



**EFICIÊNCIA DE SISTEMAS DE SEPARAÇÃO
DE SÓLIDOS EM DEJETOS DE
SUINOCULTURA**

JADER BÔSCO GOMES

2007

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de
Processos Técnicos da**

Biblioteca Central da UFLA

Gomes, Jader Bôsko.

Eficiência de sistemas de separação de sólidos em dejetos de suinocultura /

Jader Bôsko Gomes. -- Lavras : UFLA, 2007.

60 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2007.

Orientador: Vitor Hugo Teixeira.

Bibliografia.

1. Dejetos de suínos. 2. Sistemas de separação. 3. Eficiência das peneiras. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-628.16846

JADER BÔSCO GOMES

**EFICIÊNCIA DE SISTEMAS DE SEPARAÇÃO DE SÓLIDOS EM
DEJETOS DE SUINOCULTURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Construções e Ambiente, para a obtenção do título de “Mestre”.

Prof. Dr. Vítor Hugo Teixeira
UFLA
(Orientador)

LAVRAS-MG
2007

JADER BÔSCO GOMES

**EFICIÊNCIA DE SISTEMAS DE SEPARAÇÃO DE SÓLIDOS EM
DEJETOS DE SUINOCULTURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Construções e Ambiente, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 23 de julho de 2007

Prof. Dr. Eduardo Pinto Filgueiras UFLA

Prof. Dr. Tadayuki Yanagi Junior UFLA

Prof. Dr. Vitor Hugo teixeira
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A “Deus”.

A minha família: Cristina e Vinicius.

Aos meus pais, Antônio e Zélia.

Ao meu irmão, Francisco.

Aos meus amigos, Ramon Gimenez, Paulo Trugilio e Giovanni Rabelo.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A “Deus”.

A minha família.

Aos meus pais.

Ao orientador, Prof. Dr. Vitor Hugo, pela amizade, confiança e orientações.

Ao co-orientador, Prof. Dr. Francisco Carlos Gomes, pela dedicação, confiança e orientações.

A todo o corpo docente do curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

Ao Departamento de Engenharia e à Universidade Federal de Lavras, pelas oportunidades pessoais e de realização dos trabalhos.

A todos os colegas de curso, pela convivência e troca de informações.

Enfim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, de alguma forma colaboraram para que este trabalho alcançasse seus objetivos.

BIOGRAFIA

Jader Bôsko Gomes nasceu a 24 de janeiro de 1962, em São João Del-Rei, MG. Engenheiro Mecânico pela Universidade do Estado de Minas Gerais–Varginha, MG, em 1998.

Experiência profissional inclui:

- ✓ Projetista Industrial da Cia. industrial Fluminense Grupo Metalurg do Brasil de São João Del-Rei, MG em 1978 a 1988,
- ✓ Projetista do Planejamento Indústria, Analista de Processo, Produtividade e de Engenharia da Qualidade da Magneti Marelli Cofap de Lavras, MG em 1988 a 2006,
- ✓ Professor voluntário do Programa FORMARE da Marelli Cofap – Lavras em parceria com a fundação Hioshop em 2005,
- ✓ Professor do Centro Profissional do Sul de Minas– CEPROSUL-Nepomuceno, MG, em 2003 a 2006 para os cursos técnicos Indústria Eletromecânica, Eletrotécnica/ Automação e Gestão de Bens e Serviços,
- ✓ Professor da Unidade de Ensino Técnico–UNETEC–Lavras, MG, nos cursos técnicos em Segurança do Trabalho/Meio Ambiente e Mecatrônica desde 2004,
- ✓ Profissional liberal atuante em Projetos de Prevenção e Combate ao Incêndio do CBMMG–Lavras MG, desde 2005,
- ✓ Professor do Cefet-MG Campus IX Nepomuceno contratado em 2007, para o curso Técnico de Indústria Eletromecânica e Pró-técnico.

SUMÁRIO

	RESUMO.....	i
	ABSTRACT.....	ii
1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1	Impacto ambiental causado pelos dejetos.....	3
2.2	Os sistemas e técnicas de tratamento físico dos dejetos.....	9
2.2.1	Separação de fases.....	11
2.2.2	Decantação.....	11
2.2.3	Sistema de separação por decantação - Granja Makena.....	15
2.2.4	Peneiramento.....	17
2.2.5	Centrifugação.....	22
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
3.1	Unidade fazenda Penalva.....	24
3.1.1	Equipamento rotativo.....	24
3.1.2	Equipamento estacionário.....	28
3.1.2.1	O sólido.....	28
3.1.2.2	O líquido.....	28
3.2	Unidade suinocultura da UFLA.....	32
3.2.1	O sólido.....	34
3.2.2	Compostagem.....	34
3.2.3	Leito de drenagem	34
3.2.4	O líquido.....	35
3.3	Coleta e preparo das amostras.....	37
3.3.1	Procedimento de coleta, análise e cálculo.....	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1	Análise da performance dos equipamentos.....	41
4.1.1	Sistema rotativo - Fazenda Penalva - Juiz de Fora, MG.....	41
4.1.2	Sistema estacionário – Fazenda Penalva - Juiz de Fora, MG.....	41
4.1.3	Sistema estacionário da suinocultura da Universidade Federal de Lavras, MG..	42
4.1.4	Sistema decantação da Granja Makena, MG.....	43
4.2	Análise quantitativa.....	45
4.2.1	Resultado – Fazenda Penalva.....	45
4.2.2	Resultados - Zootecnia / UFLA.....	47
4.2.3	Resultados - Granja Makena.....	49
5	CONCLUSÃO.....	50
6	SUGESTÕES PARA ADAPTAÇÕES E MELHORIAS DE PROJETO.....	51
6.1	Modificações implementadas	51
6.2	Propostas de modificações a serem implementadas	53
7	ANEXOS.....	54
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

RESUMO

GOMES, Jader Bôsko, **Eficiência de sistemas de separação de sólidos em dejetos de suínocultura**. 2007.60p. Dissertação (Mestrado em Construções e Ambiência) – Universidade Federal de Lavras, MG. *

A preocupação com o tratamento e o destino correto dos dejetos é cada vez maior, tanto por parte dos órgãos ambientais quanto do mercado consumidor. A poluição do ar, do solo e, principalmente, dos recursos hídricos ainda hoje é um dos desafios para a expansão do setor agroindustrial. Neste trabalho, foi estudada a eficiência de equipamentos de separação de sólidos em granjas de suínos, utilizando dois sistemas, estacionário e rotativo, instalados nas dependências da "Granja Penalva" em Juiz de Fora, MG; um sistema tipo estacionário nas instalações do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, MG e um sistema tipo decantação nas instalações da Fazenda Makena na cidade de Patrocínio, MG. Foram analisados os dados das instalações com o objetivo de verificar os altos índices poluidores e a adequação dos equipamentos para determinadas condições de processo, manejo e tratamento. Com a análise das variadas formas construtivas, o produtor poderá escolher e instalar o equipamento que melhor se adequar ao seu processo, contando com a experiência de fornecedores e produtores. No estudo dos sistemas apresentados, o sistema estacionário mostrou-se mais eficiente para o setor de matrizes e gestação; o giratório (centrifugação), para a produção de leitões em fase de terminação, em função do volume tratado, manejo das instalações, tamanho de partículas de dejetos e a forma com que o sólido bruto é lançado para processamento. Na avaliação da eficiência, foram tomados, como parâmetros, os valores de sólidos totais, fixos, voláteis e de DQO, para a análise quantitativa, nas entradas e saídas dos equipamentos. Os resultados de melhor eficiência para esses parâmetros foram: 29,1% (ST) para o sistema estacionário, 23,53% no sistema rotativo, 31,11% no sistema estacionário e 35,93% (DQO) sistema estacionário, respectivamente.

* Comitê Orientador: Vitor Hugo Teixeira – UFLA (Orientador), Francisco Carlos Gomes – UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

GOMES, Jader Bôsko, **Efficiency of systems for separating residual solid matter in swine houses.** 2007.60p. Dissertation (Master building and environment) – Lavras Federal University – MG Brazil *

The worry in treating and giving a proper disposal of waste matters is increasingly high, for the environmental conservation is a crescent requirement, both for environmental organizations and the consumer market. Air and soil and mostly hydrous resources pollution have still been a challenge for extending the agro-industrial sector. The efficiency of equipments for separating residual solid matter in swine houses was developed in this paper, using stationary and rotary systems installed in “Penalva Juiz de Fora / MG - Unit of Penalva, Unit of Makena Patrocínio / MG, and in Lavras Federal University Zootechny Department / MG. Data of the installations were analyzed in order to verify high pollution indications and the most suited equipment for this management and treatment processes. Regarding the constructive forms, in which the producer will be able the choose and install the equipment that better fits to the process, counting on experienced stocks and producers based on the data collected from equipments input and output relating to DQO (Chemical Oxygen Demand), the total, fixed and volatile solids and humidity. We have concluded that the best system for producing reproductive and pregnancy, as well as the revolving (centrifugal force), for producing terminal phase piglets, is the stationary one.

* Cuidance Committee: Vitor Hugo Teixeira – UFLA (advisor), Francisco Carlos Gomes – UFLA (Co-advisor).

1 INTRODUÇÃO

A suinocultura alcançou grande importância no quadro agropecuário brasileiro, contribuindo com cerca de 2,3% do PIB, nos quatro primeiros meses do ano, segundo Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA (2007), ocupando assim um espaço considerável na produção mundial de carne suína e o terceiro lugar em rebanho no mundo. No Brasil, a suinocultura está presente em 5,8 milhões de propriedades do país. Calcula-se que 750 mil pessoas dependam direta ou indiretamente da produção suína, sendo responsável pela renda de 2,7 milhões de brasileiros. O setor possui considerável importância, proporcionando empregos, industrialização e comercialização.

Além da importância econômica, ela beneficia o setor social, permitindo que o homem do campo fixe raízes, gerando empregos para os pequenos proprietários e, assim, diminuindo o êxodo rural e os problemas decorrentes do mesmo.

A produção de suínos e a evolução nesse potencial de mercado têm se desenvolvido a cada ano. Em decorrência dessa expansão, surgiu a degradação do meio ambiente, em função dos lançamentos de dejetos das suinoculturas. Nos últimos anos, a produção atingiu metas consideravelmente promissoras, em comparação ao mercado de carne bovina.

Segundo o Instituto Cepa (2004), Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola, os incentivos dados à suinocultura e a tendência do confinamento cada vez mais preconizado geraram, de forma concentrada, grande volume de resíduos com alto poder poluente. Dentre os fatores de degradação da qualidade dos mananciais de água potável, destacam-se os subprodutos originados da criação de animais confinados, mais especificamente da atividade suinícola (SEDUMA, 1990).

