,6 % sól.tot.
		38,6 % sól.vol.	-	-	0,69 % p.vivo/dia	0,57 % p.vivo/dia	-	-

TABELA VI - Equivalência dos valores médios de algumas características dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em forma líquida.

Característica	Unidade	Média	Desvio padrão
DBO	g/l	52,27	11,87
	mg/l (ou ppm)	52.270,04	11.869,60
DQO	g/suíno/dia	365,89	83,09
	g/l	98,65	17,09
DBO/DQO	mg/l (ou ppm)	98.653,50	17.090,73
	g/suíno/dia	690,55	119,63
Sólidos totais	%	52,98	6,98
	relação	0,53	0,07
Sólidos voláteis	% dejetos	9,00	2,46
	g/l	90,00	24,67
Matéria seca	mg/l (ou ppm)	90.000,00	24.679,00
	g/suíno/dia	630,00	172,69
pH	% sólidos totais	75,05	4,40
	g/l	67,54	1,08
Nitrogênio total	mg/l (ou ppm)	67.545,00	1.085,48
	g/suíno/dia	472,78	7,56
pH	% dejetos	8,99	1,23
	g/l	89,91	12,37
Nitrogênio total	g/suíno/dia	629,37	86,59
	unidades	6,94	0,17
Nitrogênio total	% dejetos	0,60	0,05
	g/l	6,05	0,53
Nitrogênio total	mg/l (ou ppm)	6.058,95	539,09
	g/suíno/dia	42,35	3,71

Comparativamente, as características dos dejetos líquidos de suínos em crescimento e terminação expressos em gramas/animal/dia, mostraram substanciais diferenças entre os valores referidos por OVERCASH & HUMMENIK (1976) e os atuais (TAB. VII). Assim, as variações mais acentuadas ocorreram nas quantidades de dejetos produzidos, sólidos totais, sólidos voláteis, DBO, nitrogênio total, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta, cálcio, fósforo, ferro, zinco e manganês. As divergências nas quantidades de dejetos produzidos por animal referidas por OVERCASH & HUMMENIK (1976) e as achadas neste trabalho, provavelmente possam ser atribuídas às diferenças em categorias de animais (suínos de 45 kg e de 25 a 100 kg), e ainda em consumo de água (CONRAD & MAYROSE, 1971; HARMON et alii, 1972; SUTTON et alii, 1975, OVERCASH & HUMMENIK, 1976) e critério de arração dos animais (comedouros e no chão).

As diferenças dos valores de cada elemento (TAB. VII) possivelmente estejam fundamentadas na quantidade distinta produzida por suíno e na concentração de cada elemento nos dejetos utilizados para o cálculo dos valores em gramas por animal por dia.

TABELA VII - Valores comparativos das características dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, produzidos em unidades de piso compacto e ripado, estimado em gramas por animal por dia.

Característica	Taxa de produção	
	Suínos 45kg ¹	Suínos 25-100kg ²
Total de dejetos	3.800	7.000
Sólidos totais	230	630
Sólidos voláteis	180	472
Nitrogênio total	18	42
Fósforo	6	17
Potássio	8	8
Cálcio	9	39
Magnésio	2	6
Sódio	2	3
Ferro	0,45	1,5
Zinco	0,14	0,51
Cobre(s/Cu na dieta)	0,02	0,08
(c/Cu na dieta)	0,20	-
Manganês	0,055	0,34
Cloro	14	-
Sólidos dissolvidos	180	-
Sólidos vol.dissolvidos	160	-
Nitrogênio amoniacal	9	-
DQO	300	690
DBO	120	365
Fibra bruta	45	85
Extrato etéreo	20	80
Proteína bruta	45	265
Extrato n/nitrogenado	90	114
Energia bruta kcal/dia	900	2.737
Matéria seca	-	629
Carbono orgânico total	90	-
Alcalinidade	0,002	-
Ácidos voláteis	15	-
Gordura	4,5	-
Carbono inorgânico	18	-

1 - Características dadas por OVERCASH & HUMMENIK (1976).

2 - Características resultantes do trabalho do autor.

