

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS

BALANÇO DE NUTRIENTES EM UMA SUB-BACIA COM CONCENTRAÇÃO DE  
SUINOS E AVES COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL

JAMES LUIZ BERTO

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Porto Alegre, maio de 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS

**BALANÇO DE NUTRIENTES EM UMA SUB-BACIA COM CONCENTRAÇÃO DE SUINOS E AVES COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL**

**JAMES LUIZ BERTO**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

**Orientador:** Antônio Eduardo Leão Lanna

**Co-orientador:** Clênio Nailton Pillon

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Antônio Domingues Benetti

IPH/UFRGS

Prof. Dr. Adroaldo Dias Robaina

Depto. Eng. Rural/UFSM

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alexandre de Mello Kessler

Depto. Zootecnia/UFRGS

**Porto Alegre, maio de 2004.**

## **Apresentação**

O presente trabalho intitulado "balanço de nutrientes em uma sub-bacia com concentração de suínos e aves como instrumento de gestão ambiental" tem por objetivo avaliar o balanço de massa de nutrientes como instrumento para orientar a gestão ambiental de dejetos animais em escala de propriedades e bacias hidrográficas.

A partir do balanço de nutrientes, propõe-se: a) a identificar a geração de excedentes de nutrientes nos sistemas de criações; b) verificar a capacidade dos sistemas de culturas em reciclar esses nutrientes e identificar, nas unidades de produção ou na sub-bacia hidrográfica, as situações de excedentes de nutrientes, fato que põe em risco a qualidade ambiental, especialmente dos recursos solo e água; c) elaborar cenários alternativos com diferentes combinações de sistemas de produção vegetal e animal, assim como outras medidas, como forma de dar destino aos nutrientes presentes nos dejetos animais.

O estudo foi realizado na sub-bacia do Lajeado dos Fragosos no município de Concórdia, SC, região com elevada concentração de suínos e aves.

O trabalho foi estruturado em dez capítulos, não seguindo a organização tradicional, principalmente, no que diz respeito ao item metodologia. As limitações e heterogeneidade dos dados disponíveis na sub-bacia do Lajeado dos Fragosos, para aplicação do balanço de nutrientes, e as próprias diferenças entre as atividades pecuárias, exigiu diferentes procedimentos para a obtenção e análise dos resultados. Dessa forma, a solução encontrada foi a sua distribuição ao longo da tese de forma que tivessem maior proximidade com a sua aplicação. Porém, os itens que dizem respeito à metodologia estão dentro de cada capítulo separados e antecedendo a apresentação e discussão dos resultados.

O primeiro capítulo (Introdução) apresenta a justificativa do trabalho, seus objetivos, discutindo a percepção regional dos problemas ambientais, principalmente, a partir da suinocultura e as características gerais das principais criações animais (suinocultura, avicultura e bovinocultura).

O segundo capítulo busca caracterizar os dejetos da suinocultura, bovinocultura e avicultura em termos de quantidade produzida e composição, a partir da literatura atual.

O terceiro capítulo, manejo dos dejetos, sistematiza as propostas e práticas agrícolas que objetivam de dar destino aos dejetos na região e os sistemas de tratamento de dejetos propostos pela assistência técnica.

O quarto capítulo procura caracterizar a sub-bacia do Lajeado dos Fragosos a partir de levantamentos existentes. São apresentados dados do município na qual está inserida, informações sobre a população da sub-bacia, estrutura fundiária, produção vegetal e animal, aspectos climáticos, características físicas, aspectos da terra (unidades fisiográficas predominantes, fertilidade do solo, aptidão para recebimento de dejetos) e dados sobre a qualidade da água.

A partir do quinto capítulo, tem-se a aplicação do balanço de nutrientes na sub-bacia do Lajeado dos Fragosos. Neste capítulo, é descrita a metodologia para o balanço de massa de nutrientes aproximado e as simplificações assumidas para cada criação, assim como a obtenção dos dados necessários a sua aplicação de acordo com a disponibilidade e qualidade das informações dos rebanhos da sub-bacia. São realizados os balanços e discutidos por atividade pecuária.

O sexto capítulo diz respeito ao balanço de nutrientes na área vegetal. Estabelece, para as principais culturas da região e para diferentes níveis de produtividade, a exportação de N e P por área. É determinada a quantidade de N e P exportada na sub-bacia considerando o uso atual do solo.

O sétimo capítulo envolve a discussão da estimativa das perdas de amônia por volatilização. São estabelecidos os fatores de emissão de amônia, para aplicação sobre a produção de dejetos da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos, com base na experiência Européia que estima as perdas por volatilização através do balanço de massas aproximado do nitrogênio e de fatores de emissão de amônia por fonte e de alguns estudos desenvolvidos no Brasil, que quantificam as perdas de amônia de dejetos de suínos e bovinos no solo.

O oitavo capítulo reúne os resultados do quinto, sexto e sétimo capítulos e apresenta o balanço geral do N e P, considerando os sistemas de criações animais e os sistemas de culturas da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos. Quantifica os excedentes de N e P nas unidades de produção e na sub-bacia como um todo e considera cenários de diferentes produtividades nos sistemas de culturas.

No nono capítulo são apresentadas as alternativas para minimizar os excedentes de nutrientes existente na sub-bacia. Discute a readequação dos sistemas de culturas,

considerando o aumento de produtividade, a mudança de culturas produzidas e a intensificação do uso do solo. Também discute mudanças na bovinocultura de forma a torná-la importante exportadora de nutrientes. O capítulo nove é centrado nos reflexos que as mudanças nos sistemas de culturas acarretam sobre o balanço final de N e P, porém, ainda discute outras alternativas como a redução da excreção a partir da nutrição ou da desconcentração da produção.

No capítulo dez, são apresentadas as considerações finais a respeito do uso do balanço com instrumento de gestão ambiental e sua aplicação na sub-bacia do Lajeado dos Fragosos.

### **Agradecimentos**

Registro meu agradecimento ao professor Lanna (orientador) pela liberdade que me possibilitou na condução do trabalho, ao colega Clênio Pillon (co-orientador) pelo empenho nas sugestões ao trabalho. A EMBRAPA Suínos e Aves, pelo fornecimento dos dados e aos pesquisadores pela presteza e auxílio nas discussões, aos colegas da EPAGRI e UNOCHAPECÓ que da mesma forma contribuíram para o trabalho. Aos professores, colegas e funcionários do IPH, de forma geral, pelo convívio e oportunidades de conhecimento. Em especial aos professores Tucci, Montegia, Benetti, Kessler (zootecnia) pelas discussões pontuais, mas de grande valia para a construção da Tese. Aos amigos do IPH Helena, Rutinéia e Daniel, este último o qual fomos obrigados a convivermos diariamente por três anos. A Cris (Kika) e demais amigos do Sobradinho, ao meu irmão Jorge e Arlei. Para Nelsa e Vanessa, em reconhecimento pelos seus significados para minha vida e com muito carinho, dedico este trabalho.

## Resumo

A região Oeste de Santa Catarina é reconhecida nacionalmente pela agricultura familiar. Porém, quando o tema é meio ambiente, é destaque como uma das regiões com maior poluição de suas águas superficiais. E é justamente nas atividades agrícolas onde se localizam as principais fontes desta poluição, com destaque para os dejetos de suínos, a erosão dos solos e o uso de agrotóxicos.

A produção concentrada de aves e suínos tem gerado grandes excedentes de dejetos. Principalmente a suinocultura, devido à produção concentrada de grande quantidade de dejetos líquidos (com baixa concentração de matéria seca) de difícil manejo, tem contribuído para a contaminação dos recursos hídricos da região com matéria orgânica, nutrientes e metais pesados.

O principal destino dos dejetos é o seu uso como fertilizante agrícola. Porém devido a grande contaminação das águas superficiais, essa prática ou não vem sendo adotada de forma adequada, ou não é suficiente para dar resposta a totalidade da produção de dejetos. O uso dos dejetos como fertilizante implica na integração da produção vegetal e animal. A capacidade de reciclar nutrientes nos sistemas de cultura define a quantidade de dejetos que pode ter esse destino e, caso essa seja a única opção de uso, passa a existir uma relação direta entre a área disponível para sua disposição e o número de animais que podem ser criados nessa área.

O balanço de massas de nutrientes (nitrogênio e fósforo) aproximado é um instrumento capaz de estimar os excedentes de nutrientes produzidos nas criações animais, levando em conta informações locais nesta determinação. Da mesma forma, ao ser aplicado sobre os sistemas de culturas, estima a quantidade de nutrientes que podem ser reaproveitados nestes. O balanço foi aplicado de forma simplificada, sendo a entrada de nutrientes dada pelos insumos (alimentação animal e adubos) que ingressam na propriedade (atividade ou bacia hidrográfica) e a saída de nutrientes pelos produtos animais (carne, leite ...) e vegetais que saem da propriedade (atividade ou sub-bacia hidrográfica).

O balanço de nutrientes, ao ser aplicado nas atividades bovinocultura e suinocultura em unidades de produção da região, foi sensível às variações de manejo que ocorrem nas

atividades. Principalmente na suinocultura é possível, a partir do balanço, estabelecer relações entre variáveis do rebanho e os excedentes de nutrientes produzidos.

No estudo de caso da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos, a aplicação do balanço de N e P identificou grande variação entre as unidades de produção, tanto na capacidade de reciclagem dos sistemas de culturas atuais dessas unidades como na quantidade de nutrientes produzidos nas unidades de produção pelas criações animais, resultando em saldos de nutrientes diferenciados. Mais de 60% das unidades de produção exportam via produtos vegetais (considerando a produtividade média da região) menos de 25% dos excedentes de N e P provenientes dos sistemas de criação.

Na sub-bacia do Lajeado dos Fragosos, a exportação via produtos vegetais (considerando a produtividade média da região) é da ordem de 11,2% do N e 9% do P excedentes da produção animal. O aumento da produtividade vegetal, a reordenação do uso do solo, respeitando a sua aptidão, porém priorizando a utilização de dejetos, proporcionaria um aumento na exportação de N e P na sub-bacia em 126% e 129%, respectivamente, porém a exportação vegetal passaria a representar somente 24% do N e 18% do P excedente da pecuária.

Mesmo considerando uma reorientação da produção de leite da região, tornando-a uma atividade exportadora de nutrientes, ainda haveria um excedente de P equivalente a três vezes o que é exportado da sub-bacia via produção vegetal e bovinocultura de leite.

Os resultados obtidos pelo balanço de nutrientes indicam a necessidade de outras medidas, além da utilização dos dejetos como fertilizantes, tanto em unidades de produção individuais como na sub-bacia como um todo, caso contrário os riscos de poluição do solo e dos recursos hídricos com nitrogênio e fósforo são inevitáveis.

A tendência à concentração tanto da suinocultura como da avicultura tem na questão ambiental um sério entrave. Para muitas regiões, atualmente, é necessário desconcentrar a produção, ou tomar medidas como o tratamento dos dejetos e/ou o transporte desses para regiões onde haveria demanda por nutrientes.

Palavras Chaves: dejetos animais, gestão ambiental e balanço de nutrientes.

## Abstract

The West area of Santa Catarina state (Brazil) is nationally recognized by its familiar agriculture. However, when the topic is environment, it is known as one of the areas with larger pollution in their superface waters. And it is exactly in the agricultural activities where are located the main sources of this pollution. Especially important are the contributions of swine wastes, soil erosion and pesticides to the overall pollution.

The concentrated production of birds and swines has been generating great surpluses of wastes. Mainly in swine production, due to the concentrated production of great amounts of swine wastewater (with low concentration of solids). Because swine wastewater is very difficult of handling, it has been contributing to the contamination of the water resources in the area with organic waste, nutrients and heavy metals.

The main destiny of the wastes is its use as agricultural fertilizer. However due to the verified great contamination of the superficial waters, it is possible to say that this practice has not been adopted in an appropriate way, or it is not enough to give answer to the totality of the wastewater. The use of the wastes as fertilizer implicates in the integration of the vegetable and animal production. The capacity to recycle nutrients into the production systems defines the amount of wastewater that can have that destiny. In the case which is the only option available to treat the wastewater, it is defined a direct relationship among the available area for wastewater disposal and the number of animals that could be created in that area.

The approximate nutrients masses balance (nitrogen and phosphorous) is an instrument capable to quantify the surpluses of nutrients produced in the animal creations, taking into account local information in this determination. In the same way, when the approximate balance is applied to the culture systems, it quantifies the amount of nutrients that are recycled. The balance was applied in a simplified way, was taked into account the nutrients inputs (animal feeding and fertilizers) that enter in the property (activity or hydrographic basin) and the nutrients outputs where the animal products (meat, milk...) and vegetables that leave the property (animal feeding and fertilizers).



The nutrients balance, when applied to bovine and swine culture in some production units of the area, was sensitive to variations in the handling methodologies applied in the production systems. It is possible for swine production to establish relationships between flock variables and produced nutrients surpluses.

In Lajeado dos Fragosos sub-basin study case, the application of the balance of N and P identified great variations among production units, in the capacity of recycling the swine wastewater and in the amount of nutrients produced by the production units, resulting in differentiated nutrients balances. More than 60% of the production units export through vegetable products (considering the medium productivity of the area) less than 25% of the surpluses of N and coming P of the creation systems.

In Lajeado dos Fragosos sub-basin, the export of nutrients through vegetable products (considering the medium productivity of the area) is of the order of 11,2% of N and 9% of P of the total animal productions. The increase of the vegetable productivity, the realignment of the use of the soil (respecting its aptitude), however prioritizing the use of dejections, could provide an increase in the export of N and P in the sub-basin in 126 and 129%, respectively, however the vegetable export would start to only represent 24% of N and 18% of spare P of the livestock.

Still considering a reorientation of milk production in the area, turning it an activity to nutrients exportations, there would still be a surplus of P equivalent to three times what is exported through vegetable production and milk production.

The results obtained by nutrients balance indicates the need of another way to recycle dejections to complement the use of the dejections as fertilizers. This should be done in individual production units and in the sub-basin as a whole, otherwise the risks of soil and water resources pollution hídricos with nitrogen and phosphorous are inevitable.

The tendency to concentration of swine and birds production has an environmental serious impediment. For a lot of areas, now, it is necessary to distract the production, to treat the dejections or transport them to those areas where there would be demand for nutrients.

Key words: Animal waste, environmental management, nutrients balance.

## Lista de Abreviaturas

- ASAE - American Society of Agricultural Engineers
- BNDS - Banco Nacional de Desenvolvimento Social;
- CC - Ciclo completo, produção de suínos com todo ciclo na propriedade
- ICEPA - Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina;
- DP - Desvio Padrão;
- Ec - Encostas coluviais;
- Ece - Encostas coluvial-erosional;
- Ee - Encostas erosionais
- EEA - European Environment Agency
- Eec - Encostas erosional-coluviais
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;
- Ep - Encostas estruturais em patamar
- EPA - United States Environmental Protection Agency
- EPAGRI - Empresa Catarinense de Pesquisa e Extensão Rural;
- Fvec - Fundos de vale erosionais;
- FATMA - A Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina;
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
- N - Nitrogênio
- NH<sub>3</sub> - Amônia;
- NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - Amônio;
- P - Fósforo
- PC - Produtividade controle. Níveis de produtividade potencial considerados por Testa et al. 1996.
- PV - Peso vivo
- P1 - Nível de produtividade 1. Nível de produtividade considerado médio para a região
- P2 - Nível de produtividade 2. Nível de produtividade intermediário entre o P1 e P3;

P3 - Nível de produtividade 3. Nível de produtividade considerado ótimo, só atingido em propriedades de ponta;

UA - Unidade animal;

UdP - Unidade de produção

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina;

UPAB - Unidades de produção auxiliares da bovinocultura

UPAS - Unidades de produção auxiliares da suinocultura

UPL - Unidade de Produção de Leitão

USDA - United States Department of Agriculture

## Sumário

1. Introdução	1
1.1. Justificativa	1
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo geral	4
1.2.2. Objetivos Específicos	5
1.3. A pecuária e a questão ambiental	5
1.3.1. Suinocultura e a questão ambiental no Oeste de Santa Catarina	7
1.4. Criações animais	10
1.4.1. Suinocultura	10
1.4.1.1. A suinocultura no Brasil	10
1.4.1.2. A suinocultura no Estado de Santa Catarina	11
1.4.1.3. Sistemas de criação de suínos	13
1.4.1.4. Tipos de produção	14
1.4.1.5. Tendências da suinocultura	15
1.4.2. Bovinos	15
1.4.3. Avicultura	17
1.5. Ciclo do nitrogênio e do fósforo	18
2. Caracterização dos dejetos	21
2.1. Dejetos de suínos	21
2.1.1. Produção de dejetos	21
2.1.2. Composição dos dejetos	22
2.2. Dejetos de bovinos	27
2.2.1. Produção de dejetos	27
2.2.2. A composição dos dejetos	28
2.3. Dejetos de aves de corte	31
3. Manejo dos dejetos	33
3.1. Manejo dos dejetos das aves de corte	34
3.2. Manejo dos dejetos dos bovinos	34
3.2.1. A disposição natural das excreções, o manejo dessas e a reciclagem de nutrientes	35
3.3. Manejo dos dejetos de suínos	37
3.3.1. Volume de água presente nos dejetos	38
3.3.2. Nutrição e manejo alimentar	39
3.3.3. Utilização dos dejetos de suínos na alimentação animal	41
3.3.4. Utilização dos dejetos na produção de biogás	41
3.3.5. Utilização dos dejetos como fertilizante orgânico	42
3.3.6. Uso de leito de cama no manejo de dejetos de suínos	45

3.4. Sistemas de tratamento de dejetos	46
3.4.1. Sistemas de tratamentos utilizados e/ou recomendados pela assistência técnica	47
3.4.1.1. Sistema EMBRAPA/UFSC	48
3.4.1.2. Sistema DALQUIM	51
3.4.1.3. Esterqueiras e bioesterqueiras	54
3.4.1.3.1. Bioesterqueiras	54
3.4.1.3.2. Esterqueiras	55
4. Características Gerais da sub-bacia	57
4.1. Município de Concórdia	58
4.2. A Sub-bacia do Lajeado dos Fragosos	59
4.2.1. Estrutura fundiária da bacia	59
4.2.2. Atividade Agrícola	60
4.2.3. Produção animal	60
4.2.4. Condições climáticas	61
4.2.5. Aspectos físicos da sub-bacia	62
4.2.6. Aspectos da Terra	62
4.2.7. Áreas com potencial para recebimento de dejetos	65
4.2.8. Qualidade da água	66
4.2.9. Armazenagem e distribuição de dejetos	67
4.2.10. Fertilidade do solo em áreas de constante aplicação de dejetos	67
5. Balanço de nutrientes na Pecuária	69
5.1. Bovinos	72
5.1.1. Estimativa de dados para o balanço de nutrientes	75
5.1.1.1. Estimativa do consumo de concentrados	76
5.1.1.2 Estimativa da taxa de desfrute, do peso médio das matrizes leiteiras e do rebanho.	77
5.1.2. Balanço de nutrientes nas propriedades auxiliares	77
5.1.3. O balanço nas propriedades da sub-bacia	78
5.1.4. Indicadores	78
5.1.5. Resultados	79
5.1.5.1. Estimativa do consumo de concentrados	79
5.1.5.2. Peso médio e desfrute	80
5.1.5.3. Balanço nas UPAB	81
5.1.5.3.1. Nitrogênio	81
5.1.5.3.2. Fósforo	83
5.1.5.4. Balanço de nutrientes nas propriedades da sub-bacia	85
5.1.5.5. Indicadores	87
5.1.5.6. Excedentes produzidos em função do peso vivo	88
5.2. Suínos	89
5.2.1. Balanço de nutrientes nas unidades de produção auxiliares	90
5.2.2. Balanço a partir de rebanhos “modelos”	91
5.2.3. Excreção de N e P por 1000kg de peso vivo	93
5.2.4. Indicadores	94
5.2.5. Resultados	94
5.2.5.1. Balanço das UPAS	94
5.2.5.2. Balanço dos modelos	98

5. 2.5.3. Excreção de N e P por 1000Kg de peso vivo	100
5.2.5.4. Comparação com outras estimativas existentes para a sub-bacia do Lajeado dos Fragosos	102
5.2.5.5 Indicadores	102
5. 3 Aves	103
5. 3.1 - Resultados	104
6. Balanço de nutrientes nos sistemas de cultura	106
6.1. Extração de nutrientes	107
6.1.1. Milho	107
6.1.2. Trigo	108
6.1.3. Feijão	109
6.1.4. Soja	110
6.1.5. Pastagem	111
6.1.6. Eucalipto	112
6.2. Metodologia para o balanço de massas de nutrientes nos sistemas de culturas	114
6.2.1. Produtividade e teor de nutrientes nos produtos vegetais	115
6.2.3. Contribuição do adubo sintético	116
6.3. Resultados	118
6.3.1. Exportação por cultura	118
6.3.2. Exportação via produção vegetal	119
6.3.3. Adubos sintéticos	120
7. Volatilização de amônia	122
7.1. Metodologia holandesa	125
7.1.1. Cálculo da emissão de amônia	126
7.1.2. Emissões nas instalações de criação	127
7.1.3. Emissões em instalações de armazenamento e/ou tratamento de dejetos	128
7.1.4. Emissões no uso de dejetos nas terras agrícolas	129
7.2. Parâmetros usados para as condições do trabalho	130
7.2.1. Volatilização de amônia a partir da aplicação de uréia	131
7.2.2. Suínos	133
7.2.2. Bovinos	135
7.2.3. Aves	138
7.2.4. Fatores de emissão de amônia empregados	138
7.3. Resultados obtidos para a volatilização na sub-bacia	139
8. O balanço de massa de nutrientes	140
8.1. O balanço de massa de nutrientes na sub-bacia	140
8.1.1. Ingressos via pecuária (saldo) e adubos sintéticos	140
8.1.2. Saldo de N e P considerando a exportação via produtos vegetais	142
8.1.3. Saldo de N considerando as perdas por volatilização de amônia	143
8.1.4. Saldo de N e P considerando os índices do USDA	145
8.2. Balanço total de nutrientes nas UdPs	146
9. Proposições	156
9.1. Aumento da absorção de nutrientes pela produção vegetal e no sistema bovino/pastagem	156

9.1.1. Área potencial para recebimento de dejetos	158
9.1.2. Exportação de nutrientes através do aumento da produtividade das culturas	159
9.1.3. Proposta para a bovinocultura	160
9.1.4. Culturas produzidas	163
9.2. Redução do Ingresso de nutrientes	168
9.2.1. O papel da nutrição na redução do excedente de N e P	169
9.2.2. Redução da concentração da produção	172
9.3. Tratamento dos dejetos	174
9.4. Produção de suínos no sistema de cama sobreposta (deepbeding)	175
9.5. Aproveitamento da capacidade de depuração e afastamento de poluentes através dos recursos hídricos da região (escoamento superficial)	176
10. Considerações finais	178
11. Referências bibliográficas	182
12. Anexo A	196
13. Anexo B	199

# 1. Introdução

## 1.1. Justificativa

A disponibilidade quantitativa e qualitativa da água para a humanidade, e para a preservação do meio, tem despertado interesse mundial. O Brasil, apesar de dispor de mais de 12% da água doce do planeta, vem apresentando problemas crescentes de disponibilidade hídrica. A distribuição desse recurso é desigual ao longo do território nacional, acarretando naturalmente, áreas com maior e menor disponibilidade. Porém, novas regiões têm apresentado problemas crescentes de disponibilidade pela concentração da demanda nos grandes pólos econômicos e/ou populacionais ou pela poluição e uso irracional.

