

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS  
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS



**Lucas Santos Campos**

**TRATAMENTO DE DEJETOS DE BOVINOS E REAPROVEITAMENTO NA  
FERTILIZAÇÃO DE MILHO**

**Juiz de Fora - MG**

**Junho de 2006**

M 25  
2006  
MEIO AMBIENTE

**Lucas Santos Campos**

**TRATAMENTO DE DEJETOS DE BOVINOS E REAPROVEITAMENTO NA  
FERTILIZAÇÃO DE MILHO**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao curso de Tecnologia em Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antônio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Gestão de Meio Ambiente.  
Orientador: Dr. Aloísio Torres de Campos



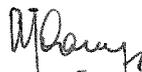
**Juiz de Fora - MG**

**Junho de 2006**

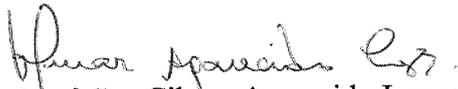
**Lucas Santos Campos**

**TRATAMENTO DE DEJETOS DE BOVINOS E REAPROVEITAMENTO NA  
FERTILIZAÇÃO DE MILHO**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao curso de Tecnologia em Meio Ambiente da Universidade Presidente Antonio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Gestão de Meio Ambiente e aprovada pela seguinte banca examinadora:



Dr. Aloísio Torres de Campos  
(Orientador)  
Embrapa Gado de Leite



Prof. Dr. Gilmar Aparecido Lopes  
(Co-orientador)  
UNIPAC



Luciano Castro Dutra de Moraes  
(Conselheiro)  
Embrapa Gado de Leite



Dr. Lorildo Aldo Stock  
(Conselheiro)  
Embrapa Gado de Leite

**Juiz de Fora**

**Junho de 2006**

Dedico este trabalho aos meus pais, Aloísio e Iara e aos meus irmãos, Diogo e Suzana que sempre me presentearam com amor e carinho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Embrapa Gado de Leite pela oportunidade de desenvolver este trabalho, em especial, ao Tecnólogo em Meio Ambiente, Luciano Castro Dutra de Moraes pela orientação e auxílio na coleta de dados na Embrapa / Campo Experimental de Coronel Pacheco, ao Prof. Dr. Gilmar Aparecido Lopes pelo incentivo e dedicação, ao Prof. Dr. Alessandro Torres Campos e aos pesquisadores Dr. Aloísio Torres de Campos e Dr. Lorildo Aldo Stock pelo apoio, orientação e análise estatística.

## RESUMO

Os países em desenvolvimento utilizam, cada vez mais, sistemas intensificados de produção animal, por meio de confinamentos. O potencial de impacto ambiental destes sistemas passa a ser de alto risco com a tendência de grandes explorações com alta produtividade e elevada concentração de animais, resultando em uma grande produção de dejetos em áreas reduzidas. Uma das maneiras mais desejáveis de se buscar a sustentabilidade de um processo intensivo de produção pecuária é a reciclagem e reuso dos resíduos, garantindo o controle ambiental internamente e, ainda, agregando valor ao “sub-produto dejeito”. Este trabalho teve como objetivo, avaliar a utilização de biofertilizante, oriundo de dejetos de bovinos estabilizados em dois diferentes sistemas de tratamento de dejetos, na produção milho. Foi desenvolvido um ensaio, semeando milho híbrido em bandejas plásticas, onde foi realizada a irrigação com biofertilizante oriundo de dois distintos sistemas de tratamento de dejetos da Embrapa Gado de Leite. Dentre os tratamentos adotados, houve uma testemunha, onde a irrigação ocorreu sem a adição de biofertilizante. Pela análise estatística realizada, observou-se que, em todos os casos, o tratamento testemunha apresentou menor produção. Os tratamentos que usaram biofertilizantes oriundos dos diferentes sistemas de tratamento não diferiram significativamente em termos de produção. Entretanto, no tratamento onde não havia equipamento separador, e todo o sólido passava pelo reator, ocorreu alta infestação de invasoras nas bandejas, proporcional à quantidade de biofertilizante disponibilizado.

**PALAVRAS-CHAVE:** dejetos, tratamento, reaproveitamento, produção de forragem.

## SUMMARY

Developing countries have been using, more and more, intensified systems of animal production, by means of confinements. The environmental potential impact of these systems becomes of high risk due the tendency of high productivity great explorations and high animals concentration, resulting in a great waste production in reduced areas. One of the most desirable ways of reach the sustainability of a intensive dairy cattle process, is the manure recycling and reusing, guaranteeing the environmental control inside the farm, joining value to the "sub-product manure". This work had as objective, to evaluate the bio-fertilizer use, originated from bovine wastes stabilized in two different treatment systems, in the corn production. A experiment was developed, sowing hybrid corn in plastic trays, where the irrigation was accomplished with bio-fertilizer originated from two different manure treatment systems at Embrapa Gado de Leite/Brasil. Between the adopted treatments, there was control treatment, where the irrigation happened without the bio-fertilizer addition. For the accomplished statistical analysis, it was observed that, in all the cases, the control treatment presented smaller production. The treatments that used bio-fertilizers originated from different treatment systems didn't differ significantly in the production. However, in the treatment where there was no separator equipment, and the whole solid went by the reactor, occurred high noxious weeds infesting in the trays, proportional to the amount of available bio-fertilizer.

**KEY-WORDS:** bovine manure, manure treatment, waste recycle, forage production.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
FIGURA 1.	ESQUEMA DO FUNCIONAMENTO DE PENEIRAS VIBRATÓRIAS (A) E ESTÁTICAS (B) (EPAGRI, 1995) .....	21
FIGURA 2.	ESQUEMA DO FUNCIONAMENTO DE PENEIRAS ROTATÓRIA (EPAGRI, 1995) .....	21
FIGURA 3.	SISTEMA DE TRATAMENTO COM SEPARADOR MECÂNICO ROTATIVO. A) SEPARADOR MECÂNICO, B) DETALHE DA PENEIRA ROTATIVA, C) TANQUE DE ESTABILIZAÇÃO.....	24
FIGURA 4.	DIAGRAMA DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESTERCO LÍQUIDO COM SEPARAÇÃO DE SÓLIDOS E RECICLAGEM DO EFLUENTE .....	25
FIGURA 5.	LIMPEZA DOS CORREDORES DO GALPÃO DE CONFINAMENTO MODELO "FREE-STALL" .....	26
FIGURA 6.	SISTEMA DE TRATAMENTO DE DEJETOS COM DOIS REATORES. A) VISTA GERAL DOS REATORES, B) INTERIOR DE UM DOS REATORES .....	26
FIGURA 7.	FOTOS DAS BANDEJAS ONDE FOI PRODUZIDO O MILHO .....	28

## LISTA DE TABELAS

TABELA		Pág.
TABELA 1.	PRODUÇÃO DIÁRIA DE ESTERCO (FEZES + URINA), POR ANIMAIS DE RAÇAS LEITEIRAS .....	15
TABELA 2.	PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS DE ESTRUME DE AVES, SUÍNO E VACAS LEITEIRAS .....	16
TABELA 3.	COMPOSIÇÃO QUÍMICA MÉDIA DO ESTERCO DE BOVINOS DE LEITE, AVALIADO EM PROPRIEDADES DE SETE LAGOAS, INHAÚMA, SANTANA DO PIRAPAMA E CORONEL PACHECO, MG (1995/1998) .....	16
TABELA 4.	QUANTIDADE DE ÁGUA ESTIMADA DIARIAMENTE PARA ANIMAIS LEITEIROS .....	17
TABELA 5.	PRODUÇÃO DIÁRIA DE RESÍDUOS LÍQUIDOS E ESTERCO DE DIVERSOS ANIMAIS .....	18
TABELA 6.	RESULTADOS OBTIDOS DE PESO VERDE (PV), MATÉRIA SECA (MS) E NÚMERO E ESPECIFICAÇÃO DE INVASORAS ENCONTRADAS NO TRATAMENTO T0 .....	29
TABELA 7.	RESULTADOS OBTIDOS DE PESO VERDE (PV), MATÉRIA SECA (MS) E NÚMERO E ESPECIFICAÇÃO DE INVASORAS ENCONTRADAS NO TRATAMENTO T1 .....	29
TABELA 8.	RESULTADOS OBTIDOS DE PESO VERDE (PV), MATÉRIA SECA (MS) E NÚMERO E ESPECIFICAÇÃO DE INVASORAS ENCONTRADAS NO TRATAMENTO T2 .....	29
TABELA 9.	RESULTADOS OBTIDOS DE PESO VERDE (PV), MATÉRIA SECA (MS) E NÚMERO E ESPECIFICAÇÃO DE INVASORAS ENCONTRADAS NO TRATAMENTO T3 .....	30