O confinamento de suínos em todas as fases da produção, gera a necessidade de maiores áreas construídas, bem como a adoção de sistemas definidos de manejo dos dejetos. Estes, por sua vez, podem implicar em condições favoráveis ou desfavoráveis de meio ambiente. Um fator básico neste contexto é a degradação dos resíduos dentro das construções, que se ocorrer, provocará a produção de gases nocivos aos animais. A capacidade de armazenamento dos dejetos, neste estudo os fossos de retenção ($0,38\text{m}^3/\text{suíno}$), bem como o nível de degradação podem determinar o período de estocagem dos dejetos dentro das construções. Os resultados, envolvendo os principais componentes (TAB. VIII), indicaram que o tempo de estocagem (0 - 14 e 28 dias) não exerceu influência significativa sobre as médias dos parâmetros pH, sólidos totais, sólidos voláteis e nitrogênio total. Os valores médios da DBO, expressos em g/litro de dejetos, mostraram diferença significativa ($P < 0,05$) para os tratamentos, indicando uma elevação de 0 para 14 dias de estocagem e um decréscimo de 14 para 28 dias de retenção. Os valores médios de DQO foram semelhantes de 0 para 14 dias de armazenamento, e diferentes ($P < 0,05$), de 14 para 28 dias de estocagem, com valores decrescentes de 0 para 28 dias de armazenamento.

Os teores de matéria seca revelaram-se decrescentes durante o tempo de estocagem (TAB. VIII), tendo sido semelhantes nos períodos 0 e 14 dias e 14 e 28 dias de retenção e significativamente diferentes ($P < 0,05$) apenas na comparação de médias de 0 e 28 dias de estocagem.

As diferenças significativas encontradas entre os teores médios da DBO, da DQO e da matéria seca decorrentes do período de estocagem (0 - 14 e 28 dias), possivelmente possam ser atribuídas à maior quantidade de água incorporada aos fossos de retenção e não à ocorrência de degradações. Esta hipótese, se verdadeira, poderia ser caracterizada pela maior quantidade de água gasta (litros/suíno/dia) e pelos valores crescentes dos teores de sólidos voláteis durante os períodos de estocagem estudados.

TABELA VIII - Valores médios do pH, DBO , DQO, sólidos totais, sólidos voláteis, matéria seca e nitrogênio total, em função do tempo de estocagem.

Característica	Unidade	Tempo de estocagem (dias)			Média total	dms
		0	14	28		
pH	unidade	7,05 ^{a(1)}	6,90 ^a	6,98 ^a	6,97	0,43
DBO	g/l	57,79 ^a	65,81 ^b	39,06 ^c	54,16	6,22
DQO	g/l	122,80 ^a	120,20 ^a	100,80 ^b	114,60	17,61
Sólidos totais	%	8,35 ^a	10,65 ^a	6,80 ^a	8,60	4,85
Sólidos voláteis	%St.	74,77 ^a	76,00 ^a	77,45 ^a	76,07	4,72
Matéria seca	%	9,85 ^a	8,17 ^{ab}	7,99 ^b	8,67	1,70
Nitrogênio total	%	0,63 ^a	0,62 ^a	0,58 ^a	0,61	0,08

(1) Valores da mesma linha com letras distintas diferiram significativamente ao nível de P. < 0,05.

Para o primeiro período (0 dia de estocagem) a quantidade de água gasta foi de 5,5 l/suíno/dia, para o segundo período (14 dias de estocagem), 7,31 litros e para o último período (28 dias de estocagem), 10,74 litros. As elevadas temperaturas observadas durante os períodos estudados, média de 28°C e máxima de 32°C, provavelmente tenham contribuído para o maior desperdício de água nos bebedouros, aumentando desta forma o consumo de água e, conseqüentemente a diluição dos dejetos (OVERCASH & HUMMENIK, 1976). Para uma produção diária média de 7,00 litros de dejetos/suíno durante o período de 28 dia de retenção, decorre a necessidade mínima efetiva de 0,20 m³ de fosso de estocagem por animal, sem considerar a capacidade adicional de 20% como medida de segurança (TAIGANIDES, 1977).