Atualmente, projetos agroindustriais, devem atender à legislação ambiental brasileira e às normas internacionais ISO 14.000 e a ISO 14.001 (INMETRO, 1996). Essa normalização visa auxiliar as empresas a identificar, priorizar e gerenciar seus riscos ambientais, como parte de suas práticas usuais, bem como as subáreas de manejo de dejetos. Com o crescimento da produção de suínos e o desconhecimento no que se refere às estruturas dos sistemas de separação para tratamento de resíduos orgânicos, rurais, manejo de dejetos e saneamento básico, existe um compromisso com a melhoria contínua e a prevenção da poluição, mantendo-se de acordo com os requisitos legais.

A Lei nº. 9.433, de 8/1/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos), criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, determinando a responsabilidade dos usuários de efluentes para com a qualidade do efluente final que será lançado nos cursos d'água. Essa lei segue os níveis de qualidade prescritos na resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – (CONAMA, 1996).

Com base no exposto, objetivou-se, com o presente trabalho, a avaliação da eficiência dos diferentes tipos de peneiras encontradas no mercado, visando diminuir os altos índices poluidores. Especificamente com as técnicas de tratamento por decantação (fases), rotativo (centrifugação/circular), estacionário (estático) e vibratório, o objetivo principal foi definir e estabelecer critérios avaliativos dos sistemas para sua instalação e produção, tomando como base a eficiência de cada equipamento e a adequação ao uso, independente do potencial produtivo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Impacto ambiental causado pelos dejetos

A crescente tendência para a implantação de “sistemas confinados de produção de suínos”, especialmente no Sul do país, tem produzido quantidades cada vez maiores de dejetos, em que a inadequação dos sistemas de manejo e armazenamento induzem à sua destinação para rios e cursos d’água naturais. Não só as suinoculturas, mas também aves, caprinos e bovinos contribuem e participam nos altos índices poluidores do meio ambiente.

O lançamento dos dejetos diretamente em cursos d’água acarreta um aumento de bactérias e de algas, provocando a eutrofização, a diminuição de oxigênio, além de impossibilitar o uso da água para diversos fins. Outro problema nas suinoculturas é o aumento da quantidade de moscas, devido à falta de cuidado com o esterco úmido, ocasionando um ambiente propício para o desenvolvimento das larvas de insetos (Santa Catarina. Secretaria do Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, 1990).

Um número bem expressivo também de microrganismos, bactérias, ovos de helmintos, que se encontram no aparelho digestivo dos animais, estes facilmente encontrados nos efluentes da suinocultura, causa doenças, tanto para o homem quanto para os suínos.

A suinocultura contribui para a poluição do ar por meio da produção do gás carbônico e metano, resultante do processo de digestão anaeróbia. Esse primeiro fator se tornou bem conhecido pelos transtornos causados pela sua excessiva contribuição ao efeito estufa, em regiões de produção interna.

Segundo Oliveira (1993), a poluição no meio ambiente na região produtora de suínos é alta. Enquanto, para o esgoto doméstico, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é de cerca de 200 mg/l, a DBO dos dejetos de suínos oscila entre 30.000 e 52.000 mg/l, ou seja, cerca de 260 vezes superior.

Segundo Metcalf & Eddy (1991) os processos biológicos foram concebidos para serem aplicados na remoção de material orgânico carbonáceo, geralmente medido em termos de (DBO) ou de demanda química de oxigênio (DQO), nitrificação, denitrificação, remoção de fósforo e estabilização do lodo gerado no sistema primário e secundário. Pode-se assim corrigir as características indesejáveis dos esgotos, propiciando a sua disposição final de acordo com as regras e os critérios definidos pela legislação para proteger o meio ambiente

A forma de uso da água pelos criadores deve ser revista, com o propósito do uso de forma racional. O maior problema para a adequação das propriedades existentes às exigências da legislação é que as ações para a redução do poder poluente dos dejetos suínos a níveis aceitáveis requerem investimentos significativos e, muitas vezes, sem garantias de atendimento das exigências da legislação ambiental.

De acordo com Gomes et al. (1995), levantamentos realizados mostraram que apenas de 10% a 15% dos suinocultores possuem sistemas para o aproveitamento ou o tratamento dos dejetos. A importância do tratamento se verifica pela composição química e valores de digestibilidade e energia de dejetos de suínos (Tabela 1).

TABELA 1 Composição química e valores de digestibilidade e energia de dejetos de suínos.

Variável	Esterco de suínos			
	Fresco	Seco estufa	Seco secador	Peneirado
Matéria seca (%)	27,78	95,56	82,28	87,02
CDA matéria seca (%)	35,16	31,83	35,86	33,04
Proteína bruta (%)	4,03	19,12	16,99	10,78
CDA proteína bruta (%)	28,93	37,84	36,97	42,11
Matéria mineral (%)	4,23	18,95	16,61	17,52
Ca (%)	0,71	3,39	2,98	0,93
P total (%)	0,60	2,67	2,20	0,54
Cu (PPM)	35,10	123,50	111,10	94,45
Zn (PPM)	270,90	830,20	836,20	62,19
Energia bruta (kcal/kg)	1148,00	3768,00	3346,00	3878,00
Energia digestível (kcal/kg)	413,00	962,00	1053,00	1294,00
Energia metabolizável kcal/kg	321,00	989,00	1005,00	1226,00

Nota: CDA: Coeficiente de digestibilidade aparente; Ca: cálcio; P: potássio; Cu: cobre; Zn: zinco.

Fonte: Gomes et al. (1995).

Conforme informações e considerações sobre a extensão rural no Brasil e legislação ambiental (resoluções CONAMA ISO 14000), cerca de 85% das fontes de água do meio rural das regiões produtoras estão contaminadas por coliformes fecais, oriundos do lançamento de dejetos dos suínos em cursos ou mananciais de água em que apenas 10% a 15% possuem tratamento. Como já relatado, o poder de poluição de dejetos de suínos é grande, o que pode ser verificado no comparativo de poluentes DBO, por tipos de dejetos.

Segundo Roppa, (1997), cerca de 65% da carne suína consumida no Brasil é sob a forma industrializada e apenas 35% “in natura”, o que dificulta seu maior consumo em períodos de retração econômica. Sendo a forma industrializada, mais cara, consumida pela população de maior renda, a queda no poder aquisitivo afeta conseqüentemente o seu consumo. Com relação ao abate brasileiro de suínos, no período entre 1990 e 2001, verificou-se um crescimento de 45%, passando de 19,7 para 28,5 milhões de cabeças/ano, conforme mostrado na Tabela 2.

O consumo de carne suína por região geográfica do Brasil, em 2004, foi baixo na região Norte e Nordeste e alto na região Sul, comparado à média do país. Com o crescimento da produção, verificou-se a necessidade de novas técnicas de tratamentos e a preocupação com a poluição ambiental, conforme mostrado na Tabela 2.

TABELA 2 Consumo brasileiro de carne suína

Ano	Consumo (t)	Per capita (kg/hab.)
1997	1,481	9,26
1998	1,617	9,98
1999	1,748	10,7
2000	2,430	14,3
2001	2,466	14,3
2002	2,397	13,7
2003	2,208	12,4

Fonte: Roppa, (1997).

Deacordo com Oliveira et al. (1993), o suíno adulto produz, em média, 0,27m³ de dejetos ao mês. Como o Brasil possui cerca de 30 milhões de cabeças suínas (Instituto Cepa, 1990), a quantidade de dejetos totaliza 8.100.00 m³ por mês.

A redução do poder poluente em níveis aceitáveis, 40mg/DBO/litro dejetos, 15% de sólidos voláteis, redução da taxa de coliformes a 1,0%, requer investimentos normalmente acima da capacidade financeira do produtor, mas sem a garantia do atendimento das exigências da saúde pública e a preservação do meio ambiente, resta pois, a alternativa do lançamento nos cursos naturais de água (Inhoff & Inhoff, 1986, Azevedo Neto & Hess, 1979 e Oliveira, 1993). A produção média diária de dejetos, por diferentes categoria de suínos é mostrado na Tabela 3.

TABELA 3 Produção média diária de dejetos por deferentes categorias de suínos.

Categoria	Esterco (kg dia ⁻¹)
25 a 100 kg	2,30
Porcas reposição/cobrição/gestante	3,60
Porcas em lactação com leitão	6,40
Macho	3,00
Leitões	0,35
MÉDIA	2,35
TOTAL	15,65

Fonte: Tietjen (1966), Loehr (1974), Sancevero et al. (1979) e Konzen (1980).

De acordo com Perdomo (1997), há um grande desafio e é preciso criar condições para que se tenha resultado positivo. As quantidades de dejetos podem ser reduzidas por meio da diminuição das perdas e do consumo de água, mas, sem mecanismos adequados de tratamento, armazenagem, transporte e distribuição eficiente, não há como materializar as vantagens propagadas para a melhoria das condições biológicas, físicas e químicas do solo. Os suinocultores devem estar conscientes de sua responsabilidade e adotar estratégias de utilização de tratamento de dejetos compatíveis com a sua realidade econômica e de acordo com o número de matrizes por localização Tabela 4.

TABELA 4 Produção de carne/plantel/consumo por regiões no Brasil

Regiões	Produção	Produção	Plantel	Plantel	Consumo	População
	2003	2003	2003	2003		
	% em cabeças	% toneladas	Nº cabeças	% (milhões de cabeças)	kg (per capta)	(milhões hab)
Sul	56,61	57,6	19.540	56,55	19,5	11,6
Sudeste	17,90	18,3	6.310	18,26	16,5	72,4
Centro- Oeste	15,32	14,8	5.080	14,70	12,0	25,1
Nordeste	8,15	7,6	2.900	8,39	5,5	47,7
Norte	2,30	1,7	0.720	2,08	3,0	12,9
Brasil	100,28	100,00	34.550	100,00	51,0	169,7

Fonte: Lima, B.S. 2006 - <www.abipecs.com.br>.

2.2 Os sistemas e técnicas de tratamento físico dos dejetos

Segundo Belli Filho & Castilhos (1990), os sistemas têm como base proporcionar aos produtores de suínos, condições e técnicas no tratamento e separação dos sólidos e do líquido, com o objetivo de diminuir os altos índices poluidores, lançados nos lençóis, rios e mananciais de água potável. Os sistemas podem oferecer condições diferentes de rendimentos e de eficiência, mas, nessa avaliação, obtivemos indicadores mais adequados ao emprego e às características construtivas para as instalações e manejos, conforme mostrado na Tabela 11. Nessas instalações, o produtor também pode aproveitar o sólido e o líquido para os vários segmentos da área agroindustrial.