## SUMÁRIO

	Pág.
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1. Instalações e produção de dejetos .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2. Dejetos: produção, coleta e transporte e características dos dejetos .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3. Tratamento e aproveitamento dos dejetos .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.1. Lagoas de tratamento .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.1.1. Lagoas de sedimentação .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.1.2. Lagoas anaeróbias .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.1.3. Lagoas Facultativas .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.1.4. Lagoas de polimento .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.2. Separadores Mecânicos .....</b>	<b>20</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1. Instalações da “Genizinha” .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2. Instalações do Sistema Intensivo de Produção de Leite (SIPL) .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3. Esquema experimental .....</b>	<b>26</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>31</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>32</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os países em desenvolvimento, cada vez mais, vêm adotando os “Sistemas Intensivos de Produção Animal”, por meio de confinamentos de bovinos, suínos e aves. O potencial de impacto ambiental passa a ser de alto risco com a tendência de grandes explorações com alta produtividade e elevada concentração de animais, resultando em uma grande produção de dejetos em áreas reduzidas (CAMPOS, 1997). A quantidade de dejetos produzidos por dia, os teores de umidade, de matéria seca e a composição química variam de acordo com o peso do animal, idade, tipo de alimentação consumida, digestibilidade do alimento, quantidade de água ingerida, estação do ano e outros fatores (CAMPOS et al., 1999).

Esses resíduos, se manejados de maneira inadequada, podem causar impactos negativos ao meio ambiente. Os prejuízos são ainda maiores quando resíduos orgânicos são arrastados para os cursos d'água, pois provocam alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), reduzindo o teor de oxigênio dissolvido na água, provocando a morte de peixes e microrganismos (GARCIA-VAQUERO, 1981).

A reciclagem de nutrientes e da matéria orgânica do esterco de animais, como forma de evitar a poluição ambiental e preservar as características físicas, químicas e biológicas do solo, é o destino mais nobre que se pode dar aos resíduos (CAMPOS et al., 1999).

Nos sistemas de tratamento de resíduos, o objetivo é otimizar processos e minimizar custos, de forma a se conseguir a maior eficiência possível, respeitando-se as restrições que se impõe pela proteção do corpo receptor e pelas limitações de recursos disponíveis. Nesses sistemas procura-se, geralmente, reduzir o tempo de retenção hidráulica e aumentar a eficiência das reações bioquímicas, de maneira a se obter um determinado nível de redução de carga orgânica, em tempo e espaço muito inferiores aos que ocorreriam no ambiente natural (PAULA JR., 1995).

As quantidades de dejetos podem ser reduzidas através da diminuição do desperdício de água (bebedouros, água de limpeza) nas criações. Saber o nível de diluição mínimo ótimo, proporcionando funcionalidade ao sistema é de fundamental importância para a redução da carga orgânica do dejetos bovino, bem como economia de água. Então o maior desafio é diminuir a carga orgânica do dejetos, tratando-o, reduzindo a taxa de coliformes e não

conferindo aos cursos de água características em desacordo com os critérios e padrões de qualidade das águas conforme o especificado pela legislação em vigor, observando os níveis compatíveis com a sua realidade econômica.

Uma das maneiras mais desejáveis de se buscar a sustentabilidade de um processo intensivo de produção pecuária, é a reciclagem e reuso dos resíduos produzidos dentro do próprio sistema de produção, garantindo o controle ambiental internamente e, ainda, adicionando um valor agregado ao “subproduto dejetos”. Entre as alternativas, destaca-se a possibilidade de empregar os dejetos, após o adequado tratamento, como biofertilizante na produção de forrageiras.

Este trabalho teve como objetivo, avaliar a utilização de biofertilizante, oriundo de dejetos de bovinos estabilizados em dois diferentes sistemas de tratamento de dejetos, na produção milho.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Instalações e produção de dejetos

A instalação constitui a estrutura básica do ambiente para o confinamento dos bovinos leiteiros, já que influencia diretamente sobre o comportamento do animal. As construções vão desde as mais simples até as mais sofisticadas, mas todas devem manter condições adequadas para proporcionar conforto e proteção aos animais (VIEIRA, 1987).

As fazendas leiteiras apresentam três funções básicas que são: importar nutrientes (alimento, material das camas das instalações e fertilizante), transformar nutrientes em produtos exportáveis (leite, carne, entre outros) e gerar um retorno econômico sustentável. Qualquer ponto no sistema que não é administrado bem representa perda de potencial de eficiência ao sistema: isso é capital humano, físico, ou financeiro investido sem retorno satisfatório. Tradicionalmente, a administração de nutrientes do dejetos focalizou principalmente na produção, coleta, armazenamento, e aplicação no campo. Atualmente o sistema de manejo amplia este foco para incluir preocupações com o ser humano, a saúde animal e com a preservação do meio ambiente (GRUSENMEYER & CRAMER, 1997 citados por CAMPOS et al., 2005).

Devido ao alto custo das terras, necessidade de produção uniforme, dificuldade nas operações de ordenha em grandes rebanhos, que estão em pastagens, clima e instalações que proporcionam conforto aos animais, o confinamento tornou-se uma prática comum e necessária em diversos países (PEIXOTO, 1986). Segundo o mesmo autor, as instalações para o confinamento do gado leiteiro podem ser classificadas em convencionais e estabulações livres. Em sistemas convencionais, os animais permanecem lado a lado em baias individuais a maior parte do tempo. As estabulações livres consistem em um complexo de instalações e áreas independentes, podendo ser classificadas em "loose-housing" e "free-stall". Em sistemas "loose-housing", o repouso dos animais é coletivo em piso batido ou em piquete em local sombreado e coberto por uma camada de cama, já em sistemas "free-stall", os animais permanecem dentro dos galpões, o repouso é feito em baias, onde os animais entram e saem livremente.

Embora os sistemas de manejo de dejetos devam ser revistos em muitos aspectos, os componentes do manejo são os mesmos: coleta, armazenagem e reciclagem. Eventualmente quase todo o dejetos retorna para o solo, geralmente na cultura que faz parte da própria alimentação do gado (MATSUO, 2005).

## 2.2. Dejetos: produção, coleta e transporte e características dos dejetos

Com o aumento dos rebanhos, surgiu a necessidade de mudanças na produção de dejetos. Como consequência deverá existir uma adaptação na forma de coleta, tratamento, armazenagem, transporte e utilização, o tipo de instalação, forma de manejo dos dejetos, requerimentos de trabalho e investimento, armazenagem são fundamentais para a escolha do método mais adequado de coleta e transporte dos dejetos. A coleta dos dejetos feita por tratores com lâminas, raspadores mecânicos ou sistema de "flush" com água constituem os métodos mais utilizados em galpões e corredores de "free-stall", devido à fácil operação, e à mínima utilização de mão-de-obra. Em climas temperados, por exemplo, o sistema "flush" predomina na limpeza dos galpões, pois é de fácil controle, reduz a necessidade de mão-de-obra e proporciona uma excelente limpeza das instalações. A armazenagem do dejetos é necessária para que se possa fazer a reciclagem dos nutrientes contidos nesse esterco, para prevenir uma poluição através do transbordamento e escoamento superficial quando as condições do solo não são favoráveis. A capacidade de armazenamento de adubo depende do tamanho do rebanho, inclusive estimativas de expansões futuras, o tipo (sólido, líquido, ou ambos) quantidade de excreção de adubo, o tipo e quantidade do material das camas, da água de lavagem e da chuva (CAMPOS et al., 2005).

