

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**Autor: Marcelo Pohlmann  
Orientador: Denis Miguel Roston**

## **Levantamento de Técnicas de Manejo de Resíduos da Bovinocultura Leiteira no Estado de São Paulo**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola na Área de Água e Solo, sob orientação do Prof. Dr. Denis Miguel Roston.

**CAMPINAS, MAIO DE 2000**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

P754L

Pohlmann, Marcelo

Levantamento de técnicas de manejo de resíduos da  
bovinocultura leiteira no Estado de São Paulo / Marcelo  
Pohlmann.--Campinas, SP: [s.n.], 2000.

Orientador: Denis Miguel Roston  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas,  
Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Bovino de leite - Esterco. 2. Resíduo de animais. I. Roston,  
Denis Miguel. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade  
de Engenharia Agrícola. III. Título.

*Para Marli e Fernando  
sempre dentro do meu coração*

## **Agradecimentos**

Ao prof. Dr. Denis Miguel Roston (FEAGRI/UNICAMP) pela orientação no desenvolvimento da tese e pela amizade e tranqüilidade que sempre deixava transparecer.

A Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI-SP) pelo grande auxílio prestado através de diversas regionais do estado, em especial ao amigo Guilherme Nogueira Lopes que viabilizou o apoio desta instituição.

Aos amigos da Westfalia Landtechnik do Brasil Ltda pelo material emprestado, pelas dicas e informações trocadas.

Aos amigos Cassiano de Oliveira Barreto e Sérgio Christian Bettini pela companhia na visita à algumas propriedades.

Aos produtores de gado de leite visitados, que sempre me receberam com simpatia e atenção, valorizando o trabalho que estava sendo feito.

Ao meu pai, João Alberto Pohlmann, fundador da Brasworld Trading Comércio Ltda, empresa que participo, pelo apoio e paciência.

À Deus, nosso criador sem o qual nada faria sentido.

## Sumário

	Página
<b>Relação de Tabelas</b>	ix
<b>Relação de Figuras</b>	x
<b>Resumo</b>	xii
<b>Summary</b>	xiii
<b>I- Introdução</b>	1
<b>II- Objetivo</b>	3
<b>III- Revisão Bibliográfica</b>	5
<b>3.1- Bovinocultura Leiteira</b>	5
<b>3.1.1- Situação no Estado de São Paulo</b>	8
<b>3.2- Resíduos Gerados</b>	9
<b>3.2.1- Comentários</b>	12
<b>3.3- Situação em outros países</b>	13
<b>3.3.1- Estados Unidos da América (EUA)</b>	13
<b>3.3.2- Holanda</b>	14
<b>3.3.3- Nova Zelândia</b>	15
<b>3.4- Operações e Manejo</b>	15
<b>3.4.1- Sistemas de exploração</b>	15
<b>3.4.2- Coleta e transporte</b>	18
<b>3.4.3- Estado físico dos dejetos</b>	19
<b>3.4.4- Escoamento superficial</b>	20
<b>3.4.5- Cama dos animais</b>	21
<b>3.5- Processamento e Aproveitamento</b>	22
<b>3.5.1- Separação de Sólidos</b>	22
<b>3.5.1.1- Separadores Mecânicos</b>	22
<b>3.5.1.2- Decantadores</b>	24
<b>3.5.2- Lagoas de Estabilização</b>	25
<b>3.5.2.1- Lagoas Anaeróbias</b>	26
<b>3.5.2.2- Lagoas Facultativas</b>	28
<b>3.5.2.3- Remoção de lodo</b>	29

3.5.2.4-	Infiltração	29
3.5.3-	Tratamento Anaeróbio	30
3.5.4-	Leitos Cultivados ( <i>Wetlands</i> )	31
3.5.5-	Compostagem	32
3.5.5.1-	Estudo de caso: Compostagem em um sistema <i>flush</i>	33
3.5.6-	Esterqueiras	34
3.5.7-	Aplicação no solo	35
3.5.8-	Uso como ração animal	38
3.5.9-	Aplicação de Bioquímicos	39
3.5.10-	Geração de Energia	40
3.5.11-	Otimização das Operações	42
3.6-	Fatores Ambientais	43
3.6.1-	Poluição das águas	43
3.6.2-	Odores	46
3.6.3-	Doenças	47
3.7-	Legislação Ambiental	48
3.7.1-	Âmbito Federal	48
3.7.2-	Âmbito Estadual	48
IV-	Metodologia	51
4.1-	Seleção das propriedades	51
4.2-	Visita às propriedades	52
4.3-	Planilha de campo	53
V-	Resultados	55
5.1-	Características do rebanho	55
5.2-	Características das propriedades	56
5.3-	Tipo de exploração	57
5.4-	Manejo dos animais	58
5.5-	Limpeza das instalações	59
5.5.1-	<i>Free-stall</i>	59
5.5.2-	<i>Tie-stall</i>	60

5.5.3-	<i>Loose housing</i> e semi-confinamento	62
5.6-	Problemas enfrentados com os dejetos	63
5.6.1-	Odores	63
5.6.2-	Pressão da comunidade	64
5.6.3-	Pressão das autoridades ambientais	64
5.6.4-	Contaminação da água	65
5.6.4.1-	Água de abastecimento	66
5.6.5-	Falta de alternativa viável à disposição dos dejetos	67
5.6.6-	Presença de vetores	67
5.6.7-	Acumulação de sólidos nas lagoas de armazenamento	68
5.7-	Tratamentos utilizados	69
5.7.1-	LG	69
5.7.2-	LSO	70
5.7.3-	RRS	72
5.7.4-	SRS	72
5.7.4.1-	Areia	73
5.7.4.2	Esterco	74
5.7.5-	Venda	74
5.8-	Possíveis Impactos Ambientais	75
5.8.1-	Transbordamento	75
5.8.2-	Contaminação de água superficial	75
5.8.3-	Contaminação de água subterrânea	75
5.8.4-	Escoamento superficial	75
5.8.5-	Odores desagradáveis	76
VI-	Discussão	77
6.1-	Aspectos de manejo	77
6.1.1-	Limpeza das instalações	77
6.1.2-	Aplicação no campo	78
6.2-	Aspectos construtivos	79
6.2.1-	Galpões	79
6.2.2-	Piquetes	81

6.3- Aspectos econômicos	82
6.4 Comparação com outros países	83
6.5- Observações adicionais	84
<b>VII- Conclusões</b>	<b>87</b>
<b>VIII- Bibliografia</b>	<b>89</b>
<b>Anexo I:</b>	<b>95</b>
Ia- Tipos de separadores mecânicos	95
Ib- Eficiência de remoção dos sólidos para diferentes aberturas de peneiras	95
<b>Anexo II: Principais configurações modernas de reatores anaeróbios</b>	<b>97</b>
<b>Anexo III: Fontes de referência e orientação sobre a legislação federal de proteção ambiental das águas</b>	<b>99</b>
<b>Apêndice I: Planilha de Campo</b>	<b>101</b>

## Relação de Tabelas

	Página
1. Evolução do número de rebanhos, número de vacas e produção total de leite nos Estados Unidos, 1950-1990.	6
2. Escreta diária de vacas <i>Holstein</i> conforme a produção de leite	10
3. Estimativa quali-quantitativa de resíduos animais gerados anualmente	11
4. Comparativo de potencial de impactos ambientais	12
5. Volumes mínimos recomendados para tratamento dos dejetos	26
6. Propriedades visitadas por bacia leiteira	52
7. Comparativo do rebanho visitado com o rebanho do Estado de S.P.	55
8. Comparativo do tamanho das propriedades visitadas com as existentes	56
9. Operações de limpeza de galpões, vantagens e desvantagens	77
10. Aplicação dos dejetos com e sem tratamento, vantagens e desvantagens	78

## Relação de Figuras

	Página
1. Tamanho da Produção de Leite 1997	6
2. Número de Vacas 1997	6
3. Produção anual de leite nos principais estados brasileiros	8
4. Número de propriedades de acordo com a produção diária por estado	8
5. Confinamento <i>Tie-stall</i> , com depósito de dejetos sobre as baias e transporte através de correia transportadora.	16
6. Sistema <i>Loose Housing</i> , com raspagem dos piquetes e depósito dos dejetos lateral.	17
7. Sistema <i>Free-stall</i> , com limpeza do galpão com água e manejo dos dejetos na forma líquida.	17
8. Estrutura de para conter escoamento superficial em piquetes	20
9. Esquema de funcionamento de peneiras vibratórias (a) e estáticas (b)	23
10. Lagoas em 2 estágios	26
11. Esquema simplificado de uma lagoa facultativa	28
12. Modelos de Biodigestores	30
13. Opções de manejo para a fração líquida dos resíduos com <i>wetlands</i>	32
14. Ilustrações de esterqueiras	34
15. Esquema simplificado para a reciclagem de nutrientes	37
16. Formas de aproveitamento dos resíduos da produção agropecuária	41
17. Potencial de direcionar ou redirecionar os componentes do manejo de acordo com as limitações legais e econômicas	42
18. Possíveis Impactos Ambientais de fazendas leiteiras	44
19. Divisão das Bacias Leiteiras de S.P.	51
20. Classificação do leite nas fazendas visitadas	57
21. (a) Formas de manejo das vacas em lactação (b) Participação na produção conforme o manejo	58
22. Limpeza nos galpões de <i>free-stall</i>	59
23. Foto do sistema <i>flush</i>	61

24.	Foto do <i>flush</i> na canaleta em <i>tie-stall</i>	61
25.	Forma de limpeza em <i>loose housing</i> e semi-confinamentos	62
26.	Fotos de raspagem mecânica (a) e manual (b)	62
27.	Nível de preocupação com Odores	63
28.	Nível de preocupação com a pressão da comunidade	64
29.	Nível de preocupação com a pressão das autoridades	64
30.	Nível de preocupação com a Contaminação da água	65
31.	Fontes de água de abastecimento	66
32.	Nível de preocupação com falta de alternativa viável à disposição dos dejetos	67
33.	Nível de preocupação com a presença de vetores	67
34.	Nível de preocupação com acumulação de sólidos nas lagoas	68
35.	Número de lagoas existentes em cada propriedade e disposição final do líquido	69
36.	Foto de Misturador	71
37.	Foto de Lagoa de Estabilização	71
38.	(a) Destino da LSO (b) Formas de Descarte	70
39.	Foto de descarte LSO	71
40.	Destino dos sólidos (RRS)	72
41.	Técnicas de separação de resíduos sólidos utilizadas (SRS)	72
42.	Fotos de diferentes decantadores para separação da areia	73
43.	Fotos de equipamentos e técnicas para separação do esterco da água residuária	74
44.	Foto de possível contaminação de águas superficiais	76
45.	Foto de piquete com alto risco de escoamento superficial	76
46.	Foto ilustrando calhas diferentes para escoamento do <i>flush</i> e da água pluvial	80

## Resumo

O setor leiteiro do Brasil está atravessando um momento de grandes transformações. Estas mudanças estão afetando de modo significativo o setor produtivo, resultando na saída da atividade de um grande número de produtores. Por outro lado, o volume ordenhado no país tem aumentado, indicando que os produtores estão buscando através do aumento de escala da produção obter os lucros que garantam sua permanência na atividade. Esta situação já vêm ocorrendo em outros países e aponta para tendência de grandes explorações com alta produtividade e elevada concentração de animais. Nestes casos a produção de dejetos assume grandes proporções e as questões de manejo e disposição deste material se tornam de fundamental importância.

O Estado de São Paulo possui o maior número de grandes fazendas leiteiras do país e é responsável por parte significativa da produção nacional. O presente estudo aborda um levantamento realizado em 28 das maiores fazendas leiteiras do Estado, buscando caracterizar as alternativas adotadas e as dificuldades enfrentadas pelos produtores com relação ao manejo dos dejetos.

Parcela significativa dos produtores visitados não consideram adequada a forma de manejo dos dejetos utilizada e em geral, acabam optando pela alternativa mais econômica que nem sempre leva em consideração os fatores ambientais envolvidos. Isto é confirmado pela constatação que o destino final dos dejetos, na maior parte dos casos, é a aplicação no campo e em geral não são seguidos critérios técnicos para esta operação.

Palavras chave: Bovino de leite – Esterco, Resíduo de animais.

## Summary

The milk sector in Brazil is facing turbulent times. Changes in the industry are significantly affecting productivity resulting in a number of producers leaving the business. On the other hand, the volume of milk produced has increased, indicating that producers are finding ways to improve production and profitability in order to sustain their operations. The problems they face are occurring in other countries as well, and point to the issues that specifically impact big dairies with high productivity and high concentrations of animals. The production of manure in high ratios and the challenges of handling and disposal of this material become of critical importance.

The State of São Paulo has the biggest number of large dairy farms in the country and is responsible for a significant part of the national production. The present study involves a survey conducted with 28 of the biggest farms of the State searching to characterize the alternatives used and the difficulties faced by the producers related to manure handling.

A significant number of producers surveyed did not consider their methods for manure handling to be adequate and, in general, they opted to use more economic alternatives which are not always considerate of the environmental factors involved. This is confirmed by the observation that field application is, in general, the final manure destination and it is usually done without following the proper procedures.

## I- Introdução

A produção leiteira no Brasil vem sofrendo mudanças significativas nesta década. Nota-se nos dias de hoje uma maior utilização de alta tecnologia na bovinocultura leiteira. Raças com genética aprimorada, pacotes nutricionais sofisticados, sistemas de manejo com mínimas operações e alto controle, justificam o fato do volume ordenhado em todo país ter aumentado 40% desde 1990. Os criadores estão buscando cada vez mais aumento da escala da produção e ganhos de produtividade, e a tendência é que a médio prazo não deverá restar espaço no mercado para produtores que trabalhem em pequena escala ou para leite sem qualidade.

Fica a questão se a alta tecnologia empregada para o aumento da produção está sendo acompanhada de novas técnicas para manejo e disposição dos resíduos gerados. 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 produção de dejetos de elevadas proporções pontuais. Nos EUA, as fazendas de uma maneira geral, já são a principal fonte de poluição dos recursos hídricos ultrapassando indústrias como refinarias, produtos químicos, frigoríficos, etc. Também na Europa o crescimento dos complexos agropecuários de carne, leite e aves tem causado graves problemas ambientais principalmente nos países densamente povoados.

O Estado de São Paulo possui o maior número de grandes fazendas leiteiras do país e é responsável por parte significativa da produção nacional. Sofre também com sérias limitações de recursos hídricos de boa qualidade. A maior parte das águas superficiais do estado encontram-se comprometidas, este fato levou mais de 70% dos municípios a buscarem sua fonte de abastecimento nos limitados estoques de água subterrânea. Torna-se imperativo que todas as possíveis fontes de poluição sejam conhecidas, regulamentadas e controladas com o intuito de preservar este recurso já tão escasso.

Não existe até a presente data algum trabalho que quantifique o potencial de poluição deste tipo de atividade sobre o meio ambiente no Estado. A questão já é real e bastante sentida em outros países, tanto que estimulou instituições ativas no setor leiteiro, a auxiliarem no desenvolvimento deste trabalho.



## II- Objetivo

O objetivo do presente trabalho é verificar o que é feito em nível de manejo dos dejetos nas grandes fazendas leiteiras do Estado de São Paulo, conhecer os principais problemas enfrentados pelos produtores com relação a este manejo, constatar possíveis impactos ambientais e sugerir alternativas para o tratamento e aproveitamento dos dejetos.

Mais especificamente objetiva-se visitar a maior parte das grandes fazendas leiteiras do estado e aplicar uma planilha de campo contendo:

- ◆ descrição básica das instalações;
- ◆ características de produção e manejo;
- ◆ problemas enfrentados com os dejetos;
- ◆ destino dos dejetos;
- ◆ possíveis impactos ambientais do manejo adotado.

Pretende-se com este trabalho traçar um panorama de diversos destinos que podem ser dados aos dejetos das vacas leiteiras em criações confinadas, para desta forma, apresentar algumas sugestões para o manejo dos dejetos que sejam viáveis ao produtor e que minimizem seus impactos sobre o meio ambiente.



### **III- Revisão Bibliográfica**

#### **3.1- Bovinocultura leiteira**

A produção leiteira no Brasil vem sofrendo mudanças significativas em todos os elos da cadeia produtiva nesta década, segundo RUBEZ (1998), presidente da Associação Brasileira dos Produtores de Leite em entrevista à “Globo Rural”. De acordo com LARANJA (1998b) o atraso histórico e a urgente necessidade de o setor fazer-se competitivo, sob pressão da abertura do mercado e da globalização da economia, são dois fatores que explicam as aceleradas transformações por que passam ultimamente a produção, o processamento e a distribuição do leite. GOMES (1999) explica que a liberação do preço do leite e a instalação de Mercosul foram fatos que afetaram de modo significativo o setor leiteiro. O autor afirma que após o fim de 46 anos de tabelamento do preço do leite ocorrido em 1991, a indústria de laticínios tem adotado a estratégia de pagar aos produtores um preço base mais bonificação por volume e qualidade do leite. GOMES (1999) salienta que estas diferenças nos preços pagos aos produtores podem chegar a 50% em alguns casos.

RUBEZ (1998) afirma que o volume ordenhado em todo país aumentou 40% desde 1990. VILELA (1999), em entrevista à “Balde Branco”, afirma que a produção nacional tem crescido em média 2 bilhões de litros de leite/ano e já houve uma redução ao redor de 400 mil no universo de 1,3 milhões de produtores brasileiros. Ainda segundo VILELA (1999), pelos prognósticos o Brasil terá nos próximos 5 anos uma redução para cerca de 500 mil produtores ligados diretamente a atividade. RUBEZ (1998) também afirma que existe uma tendência de a médio prazo não restar mais espaço no mercado para produtores de pequena escala ou para leite sem qualidade.

GOMES (1998) comenta a estrutura de produção do país, onde produtores de até 50 litros/dia correspondem a 50% do número total, mas respondem com apenas 10% da produção. No outro lado, os produtores de mais de 200 litros/dia correspondem a 10% do número total, mas respondem com 50% da produção. Segundo o autor os primeiros são os que correm mais risco de deixar a atividade se não aumentarem a escala de produção.

Segundo JANK citado por CARVALHO (1998) esta concentração da produção leiteira atingiu cooperativas e produtores norte-americanos com a mesma severidade “Houve uma grande seleção de produtores e hoje há apenas 130 mil criadores nos EUA que

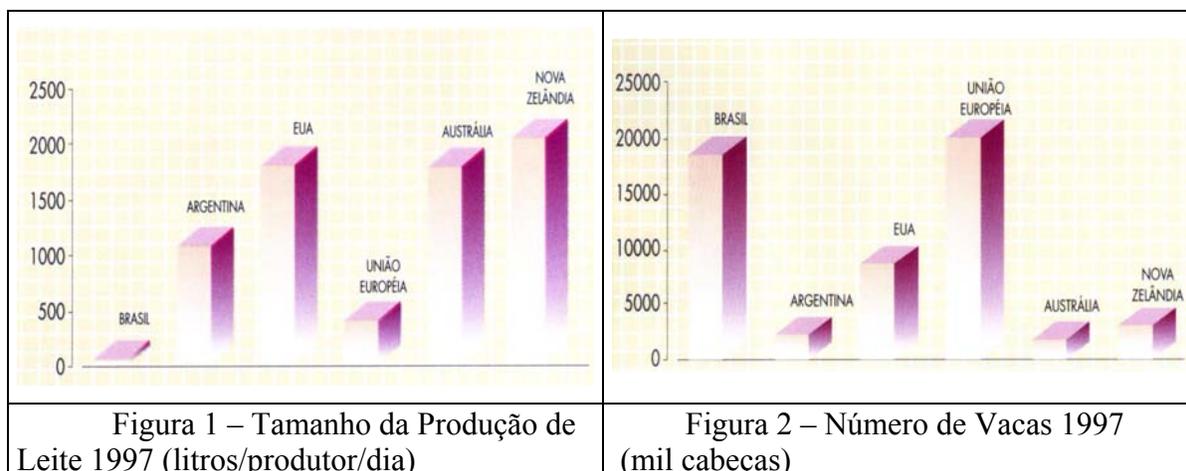
produzem cerca de 71 bilhões de litros por ano”. O Brasil produz pouco mais de ¼ da produção americana com um número de produtores bem maior, semelhante a situação dos EUA nas década de 60 (Tabela 1).

Tabela 1 – Evolução do número de rebanhos, número de vacas e produção total de leite nos Estados Unidos, 1950-1990.

<b>ANO</b>	<b>REBANHOS (1.000)</b>	<b>VACAS (1.000)</b>	<b>PRODUÇÃO DE LEITE (kg/VACA/ANO)</b>	<b>PRODUÇÃO TOTAL (1.000 kg)</b>
1950	3.648	22.000	2.410	52.890
1960	1.134	17.650	3.188	55.842
1970	568	12.000	4.423	53.074
1980	335	10.799	5.394	58.244
1990	194	10.127	6.643	67.276
Evolução 1950-1990	-3.454	-54%	+175%	+27%

Fonte: OLSEN (1993) citado no ANUALPEC (1998)

Nas Figuras 1 e 2 pode-se observar um comparativo da estrutura da produção entre o Brasil e os principais países competidores no mercado internacional. Nota-se a baixa produtividade por produtor e o grande rebanho do nosso país.



Fonte: USDA elaborado por MILKBIZZ (1998/99)

LARANJA (1998b) aponta as seguintes tendências para o setor leiteiro nacional:

- Aumento do módulo de produção/concentração do número de rebanhos  
Buscando a economia de escala, diluindo altos custos fixos, otimizando investimentos e maximizando o uso da mão de obra;
- Custo Baixo  
Qualidade e custo baixo são palavras de ordem na atual conjuntura;
- Concentração no setor de captação e distribuição  
Grandes empresas cada vez mais, controlam fatia maior do mercado na captação, processamento e distribuição;
- Melhoria da qualidade do leite  
RUBEZ (1998) salienta que uma discussão bastante em foco atualmente é a definição de padrões de qualidade para o produto brasileiro, a implantação de critérios mais rigorosos implica em uma mudança na estrutura produtiva e exige investimentos em todos os setores da produção. LARANJA (1998b) comenta que pequenas unidades produtoras teriam maiores dificuldades de capital e na amortização dos investimentos, como por exemplo na compra de uma ordenhadeira mecânica ou um tanque resfriador de leite. VILELA (1999) afirma que a classificação do leite em A,B ou C (que só existe no Brasil) por contagem bacteriana deve desaparecer, e até 2003 deve-se ter o leite de consumo e o leite de indústria, como ocorre nos outros países. Por exemplo, segundo RENTERO (1998), na Nova Zelândia o produtor não recebe bônus por qualidade, mas sim severas punições quando produz o leite abaixo das normas estabelecidas;
- Preservação do meio ambiente  
A importância da questão da preservação do meio ambiente deverá ser crescente nos próximos anos, por exigência da sociedade e da pressão governamental. LARANJA (1998b) ressalta que nos países desenvolvidos, o setor leiteiro é um dos que têm sido mais afetados por exigências ecológicas.

### 3.1.1- Situação no Estado de São Paulo

Segundo informações extraídas do ANUALPEC 1998, os estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul são os principais produtores leiteiros do país (Figura 3). Os demais estados não possuem produções acima de um bilhão de litros ano.

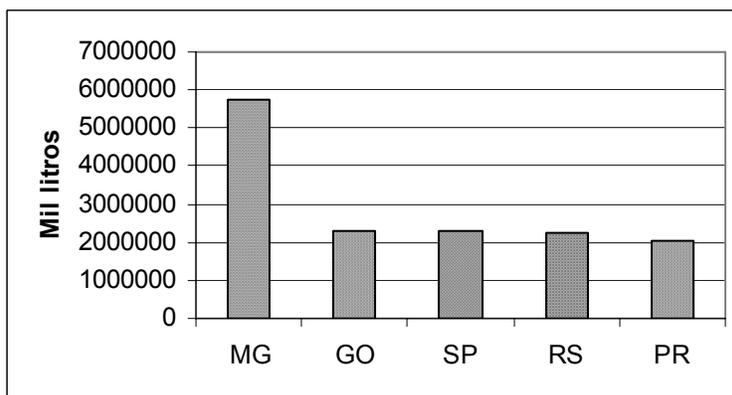


Figura 3- Produção anual de leite nos principais estados brasileiros (Elaborado com dados extraídos do ANUALPEC 1998).

De acordo com dados do anuário da MILKBIZZ 1999/2000, os Estados de São Paulo e Minas Gerais concentram as maiores propriedades do Brasil. A Figura 4 mostra o número de propriedades dentro de faixas de produção de leite diária, mostrando uma concentração das grandes propriedades no estado de São Paulo. Estes gráficos ilustram com é pulverizada a produção leiteira nacional, o estado de Goiás por exemplo, embora seja o segundo produtor nacional, não aparece com nenhuma propriedade com produção acima de 2000L/dia.

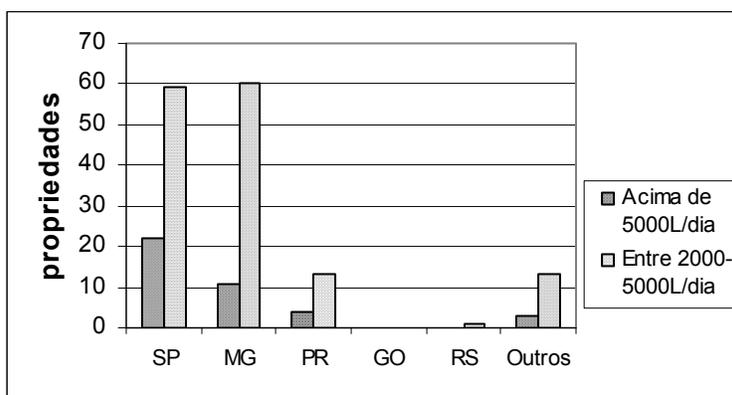


Figura 4- Número de propriedades de acordo com a produção diária por estado (Elaborado com dados extraídos do Anuário MILKBIZZ 1999/2000).

### **3.2- Resíduos Gerados**

Os bovinos representam um dos maiores rebanhos de animais do Brasil e do mundo, com cerca de 150 milhões de cabeças (ANUALPEC, 1998). O aumento da demanda por produtos de origem animal tem provocado a exploração intensiva de animais que são agrupados em grande número, produzindo grande volume de dejetos em pequenas áreas, gerando problemas tanto para o seu tratamento e disposição, quanto de poluição ambiental (VIEIRA, 1991a). De acordo com FRANCO (1998) embora nos últimos anos o rebanho de animais sob regime de criação intensiva tenha crescido consideravelmente, o total representa apenas cerca de 3% do rebanho brasileiro, número bem distante dos EUA com cerca de 80% do rebanho de 100 milhões de cabeças confinados. A tendência, no entanto, é de crescimento dados os ganhos de produtividade. O rebanho de gado de corte confinado, por exemplo, apesar de representar apenas 1%, produz 8% das 4.5 milhões de toneladas de carne bovina produzidas no Brasil.

PEIXOTO (1986) comenta que na exploração de leite, onde os animais são mantidos em confinamento, a limpeza das fezes e urina talvez seja o maior problema no manejo da criação. Segundo VIEIRA (1991a), devido ao aumento de escala e aumento de produtividade das fazendas leiteiras, os resíduos da bovinocultura têm merecido atenção crescente pelo seu volume cada vez maior e os problemas ambientais relacionados ao seu tratamento e disposição.

CRONK (1996) abordando os impactos dos dejetos sobre os recursos hídricos, verificou que, existe atualmente uma expansão das áreas urbanas sobre as rurais, gerando uma competição pelo uso da água e, conseqüentemente, uma maior pressão sobre as práticas de gerenciamento desses resíduos.