De acordo com Lima et al. (1995), os dejetos são manejados, basicamente, de duas formas: sólidas, com drenagem da parte líquida e líquida, com inclusão de água desperdiçada e de limpeza.

Conforme estudo realizado por Giroto et al. (1992), as principais técnicas de tratamento de dejetos se dividem em tratamentos físicos e biológicos. A separação física apresenta as seguintes opções: decantação, peneiramento e centrifugação. As grandes indústrias utilizam o peneiramento, obtendo, assim, duas frações bem distintas dos dejetos, uma sólida e outra líquida, podendo, assim, adotar sistemas diferenciados no tratamento das fases, possibilitando maior eficiência no controle ambiental causado pelo efluente final. Essa separação apresenta melhorias, tanto para o tratamento quanto para o reaproveitamento dos resíduos da suinocultura.

Quanto ao tratamento, tem-se que 60% dos sólidos podem ser retidos no processo físico, com conseqüente redução da DBO₅. De acordo com Lima et al. (1995), ocorre uma melhoria na qualidade do produto, que passa pela separação física com a finalidade de reaproveitamento para alimentação animal. A

determinação da digestibilidade aparente e do valor energético do esterco de suínos foi estudada.

Os resultados obtidos indicam as diferenças em diversos parâmetros ligados ao tipo de processamento atribuído, conforme mostrada no esquema geral de separação de sólidos em suinoculturas (Figura 1), aproveitando o máximo de seus valores nutricionais aos diferentes ramos de atividades distribuídos da seguinte forma: cultivo com gotejador, lagoas de piscicultura, reatores para biodigestores, lagoas para estabilização e equilíbrio de igarapés, e compostagem para adubação de café de cultura.

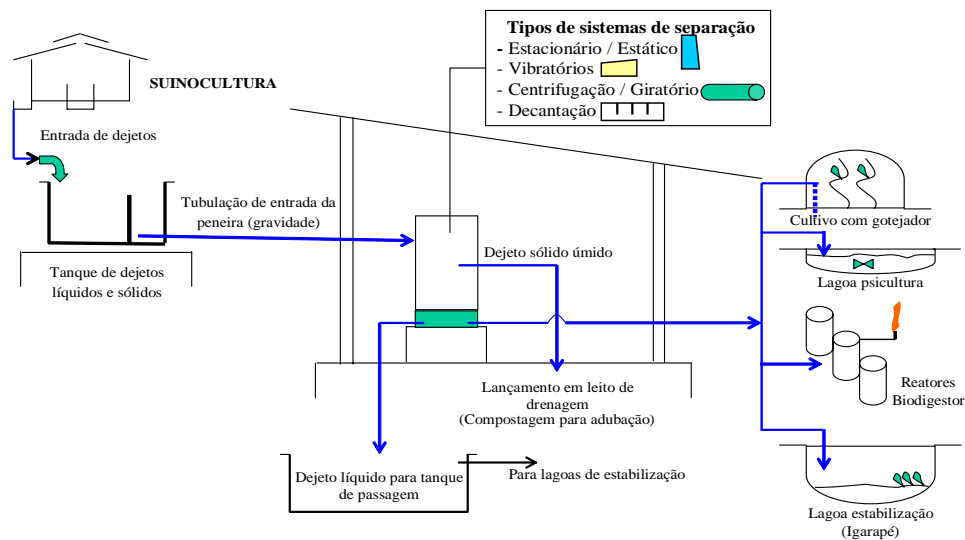


FIGURA 1 Esquema geral da separação de sólidos em suinocultura Fonte: Elaborado pelo autor

2.2.1 Separação de fases

Segundo Merkel (1981), a separação de fases consiste em separar as partículas maiores contidas nos dejetos da fração líquida e conduzir à obtenção de dois produtos:

- uma fração líquida mais fluida, mas conservando a mesma concentração em elementos fertilizantes solúveis, que os dejetos brutos;
- uma fração sólida, resíduo da peneira, com umidade próxima a 70%, mantendo-se agregada e podendo evoluir para o composto.

Na separação de partículas maiores que 10 μm (0,01 mm), contidas nos dejetos líquidos, podem-se utilizar os seguintes processos: decantação, peneiramento e centrifugação.

2.2.2 Decantação

O processo de decantação consiste em armazenar um volume de dejetos líquidos em um reservatório, por determinado período de tempo, para que a fração sólida em suspensão decante, separando-se, então, as fases líquida e sólida do composto (Fonte: Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos).

Ao longo da estocagem dos dejetos de suínos em esterqueiras, esses apresentam uma tendência em separar-se em uma fase líquida e uma fase sólida com alto teor de umidade.

A solubilidade diferente dos diversos elementos presentes ocasiona uma divisão heterogênea destes: o fósforo e o nitrogênio orgânico são encontrados nos sólidos sedimentados (82% e 62%, respectivamente); o nitrogênio amoniacal (90%) e o potássio (100%), encontrados na fase líquida (Belli Filho & Castilhos Júnior 1990).

Trabalhos desenvolvidos por Lasbliez (1989), citado por Belli Filho & Castilhos Júnior (1990), com decantação contínua permitem obter um sobrenadante com DQO de 26.500 mg O₂ /kg, contendo, aproximadamente, 18 g/kg de matéria seca (sólidos totais). Esse processo permitiu obter uma redução de 52% de DQO e de 50% de sólidos totais.

O processo físico químico de decantação e floculação tem por objetivo aumentar a eficiência da sedimentação natural das partículas ao adicionarem-se pequenos flocos (polímeros) ao meio líquido. A floculação por polieletrólitos catiônicos sobre dejetos é eficaz, permitindo concentrar o lodo de 1/5 do volume total. O lodo contém de 8% a 10% dos sólidos totais (Vermande 1989).

A velocidade de sedimentação pode ser determinada usando-se a equação citada por Merkel (1981):

$$V_s = \frac{1962 d^2 (P_p - P_f)}{-\mu}$$

em que:

V_s = velocidade de sedimentação (m h⁻¹)

d^2 = diâmetro médio das partículas (m)

P_p = densidade da partícula (kg m⁻³)

P_f = densidade do fluido (kg m⁻³)

$-\mu$ = viscosidade dinâmica do fluido (kg m⁻¹ x s⁻¹)

A equação acima serve para calcular a velocidade de sedimentação das partículas, que compõe os sólidos dos dejetos, para líquidos em repouso.

Para o dimensionamento de um tanque de sedimentação, pode-se utilizar a equação adaptada de Merkel (1981) e de Green & Kramer (1979).

$$A = \frac{Q}{V_s}$$

Sendo:

V_s = velocidade de sedimentação ($m\ h^{-1}$);

Q = vazão do efluente ($m^{-3}\ h^{-1}$);

A = área do tanque (m^2);

O comprimento e a largura do tanque devem obedecer à relação “ $L=0,30xC$ ”, em que: “ L ” é a largura e “ C ” o comprimento, ou seja, 30% do comprimento é a largura do tanque.

Os fatores que afetam a sedimentação, segundo Merkel (1981), são:

- o tamanho e a massa específica das partículas;
- quantidade de matéria em suspensão dos dejetos;
- temperatura do líquido em sedimentação;
- tempo de retenção;
- profundidade, forma e a homogeneidade dos sedimentos em suspensão;
- velocidade do fluxo de dejetos dentro do tanque.

Como não existem dados, no Brasil, sobre algumas das características físicas dos dejetos (diâmetro das partículas), Merkel (1981) sugeriu-se os seguintes valores para serem utilizados nas equações apresentadas acima:

- o diâmetro médio das partículas deve situar-se em torno de $10\ \mu\ m$ (1×10^{-5}), ou $0,000010\ mm$;
- a densidade das partículas será em torno de $1,31 \times 10^{-3}\ kg\ m^{-1}\ x\ s^{-1}$. ($0,00131\ kg/m$).

A profundidade do tanque de decantação deve ser maior que 1,00 m, segundo Taiganides (1977), em função das camadas sobrepostas da saturação dos efluentes e das dificuldades no manuseio do sólido, pois é a altura mínima ideal para a retirada manual das placas, retirada do sólido decantado e, para não comprometer a eficiência da separação, conforme mostrado na Figura 2.

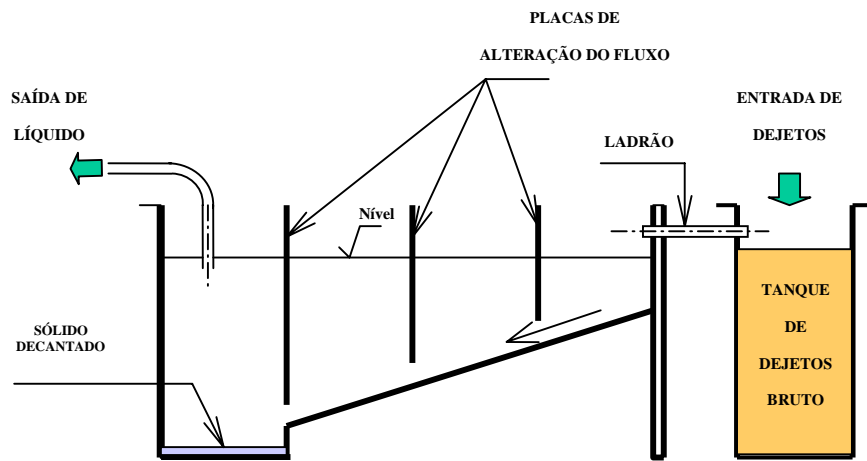


FIGURA 2 Decantador para dejetos de suínos.
Fonte: Weller & Willetts (1977).

2.2.3 Sistema de separação por decantação-Granja Makena

Um dos sistemas visitados em aplicação nas instalações da Fazenda Makena no município de Patrocínio, MG, cuja capacidade produtiva é de 2.500 matrizes em lactação e 9.200 leitões em fase de terminação. Verificou-se o fluxo da produção e o manejo para o tratamento dos dejetos de um sistema por decantação, e comparando a sua eficiência com os demais tipos que foram avaliados, como os sistemas rotativos (centrifugação) e etacionários (estáticos), instalados em produção de gestação, terminados/leitões de outros produtores.