A região Meio Oeste Catarinense, da qual faz parte a área de estudo, apesar de possuir uma precipitação anual média de 1800 a 2000mm e com uma boa distribuição ao longo do ano, vem apresentando problemas de disponibilidade quantitativa e qualitativa de água em seu território.

A região é reconhecida nacionalmente pela predominância da agricultura familiar. Porém, quando o tema é meio ambiente, é destaque como uma das regiões com maior poluição de suas águas superficiais. E é justamente nas atividades agrícolas onde se localizam as principais fontes desta poluição, com destaque para os dejetos de suínos, a erosão dos solos e o uso de agrotóxicos.

A produção concentrada de aves e suínos tem gerado grandes excedentes de dejetos. Principalmente a suinocultura, devido à produção concentrada de grande quantidade de dejetos líquidos (com baixa concentração de matéria seca) de difícil manejo, tem contribuído para a contaminação dos recursos hídricos da região com carga orgânica, nutrientes e metais pesados. O uso do solo em atividades mais intensivas do que sua aptidão e com tecnologias inadequadas (incluindo o uso intensivo de mecanização e agrotóxicos) provoca erosão dos solos, que atingem os rios, contribuindo para a contaminação dos recursos hídricos com sedimentos, sólidos em suspensão, matéria orgânica, nutrientes e agrotóxicos.



Além dos problemas qualitativos apontados, vêm aumentando também os problemas de escassez de água em função de estiagens, implicando em restrições no abastecimento das cidades e também de comunidades agrícolas. O aumento da demanda, gerado pelo crescimento da população e ampliação das criações animais, e a falta de um uso racional, explicam em parte esse processo. Porém, o desmatamento indiscriminado ocorrido, incluindo as margens de rios e nascentes, diminui a recarga dos aquíferos e colabora para a crescente escassez.

Os dois problemas, qualidade e quantidade, têm provocado reduções na oferta de água de qualidade, tanto no meio urbano como no rural. No meio urbano, acarretam o aumento nos custos de tratamento e forçam a necessidade da busca de recursos a distâncias cada vez maiores. No meio rural, caminhões pipas abastecendo comunidades e criações, perfurações de poços artesianos e instalação de redes de distribuição, numa cena que impressiona muito em virtude da abundância do recurso na região.

A situação só não é mais crítica devido à alta capacidade de depuração dos rios da região, em função da forte declividade. Porém, a construção de diversos reservatórios de hidrelétricas deve afetar esse processo, podendo trazer forte impacto na qualidade da água dos rios, caso medidas adicionais não sejam levadas adiante.

A Região teve seu desenvolvimento vinculado à agricultura do tipo familiar e à indústria de transformação de produtos agrícolas. A pequena propriedade e o trabalho familiar foi o berço propício para o maior complexo agroindustrial de suínos e aves da América latina. Até 1985, aproximadamente metade da população ainda se encontrava no meio rural, porém, vem ocorrendo um processo contínuo de esvaziamento dos pequenos municípios. Das propriedades rurais, 39,7% possuem até 10ha e 98,5% possuem até 50ha. Na agricultura, destacam-se as culturas do milho, feijão e o soja, sendo que mais de 50% da área é destinada ao milho. Na pecuária, a avicultura e a suinocultura são atividades que se destacam em nível nacional pela produção e índices de produtividade. A avicultura destaca-se na formação da renda agrícola regional, seguida pela suinocultura. A bovinocultura de leite, sem a mesma expressão nacional, vem se transformando numa importante atividade econômica, principalmente para os produtores excluídos da suinocultura.

As atividades industriais se concentram na transformação da matéria-prima produzida pela agropecuária, estando presentes empresas como a Ceval, Sadia, Perdigão, Aurora. Ao lado dessas grandes empresas, tem surgido um grande número de pequenas agroindústrias, num processo de agregação de valor aos produtos pelos próprios agricultores, individualmente ou em cooperação.

Com a percepção da insustentabilidade do paradigma tecnológico que via o meio ambiente como um recurso para ser usufruído em função da produção econômica e dos seus efeitos negativos sobre a qualidade de vida da população, têm emergido o anseio, a vontade e a necessidade de reconsiderar o modelo de desenvolvimento, no qual a questão ambiental passaria a ser vista como estratégica e a qualidade da água como um fator elementar.

Nesta tese foi realizado um recorte dessa realidade ambiental, trabalhando-se apenas sobre questões relacionadas à poluição originada a partir dos dejetos animais. A dificuldade de se trabalhar com a totalidade dos problemas ambientais, a grande importância social e econômica da produção animal (e sua industrialização) e a grande contribuição dos dejetos na contaminação dos recursos hídricos justificam esse recorte.

O principal destino dos dejetos tem sido o seu uso como fertilizante agrícola. Porém, devido à grande contaminação das águas superficiais, essa prática ou não vem sendo adotada de forma adequada, ou não é suficiente para dar resposta à totalidade da produção de dejetos. O uso dos dejetos como fertilizante implica na integração da produção vegetal e animal. A capacidade de reciclar nutrientes nos sistemas de culturas define a quantidade de dejetos que pode ter esse destino, e caso essa seja a única opção de uso, passa a existir uma relação direta entre a área disponível para sua disposição e o número de animais que podem ser criados nessa área.

O uso dos dejetos animais como fertilizante apresenta várias questões a serem enfocadas. Destacam-se a dificuldade em se quantificar a produção de excedentes de nutrientes nos dejetos e a avaliação da capacidade do meio em absorver esses excedentes, transferindo-os na forma de produtos para fora da propriedade ou sub-bacia hidrográfica. Caso ocorra um excesso de oferta de nutrientes em relação à demanda dos sistemas de culturas, e não havendo alternativa de uso, com o passar dos anos, haverá uma tendência à concentração de determinados nutrientes, transformando-se dessa forma em poluentes do solo e em fontes potenciais de poluição das águas, seja por lixiviação ou escoamento superficial.

A grande variação na excreção de nutrientes nos sistemas de criação animal e na exportação nos sistemas de produção vegetal indica a necessidade de se agregar informações locais na sua determinação, de forma a promover um melhor planejamento no destino dos dejetos. É necessário um instrumento que seja sensível às diferenças de manejo e produtividade dos sistemas de produção.

O balanço de massas de nutrientes aproximado, aplicado nas criações animais, fornece uma estimativa dos excedentes de nutrientes gerados nestas, levando em conta

informações do sistema de produção local. Assumindo algumas simplificações, é possível executá-lo com um número reduzido de informações, que no caso dos sistemas de criações animais dizem respeito à quantidade de cada alimento fornecida e os produtos animais produzidos. Dessa forma, tem-se uma estimativa da quantidade de nutrientes para os quais é necessário dar destino. Aplicado da mesma forma sobre os sistemas de culturas, permite verificar a quantidade de nutrientes que pode ter esse destino, assim como estabelecer novos cenários de produção vegetal que melhor aproveitassem os nutrientes presentes nos dejetos.

O balanço fornece não só uma base para o planejamento da integração pecuária-agricultura, como também informações fundamentais para a adoção de medidas complementares caso essa combinação não seja suficiente para dar a reciclagem de todos os nutrientes contidos nos dejetos.

O presente trabalho propõe a utilização do balanço de massas de nutrientes aproximado como um importante instrumento para a gestão ambiental, servindo como elemento de diagnóstico da situação atual e como uma importante ferramenta para montagem de cenários alternativos e tomadas de decisões sobre medidas a serem adotadas no sentido de equacionar o problema do destino dos nutrientes presentes nos dejetos animais.

A opção pelo balanço do nitrogênio e o fósforo se deve ao fato de serem nutrientes abundantes nos dejetos e estarem entre os nutrientes mais requisitados pelas plantas, além do papel desses dois nutrientes no processo de eutrofização das águas e dos problemas ligados à presença do nitrato para o uso no abastecimento humano e para os animais. Dessa forma toma-se o N e o P como indicadores do potencial de reciclagem de dejetos como fertilizante agrícola.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo geral**

Avaliar o balanço de massa de nutrientes como instrumento para orientar a gestão ambiental em propriedades e bacias hidrográficas com sistemas de produção animal quanto ao aproveitamento dos dejetos animais como fertilizante, com base no N e P, ou da necessidade da adoção de medidas complementares.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a variação da excreção de N e P nos rebanhos de bovinos e suínos;
- Identificar índices zootécnicos que possam correlacionar com o balanço de nutrientes, permitindo estimativas rápidas dos excedentes de nutrientes e mais precisas que o uso de índices médios;
- Verificar a relação entre a excreção de nutrientes e a exportação via sistemas de culturas em regiões com alta concentração de criações de suínos e aves, tendo como base à sub-bacia do Lajeado dos Fragosos;
- Propor e avaliar o impacto de diferentes cenários de sistemas de produção vegetal e animal na sub-bacia do Lajeado dos Fragosos sobre o balanço de nutrientes;
- Avaliar o potencial de alternativas ao uso dos dejetos como fertilizantes: manejo nutricional, desconcentração da produção e sistemas de tratamentos;
- Identificar as limitações do uso do balanço de nutrientes como instrumento para a gestão ambiental.

### 1.3. A pecuária e a questão ambiental

O presente item tem como objetivo explorar a percepção da problemática ambiental regional a partir do problema dos dejetos suínos.

A região Oeste Catarinense destaca-se, em nível nacional pelo complexo agroindustrial montado com base na produção de aves e suínos da região.

A suinocultura tem sua história vinculada à colonização do Oeste Catarinense e se constituiu na principal atividade econômica durante o período. A suinocultura esteve presente, até a década de 80, em quase todas as propriedades, configurando o modelo técnico, denominado por Testa et al. (1996) de policultura hierarquicamente subordinado à suinocultura. A avicultura foi introduzida a partir do final da década de 60 (ICEPA, 1990) e atualmente é uma das atividades econômicas mais importantes. A bovinocultura, apesar de sempre presente na região e na maioria das propriedades, tem apresentado uma evolução bem mais modesta como atividade comercial. Nas últimas décadas, a região se tornou a principal

bacia leiteira do Estado e a atividade passou a ser encarada como uma alternativa econômica para a região, principalmente nas propriedades excluídas pela suinocultura.

A suinocultura, reconhecida como a principal atividade econômica da região até os anos 80, é, atualmente, considerada a geradora do principal problema ambiental regional. As discussões a respeito da questão ambiental na região passam, invariavelmente, pelos problemas gerados pela suinocultura. No jornal A Notícia, de 12 de agosto de 2001, em matéria referente aos problemas que afetam a qualidade da água no Estado de Santa Catarina, os dejetos de suínos são citados como o grande problema, em seis das dez bacias hidrográficas em que se dividiu o Estado. No caso da região Oeste, nas quatro bacias hidrográficas, os dejetos dos suínos foram mencionados como o maior problema ambiental.

Apesar de não se constituir na única fonte de poluição da região, foi a partir da suinocultura que se desenvolveram as percepções e os debates, e sobre ela concentraram-se os maiores esforços para melhorar a qualidades das águas da região.

A pecuária pode ser fonte de vários poluentes, como metais, medicamentos, nutrientes, matéria orgânica, assim como pode veicular, através da água, doenças tanto para homens como para outros animais.

Das três atividades agropecuárias citadas, a bovinocultura apresenta menor concentração na região. Os animais permanecem quase todo o tempo nas pastagens, e estes são, na maior parte, alojados diretamente nos pastos. A avicultura, apesar de concentrada, possui a grande vantagem da facilidade no manejo dos seus dejetos e no seu valor comercial. Caso não sejam aproveitados na propriedade como fertilizante, os dejetos, das aves de corte, podem ser comercializados. Essas duas atividades representam baixo risco de ocasionar graves acidentes ambientais, o que dificulta a percepção da poluição (difusa) originada dos seus dejetos.

No caso dos suínos, há grande concentração da produção de dejetos em pequenas áreas. O dejetos líquido e com alto grau de diluição encontrado na região traz transtornos para seu manejo, dificulta o seu uso como fertilizante na própria propriedade e praticamente inviabiliza sua comercialização. A baixa rentabilidade e capacidade de investimento de grande parte dos agricultores, e os custos envolvidos no tratamento de dejetos dificultam esta outra opção. Assim, os dejetos, muitas vezes, acabam sendo despejados diretamente nos rios da região. A grande concentração dos dejetos e o seu armazenamento na forma líquida em lagoas, propiciam a ocorrência de graves “acidentes” pelo seu transbordamento ou rompimento, com graves e perceptíveis danos aos recursos hídricos da região, o que tem

ocorrido e de forma não tão rara como desejado. Em função disso, a suinocultura tem sido o foco central da maioria dos estudos ambientais.

Nesse estudo, a suinocultura também contará com destaque, mas também a bovinocultura e a avicultura serão levadas em conta no diagnóstico e nas proposições, pois constituem importantes fontes de nutrientes que necessitam ser manejados ou retirados da sub-bacia.

### **1.3.1. Suinocultura e a questão ambiental no Oeste de Santa Catarina**

Associada a criação de suínos está a produção de dejetos. Segundo Oliveira (1993), até a década de 70, a produção não se constituía como problema ambiental, porque a concentração de animais era pequena, e o solo das propriedades tinha capacidade para absorvê-los, ou eram utilizados como adubo orgânico.

A concentração da suinocultura, cada vez mais acentuada, a substituição da adubação orgânica pela mineral e a falta de uma maior preocupação no manejo dos dejetos transformaram a suinocultura na maior fonte de poluição hídrica da região Oeste de Santa Catarina. Estima-se que só na região Oeste sejam produzidos cerca de 30 mil metros cúbicos de dejetos por dia (EPAGRI, 2000a)

Scherer & Castilhos (1994), ao comentarem sobre a substituição do esterco de suíno como fertilizante do solo pelos adubos minerais industrializados, consideram que essa substituição se deve à maior facilidade de manipulação dos adubos sintéticos.

A aplicação dos dejetos principalmente para adubação das áreas destinadas ao milho, concentrando a demanda por equipamentos públicos para aplicação em curtos períodos de tempo, nem sempre disponíveis a todos no momento certo, constitui-se num entrave a utilização deste tipo de resíduo orgânico no solo.

Os dejetos são fontes potenciais de poluição do ar (amônia, metano, CO<sub>2</sub>, odores ...) do solo, das águas subterrâneas e superficiais. Na região, tem-se atribuído a alta incidência de borrachudos e moscas aos efeitos da poluição provocada pelos dejetos de suínos.

A atividade é vista pelos órgãos ambientais como de alto potencial de degradação do meio ambiente e, por isso, cada vez mais têm sido feitas exigências aos agricultores para que manejem adequadamente os dejetos, seja através do tratamento ou da sua adequada disposição no solo como adubo.

A Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (FATMA), órgão ambiental responsável pela fiscalização, tem exigido a obtenção de certidões (para criações com menos de 900 animais para terminação ou 100 matrizes em ciclo completo) e licenças ambientais (para criações acima destes limites) para novas criações ou ampliação das atuais. Nesse caso, as licenças são muito mais restritivas, em virtude de que, quanto maior a criação, maior potencial poluidor apresenta o empreendimento. As licenças, além de fazerem exigências em relação a localização de depósitos e instalações, também estabelecem padrões de lançamento dos efluentes no ambiente.

As exigências atuais só se aplicam às criações estabelecidas ou ampliadas a partir de 18 de julho de 1989. Criações anteriores a essa data podem estar em desacordo com as distâncias mínimas estabelecidas se tiverem um sistema de contenção dos dejetos que não permita a infiltração no solo ou extravasamento (Guivant & Miranda et al., 1999).

A ambigüidade da lei contradiz com a grave situação ambiental, mas se a legislação fosse aplicada a todos, grande parte dos criadores teriam que abandonar a atividade, criando um grande problema social e econômico para a região. Em virtude disto há uma grande complacência com a questão.

A grande maioria dos estudos relacionados à qualidade da água demonstram uma contaminação generalizada das águas superficiais da região, atingindo, também, em parte, as águas subterrâneas. Como principal problema apontam-se, invariavelmente, os dejetos de suínos. A erosão dos solos também tem sido levantada como uma importante componente da poluição difusa proveniente da agricultura, porém o problema devido à suinocultura tem tido maior visibilidade atualmente.

Guivant & Miranda (1999) considera que a questão ambiental relacionada com o manejo dos dejetos de suínos na região Oeste Catarinense passou por diferentes etapas:

- a partir da segunda metade da década de 80, passou-se a perceber os dejetos como um problema ambiental;
- no início dos anos 90, ocorre a legitimação da questão dos dejetos como um problema ambiental relevante, a partir das ações articuladas por um grupo chave de atores sociais para implementar o Programa de Expansão da Suinocultura e Tratamento de seus Dejetos, com recursos do BNDS (Banco Nacional de desenvolvimento social);
- No final da década de 90, surge uma aparente solução do problema, com grande número de produtores implantando esterqueiras ou bioesterqueiras e vários prêmios ambientais concedidos às agroindústrias locais.

A percepção dos dejetos de suínos como um grave problema ambiental começou há pouco tempo. Durante grande parte dos anos 80, a questão ambiental permanecia como uma não-questão. As conseqüências ambientais passaram a ser percebidas a partir da divulgação, pela Empresa Catarinense de Pesquisa e Extensão Rural (EPAGRI), de níveis inaceitáveis de poluição da água consumida no meio rural, ao mesmo tempo em que as águas para abastecimento urbano apresentavam grande contaminação, não sendo rara a interrupção deste abastecimento em decorrência de eventos de poluição originados da atividade suinícola (Guivant & Miranda, 1999).

Nos anos 90, o Programa de Expansão da Suinocultura e Tratamento de seus Dejetos, financiado com recursos do BNDS, se propunha a equacionar o problema ambiental, além de aumentar simultaneamente a produção e a produtividade da atividade na região. Do mesmo modo as agroindústrias da região passaram a receber sucessivamente prêmios pela gestão ambiental que realizavam em suas próprias instalações.

As propostas técnicas centrais do programa basearam-se na solução do problema ambiental através da construção de esterqueiras e bioesterqueiras, e na aplicação de dejetos como fertilizantes. Segundo Silva (2000), estas, muitas vezes, foram mal dimensionadas e sem a comprovação de serem tecnologias adequadas e eficientes para resolver os problemas de poluição.

Segundo Guivant & Miranda (1999), não havia consenso na parte técnica a respeito das soluções tomadas, e pesquisadores da EMBRAPA/CNPSA questionavam se a construção dos equipamentos sem as devidas medidas complementares de manejo garantiriam o controle ambiental.

Na realidade, o programa serviu muito mais para a expansão da suinocultura do que para solucionar o problema ambiental. Hoje há um número maior de esterqueiras e bioesterqueiras, mas o problema do manejo e do destino destes dejetos está em aberto, já que nenhum dos dois sistemas garante uma qualidade dos efluentes para retorno destes aos cursos d'água. Vários atores regionais insinuam que o programa tenha auxiliado a ampliar os problemas, à medida que possibilitou maior expansão e concentração da produção (Guivant & Miranda, 1999).

A conscientização da população sobre os efeitos que a poluição ambiental tem sobre a sua qualidade de vida, tem levado a formação de consórcios intermunicipais (Lambari e Iberê), grupos ambientalistas, grupos de pequenos agricultores agroecológicos, dentre outros.



A maioria das experiências são recentes e estão na fase de diagnóstico, sensibilização e mobilização.

## **1.4. Criações animais**

As três principais atividades pecuárias desenvolvidas na região se diferenciam em vários aspectos com implicações econômicas sociais e ambientais. A seguir, serão apresentados alguns aspectos relacionados a estas atividades.

### **1.4.1 suinocultura**

#### **1.4.1.1 - A suinocultura no Brasil**

O suíno foi introduzido no Brasil em 1532, no Estado de São Paulo, mas foi somente a partir do século XX que a criação de suínos apresentou profundas transformações tecnológicas.

O Brasil possui o terceiro maior rebanho de suínos, vindo atrás da China (409,5 milhões de cabeças) e dos EUA (60,4 milhões de cabeças). Com um rebanho da ordem de 27,3 milhões de cabeças, produz em torno de 2.167.000 toneladas de carne (ANUALPEC, 2000). Apesar de possuir o terceiro maior rebanho, o país ocupa uma colocação bem mais modesta em termos de produtividade. Essa situação se deve ao convívio de uma produção bastante tecnificada no Sul com sistemas rudimentares do Norte e Nordeste do Brasil.

A carne de suínos é a mais consumida em nível mundial. Porém, no Brasil, este consumo (comparativamente com a Europa) é considerado baixo. Os Europeus consomem em torno de 41,3 kg/hab./ano, sendo que no Brasil esse valor cai para 10 kg/hab./ano (SUINOCULTURA INDUSTRIAL, 1997).

As exportações brasileiras representam aproximadamente 1,3% do total das exportações mundiais. Internamente, estima-se que a cadeia produtiva do suíno movimenta um valor superior a 8 bilhões de reais (aproximadamente 1% do PIB) e está presente em 3,5% das propriedades brasileiras (Talamini, 1999). As perspectivas têm sido de crescimento das exportações de carne suína do Brasil com a abertura de novos mercados.