MORSE *et al* (1994) constatou que a ingestão recomendada de matéria seca pelas vacas leiteiras aumentou de 30 a 50% nos últimos anos. Esta mudança na dieta, buscando maior produtividade, também resultou em uma maior produção de dejetos pelos animais.

HOBSON & ROBERTSON (1977) afirmam que existem um grande número de fatores que podem afetar o volume e a composição dos dejetos. Isto torna muito difícil a tarefa de quantificar os resíduos produzidos pelos animais. Podem ocorrer variações consideráveis na quantidade de dejetos produzidos pelas vacas leiteiras (Tabela 2)

dependendo da quantidade de matéria seca ingerida, concentração de nutrientes e da digestibilidade da dieta (VAN HORN *et al* 1994).

Tabela 2 - Excreta diária de vacas *Holstein*<sup>1</sup> conforme a produção de leite

	Kg/dia				
	ASAE <sup>2</sup>	45.4kg de leite 25.3kg de M.S.	31.8kg de leite 21.0kg de M.S.	22.7kg de leite 17.8kg de M.S.	Vacas secas 11.4kg de M.S.
Fezes + Urina	54.6	88.4	72.6	56.7	36.3
DBO	1.0	1.3	1.1	0.9	0.6
DQO	7.0	8.9	7.5	6.3	4.1
Sólidos Voláteis	6.4	8.1	6.8	5.7	3.7
Nitrogênio Total	0.286	0.408	0.330	0.273	0.165
P	0.060	0.056	0.052	0.048	0.046
K	0.184	0.134	0.120	0.108	0.091

<sup>1</sup>Animais de 635kgs, <sup>2</sup> American Society of Agricultural Engineers (VAN HORN *et al* 1994).

VITKO (1999) cita valores médios de excreta de 54 kg/dia por animal, constituído de 14% de sólidos, sendo de 70-85% correspondentes aos sólidos voláteis.

De acordo com GILBERTSON *et al* (1979) os principais fatores que afetam a quantidade e as características dos resíduos animais são:

- tipo e tamanho do animal
- clima
- dieta alimentar
- sistema de manejo dos animais

Ainda segundo GILBERTSON *et al* (1979) as quantidades e as características dos dejetos variam significativamente do momento em que são excretadas até sua aplicação no campo.

Dentre os animais domésticos, os ruminantes são os que produzem maior quantidade de dejetos (VIEIRA *et al* 1991b). Na Tabela 3 faz um comparativo da produção de resíduos nas diversas criações de animais.

Tabela 3 – Estimativa quali-quantitativa de resíduos animais gerados anualmente

Tipo de animal	Dejetos gerados		Quantidade em kg por animal/ano			
	Volume Anual m <sup>3</sup>	Sólidos Totais %	DQO	N	P	K
<b>Leiteiro (454kg)</b>	13.7	12.7	1514	55.8	9.5	44.4
<b>Corte (454kg)</b>	6.1	1.6	684	27.7	8.1	17.7
<b>Suíno (90kg)</b>	2.07	9.2	188	14.5	3.3	5.0
<b>1000 Aves</b>	3.73	25	789	42.6	18.1	18.1

(adaptado de GILBERTSON *et al*, 1979)

Vê-se pelos dados da tabela 3 que o teor de nutrientes dos dejetos animais é relativamente baixo. No entanto, segundo GILBERTSON *et al* (1979), além dos macronutrientes primários (N,P,K) os dejetos contêm outros nutrientes como Fe, Zn, Mn, Cu, Ca, Na, Mg, As e elevado teor de matéria orgânica.

Na bovinocultura leiteira, além dos resíduos gerados pelos animais, existem aqueles advindos da retirada e/ou processamento de leite. De acordo VITKO (1999) a água residuária é gerada durante a higienização dos animais, limpeza e equipamentos de ordenha e armazenamento do leite. O autor afirma que somente para estas operações de lavagem ocorre um consumo ao redor de 200 Litros/animal. Para CRONK (1996) a quantidade de resíduo líquido produzido em uma fazenda leiteira 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. O autor acrescenta que pode haver outros contaminantes como detergentes e desinfetantes.

BICKERT *et al* (1995) afirma que estimar o volume de dejetos e água residuária que deve ser coletado e armazenado, é um passo importante no sistema de manejo dos dejetos. O autor sugere que os seguintes elementos devem ser considerados para cálculo do volume da água residuária gerada pela criação:

➤ Dejetos gerados pela criação	➤ Lavagem dos galpões, <i>flush</i>
➤ Cama utilizada pelos animais	➤ Escoamento superficial nos piquetes
➤ Lavagem da sala de espera e ordenha	➤ Evaporação
➤ Água pluvial	➤ Efluente da silagem

### 3.2.1- Comentários

No Brasil, onde apenas cerca de 3% do rebanho bovino é confinado, o impacto ambiental da bovinocultura em geral, quando comparado com outras criações, é menor (Tabela 4). Nas criações de aves e suínos os animais são mantidos confinados em granjas e comumente as propriedades estão integradas a frigoríficos, aumentando a densidade de granjas em uma região. A suinocultura já é reconhecida como uma atividade altamente poluidora, o que ainda não acontece com tanta intensidade na avicultura, devido as características particulares de cada criação. Na bovinocultura não ocorre o sistema de integração com frigoríficos e existe a predominância no Brasil do manejo extensivo da criação, no qual os animais ficam soltos no pasto e os dejetos espalhados pelo campo em uma grande área, embora atualmente exista uma certa tendência de aumento das criações confinadas. No caso de gado leiteiro o risco de impacto ambiental é maior que no gado de corte pois os animais produzem uma quantidade superior de dejetos e, mesmo em criações não confinadas, existe retenção dos animais em estábulos para ordenha e a lavagem dos equipamentos utilizados.

Tabela 4- Comparativo de potencial de impactos ambientais

<u>Criações</u>	<u>Impacto</u>
Aves Sistema intensivo, regime de integração	↓
Suínos Sistema intensivo, regime de integração	↑
<u>Bovinos</u>	
◆ Corte	↓
◆ Leiteiro	↑

↑ - maior potencial

↓ - menor potencial

Nesta revisão bibliográfica também encontrou-se uma grande variabilidade na quantidade de dejetos produzida pelos animais. Em geral, segundo dados dos diversos autores pesquisados a quantidade de dejetos produzida por uma vaca leiteira fica entre 35 e 55kg por dia, variando de acordo com os elementos apresentados por GILBERTSON *et al* (1979). Fica esclarecido que a composição dos dejetos também é muito variável e os dados aqui apresentados servem apenas para dar uma idéia aproximada dos teores dos nutrientes citados.

### **3.3- Situação em outros países**

#### 3.3.1- Estados Unidos da América (EUA)

Recentemente as fazendas tomaram o lugar das indústrias com principal fonte de poluição dos recursos hídricos dos EUA, de acordo com a EPA, principal agência de proteção ambiental do país (National Water Quality Inventory (1994) citado por CONE 1998). Na Califórnia, o estado com maior produção leiteira do país, responsável por mais de 20% da produção nacional, as vacas escretam tanto quanto toda população. Ao contrário da adequada rede de coleta e tratamento de esgoto sanitário, não há fossas, esgotos ou unidades de tratamento nas fazendas leiteiras (CONE, 1998).

O manejo do grande volume dejetos produzidos na Califórnia (cerca de 25 milhões de toneladas ao ano) é repleto de problemas ambientais. De acordo com CONE (1998) um relatório da State Water Resources Central Board de 1996 (agência de recursos hídricos do estado), a elevada concentração de gado leiteiro é considerada responsável pela contaminação de rios, córregos e água subterrânea. As principais fontes de contaminação têm sido elevadas concentrações de nitrato, coliformes e amônia, e também a presença de nutrientes (nitrogênio, fósforo), causando mortes de peixes e eutrofização dos corpos aquáticos, diminuindo o nível de oxigênio dissolvido na água.

Desde o início dos anos 70 que os fazendeiros estão proibidos por lei (Clean Water Act) de descarregar ou permitir o escoamento dos dejetos além dos limites da propriedade. LANYON (1994) comenta que as estruturas para conter o escoamento superficial devem ser projetadas para conter chuva máxima em 25 anos durante 24 horas. Segundo CONE (1998) mesmo com elevadas multas e até possibilidade de prisão, as autoridades suspeitam que a maior parte das 2400 fazendas leiteiras do estado da Califórnia despejam dejetos ilegalmente nos rios.

O governo dos EUA tem delegado a responsabilidade da sanção da maioria das leis ambientais aos estados (Dairy Illustrated, 1994). A EPA *Region VI*, por exemplo, obriga os produtores que mantenham em confinamento mais de 200 vacas (lactando ou secas) por mais de 45 dias em 12 meses, a possuírem uma licença de operação chamada *National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES) General Permit*. Quem desobedecer poderá estar sujeitos a multas de até U\$25000.00 por dia.

GILBERTSON *et al* (1979) afirma que as formas de poluição de uma fazenda leiteira podem ser pontuais, não pontuais ou ambas. Fontes pontuais são normalmente evidentes, por exemplo, os dejetos canalizados em um ponto e descarregados. Fontes não pontuais são de mais difícil determinação (por exemplo, aplicação no campo), devendo-se analisar o número, tipo e tamanho da produção animal na área.

LANYON (1994) afirma que a agricultura têm sido reconhecida como uma fonte não pontual de poluição. O autor afirma que criações de animais com mais de 700 vacas (1000 Unidades Animais em peso equivalente) já são consideradas fontes pontuais de poluição, o que, segundo CONE (1998), sujeita estas fazendas às mesmas legislações ambientais que indústrias químicas, refinarias ou qualquer outra que descarregue efluentes em um curso d'água. Outra solução buscada pela EPA é manter uma relação apropriada de animais por área disponível de forma a não saturar o solo, isto implica que muitas propriedades vão ter que diminuir seus rebanhos, reduzindo sua produtividade. De fato, SNOW (1992) citado por LANYON (1994) afirma que a medida que o rebanho aumentou no noroeste dos EUA, a área disponível por vaca diminuiu 20% e alimentação comprada aumentou 15% por vaca.

Segundo OVERCASH *et al* (1983b), com relação a geração de odores pela criação animal, são considerados “poluentes nauseantes” (*nuisance pollutants*) e não estão regulamentados pelas leis federais. Todavia se tornaram alvo de um número crescente de regulamentações dos estados e autoridades locais.

### 3.3.2- Holanda

Segundo UTRECHET (1998) a Holanda com uma área 235 vezes menor que o Brasil, possui apenas cerca de 2 milhões de hectares disponíveis para agropecuária, dos quais metade é destinada a exploração de gado de leite, produz por volta de 12.7 bilhões de litros de leite por ano. O autor comenta que os pesquisadores deste país consideram o maior problema do setor a destinação e o aproveitamento dos dejetos animais, que representa cerca de 60 milhões de toneladas por ano que precisam “desaparecer” de alguma forma. Segundo o autor em cada fazenda há um depósito subterrâneo, geralmente construído sob o estábulo, para onde escoam as fezes sólidas e líquidas dos animais. Durante o verão, esse material é bombeado e enterrado através de discos nas áreas de pastagens quase que

diariamente. Ainda segundo o autor, o governo não permite que se mexa com os dejetos no inverno e tampouco que ele fique em contato com o ar, salientando que as leis de proteção ambiental são bastante rigorosas quanto ao controle da amônia gerada pelo material.

### 3.3.3- Nova Zelândia

A nova Zelândia está sendo bastante comentada atualmente por produzir um leite de qualidade a baixo custo e aparentemente sem maiores problemas ambientais.

Segundo RENTERO (1998) o modelo para produzir leite deste país é apontado como um dos mais competitivos do mundo. Trata-se de uma exploração intensiva da vaca leiteira em regime de pasto, alimentando os animais quando necessário. O autor comenta que as condições climáticas favorecem as gramíneas de clima temperado que promovem um padrão nutricional elevado.

Nesta reportagem de RENTERO conclui-se que devido as características climáticas e topográficas (relevo plano) favoráveis, um sistema estacional de pastagens e uma lotação máxima ao redor de 2.4 animais por hectare, deve reduzir consideravelmente o potencial de problemas ambientais da atividade leiteira neste país.

## **3.4- Operações e Manejo**

### 3.4.1- Sistemas de exploração

A exploração de carne e leite em regime confinado é prática comum e necessária em muitos países (PEIXOTO, 1986). Segundo o autor os principais fatores relacionados ao confinamento como intensificador da produção e produtividade dos rebanhos leiteiros especializados nestes países são:

- Alto custo das terras próximas aos grandes centros consumidores
- Necessidade de produção uniforme e constante durante o ano
- Dificuldade de manejo de grandes rebanhos nas pastagens para as operações de ordenha;
- Clima e instalações que permitam conforto aos animais

Ainda segundo PEIXOTO (1986) as instalações para o confinamento do gado leiteiro podem ser classificadas genericamente em dois tipos de estabulação completa:

### 1. Convencional

Neste sistema os animais permanecem lado a lado, contidos ou não em baias individuais a maior parte do tempo, sendo recomendado para rebanhos de até 60 vacas em lactação. Este sistema também é conhecido por *Tie Stall* (OVERCASH *et al*, 1983a) onde os animais ficam presos nas baias (Figura 5).

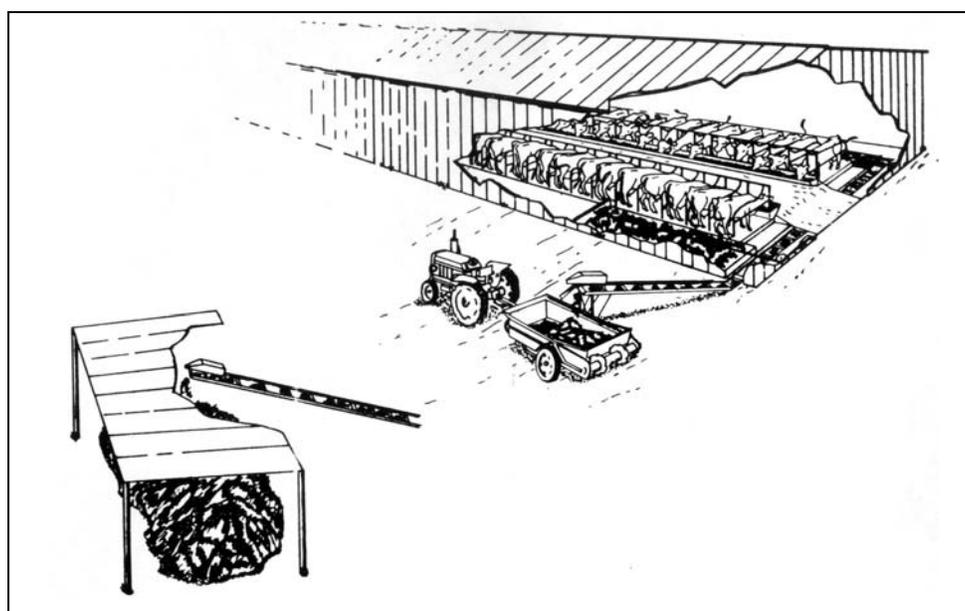


Figura 5 – Confinamento *Tie Stall* (OVERCASH *et al*, 1983a), com depósito de dejetos sobre as baias e transporte através de correia transportadora.

### 2. Estabulação livre

É um método desenvolvido para alojar o gado livremente em um complexo de instalações e áreas independentes, porém comunicando-se entre si. É um sistema economicamente melhor adaptado às propriedades com mais de 100 vacas em lactação. O sistema de estabulação livre pode ser dividido em dois tipos principais:

a) *Loose Housing*

Os animais repousam coletivamente num local sombreado, com piso de terra batida ou concretado (piquete) e coberto com uma camada de cama (Figura 6).

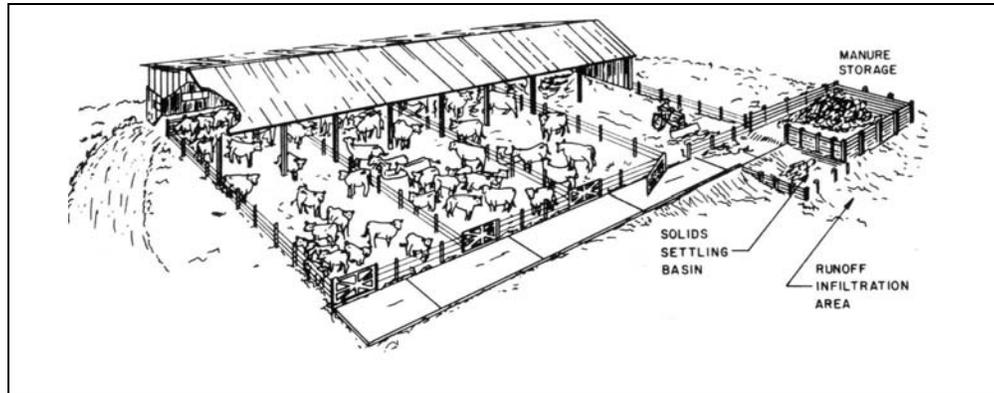


Figura 6 – Sistema *Loose Housing* (OVERCASH *et al*, 1983a), com raspagem dos piquetes e depósito dos dejetos lateral.

b) *Free Stall*

Os animais permanecem dentro de galpões, o repouso nas camas é feito em baias, onde os animais entram e saem livremente (Figura 7).

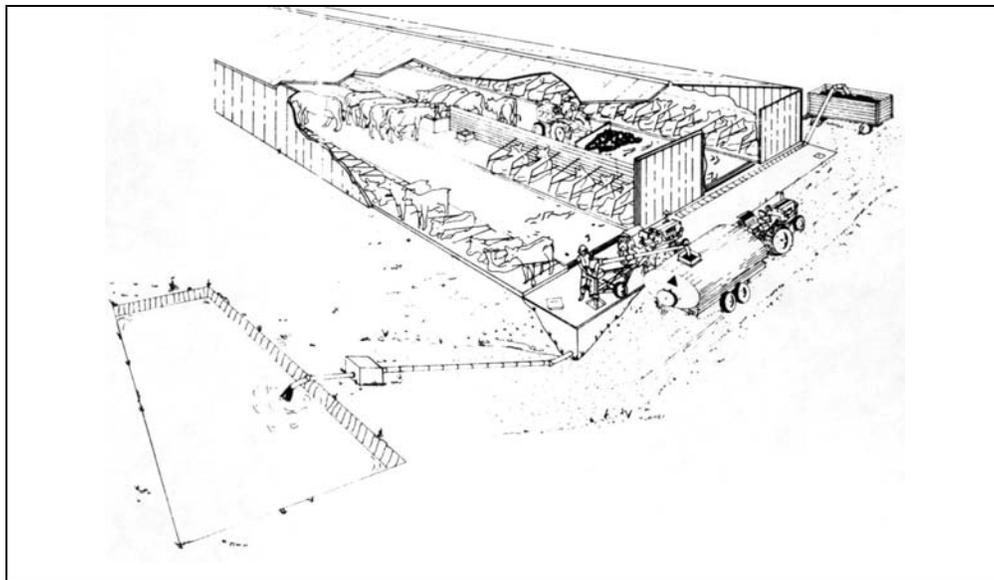


Figura 7 – Sistema *Free Stall* (OVERCASH *et al*, 1983a), com limpeza do galpão com água e manejo dos dejetos na forma líquida.

### 3.4.2- Coleta e transporte

Segundo BICKERT *et al* (1995) existem diversos métodos de coleta e transporte dos dejetos. A seleção do método mais adequado depende dos seguintes fatores:

- Tipo das instalações
- Requerimentos de trabalho
- Investimento
- Forma de manejo dos dejetos

OVERCASH *et al* (1983a) comenta que a coleta dos dejetos nos galpões *tie-stall* e *free-stall* pode ser feita por tratores com lâmina, raspadores mecânicos ou sistema *flush* com água. BICKERT *et al* (1995) afirma a raspagem com tratores é um dos mais comuns métodos de coleta dos dejetos em corredores de *free-stall*, *loose housing* e piquetes. MEYER *et al* (1997) verificou que a maioria (64.9%) das fazendas leiteiras do Estado da Califórnia nos EUA utilizam uma combinação de raspagem seguida de *flush*.

O sistema de *flush* é um eficiente método para remover os dejetos e outros resíduos dos pisos em diversos setores da instalação como: galpão, sala de espera, sala de ordenha, etc (Dairy Illustrated 1993/94). Segundo a publicação, o volume de água pode variar de acordo com as áreas e a frequência do *flush*. Valores típicos ficam em torno de 380 L por vaca por dia, ou ainda, cerca de 70 L por m<sup>2</sup>.

Segundo BICKERT *et al* (1995) o raspador mecânico pode possuir uma ou mais lâminas, um cabo ou corrente, um motor elétrico e o sistema de controle. Um raspador mecânico reduz o trabalho requerido na operação mas por outro lado apresenta elevados custos de manutenção.

Os galpões também podem possuir pisos ripados com os dejetos ficando armazenados em depósitos na parte inferior do piso, prática comum em países com inverno rigoroso. BICKERT *et al* (1995) esclarece que esta forma de coleta é a que requer menos trabalho, pois ou os dejetos caem diretamente ou são empurrados pelo tráfego dos animais para o depósito. A evacuação pode ser feita por *flush*, canais com declividade ou correias transportadoras. BARRINGTON *et al* (1994) comenta que na província de Quebec no Canadá 40% das fazendas leiteiras utilizam um sistema de evacuação pneumático para transferir os dejetos de dentro do galpão para um local de armazenamento externo.

### 3.4.3- Estado físico dos dejetos

Conforme o sistema de exploração dos animais existem diferentes técnicas de limpeza que podem ser utilizadas, as quais definem o estado físico e conseqüentemente o destino dos resíduos gerados. GILBERTSON *et al* (1979) sugerem a seguinte classificação do estado físico dos dejetos:

- Sólido: conteúdo de Sólidos Totais superior a 20%
- Liqueame: Sólidos Totais entre 8 e 20%
- Líquido: Sólidos Totais inferior a 8%

Já BICKERT *et al* (1995) classificou os sistemas de manejo e disposição em quatro consistências, de acordo com o conteúdo de sólidos dos resíduos, e sugeriu algumas formas de manejo em cada caso:

- Sólido: superior a 18%

Pode ser manejado por tratores com lâmina acoplada ou raspadores mecânicos. Deve estar suficientemente seco ou adicionar 5.5kg de cama em 45kg de dejetos frescos para manejar o dejetos como sólido.

- Semi-sólido: entre 10 e 16%

O conteúdo de sólidos no dejetos fresco é em torno de 12%. Dejetos semi-sólidos podem ser manejados com uma bomba de pistão, descarregado do local de armazenamento com uma rosca transportadores ou manejado com o mesmo equipamento do dejetos sólidos.

- Liqueame: entre 4 e 10%

Adicionando cerca de 110 litros de água para diluição em 380 litros de dejetos frescos consegue-se obter conteúdo de sólidos inferior a 10%. O autor sugere bombas centrífugas, de pistão ou diafragma para transporte do liqueame.

- Líquido: menor que 4%

Sem separação de sólidos, é necessário adicionar cerca de 950 litros de água para diluição de 380 litros de dejetos frescos para que este possa ser considerado líquido. Com manejo adequado e separação de sólidos os dejetos líquidos podem ser manejados com bombas para líquidos e utilizados em equipamentos de irrigação.

### 3.4.4- Escoamento superficial

OVERCASH *et al* (1983a) comenta que os confinamentos abertos devem possuir um local para armazenamento do estrume sólido e um local de coleta e armazenamento dos resíduos líquidos oriundos dos escoamento superficial na época de chuvas (Figura 8).

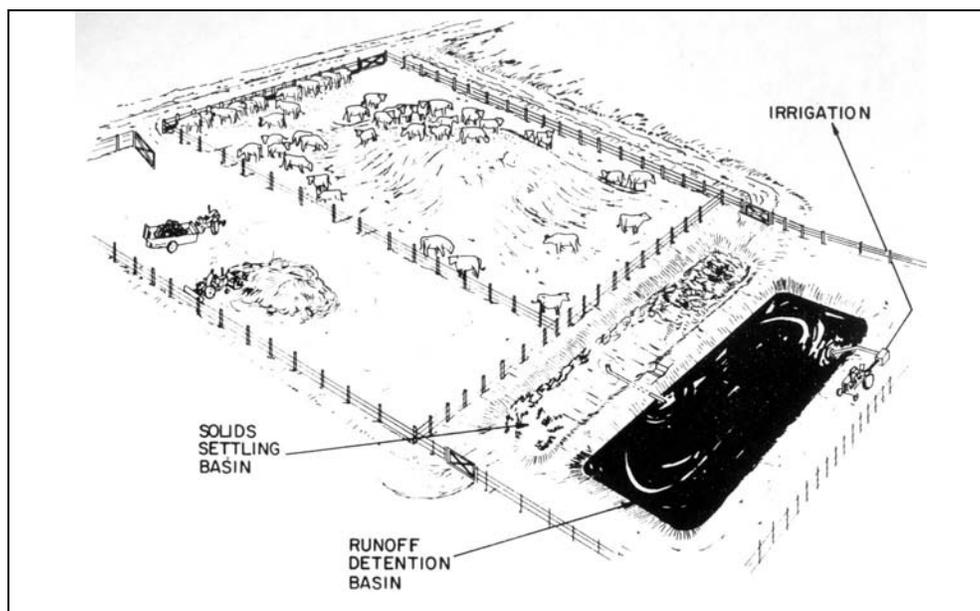


Figura 8 – Estrutura de para conter escoamento superficial em piquetes (OVERCASH *et al*, 1983a).

Para BICKERT *et al* (1995) as principais fontes de escoamento superficial são:

- Precipitação direta sobre o piquete;
- Precipitação que escoam de telhados para os piquetes;
- Escoamento provenientes de áreas vizinhas

BICKERT *et al* (1995) afirma que uma das formas de reduzir o volume das unidades de armazenamento é não permitir a mistura da água limpa com água suja. Conforme já citado, nos EUA os produtores são obrigados a possuir uma unidade para armazenamento do escoamento superficial carregado de dejetos para chuva máxima em 25 anos durante 24 horas. O autor salienta que o volume de chuva precipitado sobre tanques e lagoas também deve ser incluído no cálculo destas unidades de armazenamento.

### 3.4.5- Cama dos animais

Em sistemas de confinamento leiteiro sempre deve existir um local de repouso para que os animais possam descansar e eliminar o estresse proveniente do piso duro (Editorial revista Balde Branco Agosto 1998). Este local é conhecido por cama dos animais.

Para BICKERT *et al* (1995) o tipo e a quantidade da cama utilizada depende do confinamento adotado. Os autores salientam que a manutenção da cama sempre limpa e seca contribui para reduzir a incidência de mastite nos animais, principalmente em regiões quentes e úmidas. Os materiais utilizados como cama, devem atender aos objetivos de:

- Absorver umidade e coletar dejetos carregados para dentro da baia;
- Adicionar elasticidade à base da cama;
- Tornar a baia mais confortável;
- Reduzir o potencial de ferimentos nos animais.

Ainda segundo BICKERT *et al* (1995) a base da cama pode ser constituída de concreto, argila, areia ou pó de pedra. Pneus também podem ser utilizados desde que firmemente presos. Para cama o autor comenta que pode-se utilizar os seguintes materiais:

- Palha inteira ou picada;	- Tiras de jornal;
- Serragem;	- Casca de amendoim, girassol ou arroz;
- Aparas de madeira;	- Talos de milho;
- Dejeito processado;	- Pedra calcária;
- Colchão de borracha, polipropileno ou outros materiais.	