Conjugados entre si e construídos em alvenaria, os tanques estão posicionados em paralelo e dispõem de uma tela de separação tipo “L”, estrutura em cantoneira $\frac{3}{4}$ ” (19 mm) e uma chapa tela de aço inoxidável com furação equidistantes 5 mm de distância entre os furos, com diâmetro de 3 mm alternados. A estrutura armada (malha) fica localizada no interior da caixa, mantendo uma distância dividida ao meio da altura da estrutura de alvenaria, para que o material depositado passe pelos orifícios (crivos), processando a separação do sólido e do líquido. O líquido tende a descer para o fundo do reservatório e o sólido fica retido acima da malha que, periodicamente, há a necessidade de remoção do sólido. Todo o material depositado é lançado por gravidade, operando em regime de 12 horas de abastecimento, em repouso de 24 horas, conforme mostrado na figura 3.

O processo trata 5.000 kg dia⁻¹ e esse sistema tem a capacidade de separar os dejetos de uma produção de 9.200 leitões, em fase de terminação.

Apesar do sistema de separação ser mais lento, ele proporciona melhor eficiência, a captação do dejetos é realizada por uma caixa de coleta central, distribuindo para os tanques de separação. Os sólidos são retirados após a sua saturação, ou seja, mediante a dificuldade de filtragem do líquido, devido às camadas depositadas e à saturação do tanque, conforme mostrado na Tabela 5.

O sistema é bastante simples e de baixo custo, pois não há a necessidade de bombeamentos e motorização, mas requer maior manejo durante a operação.

TABELA 5 Produção da fazenda Makena, Patrocínio, MG

Fases	Capacidade matrizes	Capacidade terminados	Regime de trabalho	Regime de repouso	Produção diária de dejetos
Matrizes e terminados	2500	9200	12h	24h	5 t

Fonte: Elaborado pelo autor.

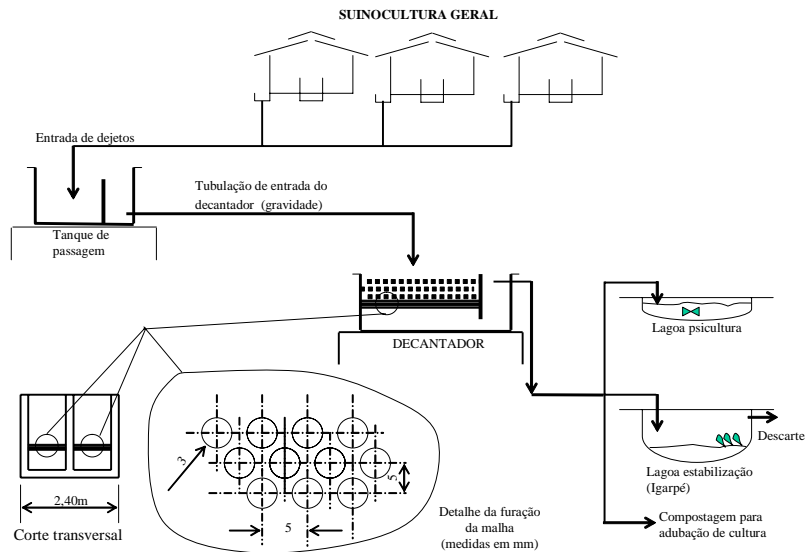


FIGURA 3 Esquema do sistema separação por decantação
 Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2.4 Peneiramento

O processo tem como objetivo obter duas frações bem distintas dos dejetos, uma líquida e outra sólida, com a finalidade de facilitar o processamento dos dejetos, pois, com a separação, adotam-se sistemas diferenciados no tratamento das fases (Figura 3).

Vermande (1989), citado por Belli Filho & Castilhos Júnior (1990), na avaliação da eficiência de peneiras, com malhas de 800 e 500 μm , respectivamente, na separação de fases dos dejetos, obteve de 40% a 49% respectivamente, de eficiência das peneiras para os sólidos totais.

As peneiras classificam-se em estáticas, vibratórias e rotativas. As estáticas (Figura 4) são as mais simples, apresentando uma menor eficiência em relação às demais.

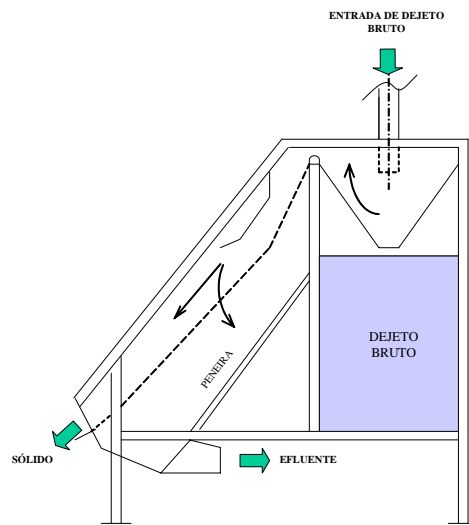


FIGURA 4 – Peneira estacionária

Fonte Merkel (1981).

Um tipo particular de peneira estática, segundo Green & Kramer (1979), funciona com os dejetos sendo lançados na peneira sob pressão. Esse equipamento tem a vantagem de permitir maior vazão com pequena tendência à obstrução dos crivos, em função do movimento do líquido que lava a peneira (Figura 5).

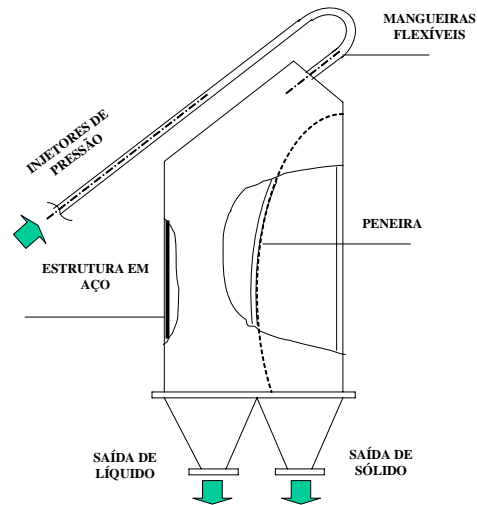


FIGURA 5 Peneira com injetores de liquame sob pressão.
Fonte: Green & Kramer (1979).

O maior problema encontrado na operação com peneiras estáticas é causado pela fina camada de sólidos que se forma sobre a peneira, requerendo uma limpeza constante (Merkel, 1981).

As peneiras vibratórias (Figura 6), realizam os movimentos tangencial e vertical, que mantem os dejetos em fluxo contínuo. Dessa maneira, realiza-se a separação da parte líquida da fração sólida (Green & Kramer, 1979). A vantagem da peneira vibratória é baixa tendência ao entupimento, pois é composta de crivos de menor intervalo de passagem que a estática, retirando, com isso, maior quantidade de partículas finas.

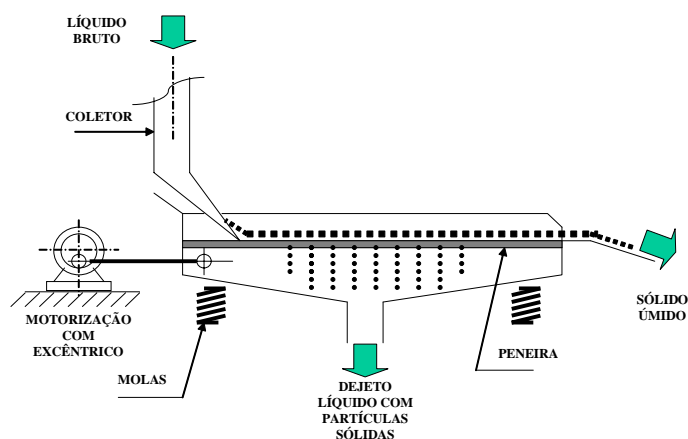


FIGURA 6 Peneira vibratória.
 Fonte: Merkel (1981).

As peneiras vibratórias podem operar com uma concentração de sólidos maior de dejetos (16%) em relação às peneiras estáticas (9%) (Merkel, 1981).

As peneiras rotativas são fabricadas em diversos modelos. Um sistema de peneira rotativa é ilustrado na Figura 7. O dejetos líquido é carregado na parte superior do tambor, a fração líquida atravessa os crivos (malha), depositando-se na sua parte inferior e a fração sólida adere à superfície e é retirada por uma lâmina de raspagem (Merkel, 1981).

As vantagens desse sistema são a operação de forma contínua com pequena ou nenhuma obstrução dos crivos e a capacidade de remover partículas grosseiras e também as finas.

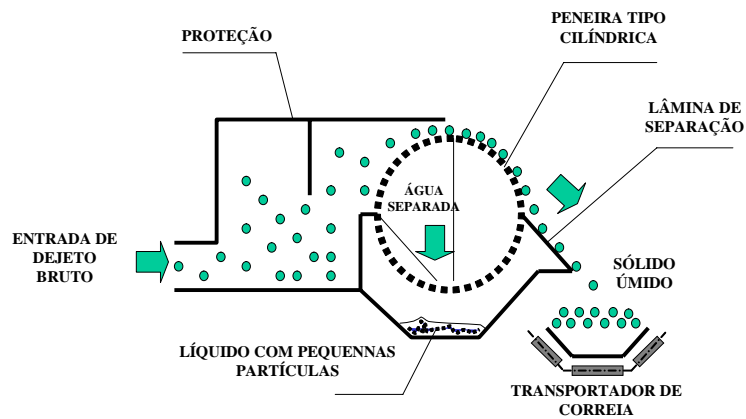


FIGURA 7 Esquema de uma peneira rotativa autolimpante.
 Fonte: Green & Kramer (1979).

A capacidade de remoção dos sólidos por peneiras, segundo Inhoff & Inhoff (1986), é menos eficiente do que a remoção obtida em decantadores.

2.2.5 Centrifugação

A separação por centrifugação ocorre mediante o uso da força gravitacional por dentro das partículas em suspensão dos dejetos.

A centrífuga pode ser dos tipos horizontal, cilindro rotativo ou cônico, com diferentes velocidades.

A relação C/D (comprimento/diâmetro) do cilindro define a eficiência da centrífuga. Centrífugas de alta rotação com a relação C/D maior que 2 são usadas para separar sólidos altamente dispersos com baixa concentração. Centrífugas de média concentração com C/D menor que 2 são empregadas para separar líquidos com alta concentração de sólidos (Taiganides,1977).

No processo de centrifugação, grande parte da matéria em suspensão é sedimentada, proporcionando concentração no sedimento da maior parte dos fosfatos (80%-85%), do cobre (80%-85%) e do nitrogênio orgânico (60%-65%). Por outro lado, o nitrogênio amoniacal e o potássio são concentrados na fase líquida (elementos muito solúveis).