### 1.4.1.2 - A suinocultura no Estado de Santa Catarina

A suinocultura no Estado de Santa Catarina se desenvolveu a partir da colonização da região oeste. A atividade era uma alternativa de produção devido às dificuldades de transporte existentes na época, e os suínos se adaptaram muito bem às características da região. Inicialmente usado como um dos produtos de troca com as antigas colônias do Rio Grande do Sul, passou a ser um dos principais produtos da região e o embrião do grande complexo agroindustrial existente hoje no Oeste de Santa Catarina.

A suinocultura é a segunda principal atividade na formação do valor da produção agrícola estadual, perdendo apenas para a avicultura. Movimenta em torno de R\$ 2,2 bilhões na economia estadual, emprega diretamente em torno de 65 mil e indiretamente, mais de 140 mil pessoas (Silva, 2000).

Santa Catarina possui um dos maiores rebanhos brasileiros, mas destaca-se principalmente pelos elevados índices de produtividade. Silva (2000) cita que o Estado, com pouco mais de 16% do rebanho nacional, produz mais de um terço dos abates totais e, com apenas 19% do rebanho industrial, responde por quase 40% dos abates industriais do país. A Tabela 1.1 apresenta os principais estados produtores de suínos.

Tabela 1.1 – Estados maiores produtores de suínos no Brasil.

Estado	Rebanho (cabeças)	Abate (cabeças)	Taxas de desfrute (porcentagem)
SC	5.456.412	4.859.557	89,1
RS	5.007.973	4.461.704	89,1
PR	4.891.658	4.264.327	87,2
MG	3.243.530	2.553.568	78,7
SP	1.832.799	1.486.784	81,1
MA	1.729.233	1.267.172	73,3
GO	1.397.220	1.166.422	83,5
PI	1.226.066	895.538	73,0
BA	1.104.475	818.987	74,2
PA	995.301	719.440	72,3
Brasil	31.487.261	26.018.482	82,6

Fonte: ANUÁRIO (2000).

Observa-se que os estados da região Sul apresentam os maiores rebanhos e os melhores índices de produtividade.

Apesar de haver um constante incremento na produção suinícola da região Sul, tem-se observado, a partir da segunda metade da década de 90, uma gradativa transferência da

produção do Sul para o Centro-Oeste brasileiro. O principal motivo alegado para esta transferência seria a disponibilidade de matéria-prima (grãos) a custos menores, além de atualmente estas regiões não apresentarem grandes problemas ambientais relacionados aos dejetos como a região Sul.

Dentro do Estado de Santa Catarina (Tabela 1.2), a região Oeste destaca-se na produção de suínos, com 75,67 % do rebanho estadual, no ano de 1996. Apesar do grande rebanho que possuía em 1985, continuou ampliando o plantel e do mesmo modo tem aumentado seus índices de produtividade.

Tabela 1.2 – Evolução do rebanho de suínos nas mesoregiões de Santa Catarina

Mesoregião	Ano			
	1985		1996	
	Número de cabeças	Participação percentual	Número de cabeças	Participação percentual
Oeste Catarinense	2.173.000	67,48	3.432.000	75,67
Sul Catarinense	248.000	7,6	514.000	11,32
Vale do Itajai	288.000	8,95	249.000	5,48
Norte catarinense	282.000	8,74	166.000	3,67
Serrana	161.000	5,01	139.000	3,07
Grande Florianópolis	68.000	2,12	36.000	0,79

Fonte: IBGE (1996).

Em levantamento realizado no município de Concórdia, em 1990, 20% das propriedades tinham sua principal fonte de renda na suinocultura. Somando-se a estes outros 17% em que a suinocultura responde por mais de 15% do valor bruto da produção das propriedades, totaliza 37% de suinocultores (Testa et al. 1996).

Desde a implementação da suinocultura, ocorreram grandes alterações na sua estrutura produtiva e no seu perfil tecnológico. Atualmente, tem ocorrido uma diminuição no número de propriedades com suínos e na quantidade de produtores que têm na suinocultura sua principal atividade, indicando uma forte concentração da produção. O rebanho geral cresceu menos que o efetivo industrial, havendo grande incremento na produção especializada (Guivant & Miranda, 1999).

A maior parte da atividade comercial da suinocultura (em torno de 85%) ocorre em sistemas de integração dos produtores com as principais agroindústrias da região (como Ceval, Sadia, Perdigão, Coopercentral, Chapecó). No sistema de integração, os produtores devem seguir o padrão tecnológico estabelecido pelas empresas, porém estas se comprometem a prestar assistência técnica, fornecer parte dos insumos e adquirir a produção.

A agroindústria, a partir da década de 90, tem gradativamente promovido uma concentração da suinocultura na busca de maior produtividade, com diminuição dos custos através do aumento da escala de produção e na diminuição dos custos de logística (principalmente em função da concentração dos produtores em torno das plantas industriais).

Além de provocar o aumento da produtividade e redução de custos, essa política levou à redução do número de integrados, com o aumento dos plantéis (os produtores menos capitalizados não tinham condições de atender as exigências das agroindústrias) ou a especialização dos produtores na produção de leitões ou na terminação. Quanto mais especializada a propriedade, maior é o grau de dependência em relação às agroindústrias e maior o domínio destas no fluxo de produção da matéria-prima. Nos sistemas especializados, as propriedades entram praticamente com a mão-de-obra e as instalações.

#### 1.4.1.3 - Sistemas de criação de suínos

Os sistemas de criação de suínos são descritos conforme apresentado por Nicolaiewsky et al. (1998):

- **Extensivo:** neste sistema, o suíno é criado solto, apresenta baixos índices de produtividade, baixa concentração por área e a maioria dos animais se destina ao consumo dos proprietários. Nestes sistemas, os problemas ambientais são mínimos, pois não ocorre acúmulo de dejetos;

- **Intensivo:** os sistemas intensivos possuem uma alta concentração de animais, de capital e trabalho quando comparados aos extensivos. Nesses sistemas, há grande preocupação com a produtividade e economicidade. Os principais sistemas intensivos são:

a) Sistema de criação ao ar livre: tem conquistado um grande número de criadores, devido ao bom desempenho técnico, baixo custo de implantação e manutenção, número reduzido de edificações, facilidade na implantação, mobilidade das instalações e redução no uso de medicamentos. O Siscal é caracterizado por manter os animais em piquetes, nas fases de reprodução, maternidade e creche, cercados com fios e, ou, telas de arame eletrificadas com corrente alternada. Nesse caso também há uma maior distribuição dos animais e assim dos dejetos. Os maiores problemas estão relacionados à degradação das pastagens e à erosão do solo;

b) Sistemas de criação misto ou semiconfinado: é o sistema que usa piquetes para manutenção permanente ou intermitente para algumas categorias e confinamento para outras.

É um sistema normalmente com valor de investimento entre o sistema ao ar livre e o sistema confinado;

c) Sistema de criação confinado: neste sistema, todas categorias estão sobre piso e sob cobertura. A necessidade de área para a criação é mínima. O investimento em custeio e equipamentos é o mais alto de todos os sistemas. No sistema de criação confinado, as informações relativas à produtividade são extremamente variadas, pois é possível ter-se criações confinadas de alta tecnologia e criações confinadas de baixa tecnologia.

Desses sistemas, os de criação confinado constituem a base da expansão da suinocultura no Brasil e na região Oeste de Santa Catarina. A Tabela 1.3 apresenta uma estimativa da participação dos sistemas de produção no Brasil.

Tabela 1.3 Estimativas da distribuição (%) dos sistemas de produção de suínos no Brasil.

Sistema	Ano		
	1990	1995	2000
Confinado	40,0	48,0	61,0
Semiconfinado	27,0	26,0	21,0
Extensivo	32,8	25,5	17,0
Ar Livre	0,2	0,5	1,0

Fonte: Gomes et al. (1992) Apud Perdomo et al. (1998)

#### 1.4.1.4 - Tipos de produção

Além do sistema de produção, pode-se caracterizar uma granja pelo tipo de produção que desenvolve, este caracteriza o nível de especialização desta. Para a quantificação dos dejetos produzidos e planejamento das unidades de tratamento, é fundamental, além de considerar o número de cabeças, também o tipo de produção, pois a produção de dejetos varia muito, para um mesmo número de cabeças, nos diferentes tipos.

- **Ciclo completo:** é uma granja que desenvolve todas as fases de produção e que entrega o suíno terminado. Normalmente este produtor tem mais autonomia no processo produtivo do que os sistemas especializados;

- **Produção de leitões:** granjas especializadas na produção de leitão, desenvolvendo a fase de reprodução;

- **Produção de terminados:** a granja recebe os leitões de outras e se especializa na fase de terminação do suíno;

- **Produção de reprodutores:** a finalidade dessas granjas é a produção dos futuros reprodutores.

#### **1.4.1.5 - Tendências da suinocultura**

A suinocultura, no Oeste de Santa Catarina, tem apontado para o predomínio cada vez maior do produtor “integrado”. A agroindústria, com a tendência de especialização deste em diferentes fases de produção. A proposta da agroindústria é pelo aumento da escala, como conseqüência um aumento da concentração de suínos por área. Esse processo tem sido responsável pela exclusão, cada vez maior, de produtores da atividade, seja por falta de recursos para investimento ou por desinteresse das agroindústrias (por exemplo, pela distância destes às plantas industriais).

Na área industrial, a perspectiva é voltar-se a produção de produtos processados, diminuindo ainda mais o espaço da carne “in natura”. Além disso, a região vem aumentando constantemente o volume destinado à exportação.

#### **1.4.2 - Bovinos**

A produção mundial de carne bovina tem se situado em torno de 49 milhões de toneladas. Os EUA vem em primeiro lugar com 24,2% do total, seguido pelo Brasil com quase 14% da produção mundial (ICEPA, 2001).

A União Européia é a principal produtora de leite, seguida dos EUA, Índia, Rússia e o Brasil. (ICEPA, 2001). No Brasil, a produção de leite se expandiu, porém o país ainda tem pequena importância no mercado mundial. No Mercosul é um importante mercado importador.

A bovinocultura em Santa Catarina não se apresenta na vanguarda nacional em termos de tecnologia e produção como a avicultura e a suinocultura. Porém, as características peculiares da bovinocultura e o aumento da produção tem consolidado a importância econômica e social da atividade, principalmente na região Oeste. Silva (2000), citando dados do ICEPA/SC (1999), apresenta a participação da bovinocultura de leite como responsável por 6,3% do valor bruto da produção agrícola estadual. Em termos estaduais, a região Oeste tem se destacado como a maior bacia leiteira do Estado, representando mais de 50% da

produção estadual de leite. A Tabela 1.4 demonstra o aumento expressivo do número de matrizes e da produtividade em Santa Catarina. Na Região Sul, a expansão da produção nos últimos cinco anos tem sido da ordem de 7,8% ao ano (Mello et al, 2002 ).

Tabela 1.4 – Total de vacas leiteiras, produtividade e taxa geométrica de crescimento em Santa Catarina, no período de 1990 a 2001.

Ano	Matrizes (mil cabeças)	Produtividade (L/matriz)
1990	477	1.363
1995	493	1.654
2000	644	1.558
2001	648	1.717
TGC	3,21%	1,24%

Fonte: Yamaguchi et al. (2002)

Segundo Testa et al. (1996), a produção de leite pode assumir o papel de grande substituto compensatório para pequenos produtores que foram excluídos da suinocultura nos últimos anos.

Os sistemas de produção da região não seguem um pacote tecnológico bem definido, havendo uma enorme variação desde instalações, material genético, pastagens, nutrição e manejo. Apesar da diversidade existente nos sistemas de criação leiteiros, é possível fazer algumas generalizações sobre os sistemas existentes no Oeste de Santa Catarina. Os sistemas de criação de leite se desenvolvem em unidades de produção familiares de pequeno porte em regime de pastejo, com emprego de pequenas quantidades de concentrados. De forma geral, os animais são criados em pastagens, nativas ou cultivadas, e recebem complementação de concentrado no cocho.

A atividade leiteira se adapta às condições agroecológicas e aos sistemas diversificados de produção das propriedades familiares, possibilitando a realização de sucessão de cultivos e a utilização das áreas declivosas, impróprias às culturas anuais (Mello et al., 2002).

A bovinocultura não apresenta a mesma integração com a indústria que a suinocultura e avicultura. Os produtores são responsáveis por todo ciclo produtivo e em geral nem assistência técnica recebem da indústria.

### 1.4.3 - Avicultura

A produção mundial de frangos, em 2000, foi de 41,5 milhões de toneladas. O maior produtor mundial é os EUA, seguido pelo Brasil que tem aumentado rapidamente a sua importância no contexto internacional.

A produção avícola do Estado de Santa Catarina representa 22% da produção nacional, sendo responsável por 56% das exportações brasileiras (ICEPA, 2001). Segundo SILVA (2000), responde por 12,5% dos negócios mundiais de frangos.

Na região Oeste de Santa Catarina, a avicultura industrial (como é denominada) desde o seu princípio foi introduzida na região vinculada ao sistema de integração com a agroindústria e com a importação de um pacote tecnológico bem definido, desde a produção até a industrialização. A região, no contexto estadual, representa mais de 70% da produção de frangos (ICEPA, 1990). A avicultura é a primeira atividade em valor bruto da produção agropecuária e junto com a suinocultura são a base de toda uma ramificação de atividades (indústrias, serviços) responsáveis pela dinâmica da economia regional.

A avicultura industrial tem um sistema de produção estabelecido de forma contratual. Cabe à indústria o fornecimento da assistência técnica e os insumos, ficando a cargo do agricultor as instalações físicas e a mão-de-obra. O padrão de produção é definido pela indústria. Ao produtor cabe segui-lo com pouca ou nenhuma margem de interferência.

No caso da avicultura, apenas a indústria e uma pequena parcela de produtores (vinculados a esta) são responsáveis pela reprodução do material genético. Nesse caso, a imensa maioria dos produtores recebe as aves e as criam até a idade de abate, em torno de 45 dias. Normalmente é possível produzir até seis lotes por ano na mesma instalação.

Tem ocorrido grande evolução na genética, nutrição e instalações, resultando em índices produtivos cada vez melhores. Os resultados obtidos têm gerado redução no custo de produção das aves o que refletiu na diminuição do preço ao consumidor e com isso aumentando o consumo desta carne pela sua maior competitividade.

A avicultura tem apresentado uma constante expansão na região, e como sua produção ocorre desvinculada da produção de insumos (milho) essa é independente da área da propriedade, o que permite a inclusão de pequenos produtores, porém isto claramente irá depender da política adotada pela indústria.



## 1.5. Ciclo do nitrogênio e do fósforo

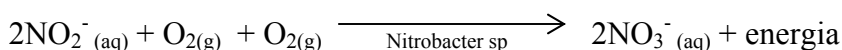
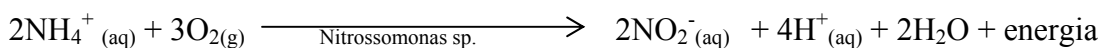
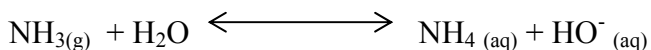
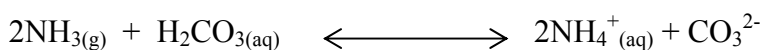
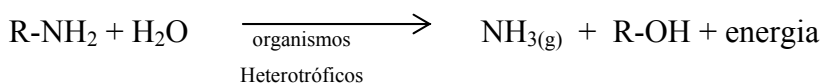
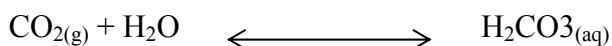
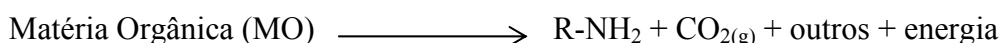
No solo, a maior parte do nitrogênio está na matéria orgânica. Este nutriente pode ser adicionado ao solo por adubos sintéticos e orgânicos (dejetos animais e resíduos vegetais). Também pode ser incorporado junto com a água da chuva ou ainda fixado simbioticamente ou assimbioticamente por microorganismos. O nitrogênio da matéria orgânica deve ser mineralizado para ser absorvido pelas plantas. Nesse processo, parte do N pode se perder através de perdas gasosas e lixiviação. Outra parte do N é exportada através das culturas.

No caso do fósforo, as fontes deste elemento para os solos agrícolas são o material de origem do solo e os fertilizantes. Devido a sua menor mobilidade, as maiores perdas se dão pela erosão e pela exportação através das culturas.

O nitrogênio é o nutriente de maior complexidade de manejo na agricultura, devido às inúmeras transformações que este pode sofrer.

Pelas plantas, é absorvido principalmente na forma de  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$ ; porém, no solo a maior parte do N encontra-se na forma orgânica (proteínas - aminoácidos), e por essa razão não está disponível diretamente para absorção pelas plantas, sendo necessária a sua mineralização.

Luchese et al. (2001) descreve (simplificadamente) esse processo da seguinte maneira:

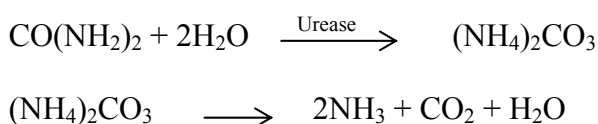


A matéria orgânica é transformada em aminas ( $R-NH_2$ ) e outros compostos. As aminas formadas, sob condições adequadas e na presença de microorganismos heterotróficos, produzem amônia gasosa, a qual pode ser perdida parcialmente para a atmosfera (Luchese et al., 2001). Também pode ser fixada como amônio nas cargas negativas do solo (adsorção) e, pelo processo de nitrificação, ser transformada em nitrato. O amônio acumulado no solo pode sofrer oxidação, formando nitrito ( $NO_2$ ) e nitrato ( $NO_3$ ). O processo de nitrificação no solo ocorre sob ação de microorganismos autotróficos como Nitrossomonas, Nitrosococcus, Nitrosopira, Nitrosolobus e Nitrosovibrio (Ferreira, 1995).

O nitrato, por ser um anion, não é fixado nas cargas do solo e pode ser facilmente perdido por lixiviação. Em condições anaeróbicas, o nitrato pode sofrer o processo denominado denitrificação e ser perdido para a atmosfera, principalmente na forma de  $N_2$ . A denitrificação biológica ocorre em ambiente anaeróbico. Bactérias utilizam o oxigênio do nitrato, nitrito e óxidos de nitrogênio como aceptores de elétrons na respiração.

Tanto o amônio como o nitrato, quando absorvidos pelos microorganismos ou pelas plantas, são novamente transformados em N-orgânico.

Nos dejetos, importante fração do N orgânico provém da urina dos animais e é excretada na forma de uréia. A uréia é hidrolizada sob ação enzimática (urease) produzindo carbonato de amônio, que, por sua vez, desdobra-se facilmente em gás  $NH_3$ ,  $CO_2$  e água, conforme as seguintes reações (Rodrigues & Kiehl, 1986):



Nos dejetos suínos, como são armazenados sob condições anaeróbicas, o nitrogênio presente encontra-se ou na forma orgânica, ou amoniacal. O N amoniacal pode ser perdido parcialmente durante o processo de armazenagem, na forma de amônia (ver capítulo 7).

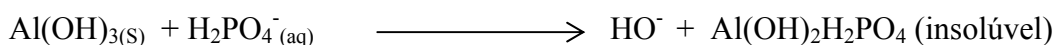
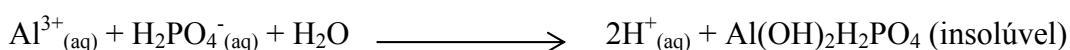
Os fatores que mais afetam a geração de amônia em fossas são o pH, a temperatura, a concentração de sólidos e a concentração de nitrogênio nos dejetos. A amônia é formada devido à liberação de nitrogênio dos compostos orgânicos, sendo grande parte formada no fundo, onde os sólidos estão depositados. A taxa de geração de amônia é alta nos primeiros 10 dias da decomposição. A transformação de uréia em nitrogênio amoniacal é um processo relativamente rápido, ocorrendo poucas horas após a excreção (Gosmann, 1997a).

O pH é um dos fatores que mais influência exerce sobre o equilíbrio entre a presença de ions  $NH_4^+$  e  $NH_3$ . Com pH 7,5 menos de 7% do N amoniacal encontra-se na forma  $NH_3$ ,

enquanto que em pH 9,3, aproximadamente a metade se encontra nesta forma (Scherer et al, 1995b apud Gosmann, 1997a). Ao serem lançados ao solo, estarão submetidos às transformações descritas anteriormente, assim como o N que se encontra no solo.

No caso do P, as reações que ocorrem no solo são mais simples, porém de grande importância. O P presente na matéria orgânica também deve ser mineralizado, sendo liberado dos tecidos para o solo e a partir daí pode ser absorvido pelas plantas.

Em pH entre 5 e 7, predomina o  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  como forma disponível para as plantas, porém esta forma podem ser fortemente adsorvida por argilas, óxidos, formar precipitados com ferro, alumínio ou manganês, entre outros, incluindo-se aí a possibilidade de compostos orgânicos de baixa solubilidade (Luchese et al., 2001). Os processos de adsorção do P são de baixa reversibilidade, sendo por isso denominados fixação do P. Devido a esse processo, a mobilidade do P no solo é bem menor que a do N. A fixação do P pode ser representada conforme, Luchese et al. (2001), da seguinte forma:



## **2. Caracterização dos dejetos**

Quando se pretende a definição de estratégias ambientais em relação aos dejetos de animais, é necessário o conhecimento quantitativo e qualitativo desses. No Oeste de Santa Catarina, as principais atividades pecuárias desenvolvidas (avicultura, bovinocultura e suinocultura) têm diferentes participações na produção de dejetos e geram dejetos com características distintas.

As características dos dejetos frescos são influenciadas pelos efeitos do tempo, estação, espécie, dieta, grau de confinamento e fase do ciclo de produção/reprodução (USDA, 1996). Além dessas variações encontradas nos dejetos frescos somam-se as diferenças de manejo do dejetos nas instalações, no armazenamento e no tratamento destes. Dependendo do caminho adotado, poderá gerar produtos finais extremamente diversos.