O consumo de alimentos está intimamente relacionado com a geração de dejetos, bem como, com a produção diária de leite (LUCAS JR. et al., 2001). Na bovinocultura leiteira, além dos resíduos gerados pelos animais, existem aqueles advindos da retirada e/ou processamento de leite.

O primeiro passo para dimensionar o sistema de manejo, tratamento e utilização dos dejetos, consiste em determinar o volume diário de dejetos produzidos (PERDOMO et al., 1999).

Segundo VAN HORN et al. (1994) citados por LUCAS JR. et al. (2001), vacas holandesas, consumindo 18,7 kg de MS dia<sup>-1</sup>, geram, diariamente, 62,48 kg de fezes + urina enquanto produzem em torno de 22 kg de leite dia<sup>-1</sup>.

GARCIA-VAQUEIRO (1981) afirma que a produção diária de dejetos frescos (sólidos e líquidos), varia em torno de 8% - 11% de seu peso vivo, com teor de 10% - 12% de

MS em animais de raças leiteiras. Alguns valores característicos dessa produção podem ser vistos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Produção diária de esterco (fezes + urina), por animais de raças leiteiras.

Peso do animal (kg)	Produção total de esterco (m <sup>3</sup> dia <sup>-1</sup> )	Conteúdo em nutriente (g dia <sup>-1</sup> )		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
68	0,005	27,22	10,40	21,85
113	0,009	45,36	20,78	38,25
227	0,019	90,72	37,42	76,49
454	0,037	185,97	75,87	147,52
635	0,052	258,55	106,02	207,63

O excesso de nitrogênio e fósforo na água leva a um aumento da demanda bioquímica de oxigênio que avalia indiretamente o conteúdo orgânico biodegradável dos dejetos através da medida de oxigênio consumido pelos microrganismos atuantes na sua oxidação. Quanto maior for a quantidade de matéria orgânica lançada em rios, lagos e cursos d'água por dejetos não tratados, mais oxigênio será consumido e isto pode levar a completa exaustão desse gás, causando a morte dos peixes e demais organismos vivos, além da a solubilização de vários compostos químicos que aumenta a toxicidade de vários elementos, aparecimento de mau cheiro entre outros fatores (FREITAS, 2001).

A produção de dejetos é variável conforme a espécie, na quantidade, nos valores nutricionais (obtidos através da alimentação dos animais) e pelo sistema de manejo utilizado. Em sistemas intensivos de produção de leite, a facilidade da coleta e a quantidade de estrume propiciam grandes aproveitamentos energéticos do dejetos, aplicando-o diretamente no solo ou em compostagem prévia (LUCAS JR. et al., 2001). A produção e as características dos dejetos de aves, suínos e gado de leite estão relacionados na Tabela 2.

Para a adequada utilização dos dejetos de suínos e bovinos é necessário o conhecimento de sua qualidade. Os dejetos líquidos de bovinos variam de 4% a 16% de sólidos, dependendo do sistema de higienização adotado (KOZEN, 2000). A Tabela 3 apresenta a composição média do esterco bovino de várias propriedades de Minas Gerais.

As características físico-químicas dos dejetos estão associadas ao manejo dos animais adotado e aos aspectos quantitativos e qualitativos do tipo de alimentação usada, apresentando grandes variações na concentração dos seus elementos entre produtores e dentro da própria propriedade (OLIVEIRA, 1993).

**Tabela 2.** Produção e características de estrume de aves, suínos e vacas leiteiras.

Características	Aves	Suínos	Vacas de Leite
Peso vivo, kg	2,25	60	450
Dejeções (sólidos + líquidas), kg dia <sup>-1</sup>	0,11	5,1	45
Quantidade por peso vivo, %	5-6	8-9	9-11
Matéria seca, %	20-30	15-20	10-12
DBO <sub>5</sub> , g dia <sup>-1</sup> (1)	9	180	1,350
DBO <sub>5</sub> , g L <sup>-1</sup> (2)	-	25	17
Equivalente populacional (3)	0,12	2,35	17,6
DQO, g L <sup>-1</sup> (4)	-	54	20
Sólidos em Suspensão no esterco líquido	-	50	65

Fonte: Garcia- Vaquero (1981).

<sup>1</sup> DBO<sub>5</sub> – Demanda Bioquímica de Oxigênio, expressa em gramas de O<sub>2</sub> utilizado pelos microrganismos aeróbios, para decomposição de substâncias orgânicas em água, realizada em cinco dias à temperatura de 20° C.

<sup>2</sup> Dados obtidos dividindo-se a DBO<sub>5</sub> em g L<sup>-1</sup> pela soma de dejeções totais + águas de limpeza + derrame dos bebedouros etc.

<sup>3</sup> Dados obtidos fixando-se a DBO<sub>5</sub> do homem em 75 g dia<sup>-1</sup>.

<sup>4</sup> DQO – Demanda Química de Oxigênio, expressa em g L<sup>-1</sup> de permanganato de potássio (KmnO<sub>4</sub>), necessária para oxidar a matéria orgânica contida no sistema.

**Tabela 3.** Composição química média do esterco de bovinos de leite, avaliado em propriedades de Sete Lagoas, Inhaúma, Santana do Pirapama e Coronel Pacheco, MG (1995/1998).

Elemento	kg m <sup>-3</sup> ou kg t <sup>-1</sup>		
	Líquido	Sólido	Fezes + Urina
Nitrogênio	1,75	21,20	3,00
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1,46	11,50	2,60
Potássio (K <sub>2</sub> O)	1,45	11,90	15,70
NPK	4,66	44,60	21,30

Fonte: Kozen (2000)

A densidade do rebanho, tipo de piso, tipo de bebedouro, tipo das edificações e o manejo da água para a operação da limpeza determinam o volume de dejetos líquidos. Dejetos não diluídos diminuem consideravelmente os custos de armazenagem, transporte e distribuição nas lavouras, reduzindo os riscos de poluição e permitindo seu uso (FIALHO et al., 2001).

A água residuária é gerada durante a higienização dos animais, limpeza e equipamentos de ordenha e armazenamento do leite, somente para estas operações de lavagem ocorre um consumo ao redor de 200 L/animal (MATSUO, 2005). As quantidades de efluente produzidas nas instalações podem ser diminuídas, pela redução dos desperdícios que ocorrem em bebedouros e na limpeza das baias (OLIVEIRA, 1993).

O manejo de animais em pequenas áreas necessita de um adequado suprimento de água potável. O requerimento de água pelas vacas leiteiras varia de 40 a 65 litros dia<sup>-1</sup>,

podendo atingir quantidades 2 a 3 vezes maiores (VIEIRA, 1993). Pesquisas realizadas na Holanda mostram o requerimento de água para uma vaca de leite (incluindo a água contida nos alimentos) de 30 a 60 litros diários, para vacas secas ou produzindo até 10 kg leite dia<sup>-1</sup>, para vacas produzindo 30 kg de leite dia<sup>-1</sup> este valor aumenta para 90 a 150 litros diários (NOVAES, 1985).

A Tabela 4 mostra os valores recomendados quanto à exigência de água pelos animais.