Segundo Belli Filho & Castilhos Júnior (1990), a principal vantagem desse processo está na obtenção de duas fases bem distintas: uma fase líquida (1% a 2% de ST) e outra fase sólida (20% a 25% de ST),

A quantidade de dejetos produzidos, sólidos totais e voláteis de suínos produzidos por dia, para cada 100 kg de peso vivo, umidade e DBO, é mostrada na Tabela 5 (Merkel, 1981).

TABELA 6 Quantidade de dejetos produzidos/dia, umidade, DBO, sólidos totais e voláteis

Variável	kg/dia/100kg de peso vivo
Quantidade produzida	6,7
D.B.O	0,20 – 0,25
Sólidos totais	0,50 – 0,97
Sólidos voláteis	0,35 – 0,80
Conteúdo de umidade (%)	7,5 – 8,6

Fonte: Merkel (1981)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para tratar e minimizar os altos índices poluidores gerados nas granjas suinícolas, foram analisados diferentes tipos de separação e os modelos mais adequados aos produtores.

Os sistemas de separação de sólidos são desenvolvidos para as diferentes situações de instalações, os quais são classificados em decantadores de fases, estático e centrifugação. Para avaliação dos sistemas de separação, foram selecionados três unidades de produção que possuem os seguintes sistemas instalados:

- **Unidade I:** Granja Penalva Juiz de Fora, MG;

- sistema rotativo (centrifugação);

- sistema estacionário (estático);

- **Unidade II:** Suinocultura DZO/UFLA:

- sistema estacionário (estático).

Os sistemas analisados foram escolhidos em função de características. A instalação da UFLA permitiu maior coleta de dados de interferência direta sobre o sistema, por se tratar de uma estação experimental.

Para avaliação dos sistemas, foram coletadas amostras em dois pontos: entrada da peneira (o sólido bruto) e na saída da peneira, ou seja, o líquido já separado no sistema contendo pequenas partículas sólidas. De posse dessas amostras, os materiais foram analisados de acordo com APHA (1999) para a determinação de DQO, sólidos totais/Fixos/voláteis e percentual de umidade.

As amostras foram preparadas e analisadas no Laboratório de análises de Águas do Departamento de Engenharia da UFLA. (LAADEG/UFLA).

3.1 Unidade Fazenda Penalva

3.1.1 Equipamento rotativo

De acordo com o apoio e o acervo técnico das instalações da “Fazenda Penalva”, no município de Juiz de Fora, MG, suas instalações disponibilizam dois diferentes métodos utilizados na separação dos sólidos em equipamentos estacionários e rotativos. O objetivo desses equipamentos é atender à demanda e à capacidade produtiva de 7200 leitões em fase de terminação.

Um dos sistemas e tipo de equipamento, está instalado na produção da fase terminação. O sistema rotativo é constituído de um cilindro metálico com um eixo central de diâmetro 50 mm, subdividido em quatro anéis de sustentação em barra de aço bitola ¼” com o peril 2”, para armação da tela moeda de base, formando um cilindro de 600 mm de diâmetro e comprimento $L= 2200$ mm. Esse cilindro em tela moeda de 20 mm de furação é revestido por uma tela de malha fina (malha 1 mm), para reter o sólido dentro do cilindro. O cilindro tinha uma inclinação em seu comprimento total para o escoamento do sólido e do líquido de, aproximadamente 5°. A sua motorização é acoplada ao eixo central

em um pinhão de diâmetro 50 mm e largura 30 mm x 16 dentes retos. A coroa é composta de diâmetro 420 mm e, de espessura, 30 mm x 52 dentes retos.

O eixo central é apoiado em mancais com rolamentos para sustentação do conjunto cilindro, acoplado a um motor de corrente contínua e acionado por um conjunto de polias fracionadas simples tipo “V” no eixo do motor, de diâmetro 67 mm e uma coroa no cilindro, de diâmetro 600 mm, distantes entre centro em $D = 670$ mm.

A entrada do dejetos é feita por tubos de PVC de diâmetro 70 mm e calhas, acompanhando a inclinação do cilindro, permitindo o escoamento do sólido e do líquido. A descarga é efetuada por coifas em chapas de aço descarregando diretamente em um equipamento do tipo estrusora (prensa), para minimizar o percentual de umidade, conforme é mostrado nas Figuras 8 e 9A a 9F.

TABELA 7 Dados da rotação da peneira rotativa e motorização

Rotação tubo (rpm)	Motor (rpm)	Potência motor (cv)	Potência (kw)	Vazão saída (l/h)	Tempo carga (T)	Inclinação (graus)
30	1730	1	0,75	90 litros	2,28min	5

Fonte: Elaborado pelo autor.

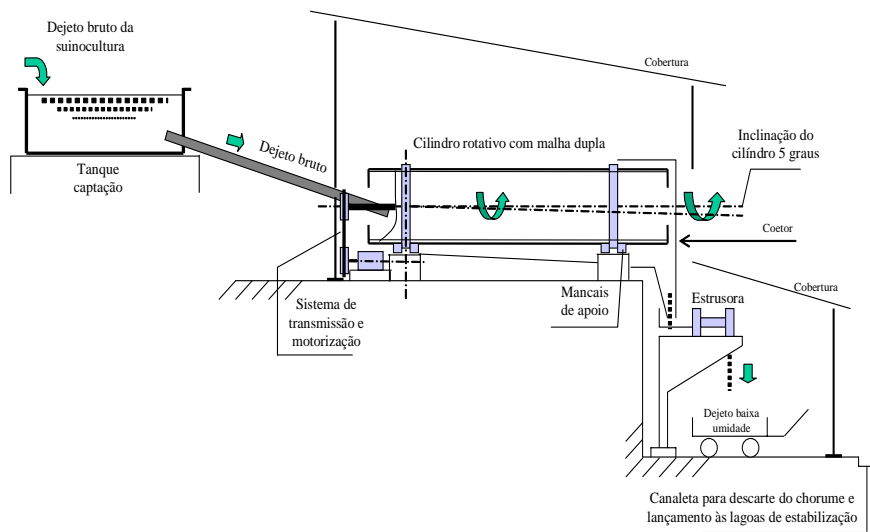


FIGURA 8 Sistema rotativo de separação-centrifugação
 Fonte: Elaborado pelo autor



FIGURA 9A Sistema rotativo



FIGURA 9B Estrusora



FIGURA 9C Detalhe malha externa



FIGURA 9D Detalhe do sólido na malha

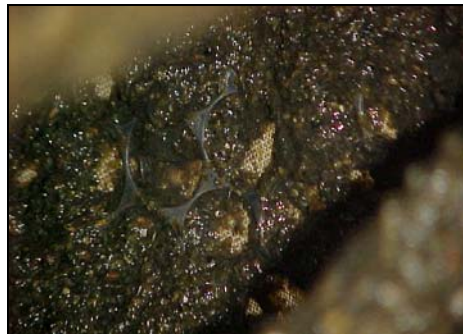


FIGURA 9E Detalhe do sólido na malha



FIGURA 9F Piscina estabilização

FIGURA 9 Sistema rotativo fazenda Penalva - Juiz de Fora, MG

3.1.2 Equipamento estacionário

O equipamento é constituído de estrutura metálica, com entrada do fluxo pela parte posterior; sua malha de separação (crivo) é geometricamente distribuída em barras de aço posicionadas em paralelo e na posição vertical ao fluxo de forma côncava, proporcionando melhor desempenho na separação. As lâminas metálicas de 5 x 1,5 mm, separadas em 2 mm entre si, são posicionadas no sentido do fluxo. Esse sistema permite que o sólido se movimente por gravidade, proporcionando menor custo benefício ao produtor, pois não necessita do auxílio de recalque/motorização na movimentação das partículas sólidas e do fluxo de líquido. Contém saída do líquido na parte inferior e saída de inspeção, conforme ilustrado nas Figuras 10, 11 e 12. Opera em regime de 8 h dia⁻¹ e tem capacidade de separar 100 l h⁻¹, ou seja, para um turno de trabalho igual a 800 kg dia⁻¹, conforme dados técnicos mostrados na Tabela 8.

3.1.2.1 O sólido

O volume de sólidos é lançado em uma rampa de descarga, permitindo que, no final do turno de trabalho, o dejetado seja coletado por uma carreta para que, posteriormente, possa ser lançado e aproveitado em lavouras e culturas.

3.1.2.2 O líquido

O volume de líquido separado é lançado em piscinas (lagoas) de separação (Figura 13), para o processamento e a separação da gordura (sobrenadante). O controle é feito pela adição de bactérias. Posteriormente o líquido é lançado em piscinas de estabilização, controlando-se a DBO5 e PH, antes de serem lançados aos leitos dos rios ou mananciais.

TABELA 8 Dados da peneira estacionária

Vazão (Q)	Tempo (T)	Tubulação (\varnothing)	Largura (L)	Regime trabalho (h)
3,1 litros	1,56 min	100mm	1300mm	8 h/dia

Fonte: Elaborado pelo autor

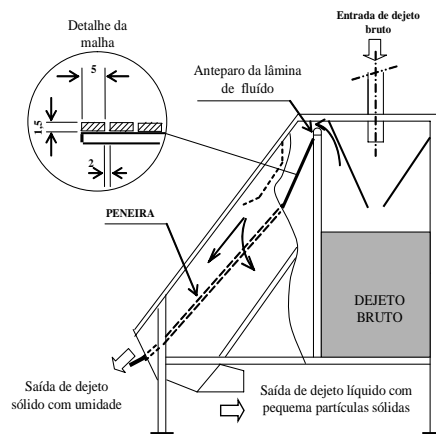


FIGURA 10 Esquema do fluxo da peneira estacionária.
Fonte: (Merkel, 1981).



FIGURA 11 Estrutura de sistema estacionário



FIGURA 12 Detalhe da malha da peneira estacionária



FIGURA 13 Lagoas de estabilização e preparação ao descarte

3.2 Unidade suinocultura da UFLA

Na unidade suinícola da UFLA estava instalado um equipamento estacionário–estático. Mediante as observações realizadas nas instalações do equipamento estático no fluxo e manejo da produção de gestação, maternidade, leitões e terminação, o sistema pode ser descrito conforme suas características construtivas indicadas a seguir.