Na seqüência, serão apresentados dados encontrados na literatura procurando caracterizar os dejetos da bovinocultura, suinocultura e avicultura de corte. Porém, devido às grandes variações que ocorrem (mesmo dentro de cada espécie), sempre que possível deve-se fazer uso de informações locais. Os dados médios só devem ser usados caso não exista disponibilidade de melhores dados locais (USDA, 1996).

### **2.1. Dejetos de suínos**

#### **2.1.1. Produção de dejetos**

A quantidade de dejetos produzidos por um suíno é um dado fundamental para o planejamento das instalações de coleta e estocagem e definição dos equipamentos a serem utilizados para o transporte e sua distribuição na lavoura (Dartora et al., 1998), assim como para dimensionamento de unidades de tratamento. Vários fatores afetam a quantidade e

diluição desses dejetos. A Tabela 2.1 apresenta dados médios sobre a produção de dejetos de acordo com a fase produtiva do suíno.

Tabela 2.1 – Produção média de dejetos de suínos conforme a fase produtiva.

Categoria	Esterco* (kg/dia)	Esterco + urina (kg/dia)	Dejetos líquidos (litros/dia)
Suínos 25 a 100 Kg	2,30	4,90	7,00
Porcas gestação	3,60	11,00	16,00
Porcas lactação + leitões	6,40	18,00	27,00
Cachaço	3,00	6,00	9,00
Leitões na creche	0,35	0,95	1,40
Média	2,35	5,80	8,60

\*Considerando-se que o esterco apresenta cerca de 40% de matéria seca.

Fonte: Adaptado Oliveira (1993)

A quantidade produzida de dejetos varia de acordo com a categoria dos animais envolvidos. Nesse sentido, a especialização das propriedades traz importantes mudanças na quantidade de dejetos produzidos. Uma forma simplificada para estimativa do volume de dejetos, que demonstra claramente essa situação, foi apresentada por Dartora et al. (1998) e consta da Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Quantidade estimada de dejetos líquidos de suínos produzidos diariamente de acordo com o sistema de produção.

Tipos de produção	Quantidade diária de dejetos
Ciclo completo	85 litros/matriz
Unidade de produção de leitões	45 litros/matriz
Terminador	9,0 litros/cabeça

Fonte: Dartora et al. (1998).

### 2.1.2. Composição dos dejetos

Além do volume de dejetos produzidos, é importante conhecer os seus constituintes e a concentração desses nos dejetos, o que define o seu potencial poluidor e também nos fornecem dados essenciais para seu manejo e posterior utilização.

A composição química e física dos dejetos está associada ao sistema de manejo adotado e aos aspectos nutricionais. A concentração dos elementos varia dependendo da diluição à qual foram submetidos e do sistema de armazenamento (Perdomo et al., 1998).

Perdomo et al. (2001), citando ASAE (1993) apresentam dados genéricos sobre a composição dos dejetos de suínos em função do peso vivo. Esses dados são apresentados na Tabela 2.3. Eles possibilitam a estimativa da quantidade e composição dos dejetos de suínos baseados no peso vivo dos animais. O USDA (1996) vai além e apresenta dados médios para dejetos frescos (inclui até 5% de desperdício de alimentos no cocho) diferenciados por categorias de suínos, dados estes apresentados na Tabela 2.4.

Tabela 2.3 – Propriedades dos dejetos de suínos (Fezes + Urina), expresso em kg/1000kg de peso vivo.

Variável	Valor
Peso	84
Sólidos totais	11
Sólidos fixos	8,5
DBO <sub>5</sub>	3,1
N	0,52
NH <sub>4</sub>	0,29
P	0,18
K	0,29

Fonte: Adaptado de ASAE (1993), citado por Perdomo et al. (2001)

Tabela 2.4 – Caracterização dos dejetos frescos de suínos (produção média diária).

Componente	Unidade	Crescim. 40 – 220 lb	Reposição	Gestação	Lactação	Cachaço	Leitões creche 0 – 40 lb
Peso	kg/dia/1000kgPV	63,4	32,8	27,2	60	20,5	106
Volume	Ft <sup>3</sup> /d/1000 lb PV	1	0,53	0,44	0,96	0,33	1,70
Umidade	%	90	90	90,8	90	90,7	90
Sólid. totais	kg/dia/1000kgPV	6,34	3,28	2,5	6	1,9	10,6
Sólid. fixos	kg/dia/1000kgPV	0,94	0,36	0,37	0,6	0,3	1,8
DBO <sub>5</sub>	kg/dia/1000kgPV	2,08	1,08	0,83	2	0,65	3,4
N	kg/dia/1000kgPV	0,42	0,24	0,19	0,47	0,15	0,6
P	kg/dia/1000kgPV	0,16	0,08	0,06	0,15	0,05	0,25
K	kg/dia/1000kgPV	0,22	0,13	0,12	0,3	0,1	0,35
C:N		7	7	6	6	6	8

Acrescer sólidos e nutrientes em 4% a cada 1% de alimento desperdiçado acima de 5%

Fonte: Adaptado de USDA (1996).

O USDA (1996) destaca que a tabela foi baseada em rações formuladas à base de milho que tem uma digestibilidade alta (90%) e que se um grão de menor digestibilidade, como a cevada (79%), substituir 50% do milho na ração, os sólidos totais aumentam no

esterco em 41%. As duas últimas observações são fruto da grande variação que pode ocorrer em fatores que influenciam decisivamente a composição dos dejetos.

Os dados do USDA demonstram uma composição diferenciada dos dejetos em função das categorias de suínos. Além dessa variação entre as categorias, os dados apresentados são um valor considerado de bom senso a partir de uma variação dentro de cada categoria para os animais dos EUA. Esses dados, na falta de dados nacionais, têm sido usados em estimativas para o rebanho brasileiro.

Os dejetos frescos, mesmo dentro das unidades de alojamento dos animais, começam a sofrer transformações, como: perdas ou acréscimos de água e perdas de N. Essas possibilidades ampliam ainda mais as variações nas características dos dejetos.

Na região Oeste, via de regra, os dejetos são armazenados em esterqueiras ou bioesterqueiras e apresentam uma grande diluição em função da água desperdiçada pelos animais e água de limpeza, quando não se somam também águas da chuva e águas superficiais. A seguir, são apresentados dados que caracterizam não mais os dejetos frescos, mas os dejetos em situações de armazenamento da região Oeste de Santa Catarina.

A Tabela 2.5, apresentada por Dartora et al. (1998), mostra as variações médias em algumas características dos dejetos em função da sua diluição. Neste, pode-se observar a importância do grau de diluição para o uso desses dejetos como fertilizantes, pois, quanto mais diluído tem-se menos nutrientes adicionados à cultura por unidade de volume.

Tabela 2.5 – Características de dejetos líquidos de suínos em função de seu teor de matéria seca.

Grau diluição	M.S. (%)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
Concentrado	5 – 6	40.000	0,49	0,48	0,31
Semiconcentrado	4 – 5	33.000	0,44	0,41	0,28
Semidiluído	3 – 4	27.000	0,37	0,31	0,23
Diluído	2 – 3	21.000	0,31	0,23	0,19
Muito diluído	< 2	15.000	0,26	0,14	0,16

Fonte: Dartora et al. (1998).

A Tabela 2.6 apresenta variações nas características químicas e físicas dos dejetos (mg/l) produzidos em uma unidade de crescimento e terminação manejada em fossa de retenção, obtidos no sistema de produção de suínos da EMBRAPA Suínos e Aves.

Tabela 2.6 – Características químicas e físicas dos dejetos (mg/l) produzidos em uma unidade de crescimento e terminação manejada em fossa de retenção, obtidos no sistema de produção de suínos da EMBRAPA Suínos e Aves.

Parâmetro	Mínimo	Máximo	Média
Demanda química de oxigênio (DQO)	11530	38448	25543
Sólidos totais	12697	49432	22399
Sólidos voláteis	8429	39024	16389
Sólidos fixos	4268	10408	6010
Sólidos sedimentares	220	850	429
Nitrogênio total	1660	3710	2374
Fósforo total	320	1180	578
Potássio total	260	1140	536

Fonte: Dartora et al., (1998).

A Tabela 2.7 demonstra as alterações ocorridas nos dejetos armazenados nos sistemas mais utilizados na região, respeitando o período de retenção de 120 dias indicado pela extensão rural do Estado. Os dados são resultados obtidos por Gosmann (1997b) em testes com esterqueira e bioesterqueiras com 120 dias de armazenamento, com início e término na mesma data.

Palhares et al. (2002) realizaram análises em sistemas de armazenagem de unidades terminadoras de 21 propriedades suinícolas da bacia dos Fragosos, com o objetivo de caracterizar qualitativamente os dejetos ali armazenados. Os resultados médios são apresentados na Tabela 2.8. Os resultados apresentaram uma grande variabilidade que, segundo os autores, se deve a diferenças de idade dos animais, diluição dos dejetos, condições climáticas, tempo de armazenagem nos compartimentos e tipo de construção das calhas e dos compartimentos. Porém, a relação N:P destas análises foi bem maior que a encontrada por todos os demais autores. Essa relação fica em torno de 3:1 contra 31:1 para esse trabalho.

Scherer et al. (1995) citados por Gosmann (1997a), encontraram um valor médio de 2,92kg de N, 2,37kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 1,54kg de K<sub>2</sub>O por m<sup>3</sup> de dejetos nas instalações de armazenagem. Dartora et al. (1998) citando EMBRAPA (1997) encontraram para um dejetos com 1,94% de MS, 2,33kg de N, 0,66kg de P e 0,9kg de K por m<sup>3</sup> de dejetos. Há sempre uma grande variação nos dados citados o que caracteriza a situação encontrada nas unidades de armazenagem da região.



Tabela 2.7 – Capacidade de redução de carga poluente de esterqueira e bioesterqueira.

1ª Etapa					
Parâmetro	Dejetos frescos	Último dia no depósito da bioesterq.		Último dia Esterqueira	
	g/Kg	g/kg	% redução	g/Kg	% redução
ST	32,9	29,9	9,1	22,9	30,4
SV	25,4	21,5	15,4	14,6	42,5
DQO total	43,1	36,3	15,8	23,3	45,9
NTK	3,2	3,3	-	2,9	-
NH <sub>4</sub>	1,9	2,5	-	2,3	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total	2,2	2,5	-	2,4	-
K <sub>2</sub> O Total	2,0	2,3	-	2,5	-
2ª Etapa					
Parâmetro	Dejetos frescos	Último dia no depósito da bioesterq.		Último dia Esterqueira	
	g/Kg	g/kg	% redução	g/Kg	% redução
ST	32,6	15,6	52,1	14,5	55,5
SV	25,4	9,0	65,8	8,0	69,6
DQO total	44,7	13,4	70,0	13,4	70,0
NTK	3,0	2,3	-	2,4	-
NH <sub>4</sub>	1,7	1,9	-	1,8	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total	2,2	1,1	-	1,6	-
K <sub>2</sub> O Total	1,5	1,8	-	1,7	-

Fonte: Gosmann (1997b)

Tabela 2.8 – Valores médios das características qualitativas dos dejetos de suínos da sub-bacia do Lageado dos Fragosos.

Compartimento	pH	ST (g/l)	SF (g/l)	SV (g/l)	DQO (g/l)	DBO <sub>5</sub> (g/l)	Ntotal (g/l)	Ptotal (g/l)	K %
Calha	7,19	70,39	17,17	53	64,79	38,72	5,28	0,2	0,22
B-fermentação	7,44	19,37	8,41	10,96	20,57	9,96	3,01	0,06	0,06
B-depósito	7,47	14,26	5,86	8,39	8,23	5,83	2,23	0,13	0,09
Esterqueira	7,38	20,02	7,2	12,44	21,42	11,87	3,07	0,08	0,09

Fonte: Palhares et al. (2002).

Um dado qualitativo dos dejetos, importante para a estimativa do potencial de perdas de N por volatilização de amônia, é o teor de nitrogênio amoniacal presente. Oliveira (2001a) cita que a proporção do nitrogênio entre orgânico e amoniacal presente nos dejetos de suínos varia de meio a meio no dejetos fresco para  $\frac{1}{4}$  e  $\frac{3}{4}$  em dejetos de mais de 3 dias. A mistura de fezes e urina provocaria uma rápida transformação do nitrogênio contido nesta em nitrogênio amoniacal.

Gosmann (1997a) encontrou nos dejetos frescos um teor médio de NH<sub>4</sub> de 1,8g/kg de dejetos, representando 60% do teor de NTK. Durante o seu experimento, no conjunto da

bioesterqueira e esterqueira, encontrou-se 2,4g de  $\text{NH}_4/\text{kg}$  de dejetos, representando 80% do NTK.

Segundo Scherer et al. (1995) citado por Gosmann (1997a), nas esterqueiras comuns, com alimentação contínua, 60% do N encontra-se na forma amoniacal, enquanto que no depósito das bioesterqueiras esse valor passa para 70%. Basso (2003), em seus experimentos, utilizou dejetos cujo conteúdo de N amoniacal representavam de 40 a 72 do N total do dejetos. Segundo Oliveira (2002), em suínos criados sobre piso ripado, a proporção de N orgânico é de 30 a 40 % contra 60 a 70% na forma amoniacal.

## **2.2. Dejetos de bovinos**

### **2.2.1. Produção de dejetos**

As criações de bovinos no Brasil, tanto de corte como de leite, se caracterizam pelo acesso destes às pastagens, sendo estas a base de sua alimentação.

O volume e a composição das excreções dependem, principalmente, da quantidade e qualidade da dieta (forrageiras e ração consumida) ingerida pelos animais. Outros fatores, como a idade, categoria dos animais (novilhas, vacas secas, vacas em lactação) e condição fisiológica, influenciam no aproveitamento dos nutrientes

Em relação aos suínos e aves, os bovinos leiteiros na região Oeste de Santa Catarina apresentam sistemas de criação mais heterogêneos. Numa mesma propriedade, os bovinos recebem alimentos cuja qualidade varia ao longo do ano muito mais do que no caso de suínos e aves. Por exemplo, a qualidade das pastagens varia diariamente, influenciada pelo tempo, manejo (sistema de pastejo, fertilização), espécie, estação e outros fatores. Também a quantidade apreendida pelo animal diariamente é variável. Entre propriedades, vemos genética, índices técnicos e composição de rebanho muito diferentes. A própria suplementação com concentrados, fornecida no cocho pelos agricultores, varia muito mais do que nas outras espécies. Todas essas diferenças resultam numa grande variação qualitativa e quantitativa das excreções dos bovinos.

Devido ao acesso à pastagem, grande parte dos dejetos são depositados diretamente no campo. Sendo assim, o manejo dos animais, ao determinar o tempo que eles permanecem

a campo, ou junto às instalações, passa a influenciar a quantidade de dejetos a ser manejada diretamente pelo agricultor.

Mathews et al. (1996), citam que um bovino adulto urina em torno de 8 a 12 vezes e defeca entorno de 11 a 16 vezes por dia. Cada evento produz 1,6 a 2,2 litros de urina e 1,5 a 2,7kg de fezes. Ferreira (1995), citando CNPGL (1984), apresenta que o total de fezes produzidas por um bovino está em torno de 25kg/dia/500kg de peso vivo, seja macho ou fêmea. O USDA (1996), para vacas leiteiras em confinamento com média à alta produtividade, estima a produção de 80kg de dejetos/dia/1000kg de peso vivo com um volume total de 81,1 litros.

### 2.2.2. A composição dos dejetos

A composição dos dejetos é variável em função dos fatores citados no item anterior. Abaixo são apresentados valores de composição encontrados em diferentes condições.

Corsi et al.(1997) apresenta dados adaptados de Safley et al. (1984) (Tabela 2.9) em relação ao teor médio de nutrientes nas fezes e na urina em vacas de leite distribuídas em sete rebanhos da Carolina do Norte.

Tabela 2.9 - Teor médio de nutrientes nas fezes e na urina em vacas de leite distribuídas em sete rebanhos da Carolina do Norte (EUA).

Nutriente	Urina (g/l)	Fezes (% do peso fresco)	% excretada nas fezes
Sólidos totais	6,1	15,4	85
N total	11,5	2,9	48
P total	0,2	1,2	95
Cl	2,5	0,61	47
K	7,95	0,84	28
Ca	0,17	1,28	97
Mg	0,56	0,63	78
Na	1,18	0,22	41
Cu	0,001	0,005	95
Zn	0,002	0,02	98
Fe	0,006	0,16	99
Mn	0,0002	0,02	99

Fonte: Safley et al. (1984), adaptado por Corsi et al. (1997)

O USDA (1996) apresenta dados de excreção para bovinos leiteiros confinados para três categorias de animais (Tabela 2.10). As vacas em lactação possuem maior excreção de N

e P que as demais categorias. Essa tabela é apropriada para rebanhos de moderada a alta produção de leite em confinamento.

Tabela 2.10 - Características dos dejetos de bovinos leiteiros em rebanhos dos EUA.

Componente	Unidade	Vacas Lactação	Vacas secas	Novilhas
Peso	kg/d/1000 kg PV	80	82	85
Volume	Ft <sup>3</sup> /d/1000lb PV	1,3	1,3	1,3
Umidade	%	87,5	88,4	89,3
ST	kg/d/1000 kg PV	10	9,5	9,14
SV	kg/d/1000 kg PV	8,5	8,1	7,77
SF	kg/d/1000 kg PV	1,5	1,4	1,37
DBO <sub>5</sub>	kg/d/1000 kg PV	1,6	1,2	1,3
N	kg/d/1000 kg PV	0,45	0,36	0,31
P	kg/d/1000 kg PV	0,07	0,05	0,04
K	kg/d/1000 kg PV	0,26	0,23	0,24
C:N		10	13	14

Acrescer sólidos e nutrientes em 4% a cada 1% de alimento desperdiçado acima de 5%

Fonte: Adaptado de USDA (1996).

O relatório europeu “Emission inventory guidebook” (EEA, 2003) traz dados para excreção de N, apresentando faixas de variação em função da produção de leite e adição de concentrado. Vacas leiteiras com produção menor do que 5000kg de leite ao ano teriam uma excreção entre 60 e 110kg de N/ano. Vacas com produção entre 5000 e 6000kg de leite/ano e com baixa adição de concentrado excretariam na faixa de 100 a 140kg de N/ano. Vacas com a mesma produção porém com fornecimento maior que 500kg de concentrado ao ano excretariam de 80 a 100kg de N/ano e vacas com produtividade entre 9000 e 10000kg de leite por ano, entre 110 e 140kg de N/ano. Também é citada a faixa de variação em bovinos de corte produzidos extensivamente em pastagens, encontrando-se entre 30 a 40kg de N/ano.

O mesmo relatório cita dados específicos para países. Na Espanha o dado médio para vacas leiteiras é apresentado como 60,23kg de N/ano, enquanto que na Holanda 134kg de N/ano.

Van Horn (1991) cita a estimativa da concentração da excreção para vacas com produção acima de 9000kg de leite por ano como tendo 4,7kg de N, 1,0kg de P, 1,8kg de K e 128kg de sólidos totais em uma tonelada de esterco úmido.

A Tabela 2.11 apresenta os teores de nitrogênio, amônio, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O em amostras de esterco de bovinos utilizados em experimentos com a cultura do milho (UFSM, 1991 apud Barcellos, 1991), as quais têm os efeitos do manejo e da diluição em função da higienização das instalações, como mais um fator de variação.

Tabela 2.11 - Teores de nutrientes dos esterco líquidos de bovinos utilizados em experimentos com milho.

Nutriente	Teores
N-Total (kg/m <sup>3</sup> )	1,27
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	0,4
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> / N-Total (%)	31
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	1
K <sub>2</sub> O (kg/m <sup>3</sup> )	1,32

Fonte: UFSM, 1991 apud Barcellos (1991).

Outro dado apresentado por Barcellos (1991), citando Klausner e Guest (1981), traz para nitrogênio total uma concentração de 3,65kg/m<sup>3</sup> e para amônio 1,48kg/m<sup>3</sup>. COMISSÃO (1994) apresenta como composição média do esterco de bovinos fresco 1,5% de N 1,4% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 1,6% de K<sub>2</sub>O com um teor de 15% de MS.

Ferreira (1995), coletando urina e fezes de vacas leiteiras holandesas-zebu em época que se alimentavam de um pasto de composição bastante variada, obteve, na primeira leitura de seu experimento nas fezes, um teor de 2,4976g de N e 0,925 g de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> em 1 Kg de fezes e em urina coletada no dia anterior (armazenada em geladeira) e no mesmo dia do início do experimento um teor de N de 6,5g/l. O mesmo autor cita que a concentração de N na urina pode variar de 0,25% a 1,3% e que os teores de P são considerados traços.

Os teores de P nas fezes variam de 0,42 a 1,03% e 0,44 a 1,02%, respectivamente para gado de corte e para o gado de leite (Kiehl, 1985 apud Ferreira, 1995).

Braz et al. (2001) em seus estudos com animais consumindo forragens com 0,31 a 0,47% de N, 0,15% de P, 0,59% de K, 0,38% de Ca e 0,22 a 0,25 de Mg (e com suplementação de P e Ca) encontrou nas fezes valores entre 1,30 a 0,93% de N, 0,51% de P, 0,31% de K, 1,10% de Ca e entre 0,57 a 0,38% de Mg. Os mesmos autores citam que Hutton et al. (1965) determinou que vacas alimentadas com forragens contendo entre 15 e 26% de PB, 0,22 e 0,35% de P, 1,1 a 3,2% de K, 0,6 a 1,1% de Ca e 0,23 a 0,38% de Mg, apresentaram fezes com teores médios de 2,8% de N, 0,7% de P, 0,8% de K, 2,4% de Ca e 0,8% de Mg.

Como se observa, os valores encontrados apresentam uma ampla gama de variação, refletindo as diferenças encontradas nos diferentes locais e criações.

### 2.3. Dejetos de aves de corte

As aves são consideradas as criações com maior homogeneidade de manejo e nutrição. O USDA (1996) cita que, devido ao alto grau de integração as indústrias, rações unificadas, e completo confinamento de poedeiras e aves de corte, as características dos seus dejetos variam menos do que de outras espécies.