A escolha do material da cama influencia na seleção do sistema de manejo dos dejetos. Alguns tipos de equipamentos e manejos restringem o uso de certos materiais na cama, por exemplo, a areia utilizada nas camas pode assorear canais de escoamento e unidades de armazenamento. Ainda segundo os autores a areia proporciona uma superfície bastante confortável para as vacas, possui também um custo bastante atrativo, além de ajudar a prevenir escorregamento e reduzir a população bacteriana. Por outro lado, os dejetos misturados com areia tornam-se abrasivos e causam desgaste prematuro de equipamentos de raspagem e bombeamento.

BICKERT *et al* (1995) salienta ainda que o calcário pode ser utilizado na cama quando os dejetos são aplicados no campo. A mistura deste material também é benéfica para reduzir contagens bacterianas na cama.

### **3.5- Processamento e Aproveitamento**

#### 3.5.1- Separação de Sólidos

Segundo VAN HORN *et al* (1994) a limpeza dos galpões através de *flush* é um meio bastante prático de remover os dejetos. Todavia este processo pode gerar grandes volumes de resíduos semi-sólidos para serem manejados. A separação de parte do conteúdo de sólidos de resíduos lavados por sistema *flush* é interessante pelos seguintes motivos:

- 1- Remove partículas grandes e areia que poderiam entupir e danificar tubulações e equipamentos de irrigação;
- 2- Reduz a carga orgânica em lagoas de tratamento;
- 3- Separa sólidos fibrosos com algum conteúdo de nitrogênio e minerais que podem ser utilizados em camas de *free-stall*, alimentação de vacas secas (fora de produção), compostagem e fertilização.

VAN HORN *et al* (1994) afirma ainda que os sistemas mais comuns de separação de sólidos são os separadores mecânicos e os decantadores. De fato MEYER *et al* (1997) constatou que cerca de 40% dos produtores do estado da Califórnia (EUA) utilizam lagoas de decantação e 14% utilizam separadores mecânicos como técnicas de separação dos sólidos.

A pesquisa de MEYER *et al* (1997) constata que a parte sólida é colocada em montes por 94.6% dos produtores para então ser aplicada no campo (28%), vendido (16%), usado como cama para os animais (1.4%) ou uma combinação de técnicas (46%) entre as quais a compostagem está presente em 5.4% da técnicas.

##### 3.5.1.1- Separadores Mecânicos

MOORE (1989) afirma que as peneiras estáticas, o equipamento mais comum encontrado, usualmente removem de 20 a 30% da matéria orgânica presente nos resíduos líquidos. PAIN *et al* (1978) verificou que as peneiras vibratórias não foram efetivas para níveis de sólidos totais superiores a 8%. POWERS (1993) avaliou um sistema de peneiras vibratórias em série, constatou que o total removido pelas peneiras foi de 39.7% de sólidos totais sendo que 24% foram removidos nas duas primeiras peneiras de 3.35 e 2.00mm. Seus

testes indicam que as peneiras vibratórias removem muito menos N e P que Sólidos totais, mostrando que a maioria dos nutrientes com potencial fertilizante estão solúveis em meio líquido.

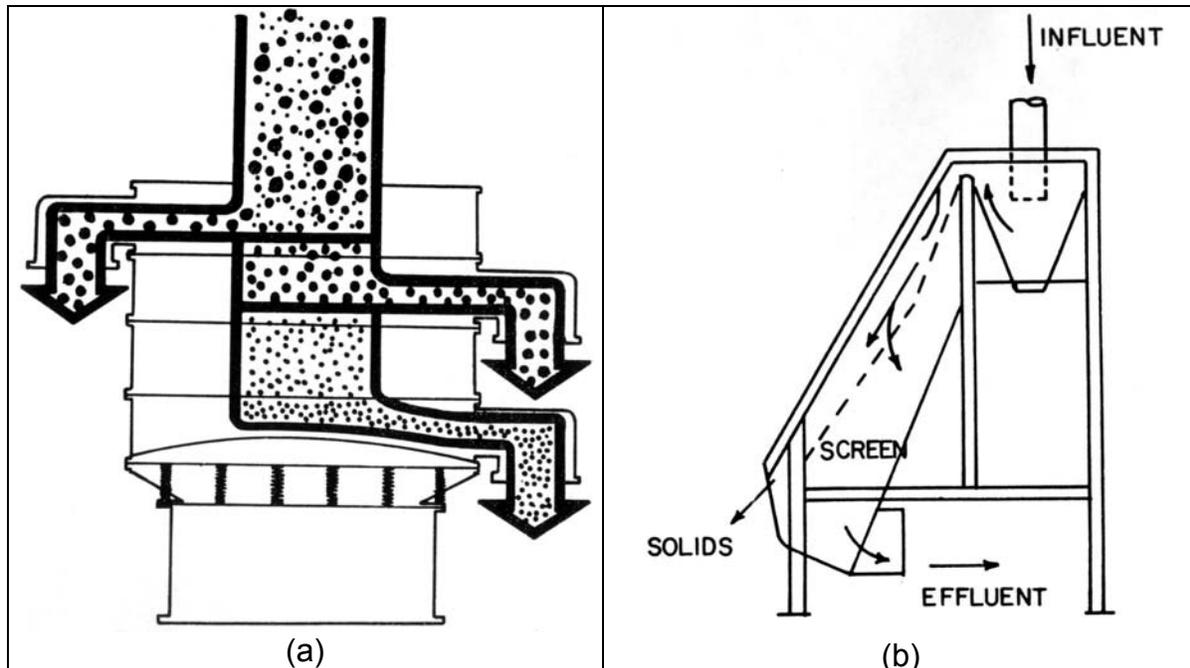


Figura 9 – Esquema de funcionamento de peneiras vibratórias (a) e estáticas (b) (OVERCASH *et al*, 1983b).

OVERCASH *et al* (1983b) cita ainda outros modelos de separadores mecânicos (Anexo Ia) e coloca graficamente o resultado de pesquisas de diversos autores relacionando a percentagem de remoção de sólidos conforme a abertura de peneiras (Anexo Ib).

Pesquisadores do Tuscarawas Soil and Water Conservation District em artigo na Revista Biocycle (1998) testaram um rolo prensa na separação de sólidos. O teste apresentou complicações operacionais devido principalmente a baixa uniformidade da água residuária. O equipamento só apresentou bons resultados com o uso de polímeros para coagular os sólidos presentes na água. Por fim os pesquisadores concluíram que o uso de polímeros aumentou a eficiência da remoção de sólidos e nutrientes, mas o método não foi considerado de uso prático para as fazendas leiteiras.

### 3.5.1.2- Decantadores

MOORE *et al* 1975 avaliando a eficiência de sedimentação para diversas espécies de animais em confinamento constatou que 60% dos sólidos totais presentes nos resíduos líquidos podem ser removidos nos primeiros 10 minutos de sedimentação. POWERS (1993) simulando condições de sedimentação (com 1.5% de sólidos totais) verificou que 65% dos sólidos sedimentaram em 1 hora, destes 65%, 89% sedimentaram em 5 minutos. MONTOYA (1992) utilizou procedimentos semelhantes e obteve 65% de sedimentação de sólidos, removendo 30% de N, 12% de P e 15% de K. LOTT *et al* (1994) investigando as características de sedimentação de dejetos de vacas leiteiras na Austrália concluíram que de 35 a 75% dos sólidos sedimentam rapidamente e o remanescente sedimenta tão lentamente que não é prática sua remoção por sedimentação. Estes autores também notaram que as características de sedimentação variam conforme a alimentação dos animais e sugerem velocidade máxima de sedimentação de 0.003 m/s para as unidades de decantação.

VAN HORN *et al* (1994) conclui que se a redução de nutrientes do efluente for o objetivo, o uso da sedimentação apresenta um maior potencial de recuperação de sólidos totais e nutrientes em resíduos líquidos do que o uso de peneiramento.

Outra técnica de separação de sólidos utilizada nos EUA chama-se lagoa de evaporação. Segundo MEYER *et al* (1997) normalmente os produtores possuem um par de lagoas, enquanto uma lagoa é carregada a outra permanece evaporando. O material resultante após a evaporação é então manejado na forma sólida.

### 3.5.2- Lagoas de Estabilização

Os sistemas de lagoas de estabilização constituem-se na forma mais simples para o tratamento dos esgotos (VON SPERLING, 1996). HUMENIK *et al* (1981) comenta que lagoas anaeróbias tem sido utilizadas com sucesso nos EUA para tratar e armazenar resíduos animais desde a década de 60. Segundo a EPA (2000) as lagoas são o mais comum método de tratamento e armazenamento dos resíduos animais. De fato MEYER (1997) verificou de 95.9% das fazendas leiteiras do estado da Califórnia - EUA possuem pelo menos uma lagoa para armazenamento dos dejetos.

As lagoas apresentam vantagens consideráveis sobre outros métodos de tratamento:

- Baixo custo relativo de construção
- Baixo custo de operação e manutenção
- Eficiente na remoção de matéria orgânica e patogênicos
- Não requerem equipamentos (exceção de aeradores)
- Requerem grandes áreas, que normalmente se têm disponível na propriedade

De acordo VON SPERLING (1996) há diversas variantes dos sistemas de lagoas de estabilização, com diferentes níveis de simplicidade operacional e requisitos de área. SILVA (1977) comenta a classificação para as lagoas de estabilização em função da atividade biológica predominante:

- Anaeróbias	- Aeróbias
- Facultativa	- Aeradas Mecanicamente

OLIVEIRA *et al* (1995) comenta que lagoas aeróbias são economicamente inexequíveis devido a necessitarem de grande áreas. Não será comentado no presente estudo sobre as lagoas com aeração mecânica por não se julgar prático para a maioria das nossas fazendas. WHITE (1977) afirma que as lagoas ainda podem ser classificadas em lagoas de armazenamento (sem saída) e lagoas com saída constante.

A EPA (2000) divide as lagoas utilizadas para tratamento dos dejetos em lagoas de um estágio e de dois estágios (Figura 10). O artigo recomenda lagoas de dois estágios especialmente quando a água tratada será utilizada para irrigação ou recirculação no *flush*, com a primeira célula funda e anaeróbia e a segunda mais rasa e com características facultativas.

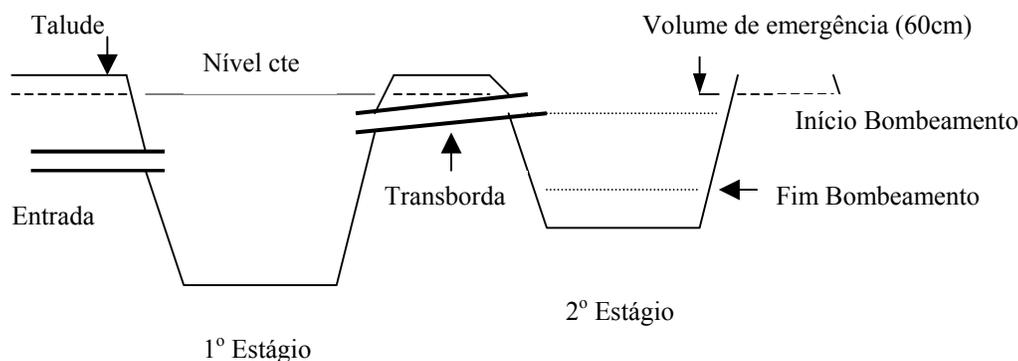


Figura 10: Lagoas em 2 estágios. Adaptado do site internet da EPA (2000)

A EPA (2000) sugere na Tabela 5 alguns valores mínimos de volumes para lagoas de forma a obter-se o tratamento adequado dos dejetos e para o armazenamento por um período de tempo determinado.

Tabela 5- Volumes mínimos recomendados para tratamento dos dejetos (Unidades em litros por kg de peso vivo)

Animal	Irrigação uma vez ao ano			Irrigação duas vezes ao ano		
	1 estágio	2 estágios		1 estágio	2 estágios	
		1º	2º		1º	2º
<b>Suíno</b>	84.2	78	21.8	84.2	78	21.8
<b>G. Corte</b>	93.6	78	31.2	93.6	78	21.8
<b>G. Leiteiro</b>	109.2	93.6	31.2	109.2	93.6	31.2

Fonte: Adaptado do site *internet* da EPA (2000) elaborado por DON D. JONES

Estes números são indicativos gerais, o ideal para o dimensionamento correto de lagoas de estabilização é considerar entre outras coisas a carga orgânica presente e os volumes envolvidos.

### 3.5.2.1- Lagoas Anaeróbias

Nas lagoas anaeróbias a estabilização da matéria orgânica é efetuada sem a presença de oxigênio dissolvido (HESS 1975, WHITE 1977, OLIVEIRA 1995, VON SPERLING 1996). Em geral, segundo WHITE (1977), o propósito de uma lagoa anaeróbia não é o de purificação da água mas o de estabilização da matéria orgânica. São usadas com grandes vantagens como pré-tratamento para águas residuárias com grande concentração e alto teor

de sólidos. OVERCASH (1983b) complementa que lagoas anaeróbias são úteis tanto em redução da carga orgânica presente nos dejetos como uma forma de integrar a geração constante dos dejetos com os intervalos ótimos para aplicação no campo.

SAFLEY & WESTMAN (1991a) afirmam que as lagoas anaeróbias são um tipo de reator projetados para cargas orgânicas relativamente baixas, quando comparada com os reatores anaeróbios convencionais. Os autores citam cargas orgânicas de 0.07-0.075 kg de sólidos voláteis (SV) por m<sup>3</sup> recomendada pela ASAE 403.1 (1985), salientando que estes valores podem aumentar com a elevação da temperatura. STEVENS & SCHULTE (1979) não encontraram problemas operacionais utilizando cargas variando de 0.61-1.8 kg SV/m<sup>3</sup> dia para dejetos suínos. ALLEN & LOWERY (1976) calcularam o volume de uma lagoa piloto considerando cerca de 0.10 m<sup>3</sup>/kg de peso vivo das vacas.

OLDHAM & NEMETH (1973) citados por SAFLEY & WESTMAN (1991a) concluíram que lagoas anaeróbias com tempos de retenção de 60 dias e temperatura ambiente superior a 15°C deverão apresentar boa performance.

SAFLEY & WESTMAN (1991a) sugerem a concepção de cobrir lagoas anaeróbias com o propósito de recuperar o biogás e citam algumas referências onde foram realizados testes com sucesso.

WESTERMAN *et al* (1990) mostra informações sobre a variabilidade das concentrações de nutrientes em lagoas anaeróbias.

### 3.5.2.2- Lagoas Facultativas

O termo facultativo refere-se à mistura de condições aeróbias e anaeróbias. Segundo MERKEL (1981) ocorrem três zonas no interior das lagoas denominadas: zonas aeróbias, zonas facultativas e zonas anaeróbias. Condições aeróbias são mantidas nas camadas superiores próximas a superfície das águas, enquanto as condições anaeróbias predominam em camadas próximas ao fundo da lagoa.

Seu funcionamento de acordo com BRANCO (1975) baseia-se em dois princípios biológicos fundamentais: respiração e fotossíntese. O primeiro constitui o processo pelo qual os organismos libertam, dos alimentos ingeridos ou acumulados, a energia necessária a suas atividades vitais. A fotossíntese é o processo pelo qual determinados organismos conseguem sintetizar matéria orgânica utilizando como fonte de energia a luz solar.

Estabelece-se, no interior das águas de uma lagoa, um círculo vicioso em que algas sintetizam matéria orgânica (seres autótrofos) liberando o oxigênio no meio ambiente, e as bactérias, alimentando-se da matéria orgânica dos dejetos, utilizam-se desse oxigênio para seu processo respiratório, liberando com subproduto gás carbônico para seu processo respiratório, liberando como subproduto gás carbônico necessário à fotossíntese. A Figura 11 ilustra este processo.

Para ser prática no uso rural deve ser utilizada após tratamento prévio em uma lagoa anaeróbia, senão irá implicar em grandes áreas superficiais. VON SPERLING (1996) sugere taxa de aplicação máxima de 350 kg DBO<sub>5</sub>/ha.d em regiões com inverno quente e elevada insolação, em regiões frias nos EUA esta taxa pode chegar a 49 kg DBO<sub>5</sub>/ha.d (MERKEL, 1981)

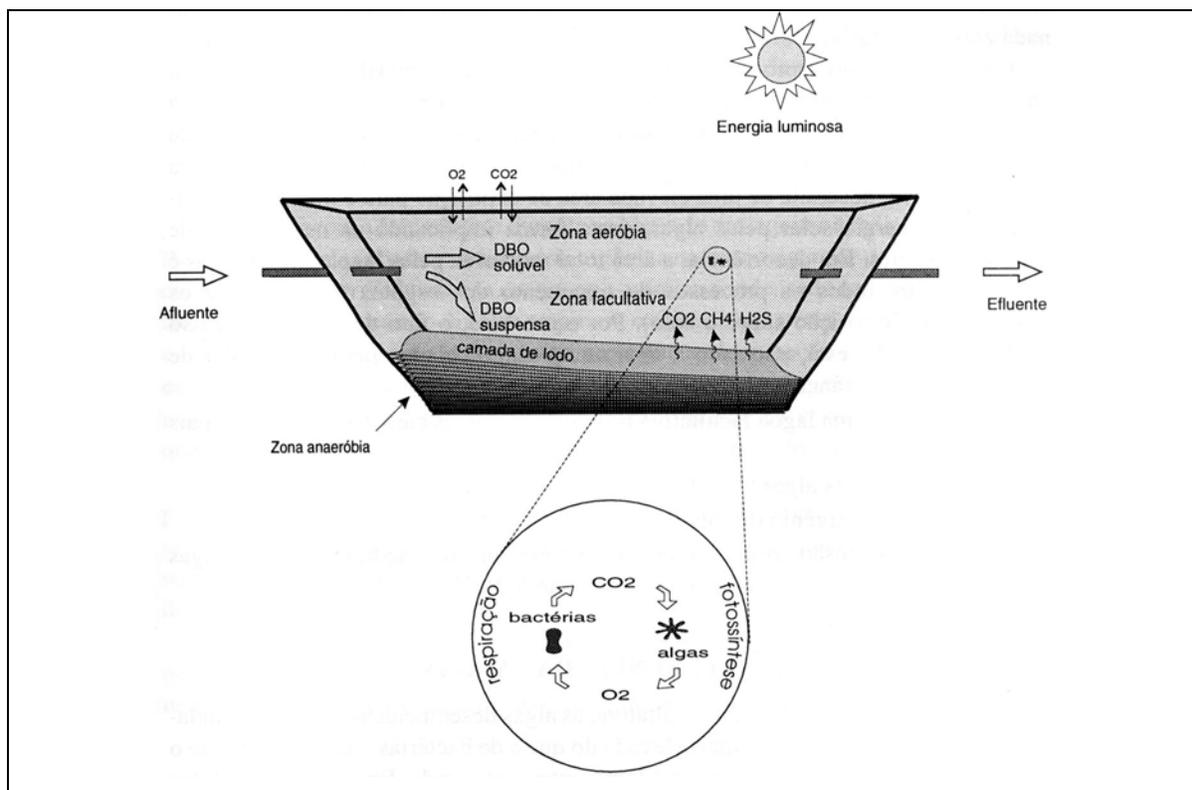


Figura 11- Esquema simplificado de uma lagoa facultativa (VON SPERLING 1996)

### 3.5.2.3- Remoção de lodo

Segundo VON SPERLING (1996) o lodo acumulado no fundo da lagoa é resultado dos sólidos em suspensão no efluente, incluindo a areia, mais os microrganismos sedimentados. O período de remoção do lodo varia de acordo com o tipo de lagoa e seu estado de conservação. HESS (1975) recomenda que o lodo acumulado deve ser removido assim que se verificar declínio na eficiência em consequência da redução do volume útil.

SAFLEY & WESTMAN (1991a) afirmam que obtiveram boa performance com lagoa operando com 0.12 kg SV/m<sup>3</sup> dia. Já NORDSTEDT & BALDWIN (1975) citados pelos autores reportaram grandes taxas de acumulação de sólidos (16.8% do volume da lagoa ao ano) em lagoas recebendo carga orgânica similar de 0.11-0.12 kg VS/m<sup>3</sup> dia e tempos de retenção de 15-20 dias.

NORDSTEDT & BALDWIN (1975) citados por VAN HORN (1994) sugerem 3 alternativas para o manejo do lodo:

- Remoção quando a lagoa está cheia de lodo;
- Remoção periódica, principalmente próximo a saída da lagoa;
- Remoção contínua, através de mistura e recirculação em lagoas não estratificadas.

Os autores encontraram no lodo acumulado todo fósforo e parte do nitrogênio e dos outros nutrientes minerais que foram perdidos no afluente.

### 3.5.2.4- Infiltração

OVERCASH *et al* (1983b) aponta estudos preliminares de alguns pesquisadores que indicam que a impermeabilização natural de uma lagoa deve ocorrer em até 6 meses do início de operação e que após este período área de influência de infiltração fica restrita a aproximadamente 10 metros da lagoa. O autor recomenda atenção especial no planejamento de lagoas em áreas com solos muito permeáveis, lençol freático elevado ou fissuras em rochas nas camadas inferiores.

### 3.5.3- Tratamento Anaeróbio

Digestão anaeróbia é um processo natural onde as bactérias presentes em ambientes sem oxigênio decompõe a matéria orgânica, segundo SAFLEY & WESTERMAN (1991). Os digestores anaeróbios são projetados e operados para alcançar esta decomposição de uma forma eficiente. OLIVEIRA (1995) afirma que o tratamento de dejetos suínos pela fermentação anaeróbia tem sido empregado para estabilização da matéria orgânica presente nos resíduos. Segundo o autor um dos aspectos a considerar é a produção de metano pelas bactérias metanogênicas, cuja velocidade de crescimento é muito lenta, a qual se reflete num tempo longo de retenção que exigem grandes tanques (reatores) de fermentação. A Figura 12 mostra os modelos de biodigestores mais conhecidos.

Conclui-se que estas unidades deveriam ser ainda maiores no caso da bovinocultura, pois o gado produz substancialmente mais dejetos que um suíno. Os biodigestores foram considerados uma fonte alternativa de energia (produção de gás metano) principalmente para as pequenas propriedades, mas posteriormente caíram em desuso.

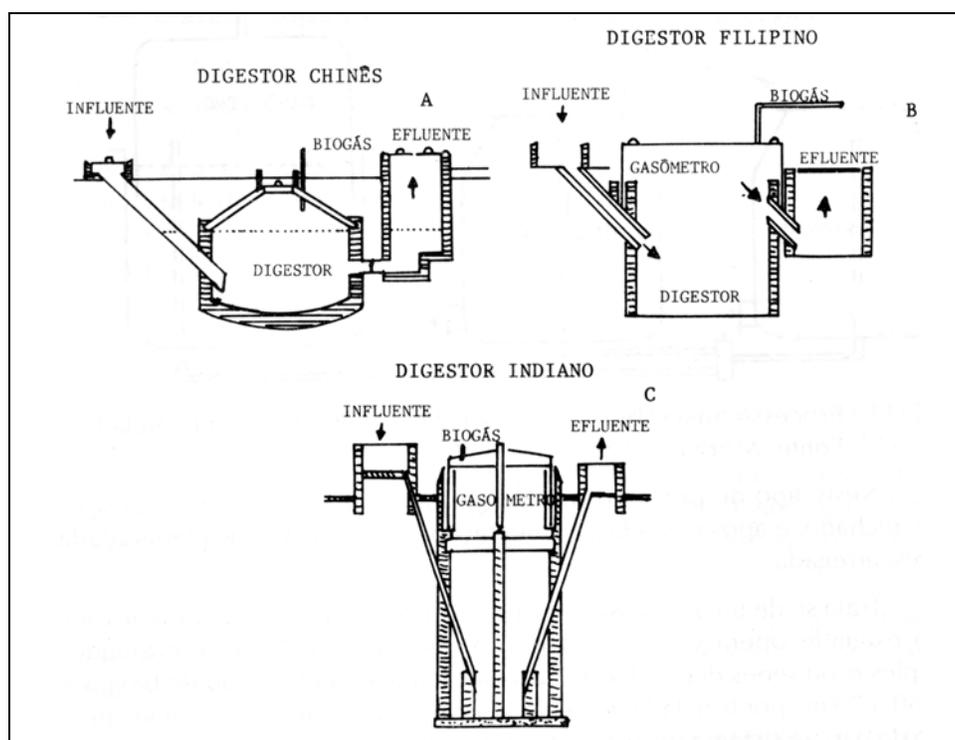


Figura 12- Modelos de Biodigestores (MORGA 1983 citado por OLIVEIRA 1995)

ASHWORTH *et al* (1984) citados por SAFLEY & WESTERMAN (1991) afirmam que muitos *designs* diferentes de digestores anaeróbios tem sido propostos para o

tratamento de dejetos animais. VAN HORN *et al* (1994) constata que pesquisas recentes tem resultado no desenvolvimento de uma nova geração de reatores anaeróbios com princípio de recirculação e retenção da biomassa independentemente da vazão. Segundo os autores estas técnicas tem contribuído para redução no volume dos reatores e para melhoras nos processo de estabilização e controle. O autor também afirma que o digestor pode ser projetado para produzir um efluente estabilizado, com pouco odor, mas este pode não ser o *design* mais adequado para a produção de metano. No Anexo II FORESTI apresenta as principais configurações modernas de reatores anaeróbios utilizados no tratamento de águas residuárias.

Para VAN HORN *et al* (1994) o reator anaeróbio tem a característica de estabilizar mais resíduo por unidade de volume que outros tipos de tratamento. Outra vantagem, segundo o autor, é a manutenção quase total dos nutrientes N, P, K presentes no afluente.

#### 3.5.4- Leitos cultivados (*Wetlands*)

VAN HORN *et al* (1994) afirma que efluentes de lagoas e reatores anaeróbios ainda necessitam de tratamento para remoção de nutrientes se a água residuária não for utilizada para irrigação ou reciclagem. Os autores comentam que *wetlands* construídas ou naturais estão sendo pesquisadas e utilizadas em muitas regiões para ,melhorar a qualidade do efluente final.

CRONK (1996) afirma que as *wetlands* estão sendo estudadas como a melhor forma de melhorar a qualidade do efluente final reduzindo a presença de contaminantes na água residuária. O autor afirma que os resultados que estão sendo obtidos são promissores quando as *wetlands* fazem parte do sistema integrado de manejo dos dejetos na fazenda, mas ressalva que o tratamento é ineficiente se a água residuária não sofrer um pré tratamento antes de ser encaminhada ao leito. Na Figura 13 CRONK (1996) sugere algumas alternativas de manejo dos resíduos líquidos integrados com o uso de *wetlands*.