O equipamento é constituído de estrutura em polipropileno, com entrada do fluxo pela parte superior posterior. Sua malha de separação (crivo) é geometricamente distribuída em barras de aço posicionadas em paralelo e na posição vertical ao fluxo de forma côncava, proporcionando melhor desempenho na separação. As lâminas metálicas de aço inoxidável medem 2,5 x 1,5 x 0,7 em forma trapezoidal, num total de lâminas igual a 576. São separadas em 0,4/0,5 mm e soldadas em 17 barras de aço inoxidável a 10 mm das extremidades e a 30 mm de cada uma delas em uma largura de 50 mm, num total de 17 barras. São posicionadas no sentido do fluxo. Esse sistema permite que o sólido se movimente por gravidade, proporcionando menor custo benefício ao produtor, pois não necessita do auxílio de bomba recalque/motorização na movimentação das partículas sólidas e do fluxo de líquido. A estrutura é arqueada em forma côncava sendo removível, o que facilita a manutenção, o manejo e a limpeza. Contém saída do líquido na parte inferior e saída de inspeção. Opera em regime de 3 h dia⁻¹ e tem a capacidade de separar 100 l h⁻¹.

Com a baixa produção e os crivos da peneira (lâminas trapezoidais) dispostos de forma muito próximos uns dos outros, é necessário que se realizem lavagens periódicas com água na malha para desobstruir a passagem e também não acumular dejetos, moscas e bactérias, conforme ilustrado na Figura 14.

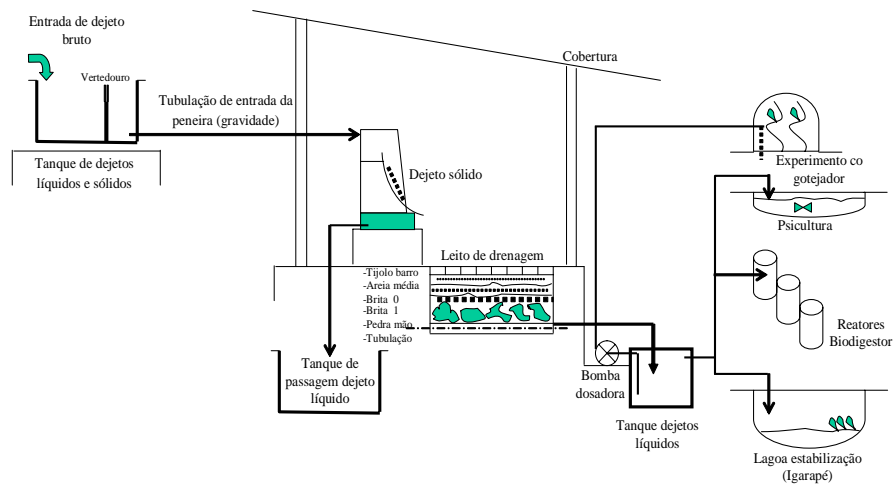


FIGURA 14 Sistema estacionário/estático na Universidade Federal de Lavras, MG.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.1 O sólido

Os volumes de sólidos secos são descarregados em um leito de secagem, permitindo que, no final do turno de trabalho, o volume de dejetos secos com baixa umidade seja coletado de forma manual em carrinho e armazenado em local apropriado para, posteriormente, ser lançado e aproveitado em lavouras e culturas e como compostagem.

3.2.2 Compostagem

O material coletado da peneira após a separação, composto de rações, uréia, larvas e serragem, geradas da digestibilidade animal e manejo da suinocultura na lavagem e tratamento, é separado e armazenado de forma que seja reaproveitado em outras aplicações de culturas ou descartado de forma adequada para não contaminar o solo e os lençóis freáticos e os mananciais.

3.2.3 Leito de drenagem

Local preparado para a secagem do sólido (dejetos), para eliminar ainda mais a umidade. Estruturado de forma simples com camadas de elementos filtrantes, a fim de proporcionar ainda mais a secagem do material coletado (compostagem). As camadas são distribuídas de forma que o líquido ultrapasse as camadas sem que o sólido atinja o sistema de bombeamento que é formado na seguinte seqüência:

- tubulação de PVC–100 mm perfurada para drenagem;
- camada de pedra de mão;
- camada de brita nº 1;
- camada de brita nº 0;
- camada de areia média;
- camada de tijolo refratário de barro maciço (piso com um tijolo).

3.2.4 O líquido

O volume de líquido separado é lançado em um tanque no qual é bombeado para um segundo tanque de coleta de 8500 litros no qual por gravidade, é lançado a um reator sedimentado compartimentado (RSC), de três estágios, conforme mostrado na Tabela 9. O líquido drenado é lançado em lagoas de igarapés, a fim de processar e diluir até que possam ser lançados nos leitos dos rios ou mananciais.

TABELA 9 Dados da peneira estacionária–(estática).

Vazão (Q)	Tempo (T)	Tubulação (Ø)	Largura (L)	Regime trabalho (h)
100 L	1 h	75 mm	500 mm	7 h/dia /20 dias mês

Fonte: Elaborado pelo autor.

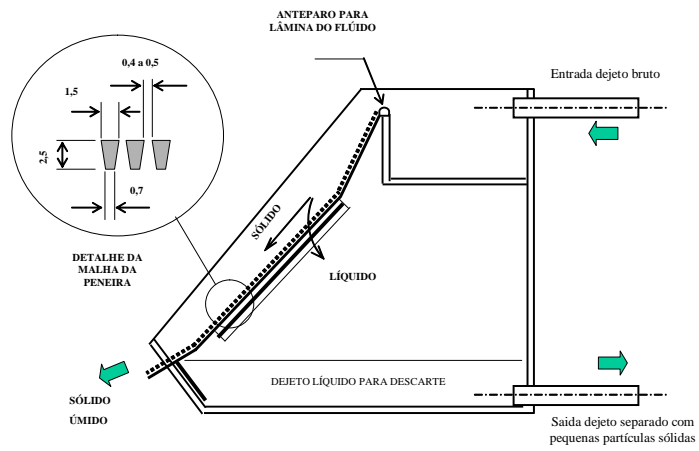


FIGURA 15 Esquema do sistema estacionário - (estático)
 Fonte: Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, MG e elaborado pelo autor.



FIGURA 16 Sistema de separação de dejetos por meio de peneira estacionária instalada no Setor de Suinocultura da UFLA

3.3 Coleta e preparo das amostras

3.3.1 Procedimento de coletas, análises e cálculos

As amostras foram coletadas com uma frequência de duas vezes por semana, nos pontos de coleta entrada e saída dos equipamentos, resultando em um banco de coleta que era conduzido ao LAADeg/UFLA para análise. O primeiro passo do procedimento de análise foi de eliminar a umidade, acondicionando-se as amostras durante 30 minutos, em estufa, à uma temperatura de 550°C.

Na sequência, pesaram-se os recipientes, estabelecendo-se a peso de cada um deles (tara), obtendo-se o peso 1 (**P1**). O material para cada tipo de análise foi colocado em três frascos devidamente identificados em um volume determinado de 20 ml, para que fossem analisados sólidos fixos, voláteis e totais.

As amostras foram transportadas, armazenadas e mantidas, em um período de 24 horas a temperatura de 105°C. O material foi pesado obtendo-se o peso 2 (**P2**).

Após esse período, as amostras foram transportadas e acondicionadas em uma mufla, mantendo-as por, um período de 30 minutos, a uma temperatura de 550°C e, em seguida, pesadas, obtendo-se o peso 3 (**P3**). As amostras eram sempre pesadas após o resfriamento das mesmas no dessecador em temperatura ambiente.

Para se calcular a eficiência de remoção (%) da peneira, tomaram-se como base os pontos de coletas de entrada e saída do equipamento, conforme a equação a seguir:

$$E_f = \frac{(E_1 - S_2)}{E_1} \times 100$$

em que:

E_f = eficiência de remoção (%),

E_1 = entrada de dejetos no sistema de separação.

S_2 = saída da peneira do dejetos separado.

Para a análise e o cálculo dos pesos dos sólidos, totais (ST), sólidos voláteis (SV) e sólidos fixos (SF), dos dejetos separados na fase líquida, foram adotadas as seguintes equações, conforme ilustrado na Figura 17 (A a D).

$$ST = (P_1 - P_2)$$

$$SV = (P_2 - P_3)$$

$$SF = (P_3 - P_1)$$

em que:

$$P_1 = \text{Peso 1} - (\text{mg l}^{-1})$$

$$P_2 = \text{Peso 2} - (\text{mg l}^{-1})$$

$$P_3 = \text{Peso 3} - (\text{mg l}^{-1})$$



FIGURA 17A Dejeito bruto-entrada



FIGURA 17B Coleta entrada da peneira



FIGURA 17C Amostra pós separação-peneira



FIGURA 17D Sólido filtrado-entrada/saída

FIGURA 17 Procedimento de coleta de amostras na entrada e na saída do sistema estacionário

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da performance dos equipamentos

4.1.1 Sistema rotativo - Fazenda Penalva, Juiz de Fora, MG

Para este sistema foi medida a quantidade do volume de separação no setor de terminação (leitões). O manejo é constante na remoção dos sólidos, na saída da moega, na condução ao leito de secagem e, posteriormente, quando lançados ao seu destino. Esse sistema necessita de manutenção constante no mecanismo de transmissão do cilindro horizontal, com substituição de correias do tipo “V”, substituição de rolamentos do motor e reparos na moega. Todo esse procedimento de manutenção é consequência do elevado nível de corrosão acarretado pela urina dos animais. Esse sistema permite trabalhar em regime de oito horas diárias constantes, processando 2.368 litros de dejetos bruto por dia, conforme mostrado na Tabela 10.

4.1.2 Sistema estacionário - Fazenda Penalva, Juiz de Fora, MG

Esse sistema foi instalado considerando o setor de matrizes (maternidade e lactação). No fluxo de processo o manuseio e a remoção de sólidos são constantes, pois o sólido é processado em estruturas com plataformas metálicas elevadas, até serem remanejadas manualmente para o armazenamento, que é o leito de secagem. Esse sistema não necessita de manutenção constante por não possuir mecanismo de transmissão, utilizando apenas os desníveis das instalações, de forma que o fluido possa percorrer todo o sistema por gravidade. Sendo assim, é necessária limpeza constante na malha de separação devido ao elevado nível de corrosão nas estruturas e o acúmulo de material sólido.

Esse sistema nos permite trabalhar em regime de oito horas diárias constantes, processando 992 litros de dejetos bruto por dia, conforme mostrado na Tabela 10.

4.1.3 Sistema estacionário da suinocultura da Universidade Federal de Lavras, MG

A separação, aqui avaliada, é decorrente de todo o setor produtivo da suinocultura do DZO/UFLA (matrizes, maternidade, lactação, leitões e terminação).