**Tabela 4.** Quantidade de água estimada diariamente para animais leiteiros.

Categoria animal	Temperatura ambiente (°C)	Ingestão de água dia <sup>-1</sup> (kg kg <sup>-1</sup> de MS consumida)
Até 6 meses de idade	-	6,5
Acima de 100 kg de peso vivo	Até 10	3,5
	10 a 15	3,6
	15 a 20	4,0 a 4,2
	20 a 27	4,5 a 4,8
	> 27	5,6
Vacas nos últimos 4 meses de gestação	Independente	1,5 vezes acima da manutenção
Vacas em lactação	Independente	mais 1,5 a 2,0 kg de água L <sup>-1</sup> de leite produzido além da manutenção

Fonte: Vieira (1993)

Alguns fatores ligados ao manejo, como o tipo de instalação e o regime adotado no confinamento do gado leiteiro, influenciam na quantidade e na qualidade das descargas e de águas residuárias em sistema de produção animal. Em uma fazenda leiteira a quantidade de resíduo líquido produzido depende do manejo adotado, de modo que, o consumo de água pode variar de 40 até 600 litros por animal, onde há lavagem das excretas e banho dos animais (CAMPOS, 1997).

Existe a possibilidade do manejo do dejetos ser realizado na forma líquida, semi-líquida e sólida, quando o gado de leite é confinado em galpões do tipo "free-stall" (CAMPOS et al., 2003). Se o regime de confinamento é total e a opção é por esterco líquido, todos os dejetos (fezes + urina) serão coletados, reduzindo os custos da extração diária dos resíduos e permitindo a mecanização simples desta operação (GARCIA-VAQUERO, 1981).

Comparando a outros animais, os bovinos produzem um significativo volume de dejetos ao dia tanto líquido quanto sólido. A Tabela 5 mostra a produção diária de resíduos líquidos e esterco para diversos animais.

**Tabela 5.** Produção diária de resíduos líquidos e esterco de diversos animais.

Tipo de resíduo	Unidade	Suínos	Frango de corte	Gado de corte *	Ovinos	Gado de leite *
Líquidos	% dia <sup>-1</sup> em função do peso vivo	5,1	6,6	4,6	3,6	9,4
Sólidos	kg animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	2,3-2,5	0,12-0,18	10-15	0,5-0,9	10-15

\*Bovinos em semi-confinamento

Fonte: Oliveira (1993)

### 2.3. Tratamento e aproveitamento dos dejetos

O tratamento de dejetos tem como objetivo reduzir o potencial poluente. O volume de dejetos que extrapola o limite de utilização agrônômica da propriedade, deve ser obrigatoriamente tratado (PERDOMO, 1999).

O manejo de grandes volumes de dejetos associado a grandes rebanhos requer considerações de novos ou diferentes métodos de tratamento ou processos. A expansão do rebanho bovino pode causar um aumento nos níveis de odor, com isso os processos de tratamento que reduzem esses odores devem fazer parte do plano de expansão.

O uso de lagoas de tratamento para a estabilização de resíduos orgânicos e esgotos é uma tecnologia conhecida e amplamente utilizada no Brasil e no mundo. Os tipos de lagoas mais utilizados no tratamento de resíduos orgânicos são: lagoas sedimentação, lagoas anaeróbias, lagoas aeróbias, lagoas facultativas e lagoas de polimento.

#### 2.3.1. Lagoas de tratamento

##### 2.3.1.1. Lagoas de sedimentação

Em geral as lagoas de sedimentação possuem uma eficiência média de remoção de cerca de 94,1% dos sólidos sedimentáveis e mantém esta capacidade de remoção mesmo quando ocorrem elevados picos de contribuição. Além da remoção dos sedimentos, as lagoas de sedimentação também contribuem para o processo de degradação da matéria orgânica presente nos despejos. Porém esta degradação depende do tempo de retenção da massa líquida no interior da lagoa (VON SPERLING, 1996b).

### **2.3.1.2. Lagoas anaeróbias**

Segundo SILVA (1977), são classificadas como lagoas anaeróbias, aquelas onde não há oxigênio livre na massa líquida, de maneira que os organismos predominantes que existem no meio utilizam-se do oxigênio combinado existente nas moléculas da matéria orgânica. Em geral são profundas, de 4 a 6 metros, ocupando proporcionalmente uma menor área superficial que os demais tipos de lagoas. São capazes de receber elevadas cargas orgânicas, geralmente acima de 400 kg DBO ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Bem dimensionadas e operadas de forma adequada, podem reduzir a carga orgânica em até 70% de DBO.

Segundo VON SPERLING (1996a), a estabilização em condições anaeróbias é lenta devido à baixa taxa de crescimento e reprodução das bactérias anaeróbias.

### **2.3.1.3. Lagoas Facultativas**

As lagoas facultativas possuem uma região aeróbia superficial onde ocorre a fotossíntese, devido à presença de algas e também devido à penetração de oxigênio difuso. Esta penetração é favorecida pela aeração natural devido à ação do vento sobre a superfície exposta. Nesta região, atuam, os microrganismos aeróbios, que usufruem do oxigênio presente para oxidar a matéria orgânica. Logo abaixo, ocorre uma região de transição, onde as condições variam em função da presença de oxigênio e/ou substâncias mais ou menos reduzida. Predominam nesta faixa microrganismos facultativos que, quando conseguem oxigênio, utilizam-no rapidamente. Porém na ausência deste, são capazes de modificar seu metabolismo para as condições anaeróbias, menos eficiente mas que lhes garantem a sobrevivência. Abaixo desta camada, predominam as condições anaeróbias, geralmente próximas do fundo, junto com a camada sedimentada do lodo e de detritos (OLIVEIRA, 1993). As partículas coloidais que se precipitam e atingem a zona anaeróbia são degradadas em sais minerais, nutrientes orgânicos solúveis e gás carbônico, que se difundem na massa líquida (SILVA, 1977).

### **2.3.1.4. Lagoas de polimento**

Estas lagoas também são conhecidas como lagoas de maturação, são lagoas aeróbias, mais rasas, onde penetra a radiação solar e, conseqüentemente, ocorre uma elevada

concentração de oxigênio dissolvido, resultante da fotossíntese. O pH é elevado, geralmente superior a 8,5 (VON SPERLING, 1996b).

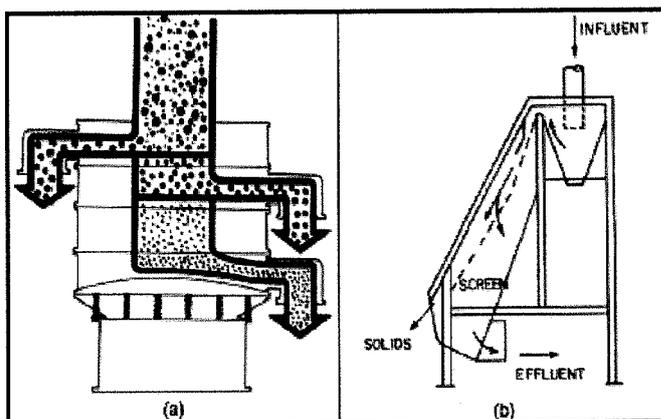
### 2.3.2. Separadores Mecânicos

A utilização dos dejetos líquidos pode ser feita de forma integral ou com separação de sólidos. A maioria dos sistemas separatórios são ineficientes variando de 5-6% até 50%, exceto o de retenção de sólidos com escoamento do líquido, que atinge 95% de eficiência (KOZEN, 2000).

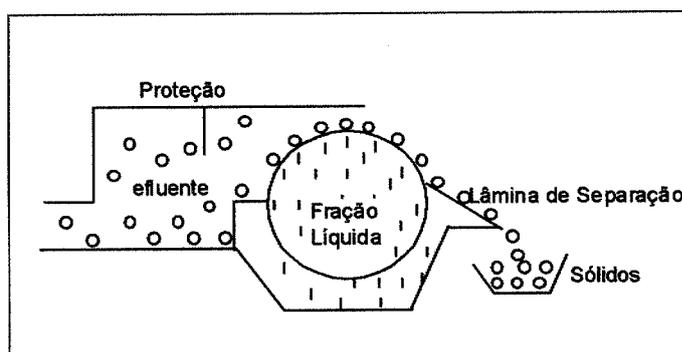
O sistema que objetiva a remoção das partículas sólidas grosseiras em suspensão dos dejetos através de processos físicos ou químicos, é denominado sistema de tratamento preliminar. As peneiras estáticas, vibratórias e rotativas, caixas de areia para remoção de sólidos sedimentáveis e caixas de separação de materiais insolúveis como óleos e gorduras, pertencem a essa classe (CAMPOS et al., 2005).