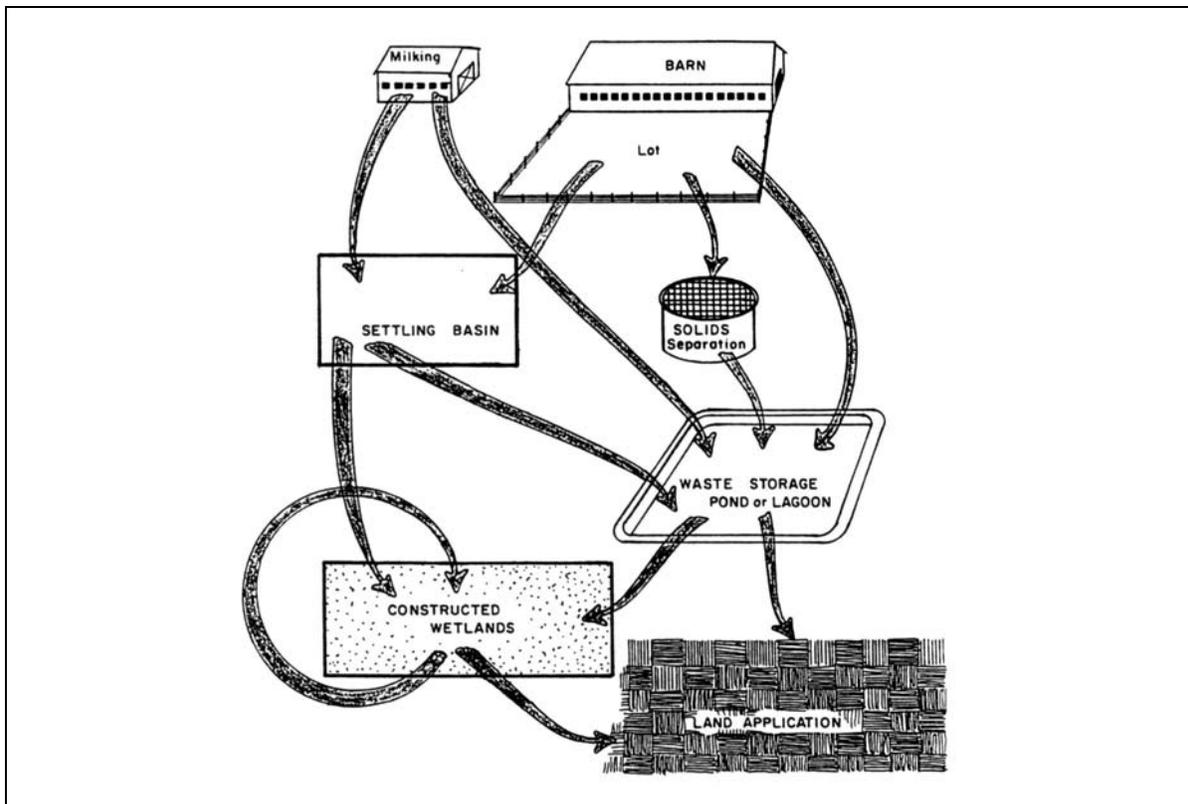


Figura 13: Opções de manejo para a fração líquida dos resíduos com *wetlands* (CRONK, 1996).

### 3.5.5- Compostagem

Segundo MUSTIN (1987) citado por BARRINGTON *et al* (1994) a compostagem melhora a qualidade da matéria orgânica aplicada no solo, transformando-a em uma forma mais estabilizada com uma capacidade de troca de cátions maior.

BARRINGTON *et al* (1994) afirma que diversos sistemas mecânicos tem sido desenvolvidos para realizar a compostagem dos dejetos. POS (1982) citado por BARRINGTON *et al* (1994) desenvolveu uma técnica usando diversos silos trincheira construídos lado a lado. Os dejetos são transferidos de um para outro até o quinto silo, quando então o material estaria compostado. Na transferência de um silo para outro o material acaba sendo misturado e oxigenado. Já MATHUR *et al* (1990) também citado por BARRINGTON *et al* (1994) realizou pesquisas com elementos que mantêm o tamanho do monte compostado (evitando a compactação) e com aeração forçada, ambos sem movimentação do material. BARRINGTON *et al* (1994) conclui que estes sistemas

produzem compostos de boa qualidade, mas ainda requerem muita mão de obra e um considerável capital de investimento (de \$5 a \$15 dólares canadenses por m<sup>3</sup> de estrume compostado).

VAN HORN *et al* (1994) afirma que a compostagem aeróbia é um processo relativamente caro e requer trabalho intensivo. O autor acrescenta que o estado físico dos dejetos também não favorece a compostagem, o dejetos fresco é muito úmido e os sólidos peneirados tem baixo conteúdo de N e outros nutrientes. Os autores complementam que as fazendas só deveriam considerar o processo de compostagem quando um produto comercial fosse criado.

Uma técnica para acelerar o processo de compostagem é utilizar a vermicompostagem, pois de maneira geral o estrume bovino é também considerado excelente fonte de alimento para diversas espécies de minhocas (AQUINO *et al.*, 1994). Segundo as pesquisas realizadas, o estrume não deve estar totalmente estabilizado (composto imaturo) para que as minhocas possam extrair os nutrientes necessários a sua sobrevivência.

#### 3.5.5.1- Estudo de caso: Compostagem em um sistema *flush*

O produtor Paul Rosenow afirmou em artigo na Revista Biocycle (1998) que vêm obtendo sucesso no manejo de resíduos no *free-stall*. Seu *free-stall* possui um sistema de limpeza *flush* e a cama dos animais constitui-se de serragem. A água residuária do *flush* é bombeada para uma peneira estática inclinada com 16 furos por cm<sup>2</sup>. A parte sólida separada tem apresentado relação 30:1 de C/N e umidade em torno de 60%, que seriam as características ideais para a compostagem. Os sólidos são encaminhados para as leiras de composto onde permanecem de 10 a 12 semanas, sendo regularmente movimentados conforme a necessidade. A parte líquida é encaminhada para uma série de 3 lagoas de estabilização onde, conforme a necessidade, a água é irrigada ou reciclada para o *flush*.

O projeto todo incluindo equipamentos, mão de obra e construção, custou cerca de US\$130.000,00. Apenas um empregado dedica parte de seu serviço com o trabalho na compostagem. A fazenda produz cerca de 7650m<sup>3</sup> de composto ao ano vendido a US\$13,08/m<sup>3</sup> dentro da fazenda.

### 3.5.6- Esterqueiras

Segundo MICHELETTI (1985), no Brasil a técnica ou a utilização de algum tipo de tratamento dos resíduos gerados depende do desenvolvimento tecnológico da região. Assim o autor comenta que quanto mais empírico for o sistema de criação e exploração do gado leiteiro, mais inadequado será o aproveitamento do estrume, de uma maneira geral.

PEIXOTO *et al* (1989) comenta que apesar da importância das instalações que se destinam ao tratamento/aproveitamento dos resíduos em regiões onde já existem normas reguladoras da proteção ambiental, como EUA e Europa, estas são praticamente desconsideradas em nossas condições.

Esterqueiras são construções simples e bastante empíricas. Segundo MICHELETTI (1985) e OLIVEIRA (1995) os dejetos ficam armazenados nestes locais, que podem ser escavações no solo ou construções de alvenaria (Figura 14a), podendo possuir uma variante com poço de urina (Figura 14b), onde são curtidos durante um determinado período de tempo.

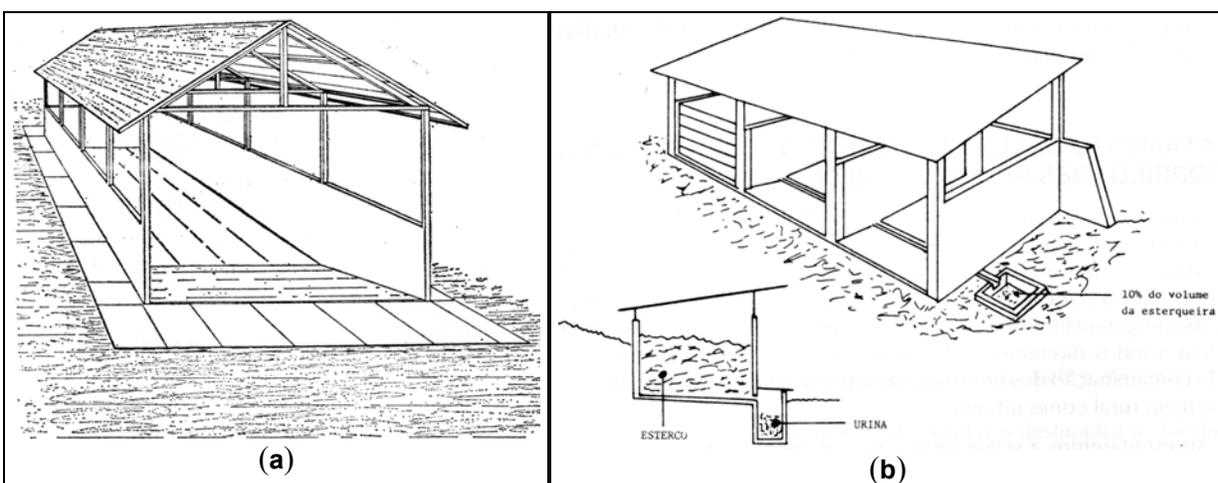


Figura 14- Ilustrações de esterqueiras:

**a** Fonte: MICHELETTI (1985)

**b** Fonte: CHRISTMANN (1989) citado por OLIVEIRA (1995)

### 3.5.7- Aplicação no solo

Para ser compatível com o uso agrícola, o dejetos deve ser transformado na forma de húmus e estar suficientemente estabilizado (SAVIOZZI *et al.*, 1988). Segundo KIEHL (1985) para o dejetos se tornar um fertilizante orgânico humificado deve sofrer um processo de fermentação microbiológica ou cura como se diz na prática. A finalidade da fermentação é produzir um material humificado semelhante a matéria orgânica natural do solo (MALAVOLTA, 1979). O material resultante pode ser chamado de fertilizante humificado, estabilizado ou curado. KIEHL (1985) afirma ainda que o esterco fresco é uma matéria prima que não possui ainda o poder de melhorar certas propriedades físico-químicas do solo, condições encontradas apenas na matéria orgânica humificada

INBAR *et al* (1993) verificaram o efeito de esterco bovino compostado em diferentes estágios do processo de compostagem, a conclusão foi que os compostos imaturos possuem um efeito inibidor no crescimento do azevém. ZUCCONI *et al* citados por INBAR (1993), testaram uma grande variedade de plantas usando compostos frescos, imaturos e curados, de forma geral todas as plantas tiveram seu crescimento inibido pelo composto imaturo e melhorado com o composto curado. Os autores concluíram que a fitotoxicidade durante a compostagem está associada apenas nos primeiros estágios de decomposição, isto devido a presença de ácidos orgânicos e da possibilidade do composto imaturo induzir a deficiência de O<sub>2</sub> e nutrientes na zona radicular dado as elevadas taxas de decomposição, o que indica que num primeiro momento a aplicação do estrume fresco pode causar fitotoxicidade as plantas.

De acordo com KIEHL (1985), no Brasil é comum encontrar proprietários que coletam os dejetos e os aplicam diretamente no campo. A aplicação do estrume fresco nas pastagens ou nas terras de cultura tem sido encarada mais como uma maneira prática e econômica de descartar um resíduo agrícola do que de realizar corretamente uma fertilização orgânica.

Segundo AKHTAR & ALAM (1993) a adição de resíduos de animais em plantas também têm sido explorados como uma alternativa para o controle de nematóides em culturas.

KIEHL (1985) sugere as seguintes vantagens e desvantagens de se trabalhar com estrume fresco e curado:

- 1) o estrume fresco contém muito material celulósico. No estrume curtido a celulose estará quase totalmente decomposta e os nutrientes apresentam-se em uma forma mais assimilável;
- 2) o estrume fresco pode causar deficiência temporária de nitrogênio no solo ao se decompor, o que não acontece no estabilizado;
- 3) o estrume fresco pode levar sementes de ervas daninhas, praguando a terra, no estabilizado essas sementes são destruídas;
- 4) o estrume fresco pode conter microrganismos patogênicos, enquanto no estabilizado este risco é reduzido;
- 5) no processo de estabilização do estrume pode ocorrer perda de nitrogênio.

Para MALAVOLTA & ROMERO (1975) o esterco deve ser aproveitado como um subproduto valioso e seu aproveitamento deve ser feito da maneira mais conveniente possível. O autores comentam que o emprego dos dejetos para adubar áreas mais ou menos extensas é limitado por dois fatores:

- ◆ a quantidade produzida pode ser insuficiente para atender as exigências de nutrientes das culturas;
- ◆ os nutrientes nele contidos foram em última análise, retirados do próprio solo, de área onde os alimentos utilizados para alimentação animal foram produzidos.

Para MICHELETTI (1985) o criador deverá preocupar-se cada vez mais com o manejo adequado dos resíduos animais, pois ele pode representar importante capital em dinheiro quando comparado com o preço dos fertilizantes químicos. BEAUCHAMP & BERTRAND (1988) citados por BARRINGTON *et al* (1994) afirmam que somente na província de Quebec no Canadá com um rebanho de cerca de 55000 vacas o estrume dos animais representa um potencial fertilizante anual em N, P, K de \$50 milhões de dólares canadenses.

Além do seu valor financeiro a aplicação do estrume bovino estabilizado no campo pode ser considerada uma boa forma de aproveitamento do resíduo com consideráveis vantagens sobre outras matéria primas similares também ricas em matéria orgânica, como a torta de mamona e o lodo de esgoto de estações de tratamento.. O proprietário estará não

somente melhorando as propriedades físico-químicas do solo, como contribuindo para preservação do meio ambiente, reaproveitando um resíduo tratado.

LANYON (1994) sugere que medições agrônômicas do balanço de nutrientes e um maior controle sobre as variáveis envolvidas na produção podem indicar as bases quantitativas para a melhor aplicação dos dejetos no campo, para modificações na ração animal ou desenvolver outras alternativas para o uso dos dejetos.

Para GILBERTSON *et ai* (1979) as áreas de aplicação devem ser analisadas de acordo com a localização geográfica, o relevo, o uso das terras vizinhas, o potencial para irrigação e com práticas conservacionistas. Os autores sugerem que a quantidade aplicada no campo seja realizada de acordo com as necessidades agrônômicas, para atingir uma produtividade ótima e evitar problemas de saturação de nutrientes.

SPAIN & SALINAS (1985) a conservação da fertilidade natural e dos nutrientes provenientes de adubações limitadas é fundamental nos solos pobres presentes na grande maioria das pastagens tropicais da América. Para os autores, numa pastagem, o retorno dos nutrientes através das excreções dos animais representam uma via crítica na sua reciclagem, dependendo principalmente da sua distribuição e da sua composição química (Figura15).

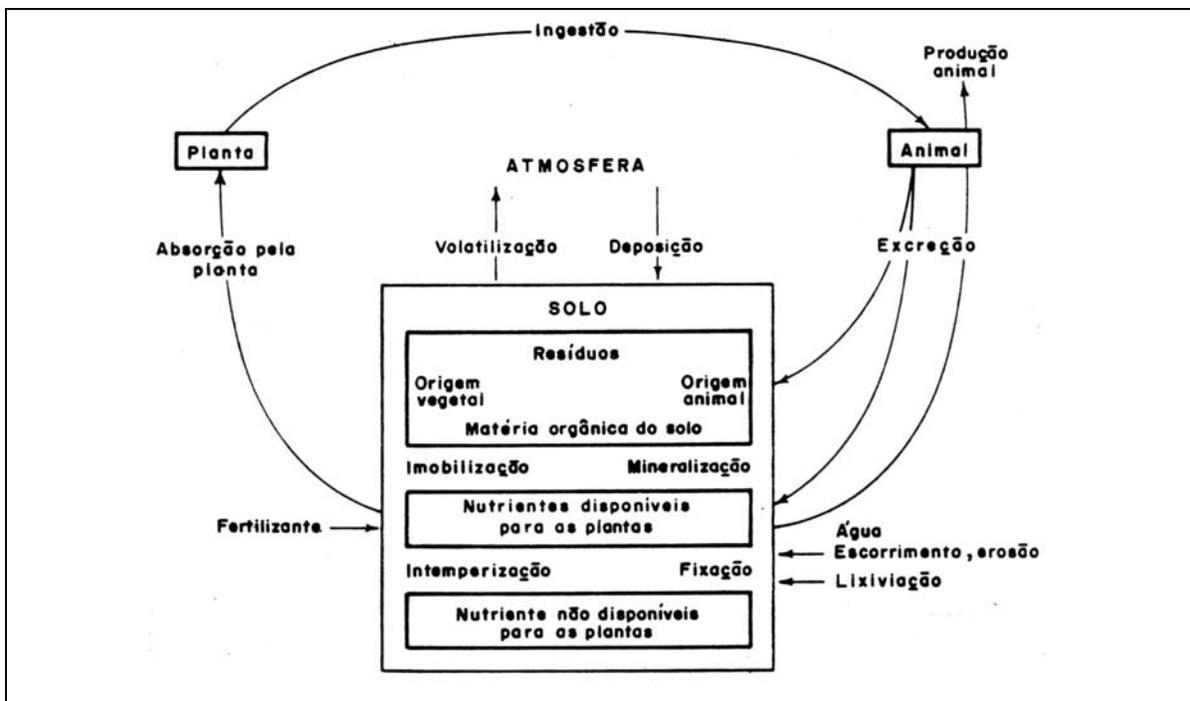


Figura 15 – Esquema simplificado para a reciclagem de nutrientes (WILKINSON & LOWREY, 1973 citados por SPAIN & SALINAS, 1985).

### 3.5.8- Uso como ração animal

Vários autores citados por VIEIRA *et al.* (1991b) sustentam a tese de que os dejetos de bovinos podem ser utilizados em rações para carneiros, aves, suínos e para os próprios bovinos. As fezes dos bovinos contêm proteínas sintetizadas pelos microrganismos do rúmen e vitaminas do complexo B. A qualidade nutritiva dos dejetos viria de alimentos não digeridos e, em parte, dessas proteínas e vitaminas. Os autores afirmam ainda que a qualidade da proteína excretada não depende do tipo de alimento ingerido, uma vez que ela origina-se, quase exclusivamente, da proteína microbiana sintetizada no rúmen a partir da degradação da proteína dietética e do nitrogênio não protéico e não absorvido no intestino dos bovinos.

No experimento de LOPES *et al.* (1979) não foi observado nenhum efeito prejudicial à saúde dos suínos, mas há a recomendação de que os dejetos sejam oriundos de bovinos que sofram controle sanitário adequado para se evitar transmissão de doenças aos suínos.

YADAVA & GARG (1992) utilizaram em suas pesquisas estrume bovino parcialmente estabilizado na piscicultura. Os autores afirmam que esse material contém nutrientes essenciais para a produção de plantas aquáticas e outros microrganismos que servem como fonte de alimentação aos peixes.

Existem algumas divergências quanto ao desempenho dos suínos quando alimentados com dejetos de bovinos, mas é uma alternativa de baixo custo. Profissionais no ramo de alimentação animal afirmam que, quando o critério para escolha de componentes suplementares para ração de animais é o econômico e não o de maximizar o desempenho do animal, o uso de subprodutos da agroindústria pode exercer um papel fundamental como fator redutor de custos.

### 3.5.9- Aplicação de Bioquímicos

Segundo OVERCASH *et al* (1983b) a adição de produtos químicos para controle de odores em locais de armazenamento dos dejetos tem atraído grande interesse. O autor cita que os produtos que previnem a formação dos compostos odoríferos, inibindo sua formação ou mascarando os odores, tem se mostrado bastante eficientes. Os autores comentam que a aplicação de 25kg de permanganato de potássio por tonelada de dejetos eliminou totalmente a exalação de odores e que a aplicação superficial nos piquetes de 3.7kg por hectare deste composto também produziu bons resultados. Nitrato de potássio e per-óxido de hidrogênio também foram testados mas apresentaram menor eficiência.

VAN HORN *et al* (1994) cita bioquímicos como os agentes que mascaram os odores (substitui um odor por outro mais aceitável), os agentes oxidantes (ozônio, permanganato de potássio e compostos contendo cloro) além de produtos biológicos, comentando que alguns são eficientes mas caros e outros ineficientes.

A adição de produtos a base de microrganismos tem demonstrado bons resultados na aceleração da decomposição da material orgânico presente nos dejetos de acordo com dados da empresa norte americana ENNIX Inc (1996). A técnica e consiste em usar de forma controlada processos microbiológicos que ocorrem normalmente na natureza. Os microrganismos devem ser inoculados em sistemas de tratamento biológicos como lagoas ou tanques de estocagem com tempo de retenção adequado. Odores podem ser controlados, sólidos orgânicos acumulados podem ser reduzidos e deve-se obter uma melhor produtividade de culturas irrigadas pois os nutrientes já estariam prontamente disponíveis as plantas.

SIEVERS *et al* (1994) pesquisando em laboratório o efeito de coagulantes químicos para incrementar a remoção de sólidos em águas residuárias de criação de animais constatou que a adição de cloreto férrico removeu cerca de 75% dos sólidos voláteis. O autor afirmou que alguns polímeros naturais e sintéticos também apresentaram bons resultados.

MONTOYA (1992) efetuou 2 testes com a adição de cal agrícola  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{CaO}$  ambos com  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  e obteve sedimentos com aproximadamente 90% de sólidos totais, 70% de N, 75% de P e 30% de K. O autor acrescenta que os testes ainda precisam ser mais aprofundados antes de sua aplicação prática.

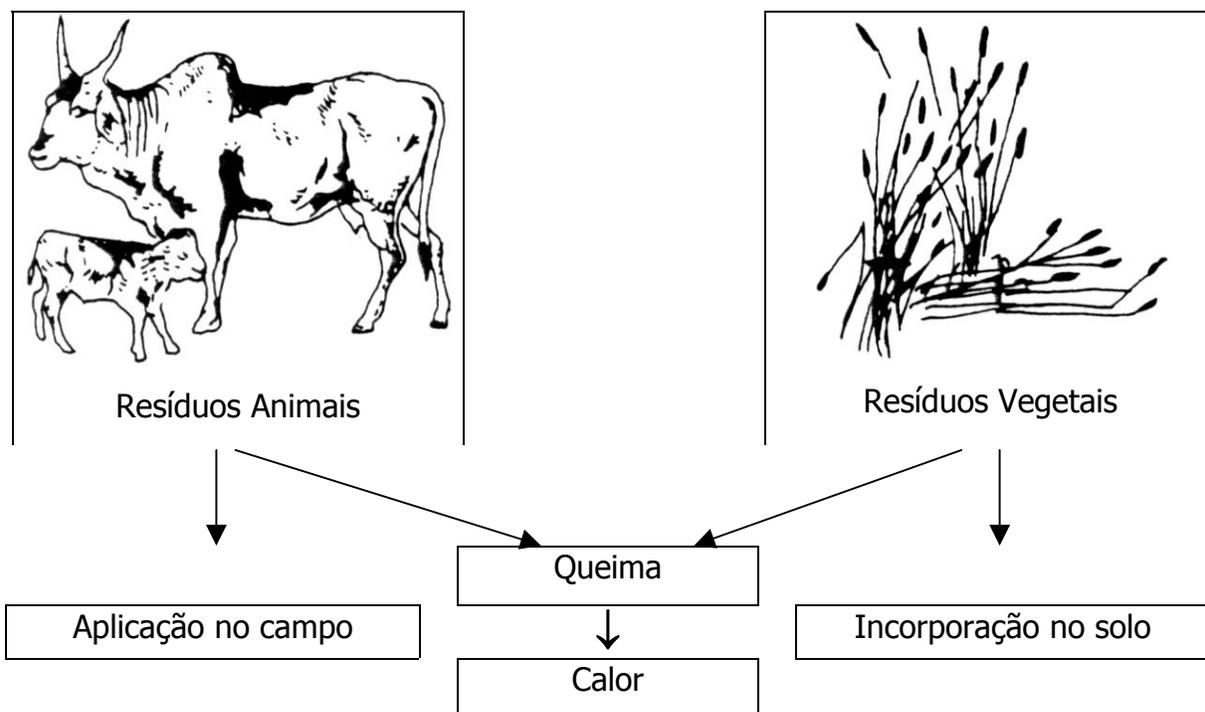
### 3.5.10- Geração de Energia

Existem duas formas de se utilizar os dejetos animais como fonte de energia: como queima direta do material ou através da geração do biogás, conforme pode-se observar na Figura 16. POLPRASERT (1989) esclarece que o biogás é um gás subproduto da decomposição anaeróbia da matéria orgânica composto principalmente por metano ( $\text{CH}_4$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), e já algum tempo é considerado uma fonte alternativa de energia.

VAN HORN *et al* (1994) afirma que cerca de 35% da energia consumida pelas vacas é excretada e mais de 90% destes está nas fezes. Os autores afirmam que os dejetos em uma forma relativamente seca podem ser queimados diretamente como combustível. O autor cita um grande projeto para queima de dejetos de vacas em larga escala nos EUA que custou cerca de US\$46.200.000,00 para processar aproximadamente 80000 toneladas de material, gerando mais de 15MW de potência. Os autores salientam que o biogás, gerado na digestão anaeróbia dos dejetos que pode ser aproveitado como combustível, é a maneira mais viável de aproveitamento do potencial energético nas fazendas.

SAFLEY & WESTERMAN (1991a) conseguiram recuperar o biogás produzido por uma lagoa anaeróbia utilizando uma cobertura flutuante na superfície. Os autores obtiveram uma produção média de  $0,39 \text{ m}^3$  de metano ( $\text{CH}_4$ ) por kg de sólidos voláteis. A concentração média do biogás recuperado foi de 68.9% de  $\text{CH}_4$  e 28.3% de  $\text{CO}_2$ . Os autores constataram consideráveis variações na geração do biogás em função da temperatura.

### Aproveitamento energético sem geração de metano



### Aproveitamento energético com geração de metano

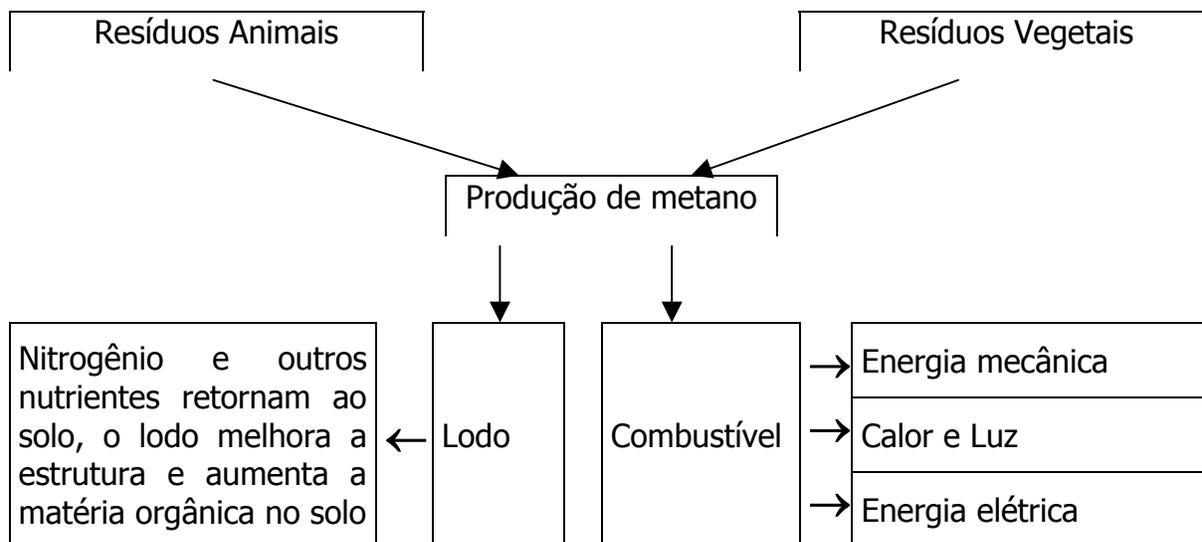


Figura 16- Formas de aproveitamento dos resíduos da produção agropecuária (adaptado de NAS, 1977 citado por POLPRASERT, 1989)

### 3.5.11- Otimização das operações

VAN HORN *et al* (1994) comenta que diversos programas computacionais estão sendo desenvolvidos para maximizar o uso de nutrientes dos dejetos e minimizar os custos de fertilizantes e sugerem algumas alternativas de direcionamento do manejo dos dejetos, citadas na Figura 17. Os autores comentam que a maior limitação da otimização do uso de nutrientes dos dejetos estaria na disponibilidade de área cultivada para que os nutrientes não sejam aplicados em excesso acima das necessidades da cultura, algo aparentemente fora da realidade na situação brasileira. LANYON (1992) resumiu uma série de equações que podem ser consideradas para a programação linear das quantidades de nutrientes ótimas em fazendas. NELSON e FLORES (1994) sugerem o redirecionamento da geração de resíduos no agronegócio em geral para uma das seguintes categorias:

- Conversão dos resíduos em energia;
- Reuso do resíduo processado dentro da propriedade;
- Venda do resíduo processado para terceiros.