Os efeitos do tempo de estocagem sobre os componentes pH, DBO, DQO, sólidos voláteis e nitrogênio total, mostraram-se semelhantes aos de IRGENS E DAY (1966), em 29 dias de estocagem. Os resultados referentes à matéria seca (teores decrescentes), foram semelhantes aos de BRUMM et alii (1977) e os relativos aos sólidos voláteis (níveis crescentes) contrários. Comportamento semelhante da matéria seca e dos sólidos voláteis foram observados por BRUMM & SUTTON (1979). Os níveis de nitrogênio em função de 0-14 e 28 dias de estocagem não mostraram diferenças significativas, apesar de apresentarem valores 8% mais baixos com 28 dias de estocagem em comparação com 0 dia de armazenamento. Este decréscimo, entretanto parece não ser devido à perda por tempo de estocagem, como sugerem MOORE et alii (1975) e LAUER (1975), mas à diluição ocasionada pela maior quantidade de água incorporada ao fosso de dejetos (OVERCASH & HUMMENIK, 1976). BRUMM et alii (1977) encontraram, porém, resultados semelhantes aos atuais, e BRUMM & SUTTON (1979) contrários (acrêscimos nos teores de nitrogênio).

Os resultados do estudo da influência do tempo de estocagem sobre os principais componentes afetados por degradações, demonstraram que dejetos líquidos de suínos em crescimento e terminação podem ser acumulados por períodos de até 4 semanas, aparentemente sem causarem condições adversas de ambiente para os animais. O comportamento destes elementos

para períodos de estocagem mais longos, carece de informações, sendo necessárias pesquisas específicas para seu equacionamento.

4.3. Correlações simples entre os parâmetros quantitativos e qualitativos.

As correlações simples entre as características quantitativas e qualitativas dos dejetos líquidos de suínos em crescimento e terminação, baseadas no produto original e na matéria seca, são mostrados na TAB. IX. Os valores mostraram que o volume de dejetos produzidos por suíno/dia está mais correlacionado, negativamente com a lotação ($-0,39$), com o pH ($-0,32$), com os níveis de fósforo ($-0,32$), de cobre ($-0,23$) e de magnésio ($-0,26$), e positivamente com o consumo de ração ($0,28$), consumo de água ($0,26$), porcentagem de sólidos totais ($0,26$) e DBO ($0,25$).

Apesar da insuficiência de termo comparativo na literatura, é possível deduzir-se que a medida que o número de suínos por fosso de estocagem aumentar o volume médio de dejetos produzidos/suíno/dia decrescerá. Esta observação está fundamentada no fato de o volume de água consumido por cabeça por dia incluir a da ingestão, de desperdício e de lavagem, sendo esta última mais ou menos constante independentemente do número de leitões, e desta forma dividida por maior ou menor número de animais. Assim, ocorre um acréscimo ou uma redução do volume de dejetos/suíno/dia, com uma consequente diluição ou concentração dos mesmos.

As correlações do volume de dejetos produzidos, negativa com o pH ($-0,32$) e positiva com a porcentagem dos sólidos totais ($0,26$) e com a DBO ($0,25$) possivelmente possam ser atribuídas às maiores ou menores diluições dos dejetos. Isto porque as análises de dejetos sem diluição revelam, em geral pH, porcentagem de sólidos totais e quantidade de DBO mais altos (BRUMM et alii, 1877.; BRUMM & SUTTON, 1979).

A carga animal mostrou-se negativamente mais correlacionada com a quantidade de dejetos produzidos ($-0,39$) e com a porcentagem de sólidos totais ($-0,26$).

TABELA IX - Correlações simples entre as características dos dejetos líquidos estudadas.