Na região Oeste, desde o princípio, a avicultura de corte integrada se estabeleceu dentro de um rígido pacote tecnológico. O agricultor entra com a mão-de-obra e instalações (essas e seus equipamentos seguem orientação e especificação da empresa integradora), recebendo os animais, a alimentação e até mesmo os medicamentos (caso necessário) da empresa integradora. Essa característica faz com que haja uma maior uniformidade em todos os aspectos, limitando as variações, praticamente, às condições físicas locais e à especialização da mão-de-obra, que podem resultar em índices diferentes de produtividade e em alterações nas excreções.

A Tabela 2.12 traz os dados médios apresentados pelo USDA (1996) para os EUA. Neste, os aviários são normalmente limpos uma ou duas vezes ao ano. São produzidos de cinco a seis lotes ao ano, sendo comum a remoção de porções da cama depois de cada lote e adição em substituição. A avicultura no Oeste de Santa Catarina é bastante semelhante à praticada neste país e, em geral, possui o mesmo manejo da cama.

Tabela 2.12 - Características dos dejetos de aves (com 5 a 6 lotes).

Componente	Unidade	Aves de corte	
		Excreta + desperdícios de alimentos	Excreção com cama
Peso	kg/d/1000 kg PV	80	35
Volume	Ft <sup>3</sup> /d/1000lb PV	1,26	
Umidade	%	75	24
ST	kg/d/1000kg PV	20	26,5
SV	kg/d/1000kg PV	15	21,4
SF	kg/d/1000kg PV	5	5,1
DBO <sub>5</sub>	kg/d/1000kg PV	5,1	
N	kg/d/1000kg PV	1,1	0,68
P	kg/d/1000kg PV	0,34	0,34
K	kg/d/1000kg PV	0,46	0,4
C:N		8	9

Acrescer sólidos e nutrientes em 4% a cada 1% de alimento desperdiçado acima de 5%

Fonte: Adaptado de USDA (1996).

COMISSÃO (1994) apresenta os dados da Tabela 2.13 como recomendação de concentração média de nutrientes de dejetos de aves criadas sobre cama .

Tabela 2.13 - Concentração\* dos dejetos de frangos de corte criados sobre cama.

Número de lotes	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	Matéria seca %
1 lote	3,0	3,0	2,0	70
3 lotes	3,2	3,5	2,5	70
6 lotes	3,5	4,0	3,0	70

\* concentração calculada com base em material isento de água (seco em estufa a 65°C).

Fonte: COMISSÃO (1994).

### **3. Manejo dos dejetos**

O manejo dos dejetos das criações é fundamental para evitar maiores danos ao meio ambiente. As três principais criações da sub-bacia apresentam características bem diferentes em termos de manejo dos dejetos.

Este trabalho se restringe a analisar os problemas da poluição dos recursos hídricos e dessa forma são abordados somente os aspectos, mais diretamente, ligados à poluição destes.

Um aspecto geral que deve ser respeitado para todas as criações são as distâncias mínimas das instalações em relação aos corpos de água. Fontes, cursos de água e presença de lençol freático elevado devem ser observados no planejamento da atividade. A legislação, que prevê a preservação das margens dos cursos de águas, não vinha sendo cumprida, e a localização de várias instalações não são as mais adequadas em termos de prevenção de contaminação dos recursos hídricos. É importante ressaltar a importância destas distâncias para se diminuir os riscos de contaminação das águas. A localização inadequada das instalações pode aumentar os riscos de poluição pelos dejetos, como também inviabilizar ou encarecer determinadas alternativas de disposição e armazenamento/tratamento dos dejetos.

Devido à concentração e à dificuldade de manejo dos dejetos de suínos, serão abordados diversos aspectos relacionados à produção, manejo dos suínos, manejo dos dejetos propriamente dito, alternativas de utilização dos dejetos e técnicas e sistemas de tratamentos para estes.

Na bovinocultura, devido a deposição de boa parte dos dejetos diretamente nas pastagens, e na avicultura, devido produção sobre cama, os dejetos têm seu manejo facilitado em relação a suinocultura e dessa forma será realizada uma rápida abordagem. Na bovinocultura, devido a sua peculiaridade do acesso a pastagem, será enfocada a questão da reciclagem dos dejetos nas pastagens.



### **3.1. Manejo dos dejetos das aves de corte.**

A produção sobre cama torna mais fácil o manejo dos dejetos e aumenta a concentração de nutrientes o que facilita o seu uso como fertilizante e lhe confere um bom valor comercial e pode, no caso de exceder a capacidade de absorção, ser facilmente comercializado.

Os dejetos de aves normalmente saem diretamente dos aviários para as lavouras sem receber nenhum tratamento prévio. Porém, deve-se ter claro que o período que o dejetos permanece sobre a cama não corresponde exatamente a um tratamento por compostagem e os dejetos não se encontram totalmente estabilizados.

Em relação às aves, os maiores cuidados têm ficado por conta da localização dos aviários e dos depósitos dos dejetos antes de serem aplicados nas lavouras. Nos aviários de corte, os dejetos são depositados na cama que deve ser colocada sobre um piso que dificulte a lixiviação de nutrientes (chão batido). Estes devem se localizar de modo a não facilitarem o contato com os recursos hídricos da propriedade. O local de armazenamento entre a retirada do lote e a sua utilização na lavoura merece os mesmos cuidados que o aviário. Porém, como muitas vezes este é depositado na lavoura para ser espalhado em seguida, deve-se observar que ele não se localize próximo aos cursos de água ou na rede de drenagem. Caso fique depositado por um certo tempo, é recomendável cobri-lo para evitar a lixiviação de nutrientes e facilitar o espalhamento.

Embora a cama do aviário próxima aos comedouros possua valor nutricional aos bovinos, essa alternativa tem sido limitada pelas normas sanitárias que proíbem a utilização de dejetos para alimentação de bovinos.

### **3.2. Manejo dos dejetos dos bovinos**

Sendo um animal criado a maior parte do tempo fora das instalações, grande parte dos seus dejetos é espalhada diretamente sobre as áreas de pastejo. Em relação a animais mantidos em pastagens, o USDA (1996) cita que eles têm menos importância por não se encontrarem, geralmente, problemas de manejo ou distribuição. Porém, em algumas situações, esses dejetos podem trazer riscos ambientais ou mesmo terem grande importância para o manejo de nutrientes nas propriedades.

Na melhor das hipóteses, caberia ao agricultor manejar os dejetos das instalações de alimentação e ordenha (incluindo área de espera). Assim como na suinocultura, o manejo em função da própria higienização das instalações poderia ser na forma líquida e até mesmo em conjunto com a suinocultura em esterqueiras.

Outra opção, como a maioria são pequenos produtores e a quantidade de dejetos recolhida é pequena, é o manejo do esterco na forma sólida, através da sua raspagem o qual pode ser facilmente distribuído diretamente nas áreas de cultura ou ser levado para esterqueiras ou para compostagem. Porém, em função do menor volume produzido na instalação (maior parte nas pastagens) e da menor concentração da atividade, o manejo desses dejetos tem sido relevado, recebendo, geralmente, como destino, o meio ambiente sem nenhum tratamento ou critério de disposição.

### **3.2.1. A disposição natural das excreções, o manejo dessas e a reciclagem de nutrientes.**

Nos bovinos, da forma em que a grande maioria das propriedades da região maneja seus rebanhos, temos a maior parte dos dejetos excretados fora das instalações, diretamente nas áreas de pastejo ou descanso. A distribuição diretamente no campo reduz as tarefas de recolhimento, armazenamento, tratamento e distribuição dos dejetos. Essa distribuição “natural” nem sempre ocorre de forma uniforme. Existe a possibilidade de ocorrerem áreas com retorno em excesso de nutrientes (potencial problema ambiental), como áreas com déficit (áreas com degradação das pastagens).

Na região Oeste Catarinense, devido às condições topográficas e estrutura fundiária, as melhores áreas são destinadas à produção de grãos, assim como a prática da adubação é geralmente destinada a essas culturas, relegando a adubação das pastagens a um segundo plano. Essa realidade aumenta a importância da reciclagem dos nutrientes para o desenvolvimento das pastagens.

Alimentando-se das pastagens, os animais retiram nutrientes do campo e os exportam na forma de produtos animais (leite, couro, carne ...). Porém, ao excretar sobre essas mesmas áreas, repõem parte dos nutrientes ao solo.

Humphreys (1991), citado por Corsi et al (1997), determinou que num sistema com produção de 8 mil litros de leite/ha/ano haveria a exportação de 42, 8 e 11kg de N, P e K,

respectivamente. Num sistema de produção de corte com produção de 500kg de peso vivo/ha/ano, a exportação foi respectivamente de 12, 4 e 1kg/ha/ano para N,P e K.

Ferreira (1995) cita diversos autores como Ball & Ryden (1984), Sadik et al. (1990) e Schneider et al. (1985), os quais verificaram que a exportação de N no leite, em relação ao consumido, pode ser respectivamente de 5%, 20% ou de 31 a 35% em função da alimentação, do estágio da lactação e da capacidade do animal em produzi-lo. A variação típica para retenção de N, em relação ao ingerido, seria de 4 a 10% em gado de corte, e de 13 a 28% em gado de leite. (Henzell & Ross, 1987 apud Ferreira, 1995).

A variação do retorno dos nutrientes aos pastos de 60 a 99% (Barrow, 1987) mostra a importância deste fato para as pastagens, principalmente em sistemas com baixa fertilização. Esses valores de retorno podem levar à idéia de que a influência da ação dos bovinos na fertilidade seria mínima, mas, segundo Braz et al. (2001), tanto a percentagem dos nutrientes reciclados, como a distribuição das excreções e o processo de disponibilização dos nutrientes para as plantas, podem ter relevância nas alterações que ocorrem na fertilidade dos solos, afetando a sustentabilidade dos ecossistemas de pastagem, sobretudo aqueles de baixo “input” tecnológico.

Neste sentido, Ferreira (1995) cita que as excretas atingiriam anualmente de 30 a 40% da superfície de pastagem, o que levaria a um desbalanceamento na distribuição dos nutrientes. Além disso, partes dos nutrientes podem não retornar de forma eficiente ao solo ou serem perdidas dos sistemas.

Mathews et al. (1996) citam que um bovino adulto urina em torno de 8 a 12 vezes e defeca 11 a 16 vezes por dia. Cada evento produz 1,6 a 2,2 litros de urina e 1,5 a 2,7kg de fezes, cobrindo áreas de 0,28 e 0,09m<sup>2</sup>, respectivamente. Portanto, se tomarmos os dados médios, teremos por dia uma área coberta por animal de 1,125m<sup>2</sup> pelas fezes e de 2,8m<sup>2</sup> pela urina. Teremos num ano uma área total coberta de 1432,625m<sup>2</sup>, ou no máximo 1752m<sup>2</sup> por bovino adulto. Se considerarmos uma lotação de 2 animais/ha teremos em torno de 28 a 35% da área atingida pelas excreções num ano, sem considerar as prováveis sobreposições.

Outro fator importante são as excreções que ocorrem fora das pastagens. Cerca de 12% das defecções e 6% das micções podem ocorrer no curral ou próximo a ele, quando os animais são retirados das pastagens para ordenha (Morton, 1984, citado por Ferreira, 1995). As defecções no curral caso não sejam reconduzidas pelo agricultor às pastagens, seriam desperdiçadas, diminuindo a reciclagem de nutrientes. As defecções em áreas de espera, ou caminhos também consistiriam em perdas de nutrientes. Nas áreas de descanso, sombras, ao redor de bebedouros e comedouros pode haver um depósito maior de nutrientes que podem

não ser adequadamente reaproveitados pelo excesso de deposição, constituindo-se em mais perdas do sistema.

A distribuição dos dejetos pelos animais pode ser influenciada decisivamente pelo manejo destes, pois essa distribuição vai depender do tempo de permanência dos animais nos locais.

Portanto, no manejo dos dejetos de bovinos, além da preocupação com a porção dos dejetos depositada nas instalações, os cuidados devem ser destinados a evitar a permanência dos animais em determinados locais (ou mesmo áreas improdutivas), diminuindo o desbalanceamento na redistribuição destes. Caso não existam condições de se evitar a concentração, estes pontos devem ser localizados de forma a minimizarem o seu impacto sobre os cursos de água.

### **3.3. Manejo dos dejetos de suínos**

O manejo dos dejetos de suínos por muito tempo foi relegado à boa vontade dos suinocultores. Normalmente, quando se observava os sistemas de produção propostos pela assistência técnica a questão dos tratamentos dos dejetos não estava presente.

Com o grande aumento do plantel, com a concentração deste em áreas cada vez menores, com a substituição da adubação orgânica pela química e com os demais usos que os recursos hídricos passaram a ter, ou mesmo com a maior demanda dos existentes, o meio ambiente passou a não ter a capacidade de se autoregenerar e garantir o suprimento a todas essas demandas, tornando escasso o recurso hídrico.

A grande dependência da vida e de quase todas as atividades humanas desse recurso passou a preocupar a comunidade local. O principal problema levantado é a poluição provocada pelas criações de suínos.

Guivant & Miranda (1999), ao tratar da questão da poluição suinícola, cita os problemas enfrentados no controle da poluição suinícola como representativo dos problemas que enfrentam outros de origem agrícola, seja em termos de aplicação da legislação existente, de falta de recursos para estimar os níveis de poluição dos recursos hídricos e dos solos, da falta de consenso sobre as tecnologias adequadas para o controle da poluição e, por último, por expor a falta geral de integração entre políticas agrícolas de apoio à agricultura familiar e estratégias de sustentabilidade rural regionais.

Num primeiro momento, serão abordadas questões relativas ao manejo dos dejetos e sua utilização e, posteriormente, os sistemas de tratamento propostos para a região.

### **3.3.1. Volume de água presente nos dejetos**

O volume de água presente nos dejetos de suínos é um aspecto importante no seu manejo, influenciado por vários fatores. O acréscimo de água aos dejetos aumenta os custos de tratamento, transporte e disposição destes.

Um dos fatores importantes no aumento do volume dos dejetos diz respeito às águas das chuvas que acabam contribuindo para o aumento deste, seja através das redes de drenagens, ou da água que é captada pelo telhado (ou diretamente) e conduzida junto com os dejetos para as calhas de captação de dejetos.

Uma das formas de evitar a penetração das águas de drenagem nas unidades de tratamento e/ou armazenagem é a construção de um sistema de drenagem ao redor destas. A água do telhado, por sua vez, pode ser coletada por calhas e ser desviada para o sistema de drenagem, assim como pode se prolongar o beiral do telhado, a fim de impedir que a água da chuva atinja as instalações ou os canais de coleta dos dejetos, que podem ser recobertos, evitando, também, a proliferação de moscas.

Outro fator é o desperdício de água durante a lavagem das instalações. Nesse caso, a alternativa para redução do volume utilizado é a prática da raspagem mecânica para limpeza e, quando necessário, a lavagem pode-se dispôr das vassouras hidráulicas para diminuir o consumo de água (Silva, 2000).

A quantidade de efluente produzida nas edificações pode ser reduzida também por uma diminuição das perdas de água nos bebedouros e do consumo de água. Os modelos e a operacionalidade dos bebedouros podem influenciar nas perdas de água. Neste sentido, é importante a altura e o ângulo de posicionamento dos bebedouros que varia em função do modelo utilizado e do tamanho dos animais.

O consumo elevado de água aumenta as perdas desta na urina, porém deve se levar em conta que a restrição do consumo de água pode levar a perda em termos de produtividade (Perdomo et al., 1998). Aspectos relativos à nutrição (como redução na ingestão de proteína) e de instalações (conforto térmico) podem levar a uma redução no consumo de água sem prejuízo do desempenho animal e com redução do volume excretado.

A redução no volume dos dejetos influencia diretamente sobre a capacidade das unidades de armazenamento/tratamento dos dejetos e na valorização dos dejetos como fertilizante. Quanto menor a diluição maior a concentração de nutrientes por unidade de volume transportado para as lavouras. Esse aspecto fica evidente nos dados apresentados na Tabela 2.5, quando da caracterização dos dejetos de suínos.

### **3.3.2. Nutrição e manejo alimentar**

Tanto a melhoria da eficiência alimentar como qualquer procedimento nutricional ou outra tecnologia que aumente a produtividade por matriz, acarreta menor quantidade de reprodutores para se obter um determinado volume de produção e, conseqüentemente, uma menor quantidade de dejetos produzidos (Perdomo et al., 1998).

Uma alimentação balanceada pode contribuir para uma maior produtividade, porém o aumento indiscriminado de nutrientes e/ou ração em excesso para a fase em que se encontra o suíno, pode aumentar a quantidade de dejetos e/ou a quantidade de determinados compostos nestes, além de contribuir para o aumento dos custos de produção.

Existem possibilidades de minimizar o fornecimento de nutrientes e maximizar a sua utilização por meio dos animais através dos conhecimentos da nutrição animal. O conhecimento da composição nutricional dos ingredientes das dietas dos suínos, sua digestibilidade e as tecnologias disponíveis para melhorar essa, assim como o conhecimento dos níveis de exigência de cada um deles nas diferentes fases, sexo e genótipos de suínos, o período do ano em que o problema está sendo tratado, etc, podem, segundo vários autores, levar a uma redução de perda de N e P na ordem de 30 a 40% (Penz, 2000).

O melhor conhecimento em relação à composição dos alimentos e sua digestibilidade, assim como o conhecimento mais preciso em relação às exigências dos animais permitem diminuir as margens de segurança na formulações de rações. Isso reduz os custos das rações e a excreção de nutrientes. O uso de dietas apropriadas ao sexo e a fase do desenvolvimento quanto mais específicas melhor será o aproveitamento dos animais e conseqüentemente menor será o volume excretado e o teor de nutrientes nestas (Perdomo et al., 1998).

Em relação às perdas de nitrogênio, o uso de dietas apropriadas às diferentes fases de produção (levando em consideração sexo, genótipos) e a formulação com base nas necessidades de aminoácidos tem apresentados bons resultados. Penz (2000) cita diversos autores em que as reduções de excreções têm sido significativas.

Para reduzir-se o teor de proteína na dieta, a alternativa é o balanceamento dos aminoácidos, segundo a exigência dos animais. Esse balanceamento promoveria um melhor aproveitamento da proteína do alimento, pois os aminoácidos essenciais e não essenciais estariam em quantidades igualmente limitantes (Perdomo et al., 1998). O desenvolvimento de aminoácidos sintéticos (com destaque para a lisina) e a redução dos seus custos podem, a curto prazo, tornar viável a redução nos teores de proteína da dieta dos animais sem prejuízo para o seu desempenho e com redução das excreções de N.

Outro fator positivo na redução da quantidade de proteínas na dieta é que esta também afeta o consumo de água. Dietas ricas em proteína aumentam o consumo de água e do mesmo modo o a sua excreção pela urina, aumentando a diluição dos dejetos.

Em relação ao fósforo tem sido levantado pelos nutricionistas formas de melhor aproveitar este nutriente. O fósforo está presente nos vegetais em quantidades que, em geral, seriam suficientes para atender as exigências dos animais, porém a sua digestibilidade é mínima, sendo assim eliminado via fezes. O P pode encontrar-se de 29 a 99% indisponível nos grãos e subprodutos de origem vegetal, por estar preso á estrutura do ácido fítico (Fierman & Fierman, 1998). A esse fósforo soma-se também parte do fósforo inorgânico suplementado em excesso, contribuindo para os níveis excretados.

Uma das alternativas seria utilizar alimentos que apresentam fitase na composição da dieta dos suínos, pois esses alimentos favorecem a digestibilidade do fósforo (Perdomo, 1998). Um dos limites ao uso de ingredientes ricos em fitase é a sua pouca resistência ao calor, podendo ser perdida durante a peletização das rações. Outro é o custo para sua suplementação.

Outro enfoque importante na nutrição são os fatores antinutricionais presentes nos ingredientes das dietas. Esses fatores diminuem a eficiência do aproveitamento dos nutrientes. Desta forma, aumentam o volume de nutrientes excretados. Deve se evitar utilizar alimentos que possuem tais fatores ou tratá-los de forma a inativar estes inibidores.

Por último, as micotoxinas presentes nos alimentos devidos a problemas nas lavouras ou durante o armazenamento podem comprometer o aproveitamento dos nutrientes. As micotoxinas podem provocar graves conseqüências, inclusive diminuindo o valor nutritivo dos alimentos e a sua própria absorção, resultando em aumento dos excrementos e dos teores de nutrientes.

### **3.3.3. Utilização dos dejetos de suínos na alimentação animal**

Os dejetos vêm sendo utilizados, em Santa Catarina, na piscicultura e bovinocultura, mesmo sem existirem maiores estudos que venham responder, principalmente, as questões sanitárias de tal prática.

Os dejetos de suínos, nas condições brasileiras, apresentam baixo valor nutricional para serem usados na alimentação da própria espécie devido ao seu baixo teor energético e digestibilidade (Perdomo et al., 1998). Porém, para bovinos que apresentam maior capacidade para digerir alimentos fibrosos, tem-se observado bons resultados no que diz respeito ao ganho de peso, ao se incluir, na dieta alimentar destes, dejetos de suínos prensados. Cabe salientar que, por razões de segurança sanitária e alimentar, esta prática tem sido desencorajada.

Na piscicultura, por sua vez, tem sido desenvolvido um programa de incentivo à produção de diversas espécies de peixe com base na utilização de dejetos de suínos, apresentando uma produtividade menor que os produzidos com rações balanceadas, mas com um custo bem menor.

Vale ressaltar que não se tem estudos mais aprofundados quanto as questões sanitárias, ou seja, a possibilidade de veiculação de doenças através dos dejetos para as outras espécies e dessas para o homem. No caso da piscicultura, também deve ser verificado o problema ambiental que tal prática pode trazer aos recursos hídricos.

Atualmente, está em vigor uma portaria ministerial que proíbe o uso de dejetos na alimentação de bovinos em virtude das restrições do comércio internacional. Isso limita a possibilidade de uso dos dejetos na alimentação de animais que se destinam ao consumo humano, porém nada impede seu processamento e uso para animais de estimação ou ornamentais.

### **3.3.4. Utilização dos dejetos na produção de biogás**

“Os dejetos de suínos possuem potencial energético em termos de produção de biogás, porque mais que 70% dos sólidos totais são constituídos por sólidos voláteis, substrato das bactérias metanogênicas responsáveis pela produção de biogás” (Perdomo et al., 1998).