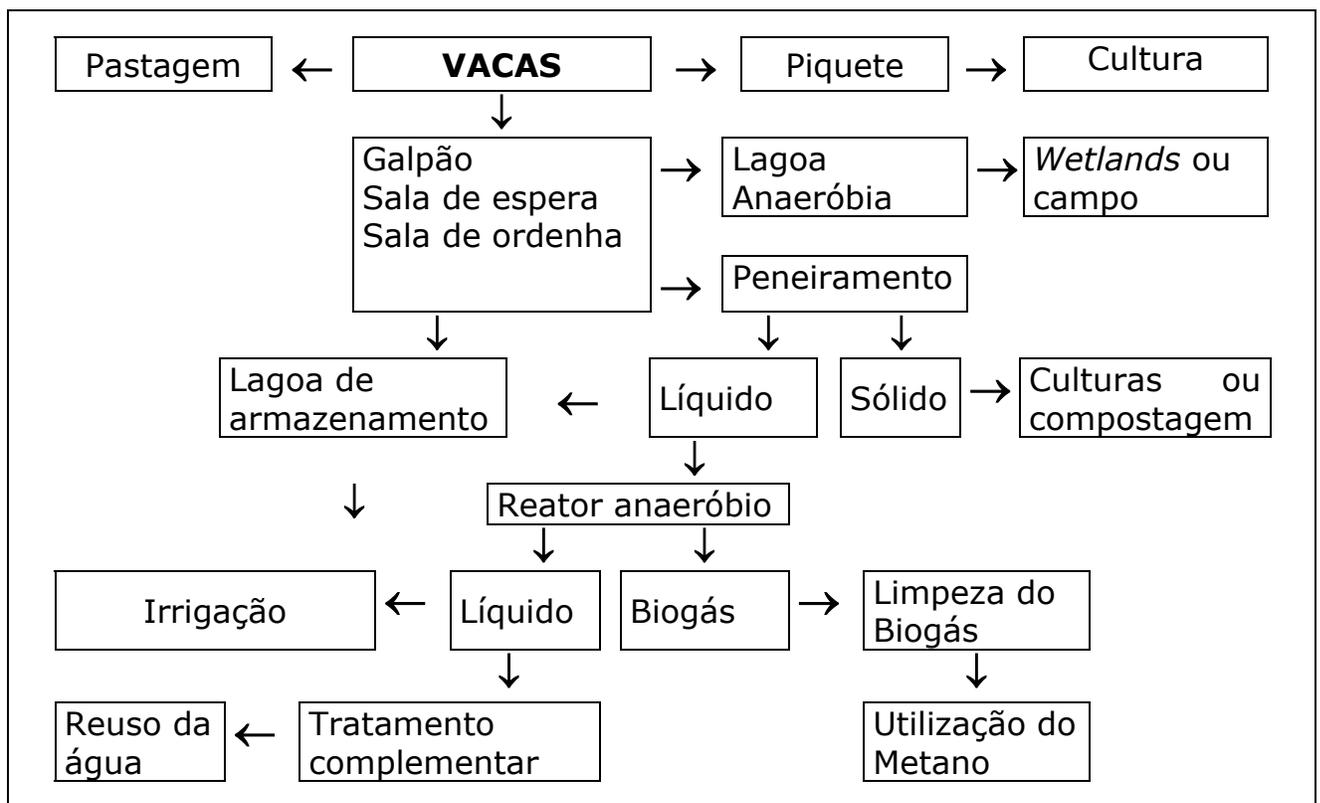


Figura 17- Potencial de direcionar ou redirecionar os componentes do manejo de acordo com as limitações legais e econômicas (adaptado VAN HORN *et al*, 1994).

### **3.6- Fatores Ambientais**

#### 3.6.1- Poluição das águas

A explosão populacional, a má administração, o aumento da demanda são os principais fatores que comprometem o ciclo natural de renovação da água. Atualmente a água é concebida pelos especialistas como um recurso renovável, porém finito, já que a poluição e o uso dos recursos hídricos têm aumentado muito, ao ponto de não permitir a reposição na velocidade necessária ao consumo (RIBEIRO, 1998). A perspectiva da Organização Meteorológica Mundial (OMM) é que nos próximos 50 anos haja uma grave escassez mundial de água (“O Estado de São Paulo”, março de 1998). A tendência para um futuro próximo é de quem quiser utilizar a água terá de pagar, isto já está previsto na constituição paulista (Lei 7.663) mas a lei ainda não foi regulamentada (Comitê das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 1996).

Embora o planeta Terra tenha 2/3 da sua superfície coberta de água, apenas 2.5% está disponível sob a forma de água doce. Somente 0.3% destes 2.5% estão depositados em reservatórios superficiais (rios e lagos). O Brasil possui cerca de 10% de toda “água doce” do planeta. Mais de 70% dessa reserva hídrica está na Amazônia. Em muitas regiões, especialmente no Sudeste mais industrializado, a oferta natural está se tornando escassa e de má qualidade. No Sul, pequenos proprietários de terra, irrigantes e indústrias entram em litígio pelas barragens e uso dos mananciais de grandes e pequenos rios. No Nordeste o governo tenta dessalinizar as cacimbas para enfrentar a seca crônica (MACHADO, 1998).

Segundo RIBEIRO (1998) na maior parte do mundo, o principal uso da água está na agricultura. O autor cita o exemplo que em algumas regiões da Ásia o consumo de água no setor primário chega a ser dez vezes maior que na produção industrial.

No Estado de São Paulo, o quadro é preocupante. A degradação dos recursos hídricos tem sido intensa, através do uso exagerado de agrotóxicos, do lançamento de despejos de toda ordem (agrícolas, industriais, domésticos) em corpos d’água e do desmatamento junto aos rios e mananciais (RIBEIRO, 1998). Em zonas agropecuárias, onde normalmente o abastecimento de água é particular, as chances de contaminação são grandes devido a ausência de tratamento da água, representando um risco à saúde de homens e animais. Esta escassez de reservas superficiais de boa qualidade levou inclusive

as cidades a buscarem água no subsolo. De acordo com CAPOZOLI (1998) nada menos que 462 municípios do Estado, o equivalente a 72% do total, já dependem parcial ou completamente dos estoques de água subterrânea para o abastecimento de uma população de 5.5 milhões de pessoas.

As criações intensivas de animais podem contribuir significativamente para o aumento da poluição e contaminação dos recursos hídricos. O descarte da água servida proveniente da criação diretamente em um pequeno curso d'água, aplicação de estrume líquido em grandes quantidades no solo, armazenamento em lagoas sem revestimento impermeabilizante durante vários anos, transbordamento de tanques ou lagoas, acúmulo dos dejetos nos currais, são alguns exemplos do manejo inadequado dos dejetos que podem comprometer seriamente os recursos hídricos, conforme ilustrado na Figura 18.

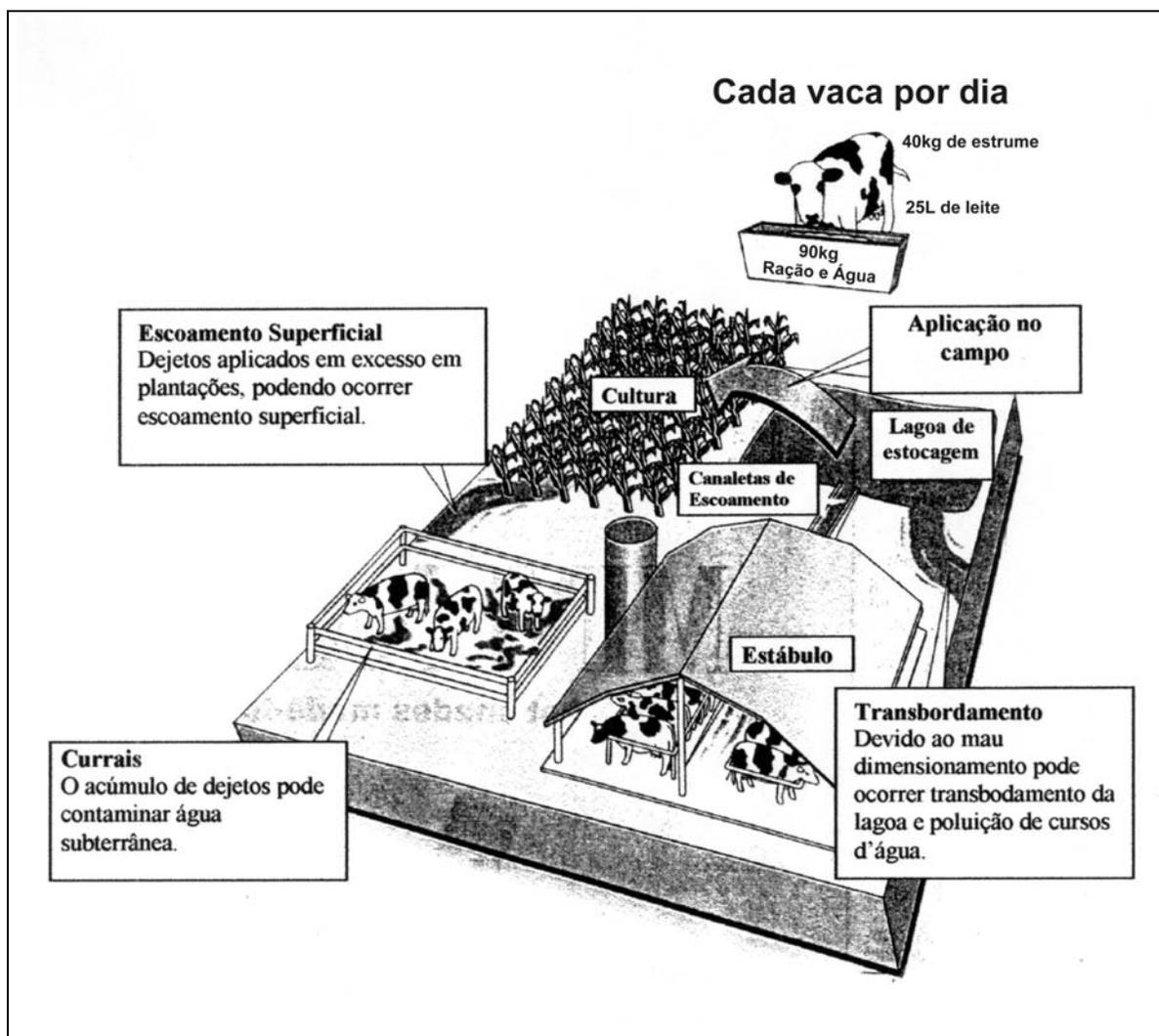


Figura 18- Impactos Ambientais de fazendas leiteiras (adaptado de CONE, 1998).

PEIXOTO (1986) comenta que a contaminação dos lagos e rios pelos dejetos, a infiltração de água contaminada no lençol freático e o desenvolvimento de moscas são exemplos de poluição ambiental provocada pelos diversos sistemas de confinamento.

Para CONE (1998) muitas fazendas, buscando elevar a produtividade, aumentam a concentração de animais na propriedade. O resultado é uma grande produção de dejetos, que aplicados em uma pequena área, ultrapassam em muito a capacidade do solo e das plantas de absorvê-los. Portanto, esta prática deixa de ser uma fertilização para ser um descarte. Basta chover forte para que os dejetos escoem para áreas vizinhas e cursos d'água próximos.

ENCARNAÇÃO citado por DASSIE (1999b) comenta que o fim mais correto para o esterco é sua incorporação no solo, mas simplesmente “jogar” aleatoriamente o esterco no campo pode causar sérias complicações sanitárias, como a poluição de córregos e rios, que acabam por transportar o problema para outros locais.

A matéria orgânica, presente nos dejetos, descartada em um curso d'água serve de alimento para as bactérias decompositoras, que se reproduzem rapidamente, respiram e provocam a diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido na água. A falta de oxigênio acarreta a morte de outros organismos aquáticos e torna a água imprópria para consumo e outros fins (BRANCO, 1983). Organismos patogênicos e o excesso de nutrientes (principalmente fosfatos e nitratos) também presentes nos resíduos, podem atingir as águas subterrâneas e/ou superficiais acarretando problemas de contaminação.

A aplicação excessiva no campo e o acúmulo dos dejetos em locais inadequados pode resultar em sobrecarga da capacidade de filtração do solo e retenção dos nutrientes do estrume, contaminando principalmente a água do subsolo (ENNIX, 1996).

### 3.6.2- Odores

Em sistemas de confinamento, gases nocivos podem provocar danos à comunidade através da emissão de odores desagradáveis e problemas de saúde a pessoas e animais (OLIVEIRA, 1995). Este é um problema cada vez mais em foco, a medida que as cidades vão crescendo e se aproximando da zona rural. Segundo OVERCASH (1983b) os odores provêm principalmente dos estágios intermediários da decomposição anaeróbia dos dejetos. Estes gases são subprodutos dos dejetos de animais quando sofrem manejo inadequado e/ou são encaminhados a sistemas de tratamento mau dimensionados (ENNIX, 1996).

BODMAN citado por PEIXOTO (1986) alerta contra os possíveis efeitos dos gases (sulfeto de hidrogênio, amônia, dióxido de carbono e metano) formados pela fermentação dos dejetos dos animais, sobre os animais e o homem. Altos níveis de amônia podem causar doenças respiratórias nas criações e em humanos, e mesmo pequenas quantidades de hidrogênio sulfídrico podem gerar odores desagradáveis quilômetros a sua volta (ENNIX, 1996).

OVERCASH (1983) comenta que problemas com odores são mais freqüentes em grandes produções leiteiras localizadas próximo de áreas habitadas, centros comerciais e outros pontos de maior sensibilidade.

Para VAN HORN *et al* (1994) a questão dos odores fica sujeita a critérios subjetivos, no sentido de quanto ele interfere no cotidiano e no lazer da propriedade. Segundo os autores o maior problema é definir o que medir já que existem cerca de 75 compostos odoríferos em variáveis concentrações nas proximidades da fazenda e normalmente não estão em concentrações tóxicas.

### 3.6.3- Doenças

Os problemas epidemiológicos constatados no meio rural estão relacionados com os agentes causadores de infecções dentro das propriedades. A prevenção de fatores que contribuem para sua ocorrência é a proteção dos animais contra o risco de infecções e proteção do público em geral contra zoonoses ou outros riscos sanitários provocados pelo lançamento de resíduos de animais nos cursos d'água (OLIVEIRA, 1995).

Ainda segundo OLIVEIRA (1995) estes problemas ligados aos grandes sistemas de confinamento estão intimamente relacionados com o manejo do esterco animal. A incidência de infecções latentes aumenta quando plantéis homogêneos são concentrados em confinamento. A maioria dos animais infectados elimina o agente patogênico por meio da urina, fezes e outros meios, de modo que os microrganismos são depositados sobre o piso das instalações, estando presente nos resíduos líquidos dos animais.

O acúmulo dos dejetos pode criar um ambiente propício para proliferação de vetores transmissores de doenças. LARANJA (1998) afirma que as moscas estão entre os principais agentes transmissores de mastite entre as novilhas, o que pode comprometer a produção destes animais no futuro. Segundo o autor uma das melhores formas de prevenção é a manutenção do conforto dos animais e higiene nos locais de estabulação. Ficando claro a necessidade do manejo adequado dos dejetos, principalmente no verão quando ocorre uma maior proliferação destes vetores.

Segundo Luiz Augusto do Amaral, professor da UNESP/Jaboticabal citado por DASSIE (1999a), os aspectos microbiológicos são os que mais influenciam a saúde do rebanho, pois é comum a depreciação da qualidade da água pelo manejo inadequado de dejetos humano e animais.

Grandes populações de bactérias nocivas, representam um sério risco a saúde humana e das criações. Os altos níveis de bactérias do grupo coliformes na água de consumo podem sujeitar a propriedade a maiores taxas de incidência de doenças nos animais, com conseqüente aumento da mortalidade e diminuição da produtividade (ENNIX, 1996).

### **3.7- Legislação Ambiental**

As leis à que estão sujeitas as fazendas no Brasil quando ocorre lançamento de água residuária em um corpo receptor, são as mesmas que qualquer outra fonte poluidora. Dentre as diversas leis de proteção ambiental existentes, separou-se as que poderiam ser aplicadas também nas fazendas que descarregam seus efluentes em um curso d'água. Outras referências adicionais podem ser encontradas no Anexo III.

#### 3.7.1- Âmbito Federal

A Resolução CONAMA nº 020 de 18 de junho de 1986, estabelece requisitos de qualidade que os cursos d'água devem possuir em função de seus usos previstos. De acordo com esta lei fontes que descarregam seus efluentes em cursos de água não podem conferir ao corpo receptor características em desacordo com os padrões estabelecidos.

A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81) estabelece uma definição sobre poluição e estabelece as punições aqueles que não cumprirem as medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental.

A recente Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98) “dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências”, onde as infrações e multas estão melhor definidas

#### 3.7.2- Âmbito Estadual.

O Decreto nº5.993 de 16 de abril de 1975 redefine as atribuições da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental e de Defesa do Meio Ambiente) para o exercício do controle da qualidade do meio ambiente (água, ar e solo) em todo território do Estado de São Paulo. Portanto a fiscalização das fazendas no estado estaria sobre responsabilidade deste órgão.

A lei Lei 997 (Decreto nº 8468, de 8 de setembro de 1976) dispõe sobre a Poluição e o controle do meio ambiente. Alguns artigos relevantes à poluição das águas são apresentados a seguir:

*Art. 2º - Fica proibido o lançamento ou a liberação de poluentes nas águas, no ar ou no solo.*

*Art. 7º - Classifica as águas segundo os seus usos preponderantes, praticamente a mesma classificação da Resolução CONAMA nº 020, diferindo apenas alguns padrões de qualidade.*

*Art. 18º - Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nas coleções de água, desde que obedeçam às seguintes condições: (Semelhante ao Art. 21 da Resolução CONAMA nº 020, difere apenas nos aspectos abaixo descritos)*

*IV- substâncias solúveis em hexana até 100 mg/L;*

*V- DBO de 5 dias, 20°C no máximo de 60 mg/L. Este limite poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora, em termos de DBO do despejo em no mínimo 80%;*

*VI- estabelece concentrações máximas de determinados elementos químicos*

*VII- Outras substâncias, potencialmente prejudiciais, em concentrações máximas a serem fixadas, para cada caso, a critério da CETESB.*

*§ 1º - Além de obedecerem aos limites deste artigo, os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características em desacordo com o enquadramento do mesmo, na classificação das águas.*

No Art. 18 apresentado encontra-se os padrões de emissão de efluentes que as fazendas deveriam obedecer.

A Lei Estadual 7.663/91 institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Em linhas gerais, os princípios básicos que norteiam esta lei são o gerenciamento descentralizado, participativo e integrado dos recursos hídricos, a adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento e o reconhecimento do recurso hídrico como um bem público, de valor econômico, que deve ser cobrado (Comitê das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, 1996). A questão da cobrança pelo uso da água deve afetar de forma significativa as propriedades que operam em sistema *flush*, pois terão de agregar mais este fator no seu custo de produção.



## IV- Metodologia

### 4.1- Seleção das propriedades

Foram selecionadas 28 propriedades a partir de dados do anuário MILKBIZZ 1998/99 de produtores de leite. O critério de seleção foi a produção diária de leite, selecionando-se a maioria das grandes propriedades (produção acima de 5000L/dia) e parte das médias (produção entre 2000-5000L/dia) do Estado de São Paulo. As propriedades foram agrupadas em bacias leiteiras conforme a sua localização ilustrada na Figura 19.

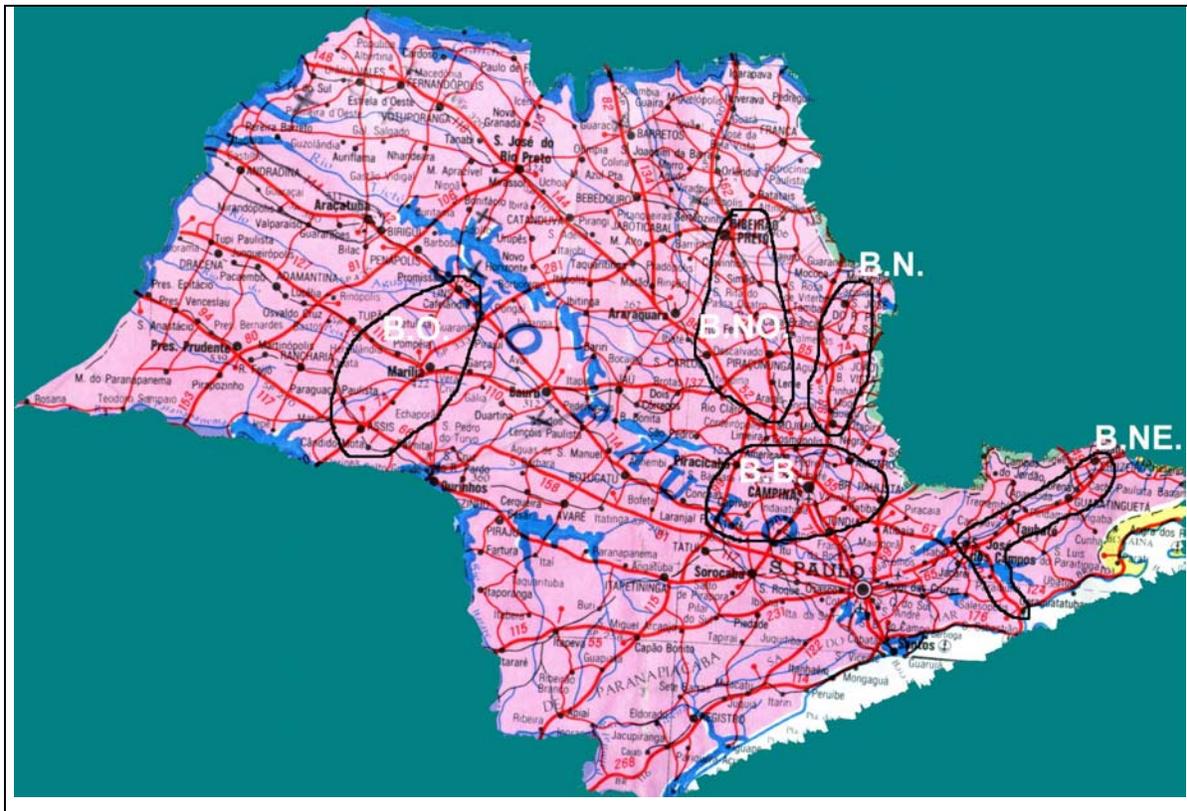


Figura 19- Divisão das Bacias Leiteiras de S.P.

As principais cidades produtoras pertencentes a cada Bacia são:

Bacia Base (BB): Campinas, Piracicaba, Hortolândia, Jaguariúna, Bragança Paulista, Tietê;

Bacia Norte (BN): Tapiratiba, São José do Rio Pardo, Vargem Grande do Sul, São João da Boa Vista, Aguaí, Espírito Santo do Pinhal, Mogi Mirim;

Bacia Nordeste (BNE): Cruzeiro, Silveiras, Lorena, Taubaté, Caçapava, São José dos Campos, Caraguatatuba;

Bacia Noroeste (BNO): Brodowski, Ribeirão Preto, Santa Rita do Passa Quatro, Descalvado, São Carlos, Araras;

Bacia Oeste (BO): Lins, Marília, Herculândia, Tarumã.

#### **4.2- Visita as propriedades**

Etapa de levantamento de dados, as propriedades visitadas por bacia leiteira estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Propriedades visitadas por bacia leiteira

<b>Bacias Leiteiras</b>	<b>Visitadas</b>
Base (BB)	5
Norte (BN)	2
Nordeste (BNE)	1
Noroeste (BNO)	11
Oeste (BO)	9
<b>Total</b>	<b>28</b>

### **4.3- Planilha de campo**

A planilha de campo (Apêndice I) foi o instrumento pelo qual as informações foram obtidas para avaliação.

Constam da planilha as seguintes informações:

- Descrição básica da propriedade: localização, área, características do plantel;
- Características da produção: manejo dos animais, tipo de ordenha, limpeza das instalações.
- Maiores problemas enfrentados com os dejetos  
Estimar os maiores problemas encontrados com o manejo dos dejetos.
- Destino dos dejetos  
Conhecer qual é o destino final dos dejetos.
- Tipo de tratamento utilizado  
Se existe ou não e quais as técnicas de tratamento e manejo dos dejetos utilizadas.
- Possíveis Problemas Ambientais  
Foram realizadas observações visuais no intuito de avaliar os possíveis riscos ao meio ambiente do manejo adotado. Por exemplo, se é constatado uma emissão direta de uma água residuária em um curso d'água sem tratamento, existe possibilidade de poluição do mesmo.
- Origem da água de abastecimento  
Determinar qual a fonte da água de abastecimento.
- Acompanhamento fotográfico e filmagem  
As fazendas foram fotografadas com a finalidade de ilustrar os manejos, equipamentos, instalações visitadas, bem como os possíveis problemas ambientais. Também produziu-se um vídeo ilustrativo das operações observadas.



## V- Resultados

### 5.1- Características do rebanho

Foi visitado um rebanho leiteiro total de 19604 cabeças, correspondendo a mais de 2% do rebanho leiteiro do estado de São Paulo (Tabela 7). Já avaliando a produção leiteira visitada, esta ficou em 250400 litros de leite por dia, correspondendo a cerca de 4% da produção diária total do estado. Estes números mostram a alta produtividade das fazendas visitadas o que é confirmado quando se compara as médias de produção, sendo praticamente o dobro nas fazendas visitadas (12.77L/dia) que a média do estado (6.54L/dia) e muito superior a média nacional (4.15L/dia). Salienta-se que para o cálculo destas médias considera-se o rebanho leiteiro total, somando as vacas secas com as vacas em lactação.

Tabela 7- Comparativo do rebanho visitado com o rebanho do Estado de S.P.

	<b>Visitado</b>	<b>Estado de S.P.</b>
Rebanho em Lactação (cabeças)	10315	--
Rebanho em Leiteiro Total (cabeças)	19604 (2.05%)	953980 *
Rebanho médio lactando por fazenda (cabeças)	368	--
Produção visitada (litros/dia)	250.400 (4.01%)	6.238.474 *
Média de produção por vaca (litros/dia)	12.77	6.54 *

\* Fonte: ANUALPEC (1998).

## 5.2- Características das propriedades

Das 28 fazendas visitadas, 19 (67.8%) apresentaram produção leiteira acima de 5000L/dia, número bastante significativo quando se compara ao número de propriedades catalogadas no Anuário MILKBIZZ 1999/2000 (Tabela 8), 8 apresentaram produção entre 2000-5000L/dia e apenas uma fazenda visitada apresentou produção abaixo de 2000L/dia.