Característica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
1. Dejetos (l/s/dia)	1,00	.26	.25	.39	.32	.13	.12	.25	.08	.26	.20	.12	.15	.27	.14	.15	.15	.32	.07	.22	.05	.23	.17	.20	.08	.26	.05	.15	.16	.07	.01	.01	.28	.03	.17	.02	.16	.11	.12	.12	.20	
2. Água (l/s/dia)		1,00	.58	.02	.28	.19	.21	* .22	.15	.06	.19	.14	.21	.21	.25	.03	.45	.18	.39	.13	.38	.21	.39	.28	.36	.13	.07	.31	.08	.07	.26	.14	.08	.31	.03	.26	.12	.27	.33	.24		
3. Ração (kg/dia)			1,00	.13	.13	.23	.24	.09	.10	.04	.20	.24	.25	.25	.24	.32	.03	.34	.25	.25	.20	.36	.34	.35	.02	.20	.13	.20	.14	.01	.28	.28	.25	.01	.14	.03	.25	.25	.26	.07	.16	
4. Lotação (nº/fosso)				1,00	.03	.14	.04	.15	.14	.20	.14	.12	.05	.01	.20	.08	.08	.05	.13	.10	.14	.10	.03	.04	.08	.14	.19	.15	.04	.31	.12	.12	.11	.15	.04	.14	.04	.09	.18	.12	.08	
5. pH (unidades)					1,00	.19	.05	.02	.19	.04	.14	.04	.07	.26	.01	.15	.14	.30	.28	.24	.27	.13	.12	.06	.15	.23	.05	.10	.27	.10	*	.01	.30	.28	.26	.27	.09	.08	.01	.20	.21	
6. Umidade (%)						1,00	.71	.30	.34	.29	.04	.98	.73	.26	.96	.45	.45	.34	.10	.58	.14	.31	.40	.07	.23	.38	.18	.28	.27	.28	.70	.70	.13	.39	.02	.42	.20	.01	.10	.05	.20	
7. Cinzas-OR (%)							1,00	.13	.32	.21	.39	.75	.52	.33	.75	.30	.30	.26	.23	.44	.40	.36	.36	.57	.15	.40	.47	.16	.12	.11	.56	.56	.09	.43	.03	.39	.02	.07	.01	.11	.03	.03
8. DFO (g/l dejetos)								1,00	.62	.22	.07	.31	.03	.29	.31	.26	.26	.10	.30	.29	.35	.23	.23	.31	.06	.34	.10	.29	.12	*	.17	.17	.07	.34	.11	.37	.06	.11	.09	.04	.16	
9. DBO (g/l dejetos)									1,00	.04	.11	.31	.03	.57	.36	.45	.46	.46	.09	.07	.07	.64	.59	.56	.28	.69	.12	.19	.43	.20	.06	.06	.31	.16	.58	.14	.49	.49	.46	.35	.54	
10. Sólidos Totais (%)										1,00	.02	.31	.18	.02	.24	.09	.09	.15	.23	.07	.21	.03	.05	.04	.08	.02	.07	.02	.20	.32	.28	.28	*	.34	.10	.32	.20	.04	.28	.01	.17	
11. Sólidos Voláteis (%ST)											1,00	.02	.02	.06	.02	.08	.08	.24	.10	.16	.07	*	.08	.06	.06	.02	.61	.07	.11	.03	.05	.05	.23	.08	.15	.04	.03	.06	.02	.06	.01	
12. Matéria Seca (%)												1,00	.76	.23	.99	.41	.41	.32	.20	.54	.23	.28	.38	.07	.30	.36	.14	.29	.31	.24	.76	.76	.16	.48	.04	.50	.23	*	.13	.02	.22	
13. Fibra Bruta-OR (%)													1,00	* .70	.23	.23	.17	.03	.32	.08	.05	.26	.42	.28	.08	.29	.84	.40	.25	.50	.56	.18	.24	.12	.27	.29	.03	.20	.04	.35		
14. Extrato Etéreo-OR (%)														1,00	.36	.56	.50	.78	.05	.74	.02	.86	.75	.71	.53	.85	.23	.17	.81	.42	.07	.07	.68	.11	.71	.06	.73	.69	.69	.60	.73	
15. Energia Bruta-OR (Kcal/kg)															1,00	.47	.47	.37	.21	.60	.22	.40	.43	.69	.15	.47	.09	.25	.16	.03	.89	.09	.08	.47	.06	.47	.10	.05	.06	.16	.09	
16. Proteína Bruta-OR (%)																1,00	.99	.46	.13	.61	.08	.52	.40	.57	.33	.57	.04	.02	.31	.18	.23	.23	.24	.27	.43	.30	.29	.24	.29	.49	.32	