O uso de peneiras tem como objetivo remover sólidos grosseiros em suspensão, e dividir o efluente em duas frações distintas, uma sólida e outra líquida. As peneiras são classificadas segundo a sua forma de operação, podem ser do tipo estática, vibratória e rotativa. As peneiras estáticas são as mais simples e apresentam menor eficiência (20 a 30% de remoção de matéria orgânica) que as demais na remoção de matéria orgânica presente nos resíduos animais, devido a camada fina de sólidos que se forma sobre a peneira, requerendo uma limpeza constante. As peneiras vibratórias realizam movimentos tangenciais e verticais que mantêm os dejetos em fluxo contínuo, dessa forma, a separação da parte líquida da sólida. A vantagem da utilização desse equipamento é a baixa tendência ao entupimento (EPAGRI, 1995).

Segundo CARVALHO et al. (2001) nas peneiras rotativas, o resíduo líquido é carregado por cima do tambor, a fração líquida atravessa os crivos depositando-se na sua parte inferior e a fração sólida adere à superfície e é retirada com lâminas de raspagem. As vantagens desse sistema é a operação de forma contínua com pequena ou nenhuma obstrução dos crivos e capacidade de remover tanto partículas grossas como finas. As Figuras 1 e 2 mostram o funcionamento das peneiras estáticas, vibratórias e rotatórias.



**Figura 1.** Esquema do funcionamento de peneiras vibratórias (a) e estáticas (b) (EPAGRI, 1995).



**Figura 2.** Esquema de funcionamento de peneiras rotatórias (EPAGRI, 1995).

O dimensionamento desse equipamento é feito de acordo com a vazão do pico de efluente  $m^3/h$ . Possui uma estrutura com tubos e conexões para abastecimento e drenagem, sistema de armazenamento, transporte e utilização de sólidos; sistema de tratamento para a fase líquida. Equipamento em aço, com câmara de abastecimento e redução de turbulência, peneira externa para retenção de sólidos e câmara para escoamento da fase líquida. A forma de operação é contínua e a remoção de sólidos é feita manualmente. Possui a vantagem de ser de fácil operação, produz um substrato de alto valor nutricional e reduz o custo do tratamento da fase líquida, como desvantagem existe a necessidade de mão-de-obra para manutenção e limpeza dos crivos (PERDOMO et al., 1999).

As peneiras vibratórias podem trabalhar com maior concentração de sólidos (16%) nas águas residuárias e as peneiras estáticas com 9% (EPAGRI, 1995).

CARVALHO et al. (2001), avaliando a eficiência de uma peneira rotativa na separação de sólidos/líquidos de águas de lavagem e despulpa de frutos do cafeeiro, observaram que o peneiramento foi eficiente na remoção dos sólidos grosseiros e as

concentrações de Na e K permaneceram constantes durante o período de operação da máquina.

BREDA (2000) observou que o uso da peneira rotativa no tratamento de efluentes de indústria de chapa dura de fibra de madeira, não foi satisfatório na redução da carga orgânica dos efluentes, pois houve maior ocorrência de Sólidos Dissolvidos, mostrando a inviabilidade do seu uso já que a função da peneira é a retenção dos Sólidos em Suspensão (SS).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Campo Experimental de Coronel Pacheco (CECP), da Embrapa Gado de Leite, Município de Coronel Pacheco, Zona da Mata de Minas Gerais, localizado a uma latitude de 21°33'22" S e a uma longitude de 43°06'15" W, com altitude média de 414 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é Cwa, ou seja: clima quente, temperado chuvoso, com estação seca no inverno e com verão quente.

Foram utilizados dejetos de bovinos oriundos de dois diferentes sistemas de tratamento, ambos pertencentes a instalações do CECP, descritos a seguir.

#### 3.1. Instalações da “Genizinha”

Na Genizinha, o tipo de exploração é o confinamento parcial de matrizes em lactação com cerca de 33 vacas puras Holandesas e 80 vacas mestiças Girolandas.

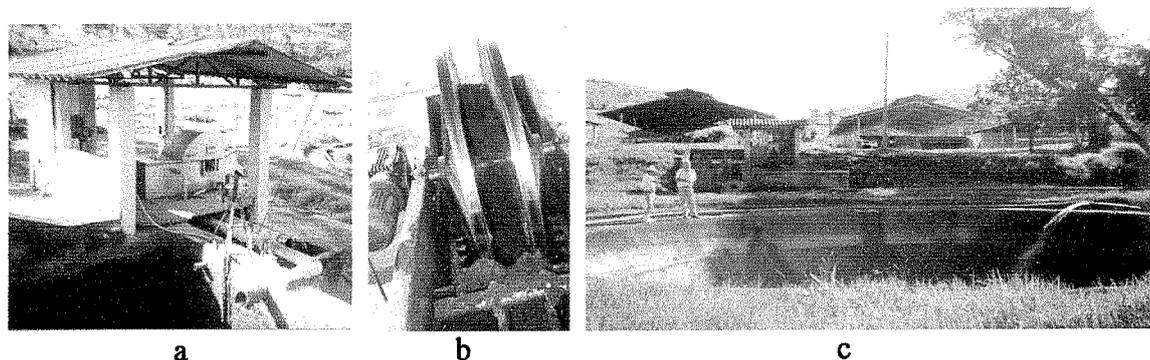
As vacas Holandesas são mantidas confinadas durante o dia e vão a pasto durante a noite. As vacas mestiças ficam a pasto e são arrebanhadas duas vezes ao dia para ordenha e suplementação volumosa e/ou concentrada quando necessária. A alimentação das vacas, quando estão confinadas durante o dia, constitui-se basicamente de silagem de milho, cana-de-açúcar com uréia e fonte de enxofre e concentrado de acordo com a produção. Durante a noite são mantidas em pastagens de braquiária e/ou capim-elefante. Todos os alimentos volumosos consumidos pelos animais são produzidos no sistema de produção.

O confinamento é conduzido em dois galpões do tipo “free-stall”, com camas de areia. O piso dos corredores é de concreto frisado no sentido longitudinal, dando acesso a canaletas cobertas com grades de ferro para coleta do esterco. A limpeza é feita através da recirculação do esterco líquido bombeado sobre o piso.

#### *Sistema de Tratamento*

O sistema é constituído de um tanque de equalização de fluxo, seguido de um equipamento separador de sólido/líquido com peneiras rotativas (Figura 3-a). O separador tem como objetivo remover partículas sólidas e fibrosas do esterco que podem entupir e danificar

tubulações e equipamentos de irrigação, reduzindo a carga orgânica para o Tanque de Estabilização de Esterco Líquido.



**Figura 3.** Sistema de tratamento com separador mecânico rotativo. a) separador mecânico, b) detalhe da peneira rotativa, c) tanque de estabilização.

As águas residuárias ou efluentes (dejetos e restos de alimentação dos animais) provenientes das instalações dos bovinos, arrastadas em meio líquido, passam por um sistema de separação de sólidos com peneiras rotativas. As peneiras produzem uma rotação que permite a separação da parte sólida da fração líquida (Figura 3-b).