Estes números mostram que apesar da realização de um pequeno número de visitas, não se deixou de visitar as maiores fazendas leiteiras do estado, cumprindo o objetivo proposto.

Tabela 8- Comparativo do tamanho das propriedades visitadas com as existentes

	Produção diária de leite	
	Acima de 5000L	Entre 2000-5000L
Anuário MILKBIZZ 99/2000 <b>Brasil</b>	38 <sup>*1</sup>	145
Anuário MILKBIZZ 99/2000 <b>São Paulo</b>	20 <sup>*1</sup>	59
Propriedades visitadas	19 <sup>*2</sup>	8

\*1- No Anuário MILKBIZZ 99/2000 constam 40 e 22 propriedades respectivamente, mas estas foram visitadas e constatou-se que sua produção está abaixo de 5000L/dia.

\*2- Destas 19 propriedades visitadas, 6 não constam no anuário.

### 5.3- Tipo de exploração

Todas as fazendas visitadas possuíam sistemas de ordenha mecânica e instalações de ordenha concretadas e limpas. De uma forma geral havia uma grande preocupação com a higienização no momento da ordenha para não ocorrer problemas com a qualidade do leite. Houve um grande predomínio da produção do leite tipo “B”, presente em 86% das fazendas visitadas, sendo para 71% delas o único tipo de leite produzido. Dos produtores de leite tipo “A”, 14% dedicavam-se exclusivamente a este tipo e 11% combinavam a produção do leite tipo “A” com o tipo “B”. Apenas uma fazenda (4%) produtora de leite tipo “B” estava com parte da produção classificada como tipo “C” devido a problemas sanitários (elevada contagem bacteriana no leite)

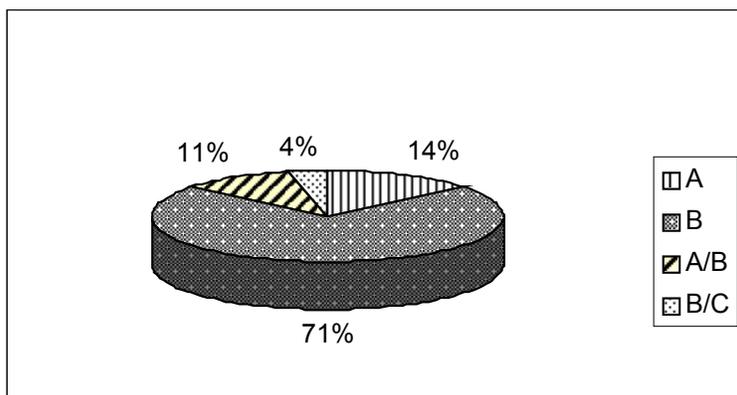


Figura 20- Classificação do leite nas fazendas visitadas.

Todos os tipos de leite precisam de CIF (Certificado de Inspeção Federal) renovado a cada 2 anos para serem comercializados.

A produção do leite tipo “A” requer envase do produto dentro da própria propriedade, com instalações próprias para isto. Por se tratar de uma unidade de processamento do leite a fazenda é obrigada a possuir uma licença de instalação fornecida pelo órgão ambiental competente, CETESB, onde deve constar o sistema de tratamento e disposição dos resíduos gerados. Já um empreendimento de leite tipo “B” ou tipo “C”, sem processamento do produto dentro da propriedade, não necessita de licença de instalação e pode operar sem possuir um sistema de tratamento aprovado por este órgão.

#### 5.4- Manejo dos animais

Nas fazendas visitadas constatou-se que, em geral, somente as vacas produzindo ficam confinadas em galpões *free-stall* ou *tie-stall*. As vacas secas ficam em regime de semi-confinamento ou *loose housing*.

Os sistemas de *loose housing* e semi-confinamento foram considerados juntos para efeitos desta avaliação. No regime de semi-confinamento normalmente o piquete possui uma certa área disponível para pastagem e o animal recebe uma complementação da alimentação nos cochos, e no sistema de *loose housing* toda a alimentação é fornecida no cocho e os piquetes são menores servindo apenas de área descanso para os animais. Poucos afirmaram que realizavam o sistema de *loose housing* talvez por desconhecer o termo, embora seu regime de criação estivesse mais próximo deste do que de um semi-confinamento. Para facilitar o entendimento dentro do objetivo desta dissertação, ambos foram agrupados juntos, significando animais em piquetes de tamanho variável que recebem alimentação nos cochos. Ficando apenas a ressalva que em sistemas de *loose housing* existe uma maior tendência de concentração dos dejetos próximo aos cochos que em sistemas de semi-confinamento.

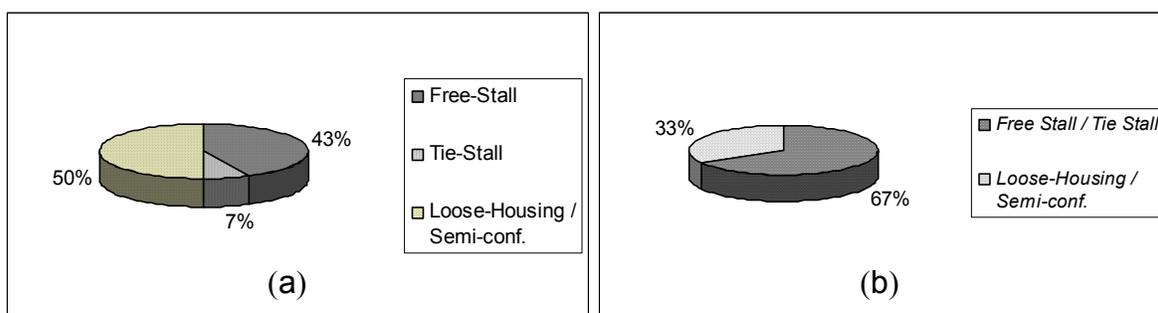


Figura 21- (a) Formas de manejo das vacas em lactação

(b) Participação na produção conforme o manejo

Na Figura 21a nota-se uma divisão igual de produtores que manejam os animais em piquetes (50%) e em galpões (50%). Mas quando se avalia a produção leiteira visitada (Figura 21b), a participação na produção dos animais confinados em galpões *free-stall* ou *tie-stall* responde por 67% da produção enquanto nos piquetes (*loose housing* / semi-confinamento.) correspondem a 33%. Os dados indicam uma maior produtividade da criação nos galpões.

## 5.5- Limpeza das instalações

A limpeza das salas de ordenha é obrigatoriamente realizada com água (*flush* ou mangueiras) em razão das obrigações sanitárias. A limpeza dos galpões (*free-stall* e *tie-stall*) e dos piquetes (*loose housing* e semi-confinamento) está diretamente associada ao regime de criação da propriedade.

Nos galpões a limpeza normalmente é feita a cada ordenha dos animais, quando a instalação fica vazia, o que ocorre duas ou três vezes ao dia conforme cada propriedade, o mesmo ocorrendo nas propriedades que possuem sala de espera para ordenha.

Nos piquetes a limpeza concentra-se nas proximidades dos cochos, onde é fornecida a ração aos animais, e nas salas de espera para ordenha. Nestes locais normalmente o piso é de concreto para facilitar a operação.

### 5.5.1- *Free-stall*

A Figura 22 abaixo ilustra as formas de limpeza dos galpões de *free-stall* visitados. Nos 12 galpões de *free-stall* visitados nota-se um predomínio do sistema *flush* (Figura 23), presente em 9 (75%) casos, sendo em 7 (58%) a única forma de limpeza. Em 3 casos (25%) a limpeza era feita somente por raspagem do piso. As operações de raspagem, nestes casos, sempre foram mecanizadas, através de trator com lâmina acoplada, sendo a parte sólida raspada e acumulada em montes ou encaminhada diretamente para o campo.

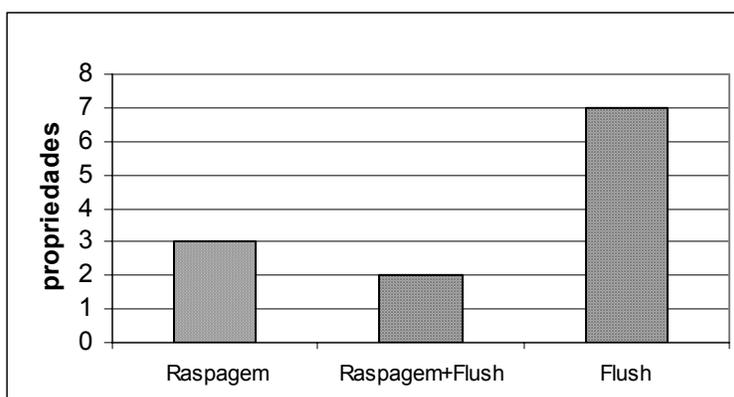


Figura 22- Limpeza nos galpões de *free-stall*.

Nos 2 casos de raspagem seguida de *flush* encontrou-se as seguintes situações:

1. Os galpões eram primeiramente raspados com a parte sólida sendo destinada para uma carreta, e então ocorria o *flush* no piso do galpão com a parte líquida seguindo um destino diferente da parte sólida;
2. Em outro caso o piso era raspado para uma canaleta lateral e o *flush* aplicado nesta canaleta. Portanto a limpeza dos galpões era feita por raspagem e o transporte dos dejetos por meio líquido, sendo encaminhados para posterior separação sólido-líquido.

#### 5.5.2- *Tie-stall*

Apenas 2 propriedades foram visitadas que utilizavam este regime de criação.

Uma delas possuía uma canaleta na extremidade da baia para coleta dos dejetos (Figura 24). Na época da seca, a canaleta é lavada por *flush* três vezes ao dia sendo água encaminhada para uma sistema de lagoas e então utilizada para irrigação. Na época das chuvas, faz primeiro raspagem manual das canaletas antes do *flush*, diminuindo o volume de água, pois não há necessidade da irrigação.

Na outra propriedade a limpeza era feita por raspagem manual seguida lavagem com mangueira. Neste caso os animais eram ordenhados no próprio *tie-stall*.



Figura 23- Foto do sistema *flush*.



Figura 24- Foto do *flush* na canaleta em *tie-stall*.

### 5.5.3- *Loose housing* e semi-confinamento

Na limpeza dos cochos a técnica mais utilizada foi a raspagem do piso, podendo ser manual ou mecânica (Figura 25). A limpeza manual era realizada em 9 (56%) propriedades, estas apresentavam uma produção média de 3566L/dia. Já as 6 propriedades que utilizavam a raspagem mecânica respondiam com uma produção média de 12650L/dia. Isto mostra que os maiores rebanhos optam pela raspagem mecânica, o que se justifica claramente pelos maiores volumes de dejetos gerados. Apenas uma fazenda realizava lavagem dos cochos.

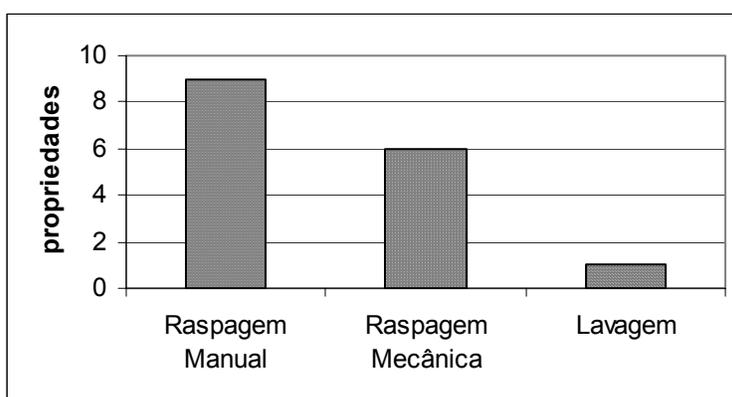


Figura 25- Forma de limpeza em *loose housing* e semi-confinamentos.

A raspagem dos cochos nos piquetes varia de frequência diária a semanal, conforme a disponibilidade de trabalho da propriedade e as condições climáticas. Os produtores afirmam ser mais complicada a operação de raspagem na época das chuvas, alguns inclusive afirmando que nesta época só limpam quando é possível. A Figura 26 ilustra algumas técnicas de raspagem observadas nas visitas.



Figura 26- Fotos de raspagem mecânica (a) e manual (b).

## 5.6- Problemas enfrentados com os dejetos

### 5.6.1- Odores

Em 82.1% das fazendas visitadas não foi constatado nenhum problema com a exalação de odores oriundos do manejo dos dejetos. Em 14.3% das fazendas foi constatado presença de odor, mas este não chegava a causar maiores problemas a fazenda. Em nenhum caso foi constatado grande preocupação com odores desagradáveis.

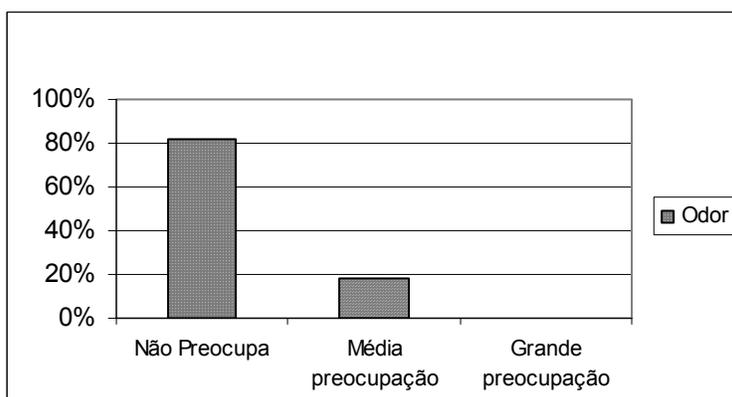


Figura 27- Nível de preocupação com Odores.

Diversos produtores que manejam o dejetos na forma sólida afirmaram que os odores tornam-se mais evidentes após chuvas. A limpeza freqüente das instalações, não permitindo que os dejetos acumulem, e a distância dos locais de armazenamento (montes e lagoas) de áreas sensíveis podem ser considerados os motivos principais pelo fato dos odores não representarem um sério problema aos criadores.

### 5.6.2- Pressão da comunidade

Para 89.3% dos criadores não existe problemas com os vizinhos. Dos 3 criadores (10.7%) que relataram problemas com os vizinhos estes já haviam sido solucionados através da movimentação diária dos dejetos, não permitindo seu acúmulo. As causas dos problemas relatadas foram os odores exalados e risco de escoamento para o curso d'água do vizinho.

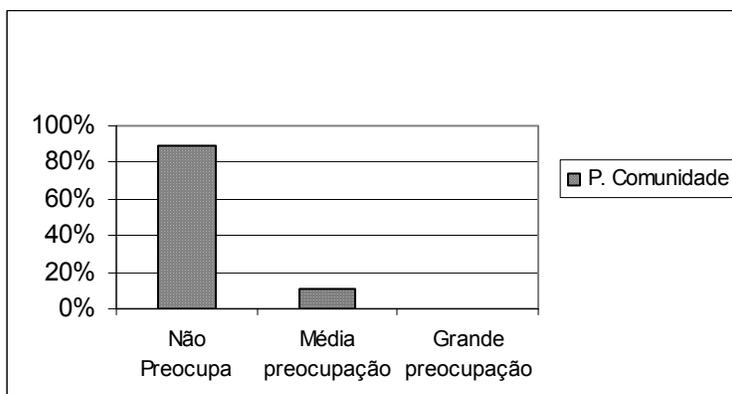


Figura 28- Nível de preocupação com a pressão da comunidade.

### 5.6.3- Pressão das autoridades ambientais

Para 78.6% dos produtores nunca ocorreu nenhum problema com as autoridades ambientais. A CETESB nunca visitou a grande maioria destes produtores. Para 21.4% dos produtores que afirmaram ter “média preocupação” são os que não sofrem grande pressão das autoridades mas recebem visita eventual da CETESB, como parte das exigências para o leite tipo “A” cujo empreendimento necessita de licença para operação.

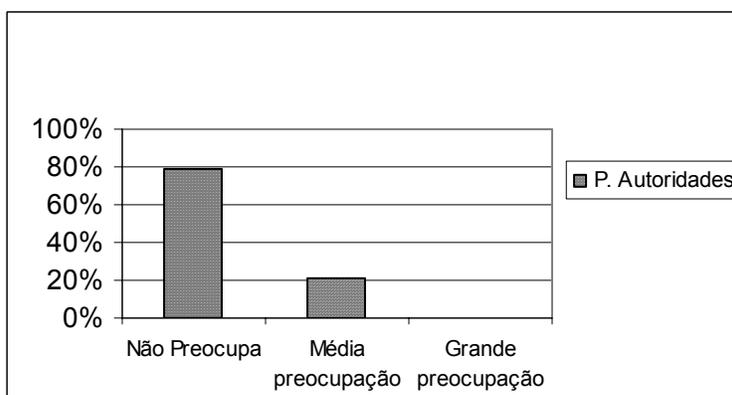


Figura 29- Nível de preocupação com a pressão das autoridades.

#### 5.6.4- Contaminação da água

Dos produtores visitados 60.7%, afirmaram não ter problemas com a contaminação de água dentro da propriedade, mas também não fazem análises laboratoriais da água utilizada para consumo dos animais como para limpeza dos equipamentos e instalações. Para 32.1% dos criadores existe média preocupação com os risco de contaminação da água e a maioria destes já realiza análises laboratoriais freqüentes. Boa parte desta preocupação vêm dos produtores de leite tipo “A” que são obrigados a realizarem análises bimestrais da água utilizada e clorar a água de limpeza dos equipamentos de ordenha. Para 2 criadores (7.2%) este problema é grave e já tiveram problemas dentro da propriedade, o que motivou estes produtores a utilizar cloro em toda água consumida na fazenda. O uso da cloração como forma de desinfecção da água estava presente em 17.8% das fazendas visitadas e 28.6% dos produtores realizam análises com freqüência no mínimo semestral.

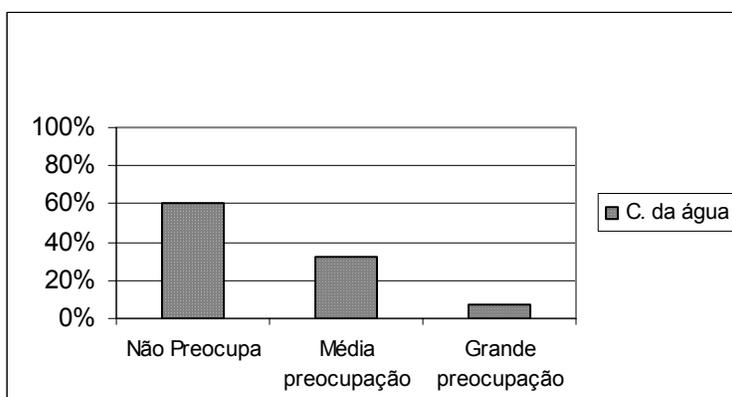


Figura 30- Nível de preocupação com a Contaminação da água.

O grau de preocupação dos produtores com a contaminação da água também está associado a origem da água de abastecimento. A maior parte dos produtores que utilizam poço artesiano acham que estão livre de problemas de contaminação da água utilizada, o que não é verdade. Este fato explica porque a maior parte dos produtores afirmarem não ter preocupação com contaminação da água justamente porque não fazem análise para checar sua qualidade.

#### 5.6.4.1- Água de abastecimento

A maior fonte da água consumida pelas fazendas visitadas vêm do subsolo. Conforme pode se observar no gráfico abaixo, 64.3% dos produtores possuem poço artesiano, 35.7% captam água de nascentes, 21.4% de reservatórios (represas), apenas um capta água de rio (3.5%) e nenhum recebe água da rede pública.

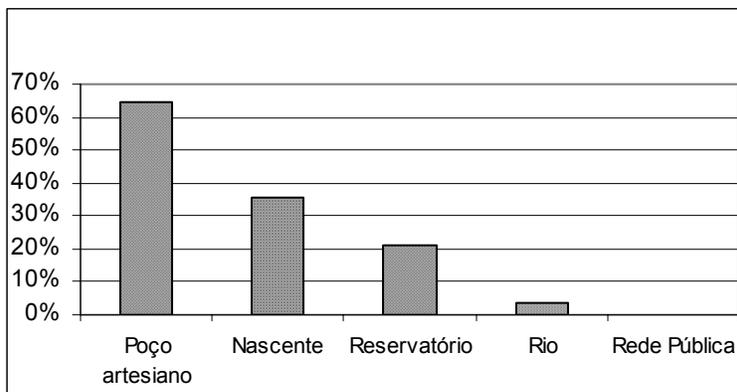


Figura 31- Fontes de água de abastecimento.

Muitos produtores possuem mais de uma fonte abastecimento, usando sempre a água do poço artesiano, considerada de melhor qualidade, para consumo dos animais e lavagem dos equipamentos de ordenha.

O fato de apenas um produtor captar água do rio é devido, não somente a sua distância ou ausência nas proximidades, mas também a má qualidade dos cursos de água superficiais próximos.

Nenhum produtor recebe água da rede pública, ou seja não é tratada pelo órgão estadual competente nem pagam pelo seu uso. Isto pode ser justificado pela distância das propriedades da zona urbana.

### 5.6.5- Falta alternativa viável à disposição dos dejetos

Para 57.1% não preocupa a falta de uma alternativa viável à disposição dos dejetos, indicando que estes produtores consideram o manejo adotado adequado, 28.6% têm média preocupação e 14.3% grande preocupação com a falta de alternativa viável.

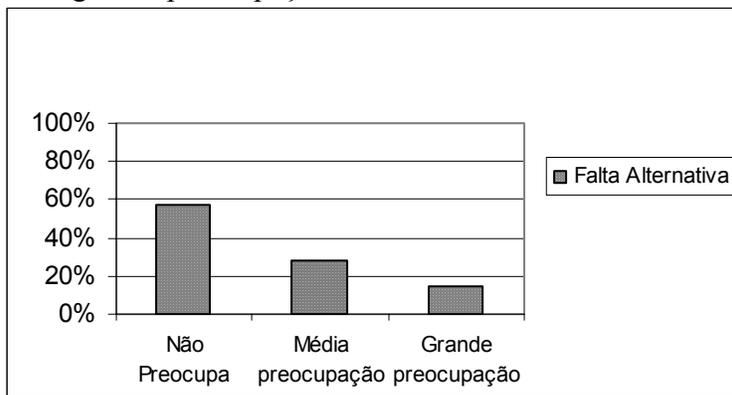


Figura 32- Nível de preocupação com falta de alternativa viável à disposição dos dejetos.

Este item mostra que uma parcela significativa dos produtores (cerca de 43%) não consideram adequada a alternativa de manejo por eles adotada e ainda estão em busca de alternativas que sejam tecnicamente e economicamente viáveis ao manejo e disposição dos dejetos.

### 5.6.6- Presença de Vetores

Para 60.7% dos produtores visitados não preocupa a presença de vetores (moscas, ratos) associadas aos dejetos. Para 32.1% é um médio problema e para 7.2% é uma grande fonte de preocupação.

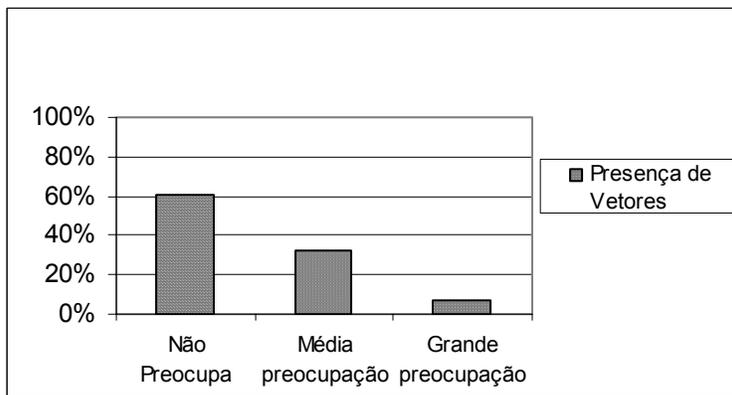


Figura 33- Nível de preocupação com a presença de vetores.

Embora a maior parte dos produtores não consideram o dejetos como fonte de moscas, na prática, onde foi visto montes de esterco normalmente havia grande incidência de insetos, principalmente das larvas que se localizam numa camada logo abaixo da superfície. Nas áreas próximas aos cochos, onde concentram-se os dejetos e a umidade, foram os locais de maiores concentrações dos insetos. Alguns criadores afirmaram que o problema chega a ser crítico no verão, quando a alta temperatura e as demais condições favoráveis propiciam uma rápida reprodução dos insetos.

#### 5.6.7- Acumulação de sólidos nas lagoas de armazenamento

Dos 10 proprietários que possuíam lagoas para tratamento/armazenamento a maioria 6 (60%) enfrentavam problemas com a acumulação de sólidos nas lagoas (ver Figura 37), 3 (30%) apresentavam problemas mas não era tão grave e apenas uma propriedade não sofria com este problema.

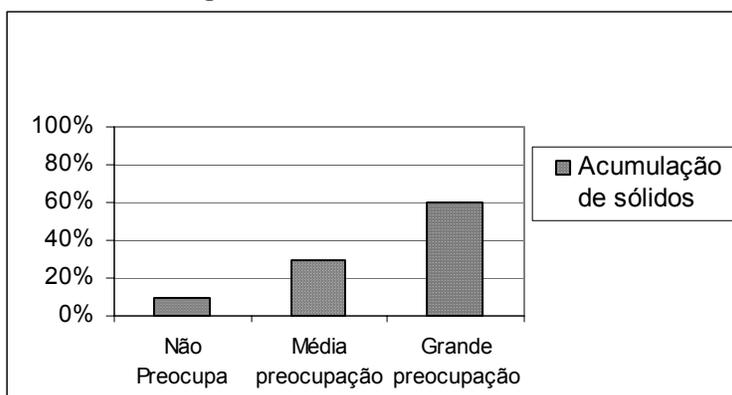


Figura 34- Nível de preocupação com acumulação de sólidos nas lagoas.

Notou-se que os problemas de acumulação de sólidos são relativos a dois materiais bem distintos:

➤ Inorgânico

Cama dos animais, normalmente de areia.

➤ Orgânico

O conteúdo fibroso dos dejetos (volumoso) facilita a agregação do material que acaba por acumular na superfície de lagoas resultando em espessas camadas superficiais.

## 5.7- Tratamentos utilizados

Dividiu-se os tratamentos utilizados de acordo com a origem dos resíduos, o que também define o estado físico do resíduo e o seu destino final. Desta forma obteve-se:

- LG: água residuária proveniente da Lavagem dos Galpões através de *flush* ou mangueiras;
- LSO: água residuária proveniente da Lavagem da Sala de Ordenha, inclui-se aí também a lavagem da sala de espera;
- RRS: Raspagem de Resíduo Sólido proveniente dos galpões, cochos, etc;
- SRS: Separadores de Resíduo Sólido proveniente de separadores (peneiras ou decantadores) em manejos dos dejetos na forma líquida (*flush* ou mangueira).

### 5.7.1- LG

Presente em 10 das propriedades visitadas (35.8% do total) sendo 9 galpões de *free-stall* e apenas um de *tie-stall*. Nove são os produtores que fazem limpeza com *flush* sendo que apenas uma propriedade faz a limpeza com mangueira. A grande maioria destes produtores possuem pelo menos uma lagoa para armazenamento dos dejetos, sendo o destino final a aplicação no campo ou descarte em um curso d'água (Figura 35). Apenas um caso foi encontrado de disposição direta da água residuária no campo, neste caso o líquido é encaminhado para um tanque onde é utilizado um misturador (Figura 36), para manter os sólidos em suspensão, e em seguida passa por uma peneira dinâmica para remoção destes sólidos, facilitando a operação de bombeamento para um caminhão tanque.