O sistema se mostrou mais lento em relação aos outros sistemas estudados. O manuseio é constante na remoção dos sólidos, provocando entupimento constante nos crivos (malha), sendo necessária a limpeza constante e o uso de água. Esse sistema também não requer manutenção constante, por não possuir mecanismo de transmissão e bombeamento. O processo é favorecido pelo desnível das instalações, de forma que o fluido possa percorrer todo o sistema por gravidade. Sua estrutura é confeccionada em nylon e com material da malha em aço inox, minimizando e mantendo-se livre de oxidação por um período maior de tempo. Nesse sistema permite trabalhar em regime de sete horas diárias constantes, processando 100 litros de dejetos bruto por dia.

4.1.4 Sistema de decantação da Granja Makena, MG

Nesse sistema, a quantidade de separação está diretamente relacionada a todo volume lançado do setor produtivo, incluindo matrizes (lactação) e terminação (leitões). Ele é considerado satisfatório para a separação, lento em relação aos outros sistemas conhecidos e com manuseio constante na remoção dos sólidos e acarreta o acúmulo de dejetos sólidos acima da tela de separação (malha), formando camadas que causam a saturação, provocando queda na eficiência e impedindo a separação, levando-se em conta a temperatura em sedimentação. Esse sistema depende de um grande manuseio da locomoção de dejetos sólidos até o armazenamento ou lançamento em lagoas.

Os dados de cada sistema estudado são mostrados na Tabela 10, indicando o volume e a quantidade de sólido, ou seja, a capacidade instalada para o processamento.

TABELA 10 Dados de capacidade instalada dos quatro sistemas de separação estudados

Localização	Sistemas	Regime trabalho (h dia ⁻¹)	Volume sólido (l dia ⁻¹)	Volume mensal (l)	Volume anual (l)
I.1 - Penalva	Rotativo	8	2.368	71.040	852.480
I.2 - Penalva	Estacionário	8	992	29.780	357.360
II - UFLA	Estacionário	7	100	2.000	24.000

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Análise quantitativa

4.2.1 Resultados - Fazenda Penalva

Conforme os dados apresentados na Tabela 11, pode-se verificar que a eficiência dos equipamentos estacionário e rotativo instalados nos processos produtivos da Fazenda Penalva, indica uma eficiência de 35,93% para a demanda química de oxigênio (DQO); 20,77% de eficiência para os sólidos totais (ST); 9,85% de eficiência para os sólidos fixos (SF); e 25,50% de eficiência para os sólidos voláteis (SV), na entrada e na saída do sistema. Já o sistema rotativo apresentou uma eficiência de 6,67% para a DQO; 21,72% de eficiência para os ST; 23,53% de eficiência para os SF e 21,23% de eficiência para os SV, na entrada e na saída do sistema. Esses valores de eficiência podem ser explicados de acordo com a performance já discutida anteriormente e permitiram avaliar o melhor processo para o produtor e suas condições ideais para o seu uso.

TABELA 11 Valores médios, de seis amostras, de DQO, sólidos totais, fixos, voláteis e percentual de umidade nos pontos de entrada e saída.

ANÁLISES REALIZADAS					
Pontos coleta Entrada / Saída	DQO (mg L ⁻¹)	ST (mg l ⁻¹)	SF (mg l ⁻¹)	SV (mg l ⁻¹)	Umidade (%)
SISTEMA ESTACIONÁRIO - ESTÁTICO					
E – Peneira 1	25,65	15,73	4,75	10,98	12,8
S – Peneira 1	16,43	12,46	4,29	8,18	-
Eficiência	35,93%	20,77%	9,85%	25,50%	-
SISTEMA ROTATIVO - CENTRIFUGAÇÃO					
E – Peneira 2	25,35	20,54	5,64	14,93	14,6
S – Peneira 2	23,63	16,08	4,31	11,77	-
Eficiência	6,67%	21,72%	23,53%	21,23%	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: DQO: demanda química de oxigênio; ST: sólidos totais; SF: sólidos fixos; SV: sólidos voláteis; E: entrada; S: saída.

4.2.2 Resultados - Zootecnia/UFLA – (valores em mg/l)

TABELA 12 Separação sólidos totais/eficiência

Dias de coleta	Entrada (P1)	Saída (P2)	Eficiência (%)
17/4/2007	4388	2400	45,31
02/5/2007	2225	2025	8,99
10/5/2007	2551	2230	12,58
14/5/2007	1940	912	52,99
16/5/2007	1707	1077	36,91
23/5/2007	1912	1565	18,15

Eficiência média = 29,15% - Desvio padrão +/- sd = 18,40

TABELA 13 Separação sólidos fixos/eficiência

Dias de coleta	Entrada (P1)	Saída (P2)	Eficiência (%)
02/5/2007	960	857	10,73
08/5/2007	730	665	9,11
10/5/2007	1105	940	14,93
14/5/2007	682	447	34,46
16/5/2007	585	432	26,15
23/5/2007	790	620	21,52

Eficiência média = 19,48% - Desvio padrão +/- sd = 9,78

TABELA 14 Separação sólidos voláteis/eficiência

Dias de coleta	Entrada (P1)	Saída (P2)	Eficiência (%)
17/4/2007	3368	1792	46,79
02/5/2007	1265	1168	7,67
10/5/2007	1447	1290	10,85
14/5/2007	1258	465	63,04
16/5/2007	1122	645	42,51
23/5/2007	1122	945	15,78

Eficiência média = 31,11% - Desvio padrão +/- sd = 22,76

TABELA 15 Análise DQO/eficiência.

Dias de coleta	Entrada (P1)	Saída (P2)	Eficiência (%)
19/4/2007	198	183	7,58
02/5/2007	189	164	13,23
08/5/2007	147	133	9,52
14/5/2007	435	337	22,53
16/5/2007	261	204	21,84
23/5/2007	353	290	17,85

Eficiência média = 15,43% - Desvio padrão +/- sd = 6,31

Notas: 1- Os valores para o desvio padrão (sd), foram calculados com base no programa estatístico (Sisvar), da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

2- As variações dos valores encontrados na eficiência devem-se ao tipo de regime de trabalho do sistema estacionário, que é intermitente.

4.2.3 Resultados - Granja Makena

Devido às limitações impostas durante o processamento nessa unidade da granja Makena no sistema decantação (fases), os valores de eficiência foi estimado com base apenas no valor de DQO do material sobrenadante, na entrada do sistema, de, aproximadamente, 28.000 mg l⁻¹. Dessa forma, a análise comparativa com os outros sistemas se restringe apenas à performance do equipamento.

TABELA 16 Valores médios de eficiência dos sistemas de separação

Unidade produtiva	Sistema separação	Setores	Eficiência ST (%)	Eficiência SF (%)	Eficiência SV (%)	Eficiência DQO (%)
Penalva -I.1	Rotativo	Terminação	21,72	23,53	21,23	6,67
Penalva -I.2	Estacionário	Matrizes	26,27	9,85	25,50	35,93
UFLA -II	Estacionário	Geral	29,15	19,48	31,11	15,43

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: DQO: demanda química de oxigênio; ST: sólidos totais; SF: sólidos fixos; SV: sólidos voláteis.

5 CONCLUSÃO

Pelas condições observadas no presente trabalho, verificou-se que o emprego dos sistemas de separação de sólidos é simples e economicamente viável pelo seu baixo custo e facilidade de operação. A julgar pela forma como vem sendo utilizados, são equipamentos de fácil aquisição, instalação e operação. Esses sistemas se adaptam facilmente às diversas fases da produção suína.

Apesar do custo de construção (implantação) do sistema de separação por decantação ser o menor, o custo operacional é alto.

O sistema estático é de baixo custo operacional, manutenção e manejo simplificado, e se adapta às fases de gestação e lactação. O sistema de centrifugação é de custo elevado, pois depende de transmissão e mecanismo, mão-de-obra técnica, consumo de energia e manejo constante do dejetos sólido.

Comparativamente, o sistema estático é o mais eficiente. Em se tratando de emprego localizado da terminação, o sistema rotativo (giratório) apresentou melhor performance na eficiência, no sistema operacional e no manejo, considerando a retenção do material sólido do efluente.

6 SUGESTÕES PARA ADAPTAÇÕES E MELHORIAS DE PROJETOS

6.1 Modificações implementadas

Foram implementadas, no sistema de separação de sólidos na suinocultura da UFLA, as seguintes melhorias:

- 1- vedação de borracha, a fim de evitar e impedir que o líquido percorra a superfície e as barras inferiores de sustentação das lâminas na saída da peneira, com a borda da caixa de retenção do líquido, conforme ilustrado na Figura 18;
- 2- dispositivo de fixação nas laterais da estrutura para pressionar a peneira (malha) na borda com a vedação de borracha, impedindo, assim, que o fluido possa se dispersar e passar por baixo da peneira, conforme ilustrado na Figura 18.

Estas modificações foram realizadas visando eliminar os vazamentos causados pelo perfil da malha, em que o líquido tende a escoar nas barras de seção circular inferiores, de fixação das lâminas soldadas entre si. O fluido também tende a ser lançado para fora da caixa de contenção do conjunto peneira, atingindo o leito de secagem e acarretando transbordo do tanque de coleta de fluídos já separados da fase bruta. Este transbordo provoca a saturação no tanque de armazenamento de dejetos líquido que, no sistema, atende às necessidades do gotejador de irrigação de experimentos de cultivo, conforme mostrado na Figura 18.

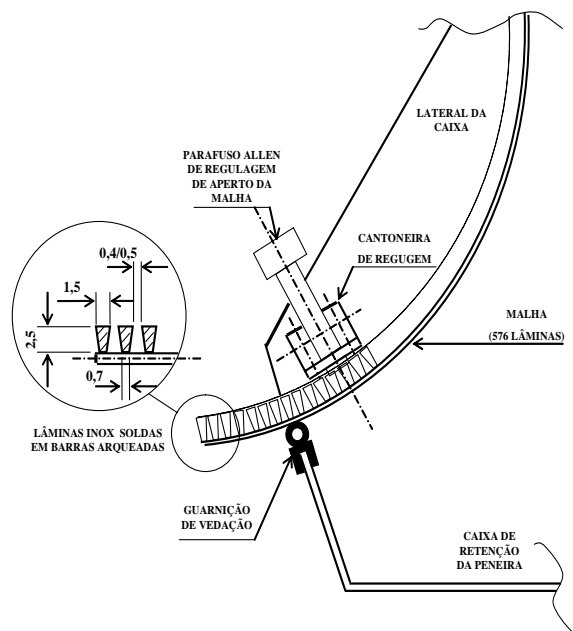


FIGURA 18 Detalhe vedação da saída de dejetos do sistema estacionário
 Fonte: Elaborado pelo autor

6.2 Propostas de modificações a serem implementadas

Mediante estudos e acompanhamentos realizados no manejo do sistema estacionário (estático) instalado no DZO/UFLA, foram sugeridas para esse processo, mudanças no perfil da peneira. Propôs-se propondo um novo raio de curvatura, a fim de proporcionar melhor desempenho na coleta de dados e permitiu que o líquido possa ficar retido na caixa de contenção da estrutura da peneira, evitando a passagem por baixo da barras de sustentação das lâminas, conforme mostrado na Figura 19.