17. Nitrogênio Total-OR (%)																	1,00	.45	.14	.61	.08	.52	.40	.57	.33	.58	.04	.02	.31	.18	.23	.23	.24	.27	.43	.30	.29	.24	.30	.49	.32	
18. Fósforo-OR (%)																		1,00	.05	.81	.24	.85	.73	.75	.51	.84	.03	*	.58	.19	.08	.08	.87	.05	.74	.02	.69	.64	.65	.62	.68	
19. Potássio-OR (%)																			1,00	.04	.94	.05	.08	.20	.12	.14	.02	.16	.06	.05	.15	.16	.18	.94	.11	.87	.07	.02	.09	.08	*	
20. Cálcio-OR (%)																				1,00	.16	.82	.75	.85	.48	.85	.44	.04	.43	.19	.19	.19	.55	.19	.81	.16	.54	.57	.56	.07	.55	
21. Sódio-OR (%)																					1,00	.01	.02	.17	.20	.08	.10	.12	.16	.03	.05	.05	.23	.13	.15	.18	.03	.08	.02	.15	.07	
22. Cobre-OR (ppm)																						1,00	.76	.79	.53	.95	.20	.09	.68	.40	*	*	.72	.13	.78	.08	.86	.69	.76	.62	.82	
23. Zinco-OR (ppm)																							1,00	.75	.35	.70	.04	.06	.50	.14	.17	.17	.54	.18	.62	.13	.56	.91	.62	.45	.49	
24. Manganês-OR (ppm)																								1,00	.15	.81	*	.07	.33	.03	.33	.32	.42	.37	.54	.35	.43	.52	.64	.35	.42	
25. Ferro-OR (ppm)																									1,00	.48	.16	.15	.07	.59	.40	.46	.60	.20	.79	.25	.08	.49	.47	.92	.08	
26. Magnésio-OR (ppm)																										1,00	.15	.16	.04	.35	.05	.05	.08	.22	.76	.17	.77	.59	.70	.61	.82	
27. Cinzas-MS (%)																										1,00	.16	.25	.20	.06	.06	.05	.04	.10	.13	.30	.10	.17	.13	.26		
28. Fibra Bruta-MS (%)																											1,00	.31	.14	.19	.19	.13	.09	.12	.06	.22	.04	.18	.05	.30		
29. Extrato Etéreo-MS (%)																											1,00	.59	.47	.48	.75	.17	.72	.24	.84	.06	.73	.58	.55			
30. Energia Bruta-MS (Kcal/kg)																											1,00	.33	.33	.34	.13	.42	.17	.54	.25	.29	.54	.53				
31. Proteína Bruta-MS (%)																											1,00	.99	.28	.36	.24	.05	.39	.13	.31	.24	.39					
32. Nitrogênio Total-MS (%)																											1,00	.28	.36	.24	.35	.39	.13	.31	.24	.39						
33. Fósforo-MS (%)																												1,00	.22	.78	.26	.82	.64	.71	.63	.81						
34. Potássio-MS (%)																												1,00	.13	.97	.14	*	.02	.07	.08							
35. Cálcio-MS (%)																												1,00	.18	.81	.68	.75	.81	.82								
36. Sódio-MS (%)																												1,00	.20	.06	.04	.12	.14									
37. Cobre-MS (ppm)																												1,00	.69	.83	.62	.95										
38. Zinco-MS (ppm)																												1,00	.72	.47	.63											
39. Manganês-MS (ppm)																												1,00	.41	.79												
40. Ferro-MS (ppm)																												1,00	.63													
41. Magnésio-MS (ppm)																												1,00														