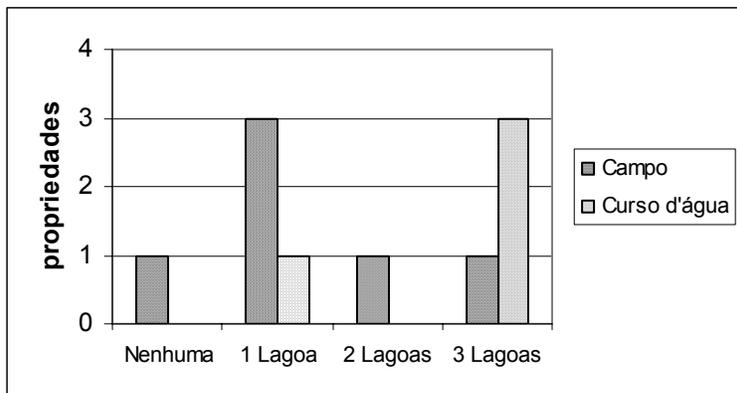


Figura 35- Número de lagoas existentes em cada propriedade e disposição final do líquido.

Nas visitas realizadas ficou claro a importância da operação da separação dos sólidos do efluente destinado às lagoas. Sérios problemas de assoreamento em lagoas de tratamento foram constatados quando os sólidos não são separados ou quando são utilizados separadores ineficientes (Figura 37).

### 5.7.2- LSO

Esta limpeza está presente em todas as instalações visitadas como parte dos requerimentos legais de higiene para produção de leites tipo “A” e “B”.

Quando o manejo é feito na forma líquida, esta água residuária segue o mesmo destino da lavagem dos galpões.

Em 18 fazendas visitadas (64.2% do total), com manejo dos dejetos predominante na forma sólida, a água de lavagem da sala de ordenha (LSO) é descartada em 16 casos, conforme podemos observar na Figura 38a. O destino do descarte é bastante variável (Figura 38b), sendo em alguns casos difícil sua caracterização (Figura 39).

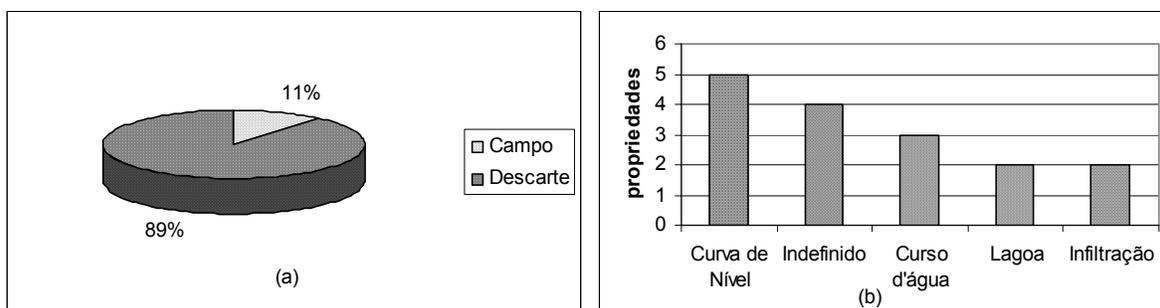


Figura 38- (a) Destino da LSO  
(b) Formas de Descarte

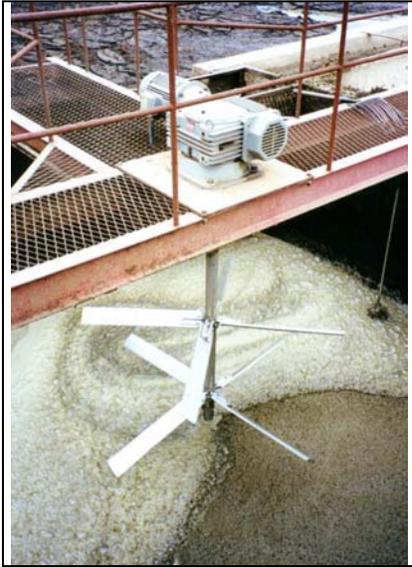


Figura 36- Foto de Misturador



Figura 37- Foto de Lagoa de Estabilização



Figura 39- Foto de descarte LSO

### 5.7.3- RRS

Das propriedades visitadas, 18 (64.2%) utilizam a técnica de raspagem para limpeza de parte das instalações. Destas, 8 aplicavam diretamente no campo e uma parcela igual de produtores deixava o material curtindo em montes antes da sua aplicação. Dois produtores não limpavam com frequência os piquetes, deixando os dejetos acumularem, sendo carregados por chuvas ou efetuando venda eventual.

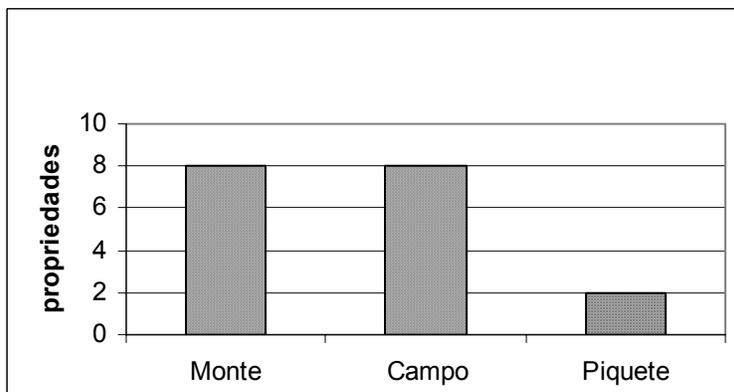


Figura 40- Destino dos sólidos (RRS).

O período que os dejetos permanecem nos montes é bastante variado, ficando mais associado com a disponibilidade do produtor para manejá-lo para o campo do que um tempo de curtimento propriamente dito.

### 5.7.4- SRS

Dos 10 produtores que optaram por manejo na forma líquida, 6 (60%) possuem pelo menos uma técnica de separação de sólidos. As técnicas utilizadas foram bastante diversificadas como pode se observar na Figura 41 abaixo.

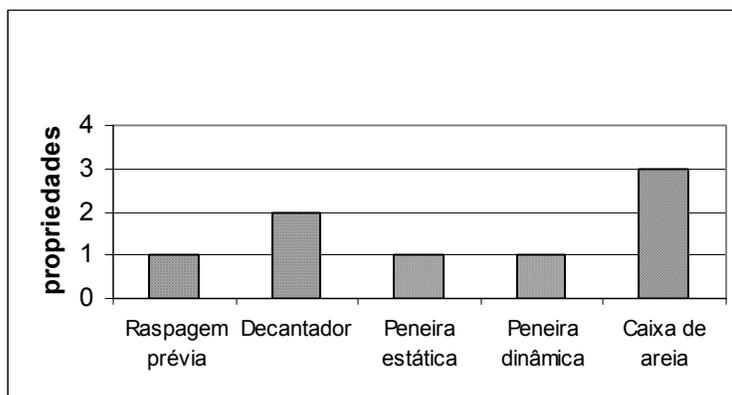


Figura 41- Técnicas de separação de resíduos sólidos utilizadas (SRS).

Conforme já dito, os sólidos presentes na água residuária podem ser divididos no conteúdo inorgânico e orgânico. O principal elemento inorgânico que afeta o sistema de tratamento é a areia utilizada na cama dos animais e a parte orgânica constituída pelos dejetos sólidos (esterco). Diversas formas de separação destes materiais foram observadas, conforme apresenta-se a seguir.

#### 5.7.4.1- Areia

A areia é proveniente da cama dos animais e torna-se um sério problema ao sistema de tratamento dos dejetos quando é carregada junto com o *flush*, por exemplo, assoreando canais de escoamento e reduzindo o volume de unidades de tratamento ou armazenamento.

Diversos tipos de decantadores eram utilizados para separar a areia (Figura 42) e os destinos do material removido também são variados: 3 descartam o material em área de sacrifício ou nas estradas da fazenda, um estava com projeto para reaproveitamento e apenas um produtor afirmou que estava efetivamente reaproveitando a areia separada novamente na cama dos animais, após secagem ao sol.

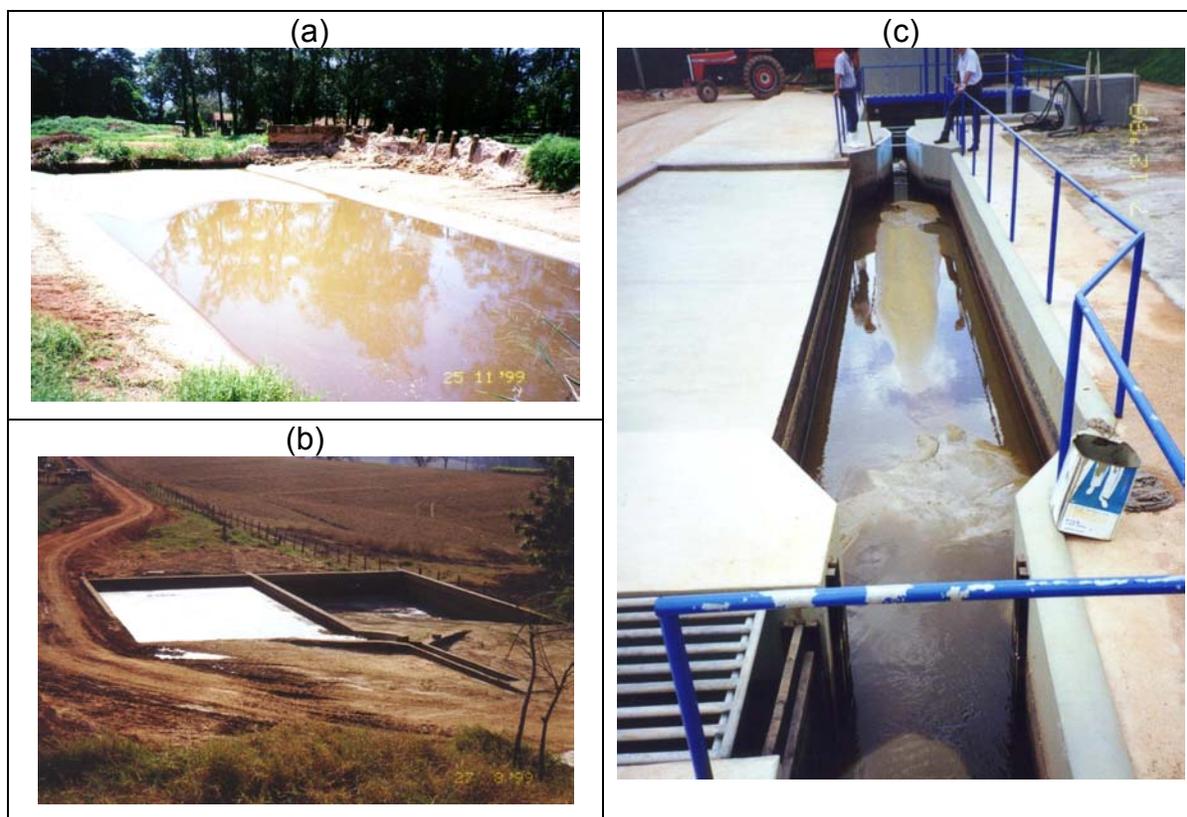


Figura 42- Fotos de equipamentos e técnicas para separação do esterco da água residuária

#### 5.7.4.2- Esterco

Para separar a parte do esterco, um produtor efetuava a raspagem do piso antes do *flush*, um possuía um decantador de comportas (Figura 43b) e outros dois possuíam separadores mecânicos (Figura 43a e 43c). Do esterco separado, 3 produtores aplicavam direto no campo, um deixava curtir em monte de 2 a 3 semanas e outro deixava por cerca de 4 meses afirmando fazer compostagem, mas não realizava o revolvimento das leiras.



Figura 43- Fotos de equipamentos e técnicas para separação do esterco da água residuária

#### 5.7.5- Venda

Três produtores afirmam realizar venda eventual do esterco. Os valores encontrados foram de R\$40.00 e R\$150.00 por cerca de 15m<sup>3</sup>. Em um caso particular, face a grande demanda gerada por minhocultores devido a instalação de uma fábrica de farinha de minhoca, o produtor vendia o esterco por R\$12.00 por m<sup>3</sup> com frete para região incluso, este produtor afirmou que estava ganhando mais dinheiro com o esterco do que com o leite.

## **5.8- Possíveis Impactos Ambientais**

### 5.8.1- Transbordamento

Em um caso havia um total descaso com a lagoa de armazenamento, sendo o transbordamento a única saída do líquido da lagoa para um córrego próximo.

### 5.8.2- Contaminação de água superficial

Todas as águas residuárias que são descartadas em corpo receptor devem obedecer aos padrões de emissão constantes no Art. 18 da Lei 997 (Decreto nº 8468, 08/09/1976) além não alterar a classe do corpo receptor. Dos produtores que descarregam a água residuária em cursos d'água, nenhum soube informar a qualidade seu efluente.

Ficou claro em alguns casos as possibilidades de contaminação de águas superficiais, como podemos observar na Figura 44. Como já foi apresentado, 3 foram os casos em que a água de lavagem da salas de ordenha e equipamentos é descartada diretamente em um curso d'água sem nenhum tipo de tratamento.

### 5.8.3- Contaminação de água subterrânea

Em duas propriedades foi constatado locais onde a água fica infiltrando constantemente. Nestes locais os produtores afirmaram que não havia saída e nem retiradas de líquido, indicando que toda água residuária infiltra pelo solo e têm potencial de contaminar a água subterrânea.

### 5.8.4- escoamento superficial

Não existe por parte dos produtores nenhuma preocupação com escoamento superficial dos dejetos. O maior risco observado foi nos descartes em curvas de nível, com uma saturação muito grande de dejetos, e nos cochos com piso de concreto próximos a reservatórios de água (Figura 45, notar represa ao fundo), indicando que uma chuva mais forte deve carregar os dejetos relevo abaixo. Nos piquetes abertos não havia também nenhuma estrutura como a recomendada na revisão bibliográfica, obrigatória por lei nos EUA, de contenção do escoamento superficial.

### 5.8.5- Odores desagradáveis

Não se constatou nenhum sério problema a ponto de se afirmar que os odores estavam afetando o ambiente ao redor.



Figura 44- Foto de possível contaminação de águas superficiais

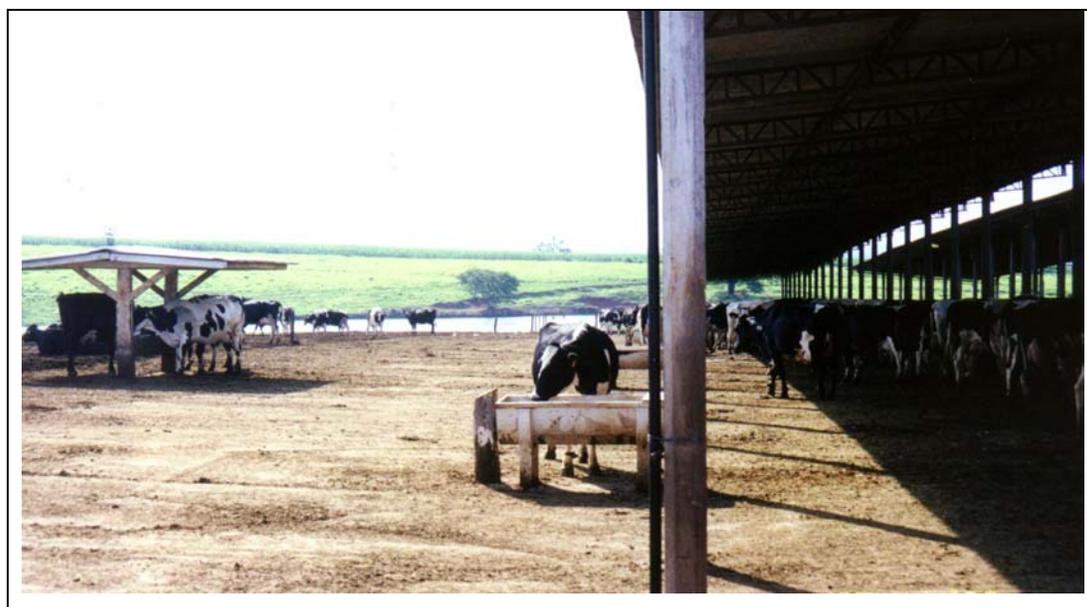


Figura 45- Foto de piquete com alto risco de escoamento superficial

## VI- Discussão

### 6.1- Aspectos de manejo

#### 6.1.1- Limpeza das Instalações

Encontrou-se diversas opções de manejo que podem ser adotadas conforme as características de cada instalação. Algumas vantagens e desvantagens constatadas de cada operação são apresentadas na tabela abaixo.

Tabela 9- Operações de limpeza de galpões, vantagens e desvantagens

<b>Operação</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Raspagem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redução de volume de resíduos (forma sólida);</li> <li>- Mantém uma fina camada de esterco que torna o piso de concreto menos agressivo ao casco dos animais;</li> <li>- Menor custo para a instalação;</li> <li>- Possibilidade de venda;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necessidade de máquina e equipamento para limpeza e transporte de grandes volumes;</li> <li>- Dificuldade de manejo em épocas chuvosas;</li> <li>- O acúmulo pode ser fonte de odores e de moscas;</li> <li>- Maior tempo de limpeza;</li> </ul>
<b>Raspagem+flush</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forma de separação dos sólidos;</li> <li>- Diminui a carga em sistemas de tratamento posteriores;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Duas operações de limpeza;</li> <li>- Maior requerimento de trabalho;</li> </ul>
<b>Flush</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixo requerimento de trabalho, operação rápida;</li> <li>- Alto grau de limpeza;</li> <li>- Possibilidade de recirculação da água;</li> <li>- A água já é o veículo de transporte dos dejetos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevado consumo de água;</li> <li>- Necessita de instalações próprias;</li> <li>- Maior custo e complexidade operacional dos sistemas de tratamento e aproveitamento;</li> <li>- Possibilidade de problemas no casco nos animais</li> </ul>

### 6.1.2- Aplicação no campo

Parece não existir um consenso sobre as vantagens e desvantagens de se utilizar os dejetos com ou sem tratamento no campo. Embora tecnicamente o material que sofreu fermentação biológica é mais adequado para o ambiente solo/planta, alguns afirmam que os custos envolvidos não compensam os benefícios obtidos. Por outro lado, poucos produtores souberam informar com alguma precisão quanto material estava sendo aplicado no campo ou mensurar os benefícios da prática de aplicação dos dejetos no campo, ou seja, reclamam dos custos mas não avaliam os benefícios.

Na Tabela 10 apresenta-se algumas vantagens e desvantagens observadas nas fazendas visitadas.

Tabela 10- Aplicação dos dejetos com e sem tratamento, vantagens e desvantagens

<b>Com Tratamento</b>	<b>Sem Tratamento</b>
<u>Vantagens:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- Humificação do material sólido;</li><li>- Melhor qualidade do material final;</li><li>- Possibilidade de aplicação sazonal dos dejetos;</li><li>- Redução de volume dos resíduos</li><li>- Menor conteúdo de sólidos em suspensão no material líquido;</li></ul>	<u>Vantagens:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- Menores perdas de nitrogênio;</li><li>- Não possui estrutura de armazenamento própria;</li><li>- Menos operações;</li><li>- Menor capital investido;</li></ul>
<u>Desvantagens:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- Necessidade de estrutura própria;</li><li>- Requer investimentos;</li><li>- Problemas operacionais oriundos do sistema de tratamento;</li><li>- Possibilidade de perda de nitrogênio;</li></ul>	<u>Desvantagens:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- Entupimentos no sistema de irrigação;</li><li>- Possibilidade de fitotoxicidade;</li><li>- Possibilidade de impactos ambientais;</li><li>- Aplicação constante no campo;</li></ul>

## **6.2- Aspectos Construtivos**

Apresenta-se algumas sugestões construtivas para cada tipo de manejo de forma a se otimizar o aproveitamento dos dejetos.

### 6.2.1- Galpões

#### Limpeza por raspagem

Em projetos de novos galpões deve-se considerar a largura dos corredores, tanto de alimentação como dentro do *free stall*, proporcionais com a largura da lâmina dos tratores a serem utilizados. O objetivo é otimizar as operações de limpeza e de alimentação dos animais, reduzindo o número de operações com trator.

A raspagem deve ser feita durante cada ordenha, com os galpões vazios evidentemente, e o material pode ser acumulado em local próximos e adequado para recolhimento com frequência variando de diária a semanal, conforme o volume gerado.

#### Limpeza por *flush*

Os canais ou tubulações de escoamento da água residuária devem possuir a declividade adequada para não permitir a sedimentação de sólidos, principalmente a areia das camas. A sedimentação dos sólidos pode causar assoreamento dos canais e entupimentos nas tubulações, sendo mais grave neste último caso dado as dificuldades para sua limpeza. Por exemplo, em um caso as camas eram complementadas com cerca de 32m<sup>3</sup> a cada 15 dias para 225 vacas, ou seja, cerca de 64m<sup>3</sup> de areia carregados junto com o *flush*.

Quando o sistema de tratamento for distante do galpão, a sugestão é a construção caixas de areia intermediárias para remoção da areia de dentro da tubulação. A raspagem prévia antes do *flush* também pode ser uma forma de diminuir problemas de assoreamento, devendo ser estudada em cada caso.

#### Cochos

Quanto aos cochos, sua presença ou ausência deve ser estudada. Alguns proprietários afirmam que quando o corredor central não possui cochos, a operação de distribuição da alimentação e o amontoamento das sobras é bastante facilitado, contribuindo para reduzir o desperdício na ração.

### Telhados

É importante que a água pluvial tenha um destino diferente que a água do flush (Figura 46) pois pode aumentar consideravelmente o volume de água que vai para o sistema de tratamento.



Figura 46- Foto ilustrando calhas diferentes para escoamento do *flush* e da água pluvial

### Lagoas de estabilização

Importante considerar a separação de sólidos antes do envio do efluente para as lagoas para diminuir problemas de assoreamento das mesmas.

Lagoas de estabilização devem ser adequadamente dimensionadas em função da carga orgânica e da vazão de efluente, o que difere de uma lagoa de armazenamento onde o critério de dimensionamento é o tempo de estocagem relacionado com a disponibilidade para aplicação no campo. Um problema geral constatado foi justamente a ausência deste dimensionamento, ocorrendo em nítidos problemas de sobrecarga nas lagoas, resultando em assoreamentos e, certamente, baixa eficiência.

## 6.2.2- Piquetes

### Limpeza

A limpeza dos piquetes é basicamente realizada por raspagem da superfície, seja ela manual ou mecânica. Portanto as características do piquete devem facilitar esta operação e possuir local próprio para o seu acúmulo antes da aplicação no campo.

### Cochos

A região próxima aos cochos é um local de movimentação intensa dos animais. Sugere-se que esta área seja sempre concretada e coberta. Isto evita a formação de grandes lamaçais na época das chuvas e possibilita a limpeza freqüente do local.

### Proteção contra o escoamento superficial

Não existe ainda no Brasil legislação específica para os casos de poluição não pontual ou difusa. Também não está previsto em lei proteções específicas contra escoamentos superficiais decorrentes de chuvas. De fato não se observou em nenhuma das propriedades visitadas uma preocupação com o escoamento dos dejetos, mas é uma prática de deve ser considerada. Principalmente quando existe cursos d'água próximos deve-se tomar ainda especial atenção, mesmo quando já se possui curvas de nível ao redor do piquete, estas devem ser ampliadas de forma a garantir que em épocas de chuvas fortes os dejetos não irão atingir águas próximas.

### **6.3- Aspectos econômicos**

Com a praticamente inexistência de pressão da sociedade ou das autoridades para um manejo ambientalmente correto dos resíduos da atividade leiteira, os critérios que definem este manejo ficam se tornam predominantemente econômicos e ficam a cargo do produtor decidir o que fazer. Esta decisão depende se o produtor considera os dejetos dentro de sua atividade como um resíduo, que deve ser descartado, ou como um subproduto, que deve ser aproveitado.

Se o produtor encara os dejetos como um resíduo da produção, qualquer gasto com um sistema de tratamento e disposição será considerado um investimento a fundo perdido, ou seja, sem qualquer perspectiva de retorno. Algo complicado de se encaixar na apertada estrutura de custos do leite, portanto o mínimo possível será feito.

Já o produtor que encara os dejetos como um subproduto da atividade deve criar formas para se obter um retorno mensurável dos investimentos realizados. Por exemplo, se introduzir o conceito de reciclagem de nutrientes deve avaliar as melhoras nas propriedades do solo e na produtividade de culturas, se reutilizar a água residuária deve avaliar os ganhos obtidos com a irrigação ou com a economia no *flush*.

Notar que nada foi comentado a respeito do custo ambiental, que representa os gastos realizados para evitar problemas ambientais. O custo ambiental é um fator que deve ser considerado cada vez mais em todo setor produtivo, seja ele industrial ou rural, pois se nada for feito a natureza é quem acaba ficando com a conta.

Já existem fazendas leiteiras que possuem o certificado de gestão ISO 9000, acenando-se para que no futuro próximo tenha-se também propriedades com certificados ISO 14000, conhecido como selo verde, obtendo melhores preços no mercado com seus produtos ecologicamente corretos.

#### **6.4- Comparação com outros países**

No Brasil as fazendas leiteiras são permitidas de descarregarem seus efluentes líquidos em cursos d'água, mas como qualquer outra fonte poluidora (frigoríficos, indústrias químicas, alimentícias, etc) estão sujeitas as mesmas legislações ambientais relativas aos padrões de emissão e de qualidade da água do corpo receptor. Nos EUA esta prática não é permitida, devendo os efluentes permanecerem dentro dos limites da propriedade.

Aparentemente os problemas encontrados em outros países de aplicação excessiva dos dejetos no campo não representa um sério problema no Brasil. Isto se justifica principalmente dado ao menor rebanho por fazenda e devido ao fato de poucas fazendas se dedicarem exclusivamente a atividade leiteira, indicando disponibilidade de área para aplicação, somado ao fato dos solos brasileiros serem usualmente carentes de nutrientes. A impressão clara que se tem é que os dejetos são mal aproveitados, ao contrário de outros países que por pouca disponibilidade de área são obrigados a controlarem os índices de nutrientes que são aplicados no solo para não ocorrerem problemas de contaminação.

## **6.5- Observações Adicionais**

### Diferenças na alimentação

Produtores que possuem tanto gado de leite como gado de corte confiando deve se alertar para as diferenças na alimentação dos animais. O gado de corte confinado que recebe pasto no cocho irá excretar sementes do capim que comeu, podendo praguejar culturas, por isto estes dejetos devem novamente ser aplicados no campo somente em pastagens. Já o dejetos do gado de leite que recebe silagem pode ser aplicado no campo em culturas.

### Ordenha

Os tetos das vacas ainda ficam abertos por cerca de 1 hora após a ordenha, possibilitando a incidência de doenças, especialmente de mastite, se as vacas deitarem no piso sujo. Algumas formas de se controlar este problema são de limpar os galpões a cada ordenha e manter as vacas em pé neste período, distraídas com alimentação no cocho.

### Excesso de irrigação

Observou-se nas curvas de nível que recebem excesso de água residuária os seguintes fatos:

- Solo constantemente encharcado;
- Grande risco de escoamento superficial com chuvas;
- Crescimento grande do mato com caule “podre” (mole) que acaba por tombar;

A sugestão é variar a aplicação em diferentes curvas de nível de forma a evitar a saturação do solo e melhorar o aproveitamento da água.

### Reuso da água

Teve-se conhecimento de apenas uma fazenda, que não foi visitada, que reciclava a água para uso novamente no sistema *flush*. Esta propriedade, no entanto, já havia parado com esta operação, pois a água reciclada exalava odores muito fortes, indicando que possivelmente a água residuária não estava sofrendo o tratamento adequado.