Baseado nesse potencial, a produção de biogás foi alvo de um programa governamental que incentivou a utilização dos dejetos com este fim. Algumas centenas de unidades de produção de biogás foram construídas, mas com o tempo passaram a ser abandonadas, por um lado, por problemas do próprio programa e, por outro pela redução dos custos do petróleo.

Atualmente, pode vir a se tornar uma nova alternativa, seja pela superação dos problemas apresentados na experiência anterior, como pelo aumento do custo e da redução da disponibilidade de energia (petróleo e energia elétrica) no país.

Konzen (1983) apud Oliveira (1993) apresentou uma estimativa de produção de biogás com diferentes tamanhos de rebanho. Os valores encontram-se na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Volume de biodigestor, produção média diária de biogás e biofertilizante.

Nº de matrizes	Biodigestor (m <sup>3</sup> )	Biogás (m <sup>3</sup> /dia)
12	25	12
24	50	25
36	75	37
60	125	62

Fonte: Konzen (1983) apud Oliveira (1993).

### 3.3.5. Utilização dos dejetos como fertilizante orgânico

Os dejetos de suínos apresentam valor como fertilizante e têm sido empregados principalmente na adubação das áreas destinadas ao milho. A Tabela 3.2 apresenta a composição média dos dejetos produzidos na unidade experimental da EMBRAPA Suínos e Aves em valor equivalente em fertilizante mineral. Para o nitrogênio, foi utilizada a uréia, para o fósforo, o superfosfato triplo, e para o potássio, o cloreto de potássio.

Tabela 3.2 – Composição média dos dejetos de suínos com matéria seca de 1,94% e valor equivalente dos mesmos em fertilizante mineral.

Nutrientes	Quantidade (Kg/m <sup>3</sup> )
Nitrogênio	2,33
Fósforo	0,66
Potássio	0,90

Fonte: Adaptado de Dartora et al. (1998)

Um dos grandes problemas dos dejetos de suínos é sua grande diluição. Isso diminui a concentração de nutrientes e dificulta a sua manipulação. No caso do nitrogênio, a maior parte está sob a forma amoniacal, facilitando as perdas por volatilização. No caso do fósforo, se comparado aos fertilizantes comerciais, tem-se uma maior solubilidade deste em função da matéria orgânica e, portanto, maior mobilidade (principalmente em solos arenosos). Esses e outros aspectos devem ser considerados para que se tenha eficiência na sua utilização e ao mesmo tempo não se provoque maiores danos ao meio ambiente.

A maioria dos trabalhos avalia os benefícios dos dejetos a partir do teor dos macronutrientes NPK. Porém, a adição da matéria orgânica dos dejetos pode trazer outros benefícios, como a melhoria das características físicas e biológicas do solo, além da presença de vários micronutrientes (Zn, Fe, Mg, Cu ) que podem contribuir para o aumento da produtividade. Porém, estes últimos, em doses elevadas, podem se tornar prejudiciais às culturas.

Os dejetos normalmente apresentam grande quantidade de microorganismos, dos quais alguns patógenos ao homem. Isso deve ser considerado na sua utilização para adubação de determinadas culturas em função da possibilidade de transmissão de doenças ao ser humano.

Testa et al. (1996) citam que a viabilidade econômica da aplicação de dejetos com distribuidores de pneus depende de uma série de fatores, mas que, normalmente, para um dejetos com 6% de matéria seca, haverá economicidade para uma distância de até 2km. Scherer et al. (1996) considera que para um dejetos com 2,09% de matéria seca, a distância máxima economicamente viável é de no máximo 500m.

Estas referências reforçam a necessidade de um melhor manejo dos dejetos para diminuir a sua diluição e viabilizar a sua utilização como fertilizante. Há grande variação na composição dos dejetos líquidos de suínos, dependendo do grau de diluição. Um dejetos com 6% de MS apresentaria 0,49, 0,48 e 0,31%, respectivamente, de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, enquanto um dejetos com menos de 2% de MS teria 0,26, 0,14 e 0,16% dos mesmos elementos

Os autores têm considerado, nos seus cálculos de viabilidade do uso dos dejetos, como fertilizantes a comparação direta com adubos químicos. Porém, caso esse dejetos não seja aproveitado como fertilizante, haveria necessidade de se dar outro destino. Se nos cálculos de viabilidade os custos destas outras alternativas forem incluídos, provavelmente a viabilidade do uso como fertilizante aumente.

Os órgãos de fiscalização e proteção ambiental recomendam que os dejetos sejam aplicados após um período de retenção de 120 dias, para sua estabilização e redução do poder

poluente. A retenção promove também uma significativa redução da carga microbiana presente nos dejetos (Dartora et al., 1998).

Konzen (1997) afirma existir viabilidade técnica e econômica na utilização do esterco de suíno como fertilizante no milho. Analisando dados de aplicação dos dejetos em solos do cerrado, cita que as quantidades que se demonstram tecnicamente viáveis estão em torno de 45 a 90m<sup>3</sup>/ha distribuídos uniformemente e de forma exclusiva. A utilização de 4,5 a 6,0 litros por metro de sulco possibilitou uma produtividade de 5ton/ha.

Dartora et al. (1998) citam que de forma preliminar sugere-se para a cultura de milho, dose de até 160kg/ha de nitrogênio (60m<sup>3</sup> de dejetos), parcelada em duas vezes porém a quantidade de dejetos a ser aplicada depende além das necessidades da cultura da concentração do nutriente no dejetos e no solo, do tipo de solo, planta e proximidade do lençol freático.

Na região Oeste de Santa Catarina, em função da grande disponibilidade de dejetos, tem se desenvolvido experimentos de forma a avaliar o seu uso como fertilizante com destaque para o milho e feijão.

Uma das discussões levantadas é em relação à eficiência do N proveniente dos dejetos em relação ao N mineral. Um dos primeiros pontos a se considerar é que nem todo o N dos dejetos está numa forma prontamente disponível para as culturas. Se, de um lado, é positivo, pois diminuiria as possibilidades de perdas ainda maiores de N, por outro lado, a disponibilização dessa porção não necessariamente ocorre na mesma intensidade das necessidades das plantas.

Scherer (2001) realizou experimentos nos municípios de Chapecó e Guatambu avaliando fontes (uréia, nitrato de amônio, sulfato de amônio e esterco líquido de suínos) e épocas de aplicação de adubo nitrogenado na cultura do milho (plantio direto) usando doses de N de 120kg/ha. Em Chapecó, a eficiência média do esterco nos quatro cultivos realizados foi de 95% em relação aos adubos nitrogenados sintéticos. Em Guatambu, foram observadas diferenças entre as fontes testadas. O autor recomendou uma eficiência mínima do esterco de suínos de 80% do N total, não avaliando o efeito residual das diferentes fontes. Em Chapecó e Guatambu, o aumento médio da produção de milho com o uso de dejetos foi respectivamente da ordem de 2,4 e 2,1ton/ha ou um acréscimo de 82 e 53% em relação à produção média da testemunha (sem N). Foi obtido um valor médio de 5,9 e 6,125t/ha de milho produzido nos tratamentos com dejetos de suínos na média dos anos e tratamentos.

Scherer (1998), em experimento avaliando a utilização de esterco como fonte de N em dois plantios consecutivos de milho, encontrou, quando comparado com a uréia, uma

eficiência relativa média do N do esterco de 78% na dose de 60kg de N/ha e de 70% na dose de 120kg/ha de N. Ele cita que a eficiência maior do N encontrada nesse experimento em relação ao estabelecido pela COMISSÃO (1994) atribui-se ao maior teor de N-amoniaco presente nos dejetos usados neste experimento. Segundo o autor, a eficiência do N do esterco estaria diretamente relacionada ao seu teor de N-mineral. Neste experimento, não foi encontrada diferença entre a aplicação superficial e incorporada de dejetos de suínos líquidos. A justificativa apresentada foi o baixo teor de MS (2,7%) que permitiu a rápida infiltração do esterco, o pH no solo, em torno de 5,6, e a chuva que ocorreu logo após a aplicação no primeiro ano e, no outro dia, no segundo ano.

No mesmo trabalho, o autor concluiu para o cultivo de milho/feijão em cultivos em seqüência (safra/safrinha) e aplicação de dejetos somente na cultura principal que a recomendação indicada seria de 40 a 80 m<sup>3</sup>/ha de esterco de suínos e no caso de feijão/milho a dose de 40m<sup>3</sup>/ha. No sistema milho/feijão com 40m<sup>3</sup>/ha de dejetos, obteve-se 1112kg/ha de feijão e 5848kg/ha de milho. A produção de milho respondeu a dose de 80m<sup>3</sup>/ha com 6701kg/ha. No sistema feijão/milho na dose de 80m<sup>3</sup>/ha obteve 2.276kg/ha de feijão e 3.525kg/ha de milho. No sistema de cultivo milho/feijão, a resposta residual a adubação nitrogenada é maior do que no caso do sistema feijão/milho.

O uso dos dejetos como fertilizante tem sido uma realidade na região. Porém, é necessário observar que os nutrientes não apresentam a mesma disponibilidade que dos sintéticos, e que as relações de nutrientes, na maioria das vezes, não se encontra na proporção exigida pelas culturas, o que pode levar a excessos de alguns nutrientes, como no caso de zinco e cobre.

### **3.3.6. Uso de leito de cama no manejo de dejetos de suínos**

A produção de suínos em sistema Deep Bedding (Cama sobreposta) é uma alternativa de manejo dos dejetos. Ele visa à redução de riscos de poluição do ar, da água e do solo e à viabilização do seu uso como adubo orgânico. Nesse sistema, os dejetos sofrem uma compostagem “in situ” (Oliveira, 2001).

Neste caso, os dejetos são armazenados e tratados na própria edificação onde os suínos são criados. O sistema consiste em criar os animais em baias onde uma parte é constituída de piso compacto. Ali são dispostos os comedouros e bebedouros, e a outra de chão batido sobre a qual é colocada uma cama (Dartora et al., 1998).

Além do sistema reduzir os custos, pois dispensa os sistemas convencionais de estocagem dos dejetos, a produção sobre cama de maravalha aumenta a concentração de nutrientes (quando comparado com o sistema convencional) viabilizando o seu uso como fertilizante e facilitando a sua distribuição na lavoura.

Oliveira (2001) apresenta valores de concentração de nutrientes encontrados em sistemas de produção sobre piso ripado e cama de maravalha (Tabela 3.3) que demonstra a maior concentração encontrada nos sistemas de cama de maravalha.

Testes da EMBRAPA Suínos e Aves indicam a possibilidade de produzir quatro lotes de animais sem troca da cama, desde que esta seja revolvida uma vez por semana (Dartora et al., 1998).

Um dos problemas que pode ser limitante na adoção desse manejo é a ocorrência da linfadenite, doença que pode levar a perdas no abate e que poderia ser agravada neste sistema. Entretanto, até o momento não existem resultados que comprovem a relação entre a ocorrência de linfadenite e o sistema de criação, observando-se uma forte associação da doença a sanidade dos leitões. Outro é a disponibilidade de substrato para cama.

Tabela 3.3 – Resultados observados de diferentes amostras analisadas de resíduos gerados em diferentes sistemas de produção de suínos.

Dejetos Líquidos (bruto)	Kg/ton ou Kg/m <sup>3</sup>			
	% MS	Ntotal	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Piso ripado (parcial ou total)				
Dejetos geral	5,5	5	4	3
Ciclo completo	4,9	4,3	3,8	2,6
Terminação	9,3	9,6	4,0	6,4
Terminação perda H <sub>2</sub> O nula	14,5	9,0	6,0	8,5
Ciclo completo	1,6	2,2	0,6	0,9
Cama maravalha				
Terminação por lote	31	7,9	7,6	12,7
Creche por lote	29,2	9,9	7,4	10,5
Terminação (1 ano)	41,6	13,1	17,7	25
Terminação (2 lotes)	38,8	7,9	11,8	14,5
Terminação (1 ano)	43,4	8,7	7,2	11,7

Fonte: Oliveira (2001).

### 3.4. Sistemas de tratamento de dejetos

Por vários anos, a construção de esterqueiras para estocagem dos dejetos era praticamente o único procedimento realizado na região. Esses dejetos depois eram destinados

às lavouras ou mesmo aos cursos d'água. Mais recentemente, passou a ser difundida a utilização de bioesterqueiras, com um custo mais elevado do que a esterqueira e que foram implementadas com o objetivo de tratar os dejetos. Mas algumas pesquisas têm demonstrado que funcionam muito mais como depósitos, tendo efeito semelhante ao das esterqueiras.

A grande questão em relação aos sistemas de tratamento consiste em desenvolver um sistema que permita o tratamento dos dejetos de forma a minimizar os danos ambientais, mas ao mesmo tempo não inviabilizar economicamente os produtores de suínos da região. Isso significa pensar alternativas que viabilizem a suinocultura do ponto de vista econômico, social e ambiental.

Em estudos ou projetos de tratamento, deve-se ter clareza sobre o objetivo do tratamento, a que nível ele deve ser processado e baseá-lo em um estudo de impacto ambiental para avaliação do atendimento aos padrões dos corpos receptores (Von Sperling, 1995).

Na região, os estudos e propostas de manejo dos dejetos tem se concentrado na suinocultura pelas razões anteriormante expostas, como a concentração, quantidade e dificuldades no manejo e utilização destes na forma líquida. Da mesma forma, esse trabalho se concentrará nos tratamentos de dejetos de suínos, apresentando os sistemas mais utilizados (esterqueiras e bioesterqueiras) e outros vêm sendo testados (EMBRAPA/UFSC e DALQUIM).

### **3.4.1. Sistemas de tratamentos utilizados e/ou recomendados pela assistência técnica**

Serão abordados os principais sistemas recomendados pelas instituições de pesquisa e assistência técnica e/ou utilizados pelos produtores na região.

Os sistemas mais utilizados pelos agricultores são as esterqueiras e bioesterqueiras com posterior utilização dos resíduos como adubação. Estes, atualmente, são consideradas mais como depósitos do que como unidades de tratamento, pois ambos os sistemas não permitem que os efluentes sejam lançados diretamente nos cursos d'água.

A EMBRAPA Suínos e Aves tem apresentado dois sistemas de tratamento. O primeiro sistema desenvolvido em conjunto com a USFC, de menor custo, e um segundo denominado sistema DALQUIM, desenvolvido em parceria com uma Empresa do setor privado. O efluente final desses sistemas apresenta características que, se não alcançam os

índices preconizados pelos órgãos ambientais, encontram-se bem mais próximos destes do que as esterqueiras e bioesterqueiras.

### 3.4.1.1. Sistema EMBRAPA/UFSC

O sistema desenvolvido em conjunto com a UFSC está esquematizado na Figura 3.1.

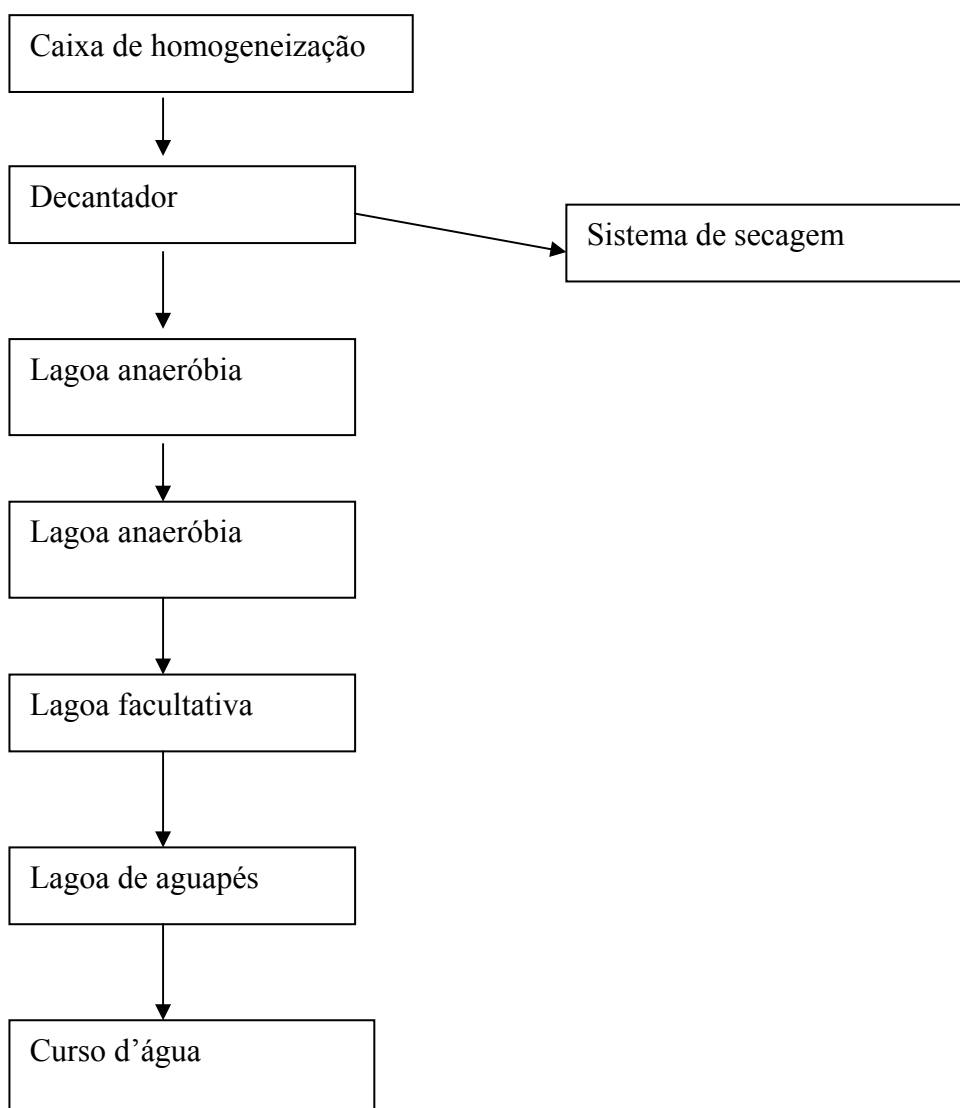


Figura 3.1. Fluxograma do sistema de tratamento de dejetos de suínos EMBRAPA/UFSC (adaptado de Dartora et al., 1998).

O sistema preconizado tem por objetivo devolver aos cursos d'água efluentes muito próximos às exigências dos órgãos ambientais, com custos relativamente baixos. A caixa de

homogeneização recebe e armazena determinado volume de dejetos produzidos diariamente para alimentar as unidades de tratamento.

O decantador de fluxo ascendente é utilizado para separar a fase sólida dos dejetos da fase líquida, com o objetivo de aumentar a eficiência dos processos subsequentes e aproveitar o lodo como adubo orgânico. O decantador remove aproximadamente 50% (40 a 60%) do material sólido. A Tabela 3.6 apresenta a eficiência média do decantador, e a Tabela 3.7 a composição média do lodo resultante em termos de nutrientes.

Tabela 3.6 – Eficiência do decantador na remoção da carga orgânica e nutrientes dos dejetos líquidos de suínos.

Varáveis	Eficiência (%)
Sólidos totais (M.S.)	48
DBO <sub>5</sub>	40
Nitrogênio	16
Fósforo	39
Potássio	Mesma concentração
Coliformes fecais	27

Fonte: Dartora et al. (1998).

Tabela 3.7 – Composição média do lodo obtido no decantador de fluxo ascendente e valor equivalente dos nutrientes em fertilizante mineral.

Nutrientes	Lodo (kg/m <sup>3</sup> )	Equivalente adubo mineral (kg)	Valor/m <sup>3</sup> (R\$)
Nitrogênio	3,20	7,11 uréia	2,70
Fósforo	4,98	11,58 SFT	4,5
Potássio	1,10	1,83 KCl	0,50
Total	9,28	20,79	7,70

Fonte: Dartora et al. (1998).

Em seguida, a primeira e a segunda lagoas anaeróbicas destinadas a reduzir a carga orgânica contida no efluente. As lagoas devem ter uma profundidade útil de 2,2m, e uma relação de comprimento versus largura de 2 a 3:1, devendo ser dimensionadas em função da carga orgânica (DBO<sub>5</sub>) e tempo de retenção hidráulica (30 a 40 dias). As Tabela 3.8 traz a eficiência na remoção de compostos das lagoas anaeróbicas, da lagoa facultativa e da lagoa de aguapés.

As lagoas facultativas têm por objetivo auxiliarem o processo de remoção da carga orgânica e nutrientes do efluente. Essas lagoas devem ter em torno de 1,0 m de profundidade útil, sendo dimensionadas em função da carga superficial e tempo de retenção superficial.



As lagoas de aguapés objetivam contribuir na remoção de nitrogênio e fósforo. As lagoas devem ter em torno de 1,0 m de profundidade útil e não serem muito largas. Cerca de 1/3 da vegetação deve ser retirada quando essa atingir 100% da superfície da lagoa.

Tabela 3.8 – Eficiência média da primeira e segunda lagoa anaeróbia, da lagoa facultativa e lagoa de aguapés na remoção da carga orgânica e nutrientes dos dejetos oriundos do decantador, com tempo de retenção hidráulico de 35, 46, 24 e 19,3 dias respectivamente.

Variáveis	1ª. Lagoa anaeróbia (%)	2ª. Lagoa anaeróbia (%)	Lagoa facultativa (%)	Lagoa de aguapés (%)
Sólidos totais (M.S.)	51	27	42	42
DBO <sub>5</sub>	80	64	42	42
Nitrogênio	25	25	65	65
Fósforo	60	42	35	35
Coliformes fecais	97,7	97,5	97,3	97,3

Fonte: Dartora et al. (1998).

A seguir, é apresentada uma simulação realizada por Dartora et al. (1998), que demonstra a remoção de carga orgânica e nutrientes de um determinado dejetos, usando o sistema descrito acima.

A Tabela 3.9 apresenta a caracterização do dejetos de suínos produzido por uma criação com 44 matrizes em ciclo completo, com teor de matéria seca entre 2 e 3%. A Tabela 3.10 demonstra a eficiência total apresentada pelo sistema sobre os dejetos de suínos.

Tabela 3.9 – Características dos dejetos líquidos de suínos produzidos por uma criação com 44 matrizes em ciclo completo, com teor de matéria seca entre 2 e 3%.