(*) Valores menores do que .01

Características 1.- Produção de dejetos em litros/suíno/dia; 2.- Consumo de água em litros/cabeça/dia; 3.- Consumo de ração em kg/suíno/dia; 4.- Número de suínos/fosso de estocagem.

O teor de cinzas mostrou correlação positiva de 0,36 com a proteína bruta e com o nitrogênio total, sendo superior ao encontrado por HORWARTH et alii (1958).

A matéria seca apresentou correlações positivas de 0,67 com manganês, 0,54 com cálcio, 0,41 com proteína bruta e nitrogênio total, 0,38 com zinco, 0,36 com magnésio e 0,32 com fósforo, e negativa com o sódio (-0,23). As correlações da matéria seca com nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio foram, sem especificação de valores, achadas significativas por TUNNEY & MOLLOY (1975). As variações da matéria seca encontradas por esses autores 2 a 21% - foram bem mais amplas do que as atuais (6,45 a 12,36%), possivelmente devido ao fato dos estudos desses autores abrangerem várias criações com diferentes tipos de manejo e de diluições de dejetos, e o presente estudo ter sido realizado em uma propriedade com manejo e diluição mais ou menos constantes.

As correlações dos teores dos minerais entre si mostraram grande número de valores positivos e elevados, sendo de 0,95 para o cobre e magnésio, de 0,94 para o potássio e sódio, de 0,85 para o fósforo e cobre, e também de 0,85 para cálcio e magnésio. As correlações negativas foram de -0,53 para o cobre e ferro e de -0,51 para o fósforo e ferro. Também manganês, potássio e sódio mantiveram, na sua maioria, correlações negativas com os demais minerais.

As características de bio-engenharia dos dejetos de suínos, envolvem atenção especial devida a sua grande concentração em comparação com os mesmos parâmetros dos esgotos urbanos. A associação das características poluentes foi, em parte, assinalada anteriormente pelas correlações com o volume de dejetos/suíno/dia e com a carga animal (lotação). A DBO, como um dos parâmetros básicos do potencial poluidor, mostrou correlação mais elevada com a DQO (0,62) e menor com os teores de sólidos totais (0,22), matéria seca (0,31), nitrogênio (0,26), magnésio (0,34), manganês (0,31), cobre (0,23), zinco (0,23), cálcio (0,29), sódio (-0,35) e potássio (-0,30). A DQO, por sua vez, foi fracamente correlacionada com os níveis de sólidos totais e voláteis e potássio, medianamente com

os teores de matéria seca (0,31), nitrogênio (0,46), fósforo (0,46), e acentuadamente com os de cálcio (0,67), cobre (0,64), zinco (0,59), manganês (0,56) e magnésio (0,69). Os teores de sólidos totais e voláteis foram menos correlacionados com as demais características pesquisadas, com a maioria dos valores não atingindo 20%. Os valores das correlações do nitrogênio com alguns minerais, foram: 0,45 com o fósforo, 0,52 com o cobre, 0,40 com o zinco, 0,57 com o manganês, -0,33 com o ferro, 0,58 com o magnésio e 0,61 com o cálcio.

5. CONCLUSÕES

5.1. A produção total de 7,00 litros de dejetos líquidos encontrada por suíno por dia nas fases de cres-cimento e terminação, com uma lotação de um suíno/m² de cons-trução, trouxe como consequência a necessidade de 0,24m³ de capacidade efetiva de fosso de retenção por animal a fim de permitir um adequado manejo dos dejetos.

5.2. A alternativa de manejo dos dejetos em for-ma líquida em fossos de retenção, permitiu sua estocagem por um período de 4 semanas, sem ocasionar condições desfavorá-veis de meio ambiente e, aparetamente, sem comprometer o desempenho dos animais.

5.3. As característ^ícas poluentes dos dejetos de suínos revelaram concentrações suficientemente altas a ponto de se constituírem um risco de desequilíbrio ecológico, com a adoção da alternativa de lançamento dos dejetos liquefei-tos diretamente em cursos naturais de água, como seu desti-no final.

5.4. Os níveⁱs dos principais elementos fertili-zantes dos dejetos liquefeitos de suínos (N - P - K -Ca -Mg) mantiveram uma proporcionalidade adequada entre si, para sa-tisfazer as exigências culturais da produção de grande par

te dos cereais.

5.5. A carga animal manifestou-se negativamente correlacionada com a quantidade de dejetos produzidos/suíno/dia, indicando uma redução de volume quando houver um aumento na densidade populacional.

5.6. Face ao apreciável volume de dejetos produzidos por suínos nas fases de crescimento e terminação, bem como sua concentração em elementos fertilizantes, alimentares e poluentes, decorre a validade e necessidade de pesquisas das diversas alternativas de aproveitamento, economicamente viáveis e sanitariamente eficientes.