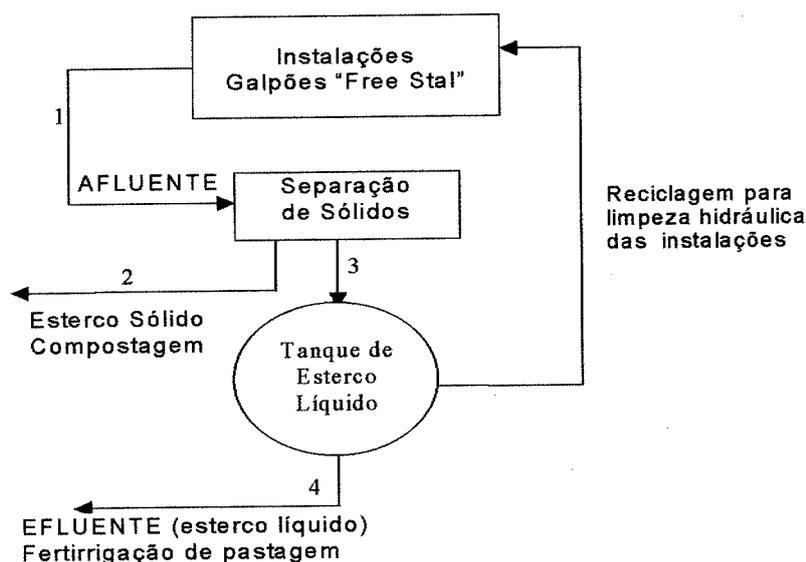
A fração líquida, com carga orgânica reduzida, é armazenada em um Tanque de Estabilização de Esterco Líquido construído em argamassa armada (Figura 3-c), de pequena profundidade, dotado de motobomba que possibilita a recirculação do líquido nos pisos dos galpões de confinamento. O efluente final é utilizado para fertirrigação de pastagens e capineiras, completando assim, a segunda etapa do tratamento de efluentes pelo processo de disposição no solo.

A parte sólida, com elevada carga orgânica, é removida periodicamente para um sistema de compostagem.

Na Figura 4 é representado um diagrama do sistema de tratamento de dejetos com separação de sólidos.

Os galpões “free-stall” e o de alimentação são limpos diariamente, após cada ordenha, pela circulação do esterco líquido estabilizado, efluente, (contendo fezes, urina, água de limpeza e de diluição), por meio do bombeamento do efluente sobre os pisos.

O esterco líquido, após sua estabilização e cumprido o tempo de detenção hidráulica com cerca de 21 dias, é disposto nas áreas de produção de forragem por meio de tubulações de PVC.



**Figura 4.** Diagrama do sistema de tratamento de esterco líquido com separação de sólidos e reciclagem do efluente.

### 3.2. Instalações do Sistema Intensivo de Produção de Leite (SIPL)

O rebanho do sistema de produção constitui-se de vacas puras da raça holandesa preta e branca. O tipo de exploração adotado é o confinamento total das matrizes em lactação, das fêmeas em recria até que a gestação seja diagnosticada aos 16 meses de idade aproximadamente e os bezerros em fase de aleitamento. Vacas secas e novilhas gestantes são mantidas em pastagens, recebendo suplementação volumosa. A produção de alimentos é feita de forma intensiva, utilizando-se tecnologia que permite dois ou mais cultivos ao ano, procurando obter maior produtividade por área. Todos os alimentos volumosos: silagem de milho, feno e capim para cortes são produzidos no sistema.

Os galpões, também do tipo "free-stall", são limpos diariamente, após cada ordenha, pela circulação do esterco líquido estabilizado (fezes + urina + águas de limpeza e diluição) com bombeamento sobre o piso (Figura 5), o qual é armazenado em tanques de aeração e homogeneização. O esterco líquido, após sua estabilização e cumprido o tempo de detenção hidráulica (24 dias), é injetado em tubulações de PVC enterradas, e disposto nas áreas de produção de forragem por escoamento superficial no solo.

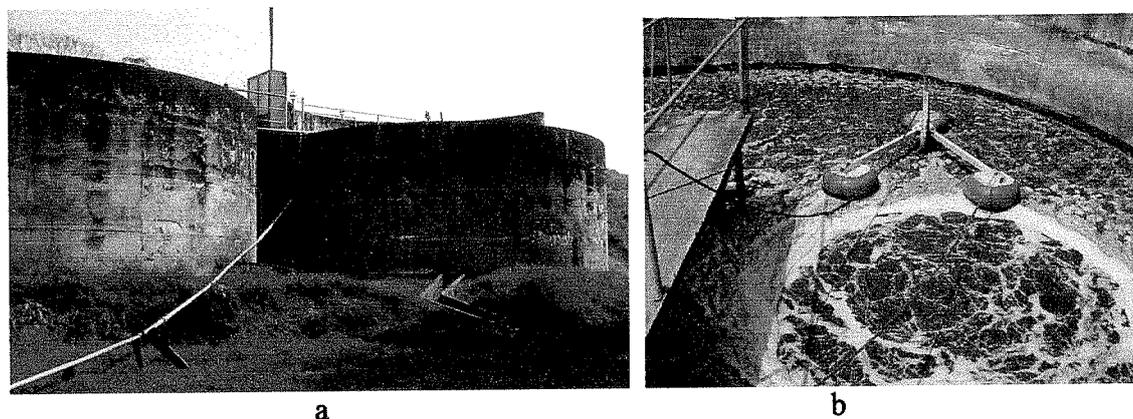
#### *Sistema de Tratamento*

Dois reatores para tratamento e armazenagem de esterco líquido (Figura 6-a), com capacidade útil de 300 m<sup>3</sup> cada um, em concreto, construídos enterrados no solo junto ao talude de corte do platô das instalações e à jusante dos galpões de confinamento, recebem o esterco líquido por gravidade. Cada tanque é provido de um sistema de aeração e

homogeneização. Junto à base dos dois tanques (Figura 6-b), uma bomba centrífuga de rotor aberto, com capacidade de 60 m<sup>3</sup>/hora, bombeia o esterco líquido aos galpões para a limpeza hidráulica dos pisos (Figura 5).



**Figura 5.** Limpeza dos corredores do galpão de confinamento modelo “free-stall”.



**Figura 6.** Sistema de tratamento de dejetos com dois reatores. a) Vista geral dos reatores, b) Interior de um dos reatores.

### 3.3. Esquema experimental

A partir dos dois efluentes coletados nos sistemas descritos nos itens 3.1 e 3.2, no primeiro e no último dia de tratamento biológico, foi montado um ensaio de experimento com quatro tratamentos. Todos os tratamentos foram colocados em bandejas plásticas perfuradas no fundo, para drenagem do excesso de água, com área de 0,2 m<sup>2</sup> e com volume de 15 litros de solo (latossolo vermelho amarelo, coletado no horizonte C). A densidade do solo foi de 1,047 g/litro e este foi esterilizado em estufa a 65°C por 72 horas além de ser umedecido para verificar se não havia a possibilidade de restos de bancos de sementes por germinar.

Em cada tratamento foram semeadas duas sementes de milho híbrido AG-2060 (mesma cultivar usada pela Embrapa para produção de silagem) no dia 16/02/2005 e colhido antes do término do ciclo devido por motivos técnicos, no dia 18/04/2005.

Os tratamentos foram irrigados duas vezes por semana. Os sistemas radiculares das plantas não foram colhidos.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no CECF e cada tratamento teve quatro bandejas discriminadas da seguinte forma:

**T0** - Tratamento testemunha, sem o biofertilizante (BF).

Bandeja 01 - substituição do BF por água

Bandeja 02 - substituição do BF por água

Bandeja 03 - substituição do BF por água

Bandeja 04 - substituição do BF por água

**T1** - Tratamento com 1,0 litro de BF no plantio e 1,0 litro de BF 30 dias após a primeira aplicação (correspondente a 100 m<sup>3</sup>/ha de biofertilizante).

Bandeja 01 - BF da Genizinha

Bandeja 02 - BF da Genizinha

Bandeja 03 - BF do Gado puro

Bandeja 04 - BF do Gado puro

**T2** - Tratamento com 1,5 litros de BF no plantio e 1,5 litros de BF 30 dias após a primeira aplicação (correspondente a 150 m<sup>3</sup>/ha de biofertilizante).