Variáveis	Quantidade (mg/l)
Sólidos totais (M.S.)	25.000
DBO <sub>5</sub>	21.000
Nitrogênio	3.100
Fósforo	2.300
Potássio	1.900

Fonte: Dartora et al. (1998).

Tabela 3.10 – Eficiência combinada na remoção total da carga orgânica e nutrientes do sistema formado pelo decantador, duas lagoas anaeróbias, uma lagoa facultativa e uma lagoa de aguapés, no tratamento de dejetos suínos.

Variáveis	Valores iniciais (mg/l)	Valores finais (mg/l)	Eficiência (%)
DBO <sub>5</sub>	21.000	79,96	99,61
Nitrogênio	3.100	246,07	92,06
Fósforo	2.300	67,69	97,05

Fonte: Dartora et al. (1998).

### 3.4.2.2. Sistema DALQUIM

A Figura 3.2 ilustra o fluxograma do sistema DALQUIM, o qual está em processo de aprimoramento, conforme descrito por Perdomo & Cazzaré (2001).

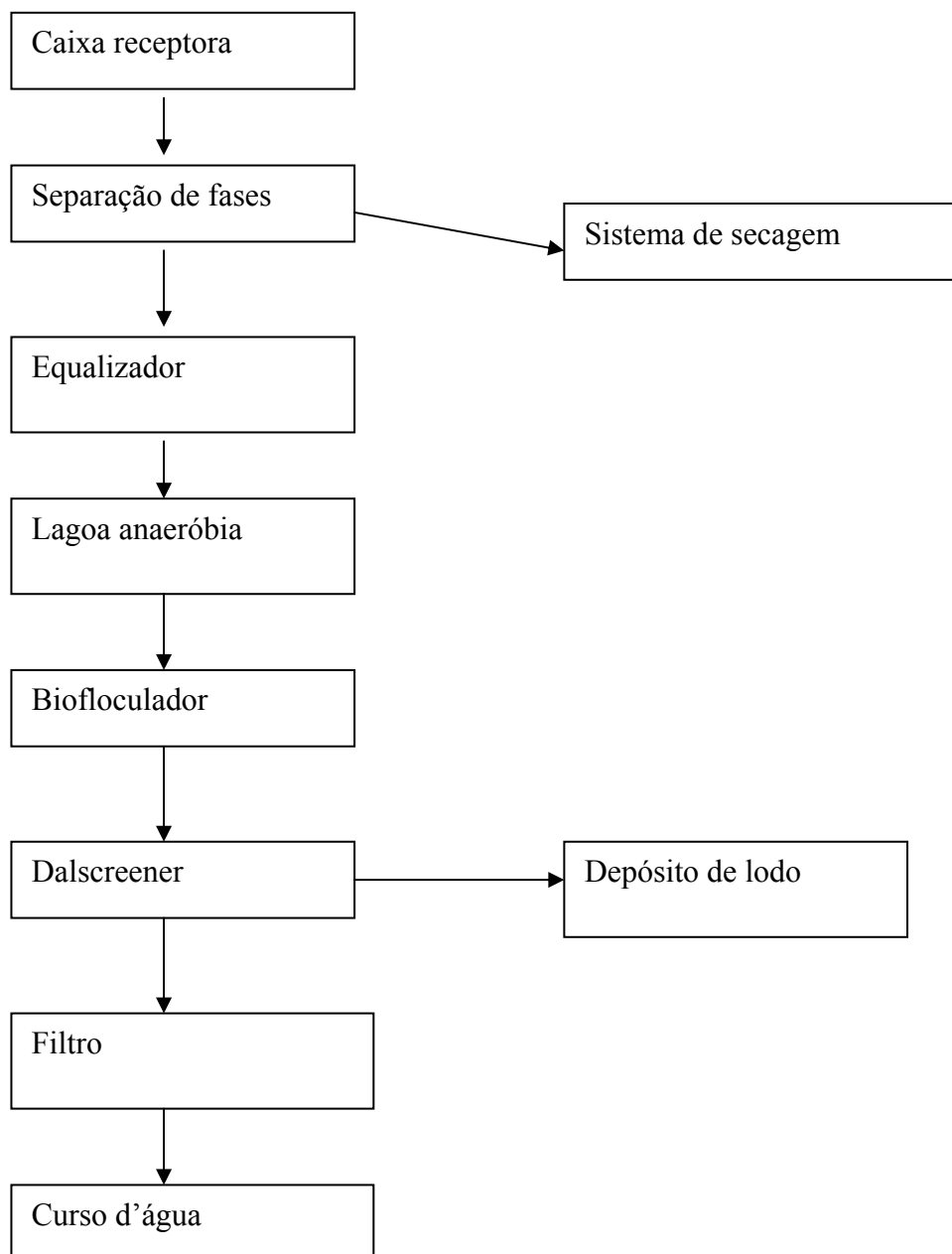


Figura 3.2 – Esquema do sistema de tratamento de dejetos de suínos DALQUIM (adaptado de Perdomo & Cazzaré, 2001).

O sistema DALQUIM é composto inicialmente por uma caixa receptora com a função de uniformização da consistência e da vazão de descarga. Na seqüência, a unidade de peneiramento promove a separação das fases sólidas e líquidas. A fase sólida é adensada e conduzida para uma unidade de secagem. O material seco representa 0,7% do volume de dejetos, sendo rico em nutrientes e passível de armazenagem. Pode ser empregado como fonte de nutrientes para diversas culturas (Perdomo & Cazzaré, 2001). A fase líquida segue para um sistema de tratamento.

O equalizador reúne o líquido separado pelas peneiras e o resultante do adensamento da parte sólida e tem por objetivo adequar a vazão de trabalho. Há adição de bactérias para acelerar a decomposição (na lagoa anaeróbia) e melhorar a fluidez do material.

O material segue para uma lagoa anaeróbia que, segundo Perdomo & Cazzaré (2001), pode sofrer uma redução da ordem de 50% da área e do tempo de tratamento, quando comparada às lagoas dimensionadas pelos critérios tradicionais.

O efluente da lagoa passa por um biofloculador composto por um tanque com um aerador central que cria um regime de alta turbulência e mantém os sólidos em suspensão, facilitando a sua remoção e evitando o retorno do lodo. Ocorre a adição de um catalisador químico para acelerar a velocidade de agregação das partículas sólidas.

O efluente passa ao “Dalscreener”, que é um separador de fases baseado no aumento do contato e da aderência das microbolhas de ar com as partículas existentes no líquido, diminuindo a densidade das partículas, forçando o seu deslocamento para a superfície, onde um raspador remove a parte sólida. Por último, o filtro para clarificação do efluente.

A Tabela 3.11 apresenta a eficiência do sistema, e a Tabela 3.12 a composição bromatológica do substrato seco resultante do processo de secagem. Na Tabela 3.13, há dados relativos à concentração de elementos de valor agrônômico do lodo.

Tabela 3.11 - Eficiência de remoção do sistema DALQUIM

Parâmetros	Eficiência de remoção
Sólidos totais (mg/l)	98
DQO (mg/l)	98,2
Nitrogênio total (mg/l)	88
Fósforo total (mg/l)	97
Potássio total (mg/l)	96
Coliformes fecais (NMP/100ml)	99,9

Fonte Perdomo & Cazzaré (2001).

Segundo Perdomo & Cazzaré, o sistema DALQUIM apresenta as seguintes vantagens:

- Alta velocidade de degradação da matéria orgânica, de remoção de poluentes e de patógenos;
- Baixa ocupação de área, 50% menor que os sistemas convencionais;
- Menor taxa de sedimentação de lodo no fundo dos tanques, aumentando a vida útil dos sistemas;
- Alta eficiência na remoção de poluentes;
- Redução dos maus odores;
- Reutilização da água para lavagem;
- Redução da mão-de-obra;
- Alta concentração de nutrientes no lodo, aumentando o seu valor agrônômico.

Porém, o sistema necessita um valor maior de investimentos e maior escala de produção para se tornar viável economicamente, quando comparado ao sistema EMBRAPA/UFSC.

Tabela 3.12 - Composição bromatológica do substrato seco resultante do processo de secagem (sistema DALQUIM)

Componente	Teor
Matéria seca	87,6 %
Proteína bruta	11,38 %
Energia bruta	3689 Kcal/Kg
Extrato etéreo	0,807 %
Cinza	6,55 %
Fibra bruta	17,73 %

Fonte: Perdomo & Cazzaré (2001).

Tabela 3.13 - Concentração de elementos de valor agrônômico do lodo no sistema DALQUIM (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O)

Elementos	Concentração (Kg/m <sup>3</sup> )
Nitrogênio	1,3
Fósforo	1,14
Potássio	2,21

Fonte: Perdomo & Cazzaré (2001).

### 3.4.2.3. Esterqueiras e bioesterqueiras

Normalmente a única estrutura existente nas propriedades destinadas aos dejetos são as esterqueiras e bioesterqueiras.

As bioesterqueiras foram propagadas como a solução para o problema, pois, segundo alguns técnicos da extensão rural, esta teria maior eficiência na estabilização da matéria orgânica e na preservação do valor fertilizante dos dejetos, além de reduzir os odores e a proliferação de moscas. Porém, segundo Gosmann (1997a), estas apresentam um custo de construção 20% superior às esterqueiras convencionais, sem acréscimos de eficiência.

#### 3.4.2.3.1. Bioesterqueiras

As bioesterqueiras utilizadas em Santa Catarina foram adaptadas do digestor tipo indiano. A diferença está na ausência da campânula para coleta do biogás (Gosmann, 1997a).

O sistema possui uma câmara de fermentação anaeróbia, com capacidade para um tempo de detenção de 45 dias e de um depósito de dejetos para um armazenamento em torno de 90-120 dias. A câmara de fermentação deve ter, no mínimo, 2,5m de profundidade e dimensionamento na proporção de 1/3 em largura/comprimento. Deve ser dividida em dois compartimentos iguais, por parede de 70% da altura das paredes externas (Gosmann, 1997a). A Figura 3.3 traz um esquema da bioesterqueira e esterqueira com o fluxo dos dejetos.

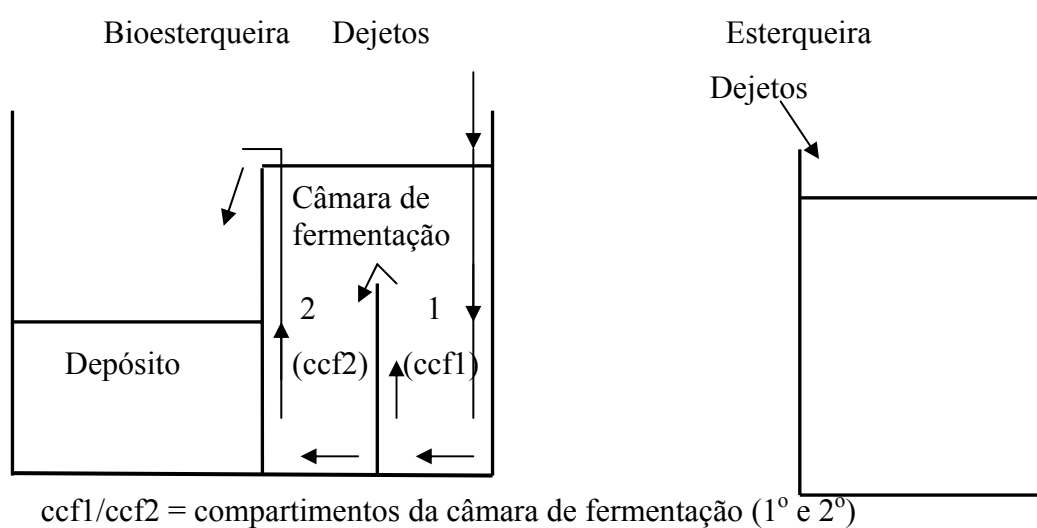


Figura 3.3 - Esquema da bioesterqueira e da esterqueira com fluxo dos dejetos (Gosmann, 1997a).

### 3.4.2.3.2. Esterqueiras

O sistema de esterqueira consta de apenas uma câmara, preferencialmente revestida, a qual serve como unidade de estocagem, com tempo de retenção hidráulica previsto para 90 a 120 dias. Os dejetos frescos são conduzidos, em fluxo descendente, diretamente ao tanque. Enquanto que nas bioesterqueiras a degradação anaeróbia se daria de forma seqüencial ao longo do deslocamento do dejetos nesta, na esterqueira é assumido que as fases da digestão anaeróbia ocorrem simultaneamente de forma dispersa em todo o ambiente, porém com menor eficiência (EPAGRI, 1995).

Gosmann (1997a) realizou estudos comparativos entre esterqueiras e bioesterqueiras para armazenamento e valorização dos dejetos de suínos e chegou a conclusão de que não existem diferenças entre os dois sistemas quanto à preservação do poder fertilizante e que, em boas condições de funcionamento, ambos os sistemas apresentam a mesma eficiência na redução/degradação da matéria orgânica e na preservação do poder fertilizante. Além disso, ambos sistemas não podem ser considerados como sistemas de tratamento, mas sim como sistemas de armazenagem destinando os dejetos posteriormente para as lavouras.

Gosmann (1997b) testou a eficiência do sistema realizado em duas etapas. Na primeira etapa, a temperatura média no local do experimento foi de 18,2°C, e na segunda de 25,5°C. A Tabela 3.13 traz os resultados das análises dos diferentes parâmetros observados por Gosmann (1997b). Na primeira etapa, para a bioesterqueira, a eficiência da remoção dos sólidos totais foi de 9,1%, e dos sólidos voláteis de 15,4%, enquanto que na esterqueira foi de 30,4% e de 42,5%. Essa diferença, segundo o autor, pode ser atribuída a maior dificuldade de aclimatação e ao fluxo hidráulico (abastecimento de três em três dias). Na segunda etapa, quando a alimentação se deu diariamente e com temperaturas mais elevadas, a eficiência de remoção foi maior nos dois sistemas e sem diferenças entre esterqueiras e bioesterqueiras.

Em relação a DQO, na primeira etapa a eficiência também foi menor do que na segunda e, da mesma forma, a esterqueira apresentou maior eficiência na primeira etapa. No final da segunda etapa, a redução foi de aproximadamente 70% em ambos os sistemas.

Em relação aos sólidos fixos, não houve alterações, e a conservação do valor fertilizante dos dejetos foi semelhante em ambos os sistemas.

Tabela 3.13 – Capacidade de redução de carga poluente de esterqueira e bioesterqueira.

1ª Etapa					
Parâmetro	Dejetos frescos	Último dia no depósito da bioesterq.		Último dia Esterqueira	
	g/Kg	g/kg	% redução	g/Kg	% redução
ST	32,9	29,9	9,1	22,9	30,4
SV	25,4	21,5	15,4	14,6	42,5
DQO total	43,1	36,3	15,8	23,3	45,9
NTK	3,2	3,3	-	2,9	-
NH <sub>4</sub>	1,9	2,5	-	2,3	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total	2,2	2,5	-	2,4	-
K <sub>2</sub> O Total	2,0	2,3	-	2,5	-
2ª Etapa					
Parâmetro	Dejetos frescos	Último dia no depósito da bioesterq.		Último dia Esterqueira	
	g/Kg	g/kg	% redução	g/Kg	% redução
ST	32,6	15,6	52,1	14,5	55,5
SV	25,4	9,0	65,8	8,0	69,6
DQO total	44,7	13,4	70,0	13,4	70,0
NTK	3,0	2,3	-	2,4	-
NH <sub>4</sub>	1,7	1,9	-	1,8	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total	2,2	1,1	-	1,6	-
K <sub>2</sub> O Total	1,5	1,8	-	1,7	-

Fonte: Gosmann (1997b)

## **4. Características gerais da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos**

A caracterização da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos foi realizada com base em estudos preexistentes. Entre estes, o inventário das Terras e Diagnóstico Sócio-Econômico e Ambiental da sub-bacia Hidrográfica Lajeado dos Fragosos, realizado por equipes de trabalho da EPAGRI/CIRAM e EMBRAPA (EPAGRI, 2000a), a dissertação de mestrado de Silva (2000) e consulta aos questionários aplicados na sub-bacia.

Há um amplo estudo da sub-bacia o qual compreende desde a formação histórica, a situação econômica e social na bacia, aspectos climáticos, físicos e hidrológicos. É realizada uma caracterização das terras e análise dos principais problemas identificados na sub-bacia. Estão à disposição vários mapas que compreendem a utilização das terras, os conflitos de uso, a hidrografia, mapas com localização das instalações de suínos e pontos de monitoramento de qualidade da água.

Consta, destes estudos, a caracterização da qualidade da água na bacia realizada através de monitoramento entre 05/08/98 a 06/11/99 com periodicidade quinzenal. Os dados foram coletados em oito pontos na sub-bacia. As variáveis físicas determinadas foram temperatura, pH e turbidez. As variáveis químicas disponíveis são oxigênio dissolvido, DBO, nitrato, fósforo, sólidos totais e fixos. A variável biológica foi representada pelos coliformes fecais.

Foram registradas na sub-bacia a precipitação, através de três pluviômetros e a vazão nos pontos de monitoramento e na foz. A vazão foi estimada com flutuadores (velocidade) e pela seção transversal do ponto.

A seguir, será apresentada uma caracterização geral da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos, baseada nos dados apresentados pelos materiais acima citados e dados do IBGE.



#### 4.1. Município de Concórdia

A sub-bacia do Lajeado dos Fragosos faz parte do território do município de Concórdia na região Oeste de Santa Catarina, sub-região Colonial do Vale do Rio do Peixe. O município possui uma superfície territorial de 808km<sup>2</sup>. É um dos pólos de desenvolvimento da região, com um dos maiores efetivos de aves e suínos, além de diversas agroindústrias. Com a sua economia baseada na agropecuária desenvolveu um setor secundário centrado na transformação desses produtos.

O município apresenta uma estrutura fundiária bastante desconcentrada com predominância do minifúndio e do trabalho familiar. Cerca de 31% dos estabelecimentos agrícolas possuem menos de 10ha, 35% entre 10 e 20 ha, e um total de 95,3% possuem até 50ha, num total de 3562 estabelecimentos agrícolas.

As Tabelas 4.1 e 4.2 apresentam dados das principais culturas anuais e criações desenvolvidas no município. Na área vegetal, o milho predomina com quase 80% da área destinada às principais culturas, seguido do feijão (safra e safrinha) com 8,6%. O trigo e triticales, culturas de inverno, representam juntos menos de 6% da área total, indicando uma baixa ocupação das terras com produção de grãos no inverno.

Tabela 4.1 – Área ocupada pelas principais culturas produzidas em Concórdia.

Culturas	Área (ha)	Frequência (%)*
Milho	31.000	78,4
Soja	2.000	5,0
Feijão safra	2.700	6,8
Feijão safrinha	700	1,8
Trigo	1.500	3,8
Triticale	700	1,8
Arroz	600	1,5
Fumo	362	0,9

\* percentual calculado com base na soma das áreas dos cultivos apresentados.

Fonte: IBGE (1996).

Tabela 4.2 – Efetivo e densidade do rebanho pecuário de Concórdia.

Espécie	Rebanho efetivo (nº de cabeças)	Densidade (cabeças/km <sup>2</sup> )
Bovinos	55.318	68,46
Suínos	258.757	320,24
Aves	5.778.000	7150,99

Fonte: IBGE (1996).

## 4.2. A sub-bacia do Lajeado dos Fragosos

Possui uma área de 64km<sup>2</sup>, correspondendo a 8% da área total do município de Concórdia. Esta compreende dois distritos, oito comunidades rurais e dois bairros residenciais (EPAGRI, 2000a). No Anexo A, através dos mapas da sub-bacia, pode-se visualizar a sua localização e forma.

A sub-bacia possui, num dos seus divisores, a passagem de uma rodovia, além de apresentar vários estabelecimentos comerciais e industriais (em destaque o laticínio da Batávia). A parte superior da sub-bacia do lajeado dos Fragosos, na sua margem direita, está sendo tomada gradativamente por loteamentos urbanos (Bairro dos Estados e Bairro Natureza). Os bairros são atendidos por água e energia elétrica da rede pública, bem como pelo serviço de coleta de lixo. Somente o bairro mais novo apresenta sistema de tratamento de esgoto cloacal, porém com suspeitas de não estar funcionando adequadamente. Segundo Silva (2000), há 3.650 habitantes urbanos na sub-bacia pertencentes à sede do município e de dois distritos municipais.

Segundo EPAGRI (2000a), nos 199 estabelecimentos agrícolas levantados, há um total de 690 pessoas.

### 4.2.1. Estrutura fundiária da bacia

A Tabela 4.3 demonstra que a situação fundiária da sub-bacia e do município, são semelhantes, com predomínio da pequena propriedade. Mais de 90% dos estabelecimentos possuem até 50ha, e mais de 50% possuem menos de 20ha.

Dos 199 estabelecimentos existentes, há dois casos em que um mesmo proprietário possui dois estabelecimentos, os quais foram agrupados por proprietário na distribuição fundiária.

Tabela 4.3 – Estrutura fundiária da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos.

Área (ha)	Nº estabelecimentos	Frequência (%)
0 – 10	49	24,9
10,1 – 20	66	33,5
20,1 – 50	64	32,5
50,1 – 100	12	6,1
+ de 100	6	3

Fonte: Silva (2000)

#### 4.2.2. Atividade Agrícola

A sub-bacia do Lajeado dos Fragosos tem o milho como sua principal atividade agrícola, muito embora se constate que anualmente a área desse venha diminuindo (Miranda et al., 2000; Silva, 2000). Na Tabela 4.4 é apresentada a ocupação da área da sub-bacia com atividades agrícolas, compreendendo somente as áreas dos estabelecimentos agrícolas (não engloba estabelecimentos comerciais de serviços ou áreas públicas) e nestes as áreas destinadas à agricultura (fica de fora construções, lazer, estradas ...). Os dados abaixo divergem dos apresentados por Miranda et al. (2000) e Silva (2000).

Tabela 4.4 – Ocupação do solo na sub-bacia do lajeado dos Fragosos (atividades e estabelecimentos agrícolas).