6. APÊNDICE

TABELA X - Características dos dejetos de suínos expressos em equivalente populacional (EP):

Característica	Dejetos de suínos			Esgoto urbano		EP humano por suíno		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)*
DBO ₅ (g/cab/dia)	136,38	180,00	365,89	77	54	1,77	3,30	4,75-6,77
Sól.totais(g/cab/dia)	409,13	395,00	630,00	250	120	1,64	3,30	2,52-5,25
Sól.decant.(ml/cab/dia)	-	4.000,00	-	-	650	-	6,20	- -
Nitr.total(g/cab/dia)	22,73	-	42,25	15	-	1,52	-	2,82 -
Taxa per capita (l/dia)	-	9,14	7,00	150	180	-	-	- -

(1) LOEHR (1968).

(2) SILVA (1973).

(3) AUTOR.

(3)* Estimativa do EP baseado nas características do esgoto humano dadas por LOEHR (1968) e SILVA (1973).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION, Washington. Standard methods for the examination of water and wastewater. 13 ed. Washington, 1971. 874p.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Washington. Official methods of analysis of the Association of official Analytical Chemistry. 12 ed. Washington, 1975 1094p.
3. BRUMM, M.C.; SUTTON, A.L.; MAYROSE, V.B.; NYE, J.C.; JONES, H.W. Effect of arsanilic acid in swine diets on fresh waste production, composition and anaerobic decomposition. J.Anim.Sci., 44(4):521-31, 1977.
4. BRUMM, M.C. & SUTTON, A.L. Effect of cooper in swine diets on fresh waste composition and anaerobic decomposition. J.Anim.Sci., Champaign, 49(1):20-5, 1979.
5. COMMITTEE OF NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL, s.l. Guidelines for pork producers for use to preserve environmental quality; fact sheets. s.l., Dakota State University, 1971. (mimeo).
6. CONRAD, J.H. & MAYROSE, V.B. Animal waste handling and disposal in confinement production of swine. J. Anim. Sci., Champaign, 32(4):811-5, 1971.

7. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, Midwest Plan Service, Washington. Livestock, In: _____. Structure and environment handbook. 9. ed. Ames, Iowa State University, 1977.p. 215-47.
8. FAO. MONTHLY BULLETIN OF STATISTICS, Rome, v.1, n. 3 , 1978. p.14.
9. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Rio de Janeiro, 1975. p. 114-116.
10. HARMON, B.G.; DAY, D.L.; JENSEN, A.H.; BAKER, D.H. Nutritive value of aerobically sustained swine excrement. J. Anim. Sci., Champaign, 34(3): 403-7, 1972.
11. HORWARTH, D.J.; PETERSON, M.E.; CLAWSON, A.J.; SHEFFY, B.E.; LOOSLI, J.K. Diurnal variations in the composition of swine feces. J. Anim. Sci., Champaign, 17(3): 869-74, 1958.
12. IRGENS, R.L. & DAY, D.L. Aerobic treatment of swine waste. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL WASTE MANAGEMENT. East Lansing, 1966. Proceedings. St. Joseph, American Society of Agricultural Engineers, 1966. p.58 60.
13. JELINEK, T. Collection, storage and transport of swine wastes. In: TAIGANIDES, E.P. Animal wastes. Essex, England Applied Science, 1977. p.165-74.
14. KORNEGAY, E.T.; HOLLAND, M.R.; WEBB, Jr., K.E.; BOVARD, K.P.; HEDGES, J.D. Nutrient characterization of swine fecal waste and utilization of these nutrients by swine. J. Anim. Sci., Champaign, 44(4): 608-19, 1977.
15. LAUER, D.A. Limitations of animal waste replacement for inorganic fertilizers. In: JEWEL, W.J. ed Energy, agriculture and waste management. Ann Arbor Science , 1975 apud OVERCASH, M.R. & HUMMENIK, F.J. State-of-the-art: swine waste production and pretreatment processes. Ada, Robert S. Kerr Environment Research