Bandeja 01 - BF da Genizinha

Bandeja 02 - BF da Genizinha

Bandeja 03 - BF do Gado Puro

Bandeja 04 - BF do Gado Puro

**T3** - Tratamento com 2,0 litros de BF no plantio e 2,0 litros de BF 30 dias após a primeira aplicação (correspondente a 200 m<sup>3</sup>/ha de biofertilizante).

Bandeja 01 - BF da Genizinha

Bandeja 02 - BF da Genizinha

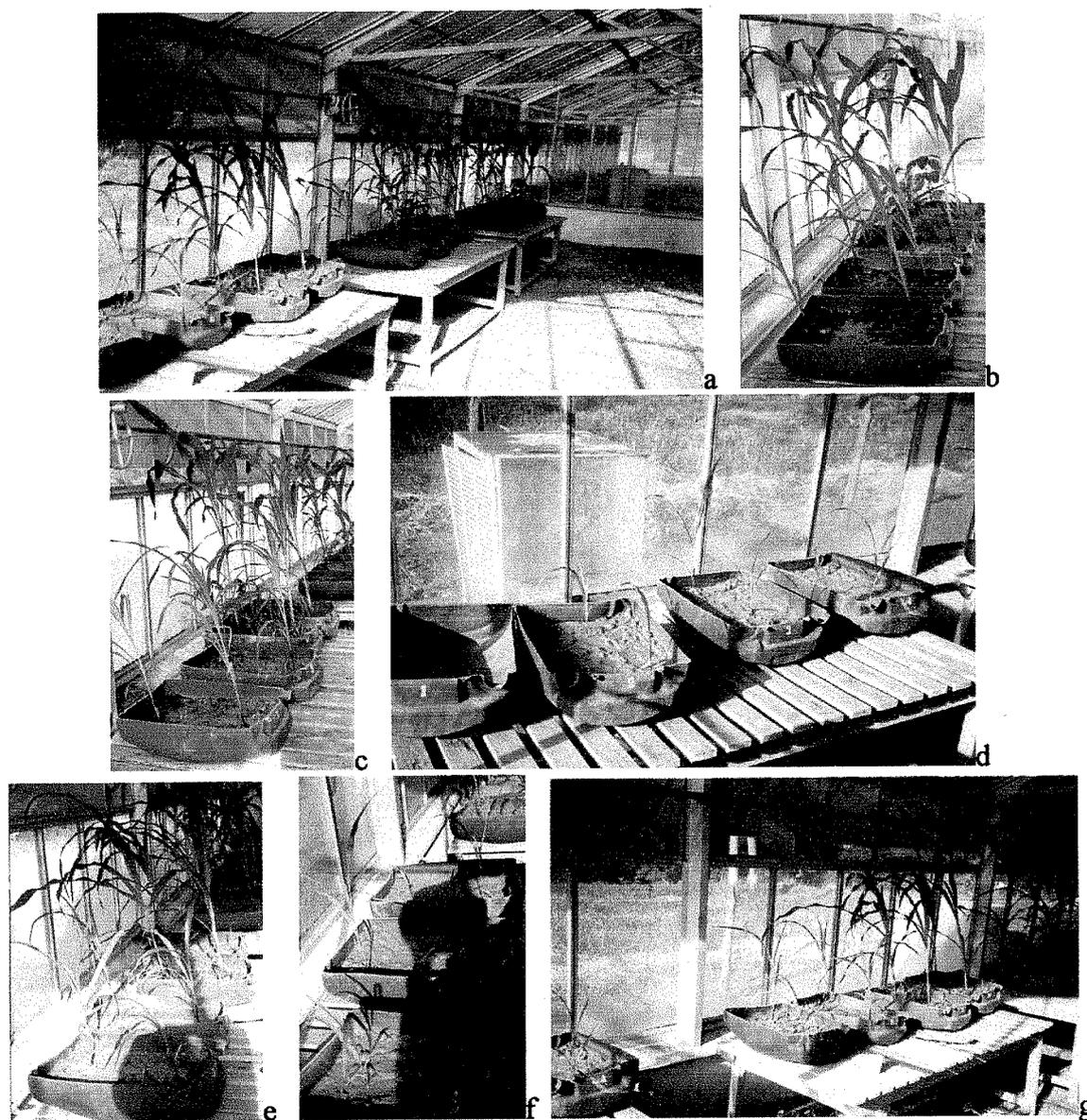
Bandeja 03 - BF do Gado Puro

Bandeja 04 - BF do Gado Puro

Os dados foram analisados segundo delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O milho produzido no experimento pode ser observado na Figura 7.



**Figura 7.** Fotos das bandejas onde foi produzido o milho.

Os resultados obtidos nos tratamentos (T0, T1, T2 e T3), são apresentados nas Tabelas 6, 7, 8 e 9, respectivamente.

**Tabela 6.** Resultados obtidos de peso verde (PV), matéria seca (MS) e número e especificação de invasoras encontradas no Tratamento T0.

Recipientes	Peso Verde (PV)	Matéria Seca (MS)	Número e tipo de invasoras
	(g)	(%)	
Bandeja 01	13,2	15,15	0,0
Bandeja 02	7,8	19,20	0,0
Bandeja 03	11,6	18,96	0,0
Bandeja 04	7,5	20,00	0,0

**Tabela 7.** Resultados obtidos de peso verde (PV), matéria seca (MS) e número e especificação de invasoras encontradas no Tratamento T1.

Recipientes	Peso Verde (PV)	Matéria Seca (MS)	Número e tipo de invasoras
	(g)	(%)	
Bandeja 01	39,6	19,19	0,0
Bandeja 02	38,7	18,34	1 (Paspalun) PV 1,5 g, MS 6,6%
Bandeja 03	193,0	21,13	19 (Paspalun) PV 8,0 g, MS 20,0%
Bandeja 04	196,1	21,51	13 (Paspalun) PV 9,3 g, MS 18,27% + 1 (Cyperus rotundus)

**Tabela 8.** Resultados obtidos de peso verde (PV), matéria seca (MS) e número e especificação de invasoras encontradas no Tratamento T2.

Recipientes	Peso Verde (PV)	Matéria Seca (MS)	Número e tipo de invasoras
	(g)	(%)	
Bandeja 01	102,6	18,42	3 (Paspalun) PV 2,0 g, MS 15,0% + 1 t
Bandeja 02	113,4	17,10	1 (Paspalun) PV 1,6 g, MS 6,25%
Bandeja 03	245,7	20,26	45 (Paspalun) PV 59,7 g, MS 19,0% +
Bandeja 04	271,1	20,47	1 caruru 42 (Paspalun) PV 46,5 g, MS 17,63% + 1 caruru

**Tabela 9.** Resultados obtidos de peso verde (PV), matéria seca (MS) e número e especificação de invasoras encontradas no Tratamento T3.

Recipientes	Peso Verde (PV) (g)	Matéria Seca (MS) (%)	Número e tipo de invasoras
Bandeja 01	147,2	18,13	3 (Paspalun) PV 2,7 g, MS 11,0%
Bandeja 02	132,7	18,00	2 (Paspalun) PV 3,9 g, MS 10,25% + 1 vassoura
Bandeja 03	319,8	18,01	39 (Paspalun) PV 51,7 g, MS 15,8% + 2 caruru + 2 Cynodon
Bandeja 04	293,7	17,70	48 (Paspalun) PV 74,6 g, MS 17,42% + 3 Cynodon + 2 Caruru + 1 Cyperus

Pela análise estatística realizada, foram observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para tratamento, para as variáveis produção de matéria seca (MS) e matéria verde (MV). Em todos os casos, o tratamento testemunha apresentou menor produção. Os demais tratamentos não diferiram ( $P > 0,05$ ). Não se observou variação no teor de MS entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). A produção de MV e MS foram iguais nos dois tratamentos demonstrando que os efluentes com separação de sólidos e sem separação são iguais para fertirrigação de milho. Em relação a testemunha, com água pura, os dois tratamentos foram significativamente superiores ao nível de 5% de probabilidade para produção de MV e MS.