Talvez a recirculação para o *flush* não deva ser uma prática constante, ou deve existir alguma taxa de recirculação ótima conforme o nível de tratamento, onde a água

recirculada junto com a água limpa propicie uma economia deste recurso sem se tornar agressiva ao meio. Na revisão de literatura encontrou-se alguns casos de reciclagem da água após passar por um sistema de tratamento de 3 lagoas de estabilização, que naturalmente, devem estar adequadamente dimensionadas conforme a vazão e a carga orgânica presente em cada caso.

Com a entrada em vigor da lei de cobrança pelo uso da água todos os produtores vão ter de pagar por toda água captada, seja qual a fonte. Isto deve induzir a um uso mais racional da água, principalmente em sistemas de limpeza tipo *flush*, e pode contribuir para aumentar os custos de produção leiteira. A reciclagem da água pode então contribuir substancialmente para redução destes custos porvir.

#### Sombreamento dos piquetes

Algumas fazendas visitadas ressaltaram a importância do sombreamento nos piquetes. Com o predomínio do gado holandês, sensível ao calor excessivo, o sombreamento é importante para manutenção do conforto térmico dos animais. Uma fazenda visitada mantém os animais com mais altos índices de produtividade em piquetes que mais parecem parque, devido a grande quantidade de árvores presentes.

#### Recomendações para otimizar as operações de manejo dos dejetos:

1. Estabelecer os objetivos do sistema

Determinar qual o destino que será dado aos dejetos para determinar qual a melhor forma de manejo, vice versa para sistemas já existentes;

2. Considerar todos os aspectos das instalações

Distâncias, declividades, dimensões e disposição dos galpões, etc;

3. Escolher método de coleta e transporte

O mais adequado possível de acordo com o estado físico dos dejetos;

4. Projetar um sistema eficiente

Quanto maior a frequência das operações mais fácil deve ser sua execução, para otimizar o uso de máquinas, equipamentos e mão de obra;

5. Escolher a forma de armazenamento ou tratamento

Determinar os volumes gerados, o tempo de armazenamento, as operações necessárias, a carga orgânica presente em lagoas, etc.



## VII- Conclusões

Visitou-se a maior parte das grandes fazendas leiteiras do Estado de São Paulo mas a produção correspondente ficou em torno de 4% do total, confirmando que a produção do leite está pulverizada entre os pequenos e médios produtores.

As tendências do mercado baseado na livre concorrência estão criando a necessidade de aumento da escala da produção leiteira para esta se manter como atividade lucrativa. Este fato deve implicar em um crescimento do rebanho leiteiro e fatalmente em diminuição do número de propriedades, restando às pequenas produtoras o mercado local e informal. Como já se sabe, quanto maior o empreendimento leiteiro, mais problemático se torna o manejo dos dejetos, por isto deve ser realizado um planejamento criterioso dos empreendimentos porvir para se evitar os problemas ambientais que já vem ocorrendo nos outros países.

Parcela igual das fazendas visitadas adota o manejo em piquetes e em galpões. Os galpões assemelham-se ao sistema americano de produção, caracterizam-se por predomínio de *free stall*, alta produtividade, maior custo de produção, uso do *flush* e maior volume dos resíduos. No piquetes tem-se uma menor produtividade, menor custo de produção, uso de raspagem e menor volume dos dejetos. Com relação ao sistema de manejo e disposição dos dejetos, qualquer que seja adotado, deve ser adequado para cada propriedade e de facilidade operacional. Cada um possui suas vantagens e desvantagens que devem ser considerados

Não se constatou monitoramento ou fiscalização das fazendas leiteiras que descarregam seus efluentes em cursos d'água.

Falta critérios técnicos para aplicação dos dejetos no campo para melhor aproveitamento de suas propriedades físico-químicas. Por falta de análises não se sabe se as quantidades aplicadas atendem as necessidades das culturas ou se estão sendo aplicados em excesso, sendo mais provável a primeira opção. A introdução do conceito de reciclagem dos nutrientes parece ser uma boa alternativa para otimizar os benefícios da aplicação dos dejetos no campo.



## VIII- Bibliografia

1. AKHTAR, M & ALAM, M.M. Utilization of waste materials in nematode control: a review. Bioresource Technology, v45, n.1, p.1-7 (1993).
2. ANUALPEC 98: Anuário da pecuária brasileira. FNP Consultoria & Comércio. Editora Argos Comunicação, São Paulo.
3. ANUÁRIO BRASILEIRO DO AGRIBUSINESS. Revista Globo Rural nº157, novembro de 1998.
4. ANUÁRIO MILKBIZZ: Laticínios. Edição 1998/1999. Editora Milkbizz, São Paulo.
5. ANUÁRIO MILKBIZZ: Produtores de Leite. Edição 1998/1999. Editora Milkbizz, São Paulo.
6. ANUÁRIO MILKBIZZ: Produtores de Leite. Edição 1999/2000. Editora Milkbizz, São Paulo.
7. AQUINO, A. M. *et al* Reprodução de minhocas (*Oligochaeta*) em esterco bovino e bagaço de cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.29, n.2, p.161-8 (1994).
8. BARRINGTON, S.F. *et al* In-storage composting of solid dairy manures. Canadian Agricultural Engineering, Vol. 36, nº4, October/November/December 1994.
9. BATTISTON, W.C. Gado leiteiro. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas, 1977.
10. BEAUCHAMP, E.G. & BERTRAND, R. Guidelines for manure application rates to land. CSAE paper p.88-105. Saskatoon, SK: CSAE 1988.
11. BICKERT, W.G. *et al* Dairy housing and equipment handbook. 5<sup>th</sup> edition, MidWest Plan Service-7, 1995.
12. BODMAN, G. Pratice safety in manure storage. Feedlot Management, 27(4):28.
13. BRANCO, S.M. Poluição: a morte de nossos rios. 2º Ed. São Paulo: ASCETESB, 1983.
14. CAPOZOLI, U. Poluição ameaça água subterrânea em SP. Jornal “O Estado de São Paulo”, 5 de abril de 1998.
15. CARVALHO, P. Leite: Em ponto de fervura. Revista Globo Rural nº 156, outubro de 1998, p.86-91.
16. Comitê das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Implantações, Resultados e Perspectivas. Campinas: Arte Brasil, 1996.

17. CONE, M. Farms try to clean up their act. Jornal “Los Angeles Times”, 28 de abril de 1998.
18. CRONK, J.K. Constructed wetlands to treat wastewater from dairy and swine operations: a review. Agriculture, Ecosystems and Environment, v.58, n.2-3, p.97-114 (1996).
19. Dairy farm thrives with manure composting. Biocycle 39(6):40-46 (1998).
20. DASSIE, C. Qualidade do leite. Revista “Balde Branco”, p. 19-23, fevereiro de 1999. (a)
21. DASSIE, C. Tirando proveito do esterco em confinamentos. Revista “Balde Branco”, p. 34-41, julho de 1999. (b)
22. ENNIX Inc. PRODUCT GUIDE. Manual da empresa.- EUA, 1996.
23. EPA – Environmental Protection Agency. Website oficial: [www.epa.gov](http://www.epa.gov). 2000.
24. FORESTI, E. Tendências modernas em tratamento biológico de efluentes líquidos. Escola de Eng. De São Carlos – USP, Dpto de Hidráulica e Saneamento.
25. FRANCO, L. Pecuária intensiva cresce 138%. Jornal “Gazeta Mercantil”, 23 de abril de 1998.
26. GILBERTSON, C.B. (*coordinator*) Animal waste utilization on cropland and pastureland. U.S. Department of Agriculture and Environmental Protection Agency. USDA utilization report n°6, October 1979.
27. GOMES, S.T. Avanços, potencial e os entraves que afetam a produção. Revista “Balde Branco” n° 419, setembro de 1999, p. 56-63.
28. GOMES, S.T. Produzir leite só vale a pena para quem tem escala. Jornal “Folha de São Paulo”, AGROFOLHA, 27 de janeiro de 1998.
29. HESS, M.L. Lagoas anaeróbias in Lagoas de estabilização. 2ª Ed. CETESB, São Paulo 1975 p.67-75.
30. HOBSON, P.N. & ROBERTSON, A.M. Waste treatment in agriculture. Applied Science Publishers Ltd, London 1997.
31. INBAR, Y.; HADAR, Y.; CHEN, Y. Recycling of cattle manure: the composting process and characterization of maturity. Journal of Environmental Quality, v.22, n.4, p.857-63 (1993).
32. JARDIM, V.R. Curso de Bovinocultura. 4ª Ed. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas, 1973.
33. KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Agronômica Ceres: São Paulo, 1985.
34. LANYON, L.E. Dairy manure and plant nutrient management issues affecting water quality and the dairy industry. J. Dairy Science 77: 1999-2007 (1994).

35. LANYON, L.E. Implications of dairy herd size for farm material transport, plant nutrient management and water quality. J. Dairy Science 75: 334 (1992).
36. LARANJA, L.F. Mastite em novilhas: prevalência, riscos e controle. Revista Glória Rural nº 15, outubro de 1998a, p.26-30.
37. LARANJA, L.F. Mudanças de escala na pecuária leiteira. ANUALPEC 98 FNP Consultoria & Comércio. Editora Argos Comunicação, p. 223-243, São Paulo 1998b.
38. LOPES, D. C. *et al* Dejetos bovinos na alimentação de suínos. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.8, n.2, p.301-15 (1979).
39. LOTT, S.C. *et al* Settling characteristics of feedlot cattle feces and manure, Transactions of the ASAE. Vol. 37(1):281-285 (1994).
40. MACHADO, I.D. Brasil tem nova legislação. Jornal “O Estado de São Paulo”, 23 de Março de 1998.
41. MALAVOLTA, E. & ROMERO, J.P. (coordenadores) Manual da Adubação. 2ª Edição, Associação nacional para difusão de Adubos, São Paulo 1975.
42. MALAVOLTA, E. ABC da Adubação. 4ª Edição, Editora Agronomica “Ceres”, São Paulo, 1979.
43. Manure Management Alternatives. Biocycle, June 1998 Vol.39, nº6 p.40-46
44. MATHUR, S.P. *et al* Static pile, passive aeration composting of manure slurries using peat as a bulking agent. Biological Wastes 34, p. 323-333, 1990.
45. MERKEL, A. J. Managing livestock wastes. Westport: Avi Publishing, 1981.
46. MEYER, M. *et al* A survey of dairy manure management practices in California. J. Dairy Science 80: 1841-1845 (1997).
47. MICHELETTI, J.V. & TEIXEIRA DA CRUZ, J. Bovinocultura Leiteira. 4ª Ed. Editora Lítero Técnica, Curitiba, 1985.
48. MILLER, J. Summit addresses ways to deal with animal waste. Jornal “The Orange County Register”, 6 de maio de 1998.
49. MOORE, J.A. *et al* Settling solids in animal wastes slurries. Transactions of the ASAE. Vol 18: 694 (1975).
50. MORSE, M. *et al* Production and characteristics of manure from lactating dairy cows in Florida. Transactions of the ASAE, vol. 37 (1): 275-279 (1994).
51. MURARO, A.O. Bovinocultura. 3ª Ed. FEPLAM, Porto Alegre, 1975.

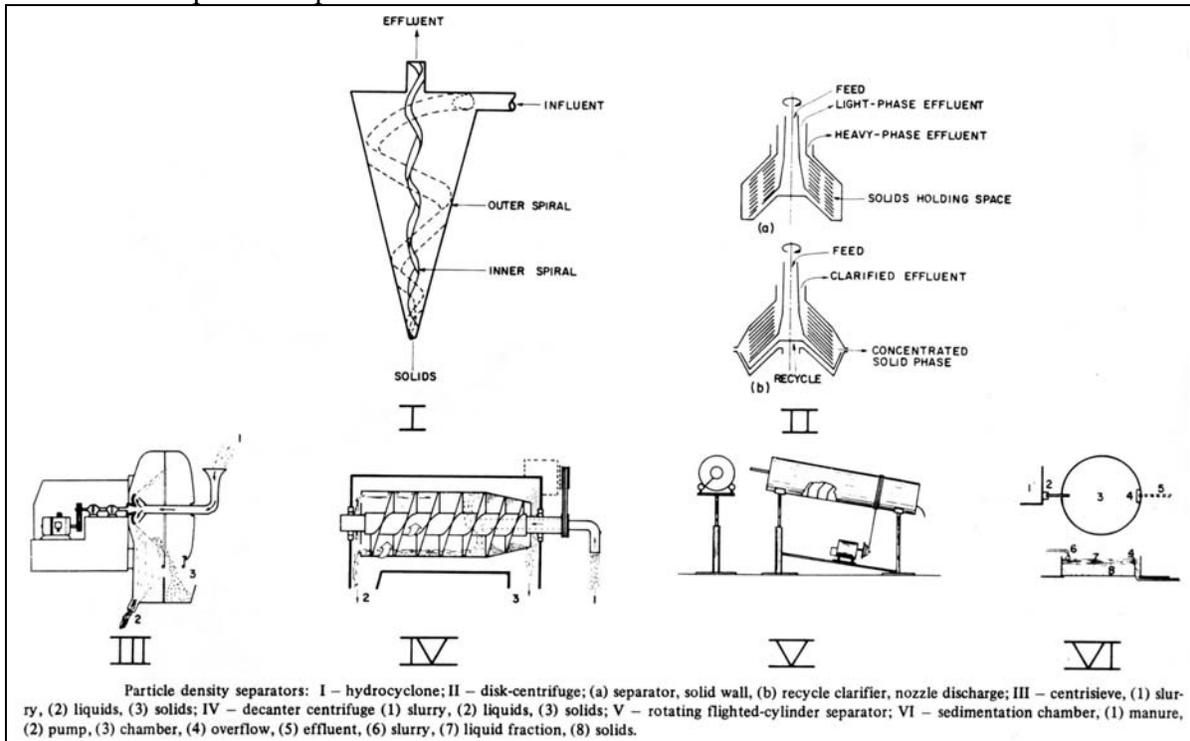
52. OLIVEIRA, P.A.V. Manual de manejo e utilização dos dejetos suínos. EMBRAPA-CNPSA, Concórdia, 1993.
53. OVERCASH, M.R. *et al* Livestock waste management- Volume I. CRC Press Inc., Florida 1983a.
54. OVERCASH, M.R. *et al* Livestock waste management- Volume II. CRC Press Inc., Florida 1983b.
55. PAIN, B.F. *et al* Factors affecting the performances of four slurry separating machines. J. Agric. Eng. Res. 23:231 (1978)
56. PEIXOTO, A. M. *et al* O confinamento de bois. 4<sup>a</sup> Ed. Editora Globo, 1989.
57. PEIXOTO, A.M. Bovinocultura Leiteira: fundamentos da exploração racional. FEALQ, Piracicaba, 1986.
58. POLPRASERT, C. Organic waste recycling. John Wiley & Sons Ltd, 1989.
59. POWERS, W.J. Effects of hydraulic retention time on performance and effluent odor of conventional and fixed-film anaerobic digesters fed dairy manure waste waters. Transactions of the ASAE. Vol. 40(5):1449-1455 (1997).
60. RENTERO, N. Custo baixo, pastagem e cooperativa: as marcas do leite da Nova Zelândia. Revista Balde Branco n°404, junho 1998.
61. RIBEIRO, W.C. Água: pensando no futuro. Jornal do CREA São Paulo, junho/julho de 98.
62. RUBEZ, J. *in* Leite: Tempo de Mudanças. Revista “Globo Rural” n° 157, novembro de 1998, p.117.
63. SAFLEY, L.M.Jr & WESTERMAN, P.W. (1992a) Performance of a low temperature lagoon digester. Bioresource Technology **41**, p.167-175.
64. SAFLEY, L.M.Jr & WESTERMAN, P.W. (1992b) Performance of a dairy anaerobic lagoon. Bioresource Technology **42**, p.43-52.
65. SAVIOZZI, A., LEVI-MINZI, R., RIFFALDI, R. Maturity evaluation of organic wastes. BioCycle 29:54-56 (1988).
66. SIEVERS, D.M. *et al* Treatment of dilute manure wastewaters by chemical coagulation. Transactions of the ASAE, Vol 37, n°2, p.597-601 (1994).
67. SPAIN, J.M. & SALINAS, J.G. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. Simpósio sobre reciclagem de nutrientes e agricultura de baixos insumos nos trópicos, Ilhéus-BA, 1984. Anais, editado por Percy cabala-Rosand, Ilhéus, CEPLAC/SBCS, 1985.

68. SWEETEN, J.M. & WOLFE, M.L. Manure and waste water management systems for open lot dairy operations. Transactions of the ASAE. Vol. 37(4): 1145-1154 (1994).
69. The way cows will be managed on your dairy tomorrow. Dairy Illustrated volume 25 nº4 volume 26 nº1. Winter 1993/Spring 1994.
70. UTRECHT, N.R. Holanda: Leite e genética afinados com a eficiência. Revista Balde Branco nº406, Agosto de 1999, p.22-30.
71. VAN HORN, H.H. *et al* Components of Dairy Manure Management Systems. J. Dairy Science 77:2008-2030, 1994.
72. VIEIRA, A. A. *et al* Substituição do milho por dejetos de bovinos em rações para suínos suplementadas com dl-metionina, l-triptofano, óleo de soja e caldo de cana-de-açúcar. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.20, n.1, p.14-32 (1991a).
73. VIEIRA, A. A. *et al* Substituição do milho por dejetos de bovinos, em rações para suínos, recebendo caldo de cana-de-açúcar. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.20, n.1, p.01-13 (1991b).
74. VILELA, D. Reduzir custos é o grande desafio. Entrevistado por Rubens Neiva. Revista “Balde Branco” nº 419, setembro de 1999, p. 11-14.
75. VITKO, T.G. Expected quality of dairy wastewater based on the characterization of a dairy farm in Chino, California. Technical Articles, CWEA Bulletin/Spring 1999, p.23-27.
76. VON SPERLING, M. Lagoas de Estabilização. Dept. Eng. Sanitária e Ambiental UFMG, 1996.
77. WHITE, R.K. Lagoon system for animal wastes in Animal Wastes. Applied Science Publishers Ltd, London (1977) p. 213-232.
78. YADAVA, N.K. & GARG, S.K. Relative efficacy of different doses of organic fertilizer and supplement feed utilization under intense fish farming. Bioresource Technology, v.42, n.1, p.61-5 (1992).
79. ZHANG, R.H. & LEI, F. Chemical Treatment of animal manure for solid-liquid separation. Transactions of the ASAE. Vol. 41(4):1103-1108 (1998).
80. ZUCCONI, F. *et al* Biological evaluation of compost maturity. Biocycle, v.22, p.27-9 (1981).



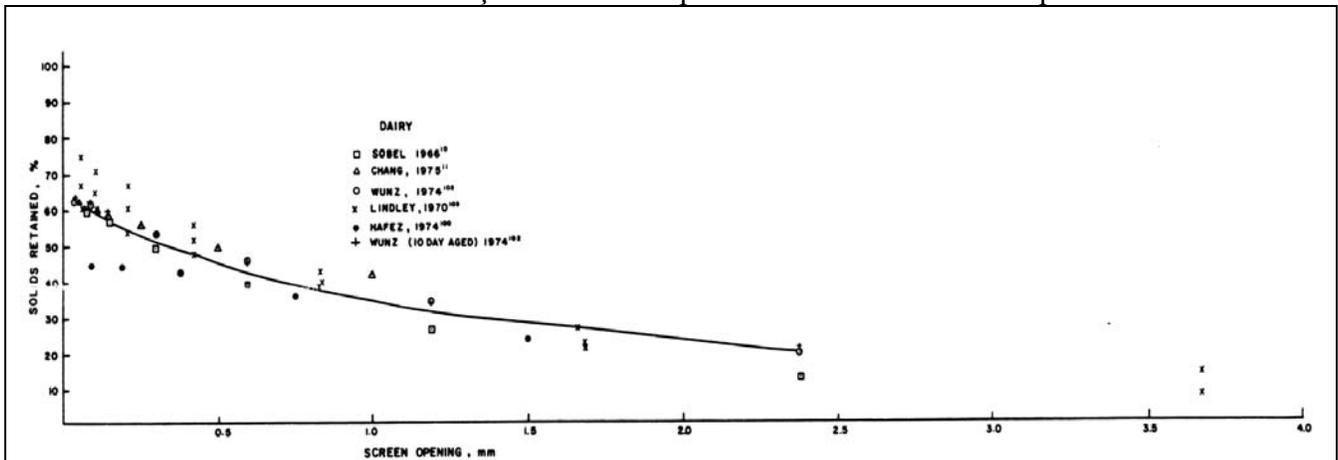
# Anexo I

## Anexo Ia – Tipos de Separadores Mecânicos



Fonte: OVERCASH (1983b)

## Anexo Ib – Eficiência de remoção dos sólidos para diferentes aberturas de peneiras

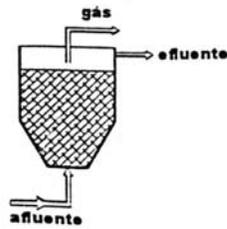


Fonte: OVERCASH (1983b)

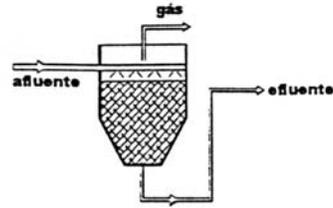


## Anexo II

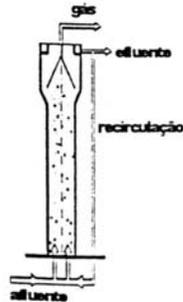
### Principais configurações modernas de reatores anaeróbios (FORESTI)



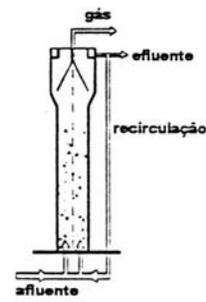
Filtro Anaeróbio Ascendente (FAA)



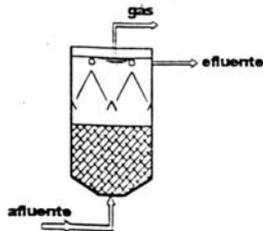
Filtro Anaeróbio Descendente (FAD)



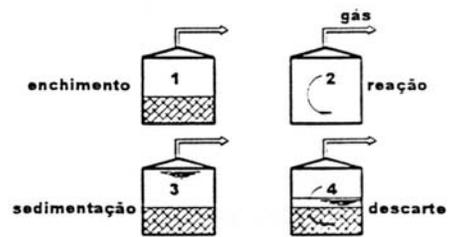
Reator Anaeróbio de Leito Fluidificado (RALF)



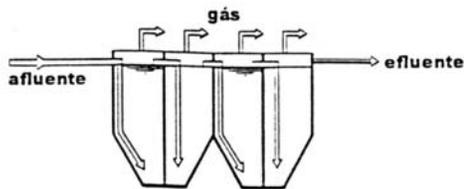
Reator anaeróbio de Leito Expandido (RALE)



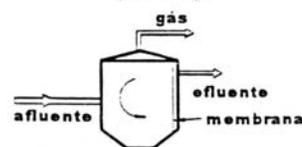
Reator Anaeróbio de Manta de Lodo (UASB)



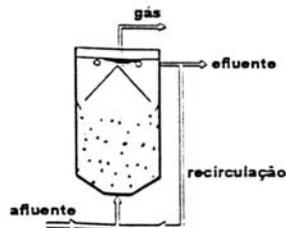
Reator Anaeróbio Seqüencial de Batelada (RASB)



Reator anaeróbio Compartimentado (RAC)



Reator Anaeróbio de Membrana (RAM)



Reator Anaeróbio de Leito de Lodo Granular Expandido (RALGE)



Reator Anaeróbio Horizontal de Leito Fixo (RAHLF)



## Anexo III

### Fontes de referência e orientação sobre a legislação federal de proteção ambiental das águas:

- Lei nº 6.803, de 02/07/80: dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição.
- Lei nº 6.938, de 31/08/81: dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.
- Lei nº 7.347, de 24/07/85: disciplina a ação civil pública por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico e turístico.
- Lei nº 7.754, de 14/08/89: protege as florestas existentes nas nascentes dos rios.
- Decreto-Lei nº 1.413, de 14/08/75: dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais.
- Decreto nº 24.643, de 10/07/34: decreta o código de águas.
- Decreto nº 50.877, de 29/06/61: dispõe sobre o lançamento de resíduos tóxicos ou oleosos nas águas interiores ou litorâneas do país e dá outras providências.
- Decreto nº 76.389, de 03/10/75: dispõe sobre as medidas de prevenção da poluição de trata o Decreto-Lei nº 1.413.
- Decreto nº 79.367, de 09/03/77: dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água.
- Decreto nº 94.076, de 05/03/87: institui o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas.
- Resolução CONAMA nº 020, de 18/06/86: classifica as águas doces, salobres e salinas.
- Resolução CONAMA nº 005, de 15/06/88: dispõe sobre o licenciamento para obras de saneamento.



## Apêndice I

### Planilha de Campo

Propriedade: \_\_\_\_\_ Proprietário: \_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_ Localização: \_\_\_\_\_

Número de animais: \_\_\_\_\_ Em lactação \_\_\_\_\_

Produção leite diária total: \_\_\_\_\_ litros

Média de produção por animal: \_\_\_\_\_ litros

Tipo de exploração: 

	Leite <b>A</b>
--	----------------

	Leite <b>B</b>
--	----------------

	Leite <b>C</b>
--	----------------

Manejo dos animais 

	Piquete
--	---------

	Semi-con
--	----------

	Confin.
--	---------

Limpeza das instalações: 

	Lavagem
--	---------

	Raspagem
--	----------

	Ambos
--	-------

Estimativa da produção de dejetos: \_\_\_\_\_

#### 1. Maiores problemas enfrentados com os dejetos

Assinale: (2)- grande preocupação

(1)- média preocupação

(0)- não preocupa

Odor desagradável	
Pressão da comunidade	
Pressão das autoridades	
Contaminação da água	
Acumulação de sólidos nas lagoas	
Falta de alternativa viável	
Presença de vetores (moscas, ratos)	

#### 2. Destino dos dejetos

Aplicação no campo  
Pasto \_\_\_\_ | Cultura \_\_\_\_

Descarte

Alimentação Animal

Outros: \_\_\_\_\_

Tratamento:  Sim

Não

### 3. Tratamentos utilizados

Lagoas

Número total de lagoas: \_\_\_\_\_

Descrição do sistema: \_\_\_\_\_

Estado geral das lagoas: \_\_\_\_\_

Pós tratamento:

<input type="checkbox"/>	Descarte
--------------------------	----------

<input type="checkbox"/>	Aplica no campo
--------------------------	-----------------

Biodigestores

Tipo: \_\_\_\_\_

Volume: \_\_\_\_\_

Utiliza biogás: \_\_\_\_\_

Separação sólido-líquido

Técnica de separação: \_\_\_\_\_

Destino da fração líquida: \_\_\_\_ tratamento \_\_\_\_ descarte \_\_\_\_ aplicação campo

Destino da fração sólida: \_\_\_\_ compostagem \_\_\_\_ esterqueira \_\_\_\_ campo

Tanque de estocagem

Tempo de retenção: \_\_\_\_\_

Destino: \_\_\_\_\_

### 4. Possíveis Impactos Ambientais

Transbordamento	
Contaminação água superficial	
Contaminação água subterrânea	
Contaminação solo	
Escoamento Superficial	
Odores desagradáveis	

### 5. Água de abastecimento

Poço	
Rio	
Reservatório	
Rede pública	

---

---

---