16. LOEHR, R.C. Manure production. In: _____. Pollution implications of animal wastes; a foreward oriented re view. Ada, Robert S. Kerr Water Research Center, 1968. p.24-53.
17. MAMEDE, R.A. Consumo de água e relação água/ração para suínos em crescimento e terminação. Belo Horizonte, Escola de Veterinária UFMG, 1980. 23p. (Tese, Mestre em Zootecnia).
18. MOORE, J.A.; OVERCASH, M.R.; PRAKASAM, T.B.S. Animal waste sample preparation and preservation. In: WILLRICH, T.L.; MINER, J.R.; OVERCASH, M.R., eds. Standardizing properties and analytical methods related to animal waste research. St. Joseph, Michigan American Society Agricultural Engineers, 1975. p.297-333.
19. MUEHLING, A.J. Swine housing and waste management; a research review. Champaign, University of Illinois, Dept. Agric. Engineering, 1969. 91p.
20. MULLIGAN, T.J. & HESLER, J.C. Treatment and disposal of swine waste. In: CORNELL AGRICULTURAL WASTE MANAGEMENT CONFERENCE; I thca, 1972. Proceedings. Ithaca, 1972 p.517-36 apud SILVA, P.R. Lagoas de estabilização para tratamento de resíduos de suínos. São Carlos, Escola de Engenharia USP, 1973. p.3-4 (Tese, Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento).
21. ORR, D.E.; MILLER, E.R.; KU, P.K.; BERGEN, W.G.; ULREY, D.E. Recycling of dried waste in swine. J. Anim. Sci., Champaign, 33(5): 1152, 1971 (Abstrat).
22. OVERCASH, M.R. & HUMMENIK, F.J. State-of-the-art: swine waste production and pretreatment processes. Ada, Robert S. Kerr Enviroment Research Laboratory, 1976. 171p.
23. PERKIN ELMER CORPORATION, Norwalk. Analytical methods for atomic absorpction spectrophotometry. Norwalk, 1968. p. irreg.
24. POWERS, W.L.; WALLINGFORD, G.W.; MURPHY, L.S. Research status on effects of land application of animal was-

- tes. Ada, Robert S. Kerr Enviromet Research Laboratory, 1975 apud WILKINSON, S.R. Plant nutrient and economic value of animal manures. J. Anim. Sci., Champaign, 48(1): 121-33, 1979.
25. SCHELTINGA, H.M.J. Biological treatment of animal wastes. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL WASTE MANAGEMENT, East Lansing, 1966. Proceedings. St. Joseph, American Society of Agricultural Engineers, 1966:p.140-3.
26. SILVA, P.R. Lagoas de estabilização para tratamento de resíduos de suínos. São Carlos, Escola de Engenharia USP, 1973. 76p. (Tese, Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento).
27. SMITH, A.L. & WHEELER, W.E. Nutritional and economic value of animal excreta. J. Anim. Sci., Champaign, 48(1): 144-56, 1979.
28. SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. Statistical methods.6.ed. Ames, Iowa State University Press, 1967. 593p.
29. SUTTON, A.L.; MANNERING, J.V.; BAKER, D.H.; MARTEN, J. F. Utilization of animal wastes as fertilizer. Lafayette, Purdue University Cooperative Extension Service, 1975. 11p. (Mimeo).
30. TAIGANIDES, E.P. Bio-engineering properties of feedlot wastes. In: _____. Animal wastes. Essex, England Applied Science, 1977. p.131-53.
31. THORNTON, K. Housing basic requirements. In: _____. Practical pig production. 2.ed. London, Farming Press, 1974. p.50-63.
32. TIETJEN, C. Plant response to manure nutrients and processing of organic wastes. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL WASTE MANAGEMENT, East Lansing, 1966. Proceedings. St. Joseph, American Society of Agricultural Engineers, 1966. p.136-40.
33. TUNNEY, H. & MOLLOY, S. Variations between farms in N, P,

K, Mg and dry matter composition of cattle, pig and poultry manure. Ir. J. Agric. Res., Dublin, 14(1):71-9, 1975.

34. WILLRICH, T.L. Primary treatment of swine wastes by lagooning. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL WASTE MANAGEMENT, East Lansing, 1966. Proceedings. St. Joseph , American Society of Agricultural Engineers, 1966. p. 70-4.