O experimento também demonstrou que o sistema de tratamento com separação de sólidos foi importante para controlar a infestação de invasoras (ervas daninhas) nas áreas de produção de milho. As sementes de invasoras são retidas juntamente com os sólidos do esterco que são levados para compostagem e assim são destruídas no processo de digestão aeróbia onde há elevação da temperatura a níveis de 60 a 70°C. Estas invasoras são altamente prejudiciais à cultura do milho concorrendo com luz, água, nutrientes químicos e orgânicos, aumentando o custo de produção com tratos culturais (aplicação de herbicidas) e, conseqüentemente, reduzindo a produtividade da cultura. Outra vantagem importante apresentada pela separação de sólidos é a maior facilidade de bombear o efluente líquido com baixo nível de sólidos totais e menor desgaste das motobombas pela ausência de areia no efluente.

## 5. CONCLUSÕES

1. O solo escolhido apresentou muito baixa disponibilidade de nutrientes para os vegetais em questão.
2. O processo de digestão biológica, sem separação de sólidos, não inativou o banco de sementes contido no biofertilizante.
3. O tratamento da “Genizinha”, como passa pelo equipamento separador de sólidos e líquido, a maioria do banco de sementes foi retirado na separação saindo junto com a parte sólida, resultando em baixa infestação de invasoras nas bandejas.
4. No tratamento do Gado Puro (SIPL), como não há equipamento separador, todo o sólido passa pelo reator e por isso ocorreu alta infestação de invasoras nas bandejas, proporcional a quantidade de biofertilizante disponibilizado em cada uma.
5. O biofertilizante mostrou ser um excelente fertilizante para produção de milho e diferenças significativas foram observadas entre os tratamentos em relação a testemunha.
6. Os dois Biofertilizantes foram iguais para produção de milho em termos de MS e MV.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BREDA, C.C.; LEOPOLDO, P.R.L.; CONTE, M.L. Uso de peneiramento rotativo no tratamento de efluentes de indústrias de chapa dura de fibra de madeira. In: Congresso Interamericano De Ingeniería Sanitária Y Ambiental, 27., 2000, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre; AIDIS, 2000, 1 CD – ROM (Paper: I – 046).

CAMPOS, A.T. **Análise da viabilidade da reciclagem de dejetos de bovinos com tratamento biológico, em sistema intensivo de produção de leite**, 1997. 141p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas do Campus de Botucatu – UNESP.

CAMPOS, A.T.; ARCURI, P.B.; PIRES, M.F.A.; VALENTE, J.; CAMPOS, A.T. Manejo de dejetos e de alimentação da pecuária leiteira como estratégia para a redução das emissões de metano. In: **Minas Leite**, 1. Juiz de Fora. Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, p.286–298, 1999.

CAMPOS, A.T.; CAMPOS, A.T., CAMPOS, D.S., PIRES, M.F.A. **Tratamento e reciclagem de águas residuárias em sistema intensivo de produção de leite**. Juiz de Fora: Embrapa, 2003. 9p. (Circular Técnica, 75).

CAMPOS, A.T.; MATSUO, M.S.; CAMPOS, A.T.; CAMPOS, D.S. Separadores mecânicos no tratamento de resíduos em instalações para bovinos leiteiros. In: CARVALHO, L. A.; ZOCCAL, R.; MARTINS, P. C.; ARCURI, P. B.; MOREIRA, M. S. P. (Org.). **Tecnologia e gestão na atividade leiteira**. Juiz de Fora, 2005, p.299-323.

CARVALHO, L.T.; FERNADES, H.C.; MATOS, A.T.; QUEIROZ, D.M. Eficiência de uma peneira rotativa de fluxo axial na separação de sólido/líquido de águas residuárias da lavagem e despulpa de frutos no cafeeiro. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2, 2001, Vitória-ES.

EPAGRI. **Aspectos práticos do manejo de dejetos suínos.** Florianópolis: EPAGRI/EMBRAPA – CNPSA, 1995. 106p.

FIALHO, E.T.; SILVA, H.O.; OLIVEIRA, V. Manejo de resíduos da pecuária. In: FIALHO, E.T.; SILVA, H.O.; RODRIGUES, P.B.; LOGATO, P.R.; FREITAS, R.T.F.; OLIVEIRA, V. (Ed). **Manejo de resíduos da pecuária.** Lavras – Minas Gerais: UFLA/FAEPE, 2001. cap.2, p.5-13.

FREITAS, R.T.F. Introdução. In: FIALHO, E.T.; SILVA, H.O.; RODRIGUES, P.B.; LOGATO, P.R.; FREITAS, R.T.F.; OLIVEIRA, V. (Ed). **Manejo de resíduos da pecuária.** Lavras – Minas Gerais: UFLA/FAEPE, 2001. cap.1, p.5-13.

FREITAS, R.T.F. Manejo de resíduos da pecuária. In: FIALHO, E.T.; SILVA, H.O.; RODRIGUES, P.B.; LOGATO, P.R.; FREITAS, R.T.F.; OLIVEIRA, V. (Ed). **Manejo de resíduos da pecuária.** Lavras – Minas Gerais: UFLA/FAEPE, 2001. cap.1, p.5-16.

GARCIA-VAQUERO, E. **Projeto e construção de alojamento para animais.** 2.ed. Lisboa: Litexa Portugal, 1981. 237p.

KOZEN, E.A. **Alternativas de manejos, tratamentos e utilização de dejetos animais em sistemas integrados de produção.** Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 26p. (Documentos 3).

LUCAS, JR.J.; SANTOS, T.M.B.; OLIVEIRA, A.R. Possibilidade de uso do dejetos animais no meio rural. In: LIMA M.A.; RODRIGUES, O.M.; MIGUEZ, J.D.G. (Ed). **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira.** Jaguariúna – São Paulo, 2001. cap 15, p.303-323.

MATSUO, M.S. **Utilização de separador mecânico de sólidos, com peneira rotativa, em sistema de tratamento de dejetos de bovinos.** 2005. 56p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

NOVAES, L.P. Confinamento de bovinos leiteiros. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed). **Tecnologia da produção leiteira**. Piracicaba – São Paulo: FEALQ, 1985, p.31-94.

OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos suínos**. EMBRAPA/CNPSA, Concórdia, 1993.

PAULA JR., D.R. **Impacto ambiental da agroindústria: tecnologias para controle de resíduos**. Análise ambiental: estratégias e ações, São Paulo: T.A. Queiroz Ed., 1995. p.248-252.

PEIXOTO, A.M. **Bovinocultura leiteira: fundamentos da exploração racional**. FEALQ, Piracicaba, 1986.

PERDOMO, C.C. **Sugestões para o manejo, tratamento e utilização de dejetos suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, mar/1999. 2p. (Comunicado Técnico, 12).

PERDOMO, C.C.; COSTA, R.R.H.; MEDRI, V.; MIRANDA, C.R. **Dimensionamento de sistemas de tratamento (decantador de lagoas) e utilização de dejetos suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, abril/1999. 5p. (Comunicado Técnico, 234).

SILVA, M.O.S.A. **Análises físico-químicas para controle de estações de tratamento de esgotos**. São Paulo: CETESB, 1977. 266p.

VIEIRA, P.F. Problemas relacionados com o confinamento de gado leiteiro. In: Peixoto, A. M., Moura, J. C., Faria, V. P. (Ed) **Bovinocultura leiteira: fundamentos da exploração racional**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1993. p.327-360. (FEALQ. Série atualização em zootecnia, 9).

VON SPERLING, V.S. **Princípios básicos do tratamento de esgoto**. Belo Horizonte: DESA-UFGM, 1996a. 211p. (Séries Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v.2).

VON SPERLING, V.S. **Lagoas de estabilização**. Belo Horizonte: DESA-UFGM, 1996b. 134p. (Séries Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v.3).