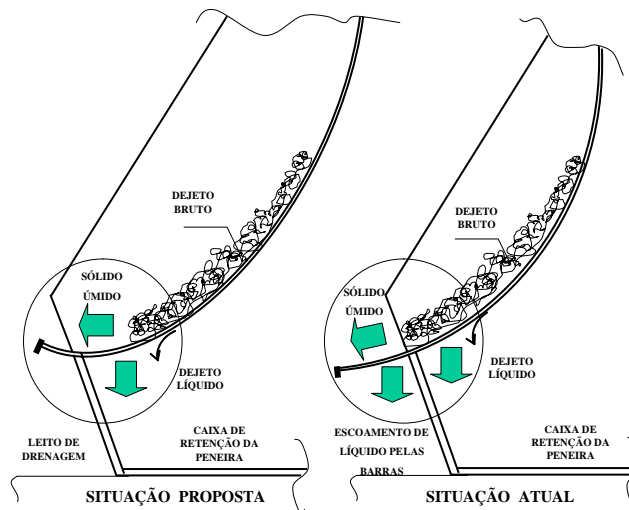


FIGURA 19 Situação atual e proposta dos raios de curvatura
Fonte: Elaborado pelo autor

7 ANEXOS

FIGURA 1A	Principais dimensões do projeto da peneira estacionária, Penalva, MG.....	56
FIGURA 2A	Principais dimensões do projeto da peneira rotativa, Penalva, MG.....	57
FIGURA 3A	Principais dimensões do projeto da peneira estacionária, UFLA, MG.....	58

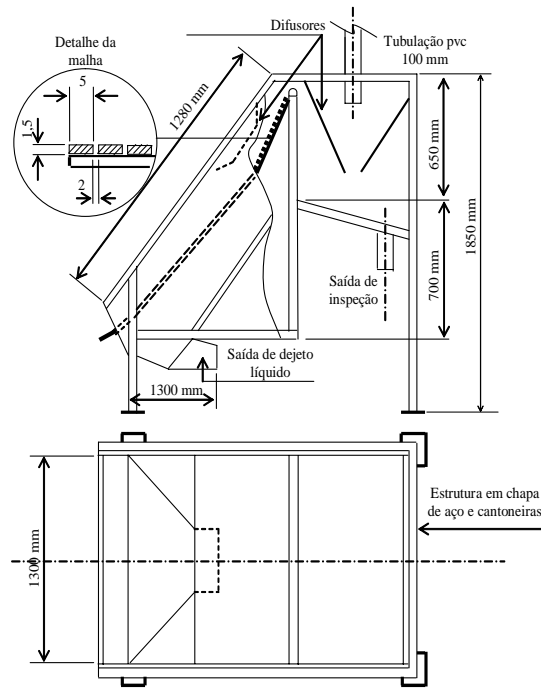


FIGURA 1A Principais dimensões do projeto da peneira estacionária-Penalva
 Fonte: Elaborado pelo autor

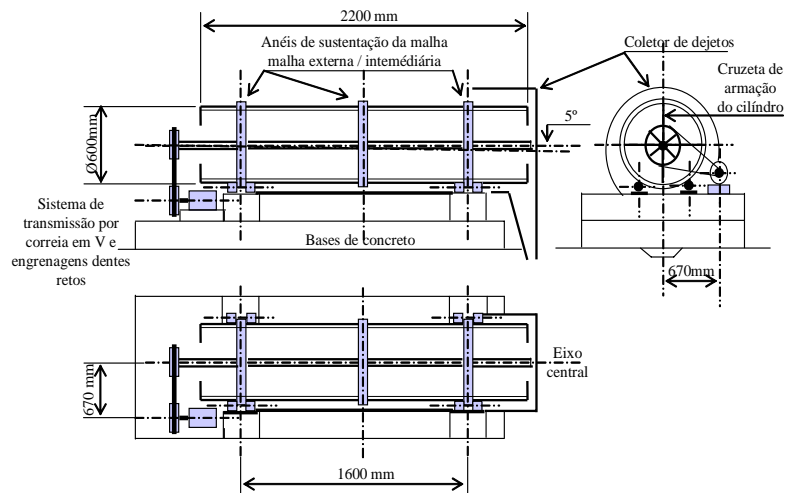


FIGURA 2A Principais dimensões do projeto da peneira rotativa-Penalva
 Fonte: Elaborado pelo autor

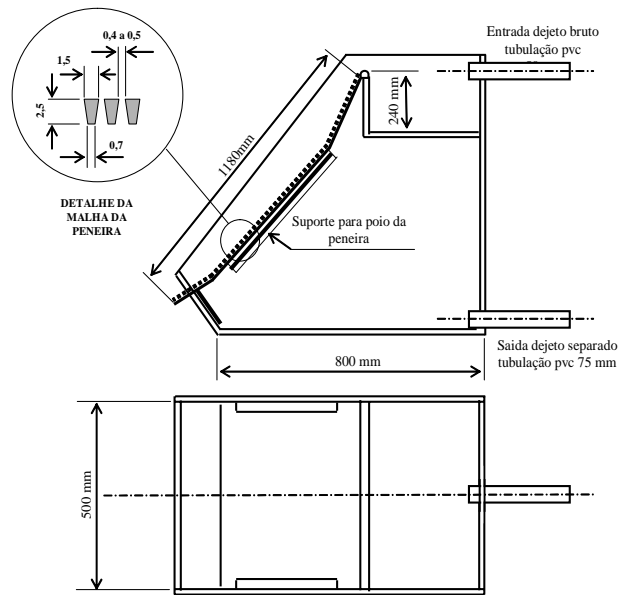


FIGURA 3A Principais dimensões do projeto da peneira estacionária-UFLA
 Fonte: Elaborado pelo autor

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA. **Standard methods for examinations of water and wastewater.** 20nded. Washington, 1999.

AZEVEDO NETTO, J.M.; HESS, M.L. **Tratamento de águas residuais.** 5.ed. São Paulo, 1979.

BELLI FILHO, P.; CASTILHOS JUNIOR, A.B. de. **Dejetos de suínos:** aspectos qualitativos, quantitativos e tecnologias para o controle de poluição ambiental. Florianópolis: UFSC, 1990. 19p. Apostila.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1996.
www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_v1h58u7s.pdf

COSTA, O.A.D.; LIMA, G.I.M.M.; COSTA, P.M. de A. Comparação dos índices técnico entre sistemas de criação de suínos confinados e ao ar livre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 6., 1993, Concórdia. **Anais...** Concórdia, SC: 1993. 163p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Banco de dados de análises de alimentos.** Concórdia, SC, 1991.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45^a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

GIROTTO, A.F.; TALAMINI, D.J.D.; LIMA, J.M.M.; MORES, N.; TRAMONTINI, P. **Análise prospectiva do complexo agroindustrial de suínos no Brasil.** Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, 1992. 108p. (EMBRAPA-CNPSA, Documento, 26).

GOMES, P.C. **Fontes não convencionais de fósforo para suínos e aves.** Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, 1995. 25p. (EMBRAPA-CNPSA. Circular Técnica, 17)

GREEN, J.H.; KRAMER, A. **Food processing waste management.** Westport: Avi, 1979. 629p.

IMHOFF, K.; IMHOFF, K.R. **Manual de tratamentos de águas residuais**. São Paulo: E. Blucher. 1986. 302p.

INSTITUTO CEPA. **Suínos**: síntese anual da agricultura de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 1990. v.1.

INSTITUTO CEPA. (Florianópolis, SC). Suínos: síntese anual da agricultura de Santa Catarina. Florianópolis: 1990.v.1.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA. **Legislação ambiental brasileira e as normas internacionais**. ISO 14.000, 1994. ISO 14.001, 1996.

LIMA, J.A. de F.; SOARES, M. de C.; OLIVEIRA, A.I.G.de, E.T. **Suinocultura**. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 1995. 218 p.

LIMA, B.S. **Suinocultura industrial**. Disponível em: <www.abipecs.com.br>. Acesso em: 15 dez. 2006.

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

KONZEN, E.A. **Manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, 1983. 32p. (EMBRAPA-CNPSA. Circular Técnica).

MERKEL, A.J. **Managing livestock wastes**. Westport: Avi, 1981. 419p.

METCALF & EDDY. **Wastewater engineering**: treatment, disposal, reuse. 3.ed. Singapore, McGraw Hill,1991.

OLIVEIRA, P.A.V. de. (Coord.). **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, 1993. 188p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 27).

PERDOMO, C. C. **Dejetos suínos**: buscando as soluções. Chapecó, SC: Embrapa. Centro Nacional de Suínos e Aves. CNPSA, 1997.

ROPPA, L. **Suínos: muito e verdades**, Suinocultura Industrial, v. 127, p. 10-27.1997.

SANCEVERO, A.B.; KONZEN, E.A.; MARQUES, J.B.; FRAGA, O.F.; BARBOSA, A.S. Produção intensiva de suínos; orientação para um planejamento das construções. **Informe Agropecuário**, v.5, n.49, p.42-67, 1979.

SANTA CATARINA. Secretaria do Estado do Desenvolvimento Urbano e do Meio Ambiente. **Projeto integrado de controle de poluição pela suinocultura** (Projeto Água Limpa). Florianópolis, 1990. 12p.

TAIGANIDES, E.P. **Animal wastes**. London: Applied Science, 1977. 429p.

TIETJEN, C. Plant response to manure nutrients and processing of organic wastes: In: NATIONAL SIMPOSIUM ON ANIMAL WASTE MANAGEMENT, 1966, East Lansing. **Proceedings...** St Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1966. p.136-140.

VERMANDE, P. **Curso sobre valorização e tratamento de dejetos de suínos e ciclo de conferências em tratamento de resíduos sólidos urbanos e industriais**. Florianópolis: UFSC, 1989.

WEELER, J.B.; WILLETTS, S.L. **Farm wastes management**. London: Crosby Lockwood Staples, 1977. 235p.