	Área (ha)	Frequência (%)
Área total dos estabelecimentos	4.742	
Lavoura temporária	1386	29,2
Milho	1341	28,3
Feijão	122	2,6
Trigo	2	-
Soja	8	0,2
Lavoura permanente	114	2,4
Pastagem de inverno	387	8,2
Pastagem perene	1780	37,5
Capoeira*	679	8,7
Mata	414	8,7
Reflorestamento	117	2,5

\* valor citado por Silva (2000).

Praticamente, o milho e o feijão são os grãos produzidos na sub-bacia. Parte destes são plantados em sucessão, proporcionando, em algumas áreas, duas safras de verão. No inverno, a utilização com trigo é praticamente nula, porém ocorre o aproveitamento parcial das áreas de cultivo anual de verão com pastagens de inverno. As áreas de pastagem têm avançado, conforme tem se expandido a exploração da bovinocultura leiteira.

#### 4.2.3. Produção animal

A Tabela 4.5 apresenta os dados em relação ao efetivo dos três rebanhos. As três principais criações animais da sub-bacia serão descritas em detalhe no Capítulo 5.

Tabela 4.5 – Distribuição das atividades pecuárias na sub-bacia do lajeado dos Fragosos.

Espécie	Nº de criadores	Rebanho (nº de cabeças)	Densidade (cabeças/km <sup>2</sup> )
Aves	60	730.602	11415
Bovinos	171	4.276	66,8
Suínos	111	36.232	566

Os dados da Tabela 4.5 divergem daqueles apresentados por Silva (2000), EPAGRI (2000a) e Miranda et al. (2000) porém, com exceção dos bovinos, são valores que foram estimados com base nas informações dos questionários e portanto, depende dos índices tomados como referência. Maiores detalhes sobre a forma de determinação assumida podem ser encontrados no Capítulo 6.

A bovinocultura está presente em quase todos os estabelecimentos, porém muitas vezes se constitui em atividade de subsistência sem expressão comercial. Em cerca de 70% dos estabelecimentos com bovinos, essa atividade tem importância comercial (MIRANDA et al., 2000).

Na suinocultura, 90% ocorre vinculada ao sistema de integração agroindustrial (MIRANDA et al., 2000), sendo a maior parte dos produtores especializados com 32 produtores em ciclo completo, 47 em UPL e 32 em terminação.

Em relação à avicultura, os questionários somente consideraram os produtores integrados, já que em todas as propriedades são criados animais para consumo próprio de carne ou ovos. Das três atividades é a que está presente em menor número de estabelecimentos agrícolas.

#### 4.2.4. Condições climáticas

A região, segundo a classificação de Köppen, pertence ao clima subtropical úmido (Cfa). Os meses mais frios (junho e julho) apresentam temperaturas médias em torno de 15°C e sem deficiências hídricas. As chuvas são regulares e bem distribuídas, sem estação seca definida, com precipitação anual acima de 1.500 mm (Silva, 2000).

A temperatura média anual da região é de 18,7°C, sendo janeiro e fevereiro os meses mais quentes e junho e julho os mais frios.

A maior probabilidade de ocorrência de geadas é de maio a agosto, com 12,5%, 50%, 43,7% e 17,6%, respectivamente. Podem ocorrer, em termos normais, de 5 a 12 geadas por

ano e os valores de horas de frio abaixo de 7,2°C variam de 164 a 437 horas acumuladas por ano (EPAGRI, 2000a).

A precipitação total anual média é de 1.888,0 mm. Ocasionalmente, ocorrem meses secos prejudiciais a produção. O número de dias com chuva no ano varia de 89 a 146.

Em EPAGRI (2000a) foram comparadas a precipitação mensal (PRE) com a evapotranspiração potencial (ETP) média mensal da região e considerou-se mês seco aquele com  $ETP > PRE$ . Os meses com maior ocorrência de secas são dezembro, janeiro e abril, com probabilidade de 39%, 37% e 28%, respectivamente.

#### **4.2.5. Aspectos físicos da sub-bacia**

As características físicas da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos apresentadas por EPAGRI (2000a) constam da Tabela 4.6

A ordem (4<sup>a</sup>) e a densidade de drenagem (1,54km) indicam que a área apresenta sistema de drenagem medianamente desenvolvida. O índice de sinuosidade do curso principal classifica-o na transição entre reto e divagante (Silva, 2000).

Os valores de fator forma baixo e o índice de compacidade distante da unidade indicam que a área não é sujeita a enchentes persistentes, porém a declividade média de 23,53% indica um relevo bastante acidentado com velocidade de escoamento média a alta (EPAGRI, 2000a). A diferença de altitude na sub-bacia É de 542m.

#### **4.2.6. Aspectos da Terra**

A área da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos está inserida na Unidade Geomorfológica Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai. A Unidade é caracterizada por um relevo muito dissecado, com vales profundos e encosta em patamares EPAGRI (2000a)

Na área da sub-bacia, através de estudos de fotointerpretação, seguido do mapeamento a campo, foi determinada a ocorrência de seis subpaisagens e estudadas as suas características, distribuição, uso potencial e uso atual (EPAGRI, 2000a).

As unidades fisiográficas dominantes são descritas a seguir:

a) Encostas erosionais (Ee): são áreas localizadas nas encostas mais íngremes e representam 21% da área da bacia com 1.292 ha. São áreas erosionais, que apresentam rampas curtas e íngremes com declividade entre 35 a 60% (relevo forte ondulado e

montanhoso). Há uma associação complexa de Cambissolos e Neossolos Litólicos. São solos minerais, rasos, muito pedregosos e bem drenados. Possuem baixa acidez, alta soma de bases e alta fertilidade natural, tendo apenas o fósforo com índices baixos. Os solos foram enquadrados em classe 4ppr (por pedregosidade e profundidade), portanto impróprias para o uso com culturas anuais, aptidão com restrições a fruticultura e aptidão regular para pastagem e reflorestamento. São áreas mais indicadas para preservação permanente. O uso atual consiste em florestas nativas, capoeirões e pastagens, porém algumas pequenas áreas se destinam ao cultivo de culturas anuais (claro conflito de uso). A área não é indicada para aplicação de dejetos devido à dificuldade de acesso e ao risco de carreamento desse material para rios nas épocas chuvosas;

Tabela 4.6 – Características físicas da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos.

Parâmetro	Atributo
Área de drenagem	61,54 Km <sup>2</sup>
Perímetro da bacia	44,98 Km
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,61
Comprimento axial da bacia (La)	25,8 Km
Fator de Forma (Kf)	0,1
Ordem da bacia	4 <sup>a</sup> .
Comprimento do rio principal (L)	25,65 Km
Comprimento total dos cursos d'água	94,85 Km
Densidade de drenagem	1,54 Km/Km
Extensão média do escoamento superficial	0,16 Km
Distância mais curta da nascente a foz	17,92 Km
Índice de sinuosidade do curso d'água	30,0%
Declividade média	23,53%
Altitude máxima	862 m
Altitude média	596 m
Altitude mínima	320 m
Tempo de concentração	5 h e 25'

Fonte: EPAGRI (2000a).

b) Encostas Erosional-Coluviais (Eec): representa 51% da área da sub-bacia com 3.183 ha. As diferentes declividades, a alternância de áreas erosionais e coluviais associadas aos comprimentos de rampa variáveis determinam a forma e o comportamento da subpaisagem. As declividades variam de 20 a 45% e as rampas são médias a longas. Nas áreas erosionais, com declividades mais acentuadas, os solos apresentam-se pouco profundos, ocorrendo rochosidade e pedregosidade superficial, principalmente em áreas desmatadas. Os solos predominantes são Cambissolos. Nas áreas coluviais os solos se apresentam mais

profundos e a pedregosidade pode ser encontrada em algumas áreas, podendo interferir no uso do solo. Predominam Nitossolos Vermelhos. Em ambos os casos, os solos são pedregosos, com suscetibilidade a erosão muito forte e forte, respectivamente, bem drenados e de alta fertilidade natural. O relevo e a pedregosidade são os principais limitantes. Esta subpaisagem foi enquadrada em classe 3dp (por declividade e pedregosidade) com inclusão de classe 4e (suscetibilidade a erosão). O uso nessa subpaisagem tem sido com pastagens, capoeiras, florestas e, secundariamente com culturas anuais. A aplicação de dejetos deve levar em consideração o relevo e a profundidade dos solos, dando-se preferência às áreas coluviais (menor declividade, maior profundidade);

c) Encostas Estruturais em Patamar (Ep): representam 9% da área com 554ha. O relevo predominante é plano e suave ondulado com declividade entre 3 a 10%, sendo que os processos erosionais prevalecem sobre os coluviais. Predominam Nitossolos Brunos, com inclusões de Cambissolos localizados nos ressaltos do patamar. Lages de pedras são encontradas em alguns locais e a pequenas profundidades. Solos de alta fertilidade natural. Essa subpaisagem foi enquadrada em classe 2dp (por declividade e pedregosidade). Estas áreas são indicadas ao uso com culturas anuais, porém deve ser observado um manejo manejo. O uso preferencial dessas áreas é para culturas anuais. São áreas com alto potencial para o recebimento de dejetos;

d) Encostas Coluvial-Erosionais (Ece): com 308ha representa apenas 5% da área. Possui larguras variáveis, forma e topografia irregulares, relevo suave ondulado e ondulado com declividades entre 3 e 10%, formadas através da deposição gradual de material de solos e fragmentos de rochas despreendidos por força da erosão. Estas áreas não apresentam padrão homogêneo de solos. Os solos são representados por Nitossolos Vermelhos e Cambissolos. Solos com alta fertilidade natural, são profundos e bem drenados, porém em alguns locais ocorre pedregosidade superficial. Essas terras encontram-se nas classes 2dp (por declividade e pedregosidade) e 2p (por pedregosidade). O uso atual é com pastagens e culturas anuais e se constituem em áreas com potencial para recebimento de dejetos;

e) Encostas Coluviais (Ec) localizam-se nas áreas de menor declividade da bacia, acompanhando o vale do rio Fragosos com declividades entre 0 e 3%. Os solos predominantes são Nitossolos Vermelhos, profundos e bem drenados e com ausência de pedregosidade. Devido a sua proximidade com o rio, o uso de dejetos deve ser adotado com cuidado para evitar a translocação para o rio por ocasião de fortes chuvas. Representa 4% da área com 246ha.

f) Fundos de Vale Erosionais (Fvec): são fundos de vale estreitos, possuem forma irregular e larguras variáveis. Os solos presentes são Cambissolos e Neossolos Litólicos. Eles são enquadrados como classe 5 . Não são recomendadas para uso dos dejetos. Representam 9% da área da bacia com 554ha.

Os solos predominantes na bacia são os Cambissolos, Nitossolos Brunos, Nitossolos Vermelhos e Neossolos Litólicos. Os Cambissolos são solos com certo grau de desenvolvimento, com horizonte B incipiente, com variações quanto à profundidade dos solos, estrutura, cor e textura são encontrados em todas as fases de relevo. Os Nitossolos Nitossolos Brunos são solos profundos, ou pouco profundos e bem drenados. Os Nitossolos Vermelhos com ocorrência em relevo ondulado e suave ondulado, podem ser profundos, ou pouco profundos e bem drenados. Distribuem-se em regiões com altitude inferior a 600m. Os Neossolos Litólicos são solos muito rasos, inadequados para agricultura mecanizada devido, principalmente, ao relevo acidentado, à pequena espessura, presença de pedras, calhaus e matações na superfície. A deficiência de água também se constitui em fator limitante ao uso desses solos, pois a declividade propicia um maior escoamento da água em detrimento à infiltração, não permitindo o armazenamento suficiente (EPAGRI, 2000a).

#### **4.2.7. Áreas com potencial para recebimento de dejetos**

EPAGRI (2000a) e Silva (2000) chegam a valores próximos em relação a áreas com potencial para recebimento de dejetos. EPAGRI (2000a) considera que 29,5% (1820 ha) da área da sub-bacia possui condições adequadas de solo e de relevo para recebimento de dejetos. Para chegar a esse valor, considerou-se:

- 25% das encostas da área das Encostas erosionais-coluviais (classe de aptidão de uso do solo 3dp+4e);
- 90% das Encostas em patamar (classe 2dp);
- 10% das Encostas erosionais (classe 4ppr);
- 90% das Encostas coluviais-erosionais (classe 2pd+2d);
- 90% das Encostas coluviais (classe 1 e 2);
- zero dos Fundos de vale erosionais-coluviais e área urbana.



Esta área potencial não leva em consideração o tipo de acesso à área e nem o fator econômico na distribuição de dejetos, apenas as condições físicas para recebimento. Silva (2000) cita um valor de 1799ha como potenciais ao recebimento de dejetos.

Ambos os autores avaliam que se toda área considerada apta à disposição de dejetos de suínos fosse utilizada, ainda haveria um considerável volume de dejetos excedentes que, segundo Silva (2000), seria de 35.060 m<sup>3</sup>/ano (considerando aplicação de 60m<sup>3</sup>/ano/ha) e de 61.000m<sup>3</sup>/ha/ano (considerando aplicação de 45m<sup>3</sup>/ano/ha), de acordo com EPAGRI (2000a).

#### 4.2.8. Qualidade da água

Vários aspectos ligados à qualidade da água foram levantados durante o monitoramento ambiental realizado na sub-bacia. Estão disponíveis dados de precipitação, vazão, temperatura, pH, DBO<sub>5</sub>, oxigênio dissolvido, nitrato, fósforo, turbidez, coliformes fecais, sólidos voláteis e fixos. Os dados médios e a faixa de variação desses parâmetros apresentados por Miranda et al. (2000) encontram-se na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Média e variação da precipitação, vazão e indicadores de qualidade da água do Lajeado Fragosos, período de 1998 a 1999.

Parâmetro	Média	Mínimo	Máximo
Precipitação anual (mm)	2.157		
Vazão (l/s)	959	178	2.741
Temperatura da água (°C)	18,2	9,1	26,4
pH	6,89	5,5	7,8
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	3,8	0,5	20
DQO (mg/l)	11,02	1,0	37
Oxigênio dissolvido (mg/l)	7,37	4,37	13
Nitrato (mg/l)	16,9	0,4	108
Fósforo (mg/l)	1,03	0,1	7
Turbidez (UNT)	16,3	1,2	204
Coliformes fecais (NMP/100ml)	15.000	1.900	187.300
Sólidos totais (mg/l)	145	4	390
Sólidos fixos (mg/l)	89	2	258

Fonte: Adaptado de Miranda et al. (2000)

O monitoramento consistiu de campanhas quinzenais em quinze pontos no período de 05/08/98 a 06/11/99. No caso da precipitação, o valor de 2.157mm, ocorrido no período de

monitoramento, é pouco mais elevada que a média histórica de 1888mm/ano encontrada na estação meteorológica da EMBRAPA, no município de Concórdia.

Em relação ao fósforo e ao nitrato, observam-se valores médios superiores aos padrões estabelecidos para rios de Classe 2. A DBO<sub>5</sub> média foi inferior ao padrão para rios classe 2, porém seus picos ultrapassaram esse limite. O oxigênio dissolvido apresentou valores superiores ao mínimo recomendado para rios de classe 2. Segundo Miranda et al. (2000), os índices de qualidade de água na calha do rio não refletem a alta carga incidente na sub-bacia. No caso do oxigênio dissolvido, os valores apresentados refletem a contribuição da acentuada declividade existente e do turbilhonamento apresentado pelo local de amostragem, condicionado pela prioridade de coleta de larvas de borrachudos (pontos de encachoeiramento). Esta situação de alta depuração não é permanente, pois à medida que o tempo avança aumentam as possibilidades de saturação do solo e dos recursos hídricos (EPAGRI, 2000a).

#### **4.2.9. Armazenagem e distribuição de dejetos**

As condições de armazenamento em esterqueiras e bioesterqueiras não atende ao preconizado pelos órgãos ambientais, como uma retenção mínima dos dejetos de 120 dias. As estruturas de armazenagem apresentam problemas de construção e estão subdimensionadas. O Desrespeito das distâncias mínimas com os cursos d'água, possibilita o rápido acesso dos dejetos a estes em caso de transbordamento e infiltrações. Segundo EPAGRI (2000a), haveria um déficit de 16.400 m<sup>3</sup> na capacidade total de estocagem na sub-bacia.

Outro problema é a disponibilidade de meios de distribuição, pois esta se concentra nos períodos destinados ao plantio do milho. Nesta época, os equipamentos coletivos ou públicos ficam sobrecarregados, nem sempre disponíveis no momento em que os agricultores necessitam.

#### **4.2.10. Fertilidade do solo em áreas de constante aplicação de dejetos**

EPAGRI (2000a) apresenta dados de fertilidade de quatro amostras de solo retiradas em áreas onde os produtores têm usado dejetos constantemente. Tomando-se como referência os valores estabelecidos em COMISSÃO (1994), em relação ao potássio, todas as amostras apresentaram níveis altos. A matéria orgânica encontra-se em níveis médios. O P, com

exceção de uma amostra, apresenta valores suficiente a alto. De modo geral, na camada arável de áreas que recebem dejetos continuamente, ocorre acúmulo de determinados nutrientes, especialmente de fósforo, Cobre e Zinco, podendo, em alguns casos, atingir níveis de risco à poluição e/ou fitotoxidez.

## **5. Balanço de nutrientes na Pecuária**

O uso dos dejetos como fertilizantes tem sido uma alternativa para a disposição destes resíduos no ambiente. Porém o uso dos dejetos não pode ser feito indiscriminadamente em virtude dos riscos ambientais, especialmente pela possibilidade de comprometimento da qualidade do solo e das águas. Há necessidade de se verificar se as quantidades de dejetos disponíveis na propriedade podem ser totalmente ou parcialmente recicladas, de forma a maximizar o aproveitamento de nutrientes, com minimização dos riscos ambientais inerentes.

Uma primeira aproximação do potencial de utilização dos nutrientes presentes nos dejetos pode ser obtida verificando-se a quantidade de nutrientes que ingressa via produção animal em relação à quantidade de nutrientes exportados via produtos animais e vegetais.

Assim, o balanço de nutrientes na sub-bacia dos Fragosos constitui-se uma ferramenta para verificar possíveis excedentes de N e P nas propriedades, comparando-se as quantidades destes nutrientes nos dejetos animais e as demandas por nutrientes dos sistemas de culturas existentes. Neste capítulo, será tratado a determinação dos excedentes de nutrientes produzidos na pecuária e no capítulo seguinte será discutido o balanço de nutrientes nos sistemas de culturas.

O saldo de nutrientes nas criações poderia ser estimado através de índices disponíveis na literatura que relacionam estes saldos à quantidade de animais ou ao peso vivo dos animais, de uma forma geral, ou distribuídos por categorias. A principal limitação no uso dessas informações é a grande variabilidade encontrada dentro de cada espécie e nesta dentro de cada categoria de animais. O USDA (1996) apresenta valores para diferentes espécies, e baseado no peso vivo presente nas diferentes categorias de cada espécie é possível estimar a excreção de nutrientes, porém o mesmo trabalho cita a grande variação existente e por isso tais dados só devem ser usados, mesmo para os EUA, quando não existirem dados locais. Devido à variação existente, é necessário introduzir informações que aproximem o balanço de nutrientes da realidade local.

Outras estratégias podem ser adotadas para se obter a quantidade de nutrientes excedentes na produção animal, como, por exemplo, o uso de análises periódicas dos dejetos e sua quantificação. Porém, normalmente, esbarram no custo e na operacionalidade.

Aplicando o balanço de nutrientes de forma simplificada, é possível a aproximação da quantidade de nutrientes excedentes da pecuária com uso de informações locais de fácil obtenção, considerando, para isso, a entrada de nutrientes via insumos e a saída através de produtos animais. Essa metodologia pode ser implementada a partir de controles simples que podem ser adotados nas propriedades. Dados obtidos a partir da contabilidade das atividades podem fornecer os elementos necessários a sua realização.

O balanço simplificado permite que se trabalhe com dados de consumo e produção da própria propriedade. Portanto, apesar das limitações das simplificações assumidas, é possível levar em consideração diferenças de manejo e produtividade do sistema analisado.

O balanço permite determinar as quantidades de N e P que ingressam nas três principais atividades pecuárias da bacia e não são exportados como produtos (carne, leite...) e, portanto, precisam ser manejados de forma adequada.

O balanço simplificado, nessa primeira etapa, não considera outras entradas e saídas a não ser dos insumos e produtos. Desse modo, são desconsideradas contribuições como a fixação biológica, a deposição atmosférica, a denitrificação, a volatilização de amônia. Com exceção da volatilização de N, as demais entradas e saídas não consideradas têm potencialmente pequeno reflexo (em condições normais) sobre os resultados finais, em função das grandezas envolvidas.

Devido à importância que as perdas de amônia para a atmosfera têm sobre a quantidade de N que pode atingir localmente os recursos hídricos, estas serão tratadas no capítulo 7.

O escoamento superficial e a lixiviação são formas destes nutrientes atingirem os recursos hídricos. O balanço, no presente estudo, tem por objetivo verificar os excedentes de N e P que podem atingir os recursos hídricos da região. Nessa ótica os processos de escoamento superficial e lixiviação não são considerados como saídas de nutrientes, pois os mesmos não reduzem a quantidade de N e P que podem atingir os recursos hídricos.

A fórmula geral do balanço simplificado de nutrientes aplicável tanto ao sistema de produção vegetal (sistemas de culturas) quanto ao sistema de produção animal (rebanhos) pode ser representada pela seguinte equação:

$$Bn_j = \Sigma(Qins_i \times Tn_{ji}) - \Sigma(P_i \times Tn_{ji})$$

Onde:

$Bn_j$  é o balanço do nutriente  $j$  (P ou N em kg/ano);

$Qins_i$  é a quantidade do insumo (adubo, alimentos)  $i$  usados para a atividade (kg/ano);

$Tn_{ji}$  é o teor do nutriente  $j$  no insumo  $i$  (kg/kg);

$P_i$  é a produção do produto  $i$  (kg/ano ou litros/ano);

$Tn_{ji}$  é o teor do nutriente  $j$  no produto  $i$  (kg/kg ou kg/litro).

Na aplicação da equação, foi necessário o uso de dados médios de concentração de nutrientes para insumos como o milho e produtos como a carne e o leite. As variações na composição dos cereais são bastante conhecidas pelos nutricionistas, os quais, na formulação das rações, são obrigados a utilizar índices de segurança, para garantir a obtenção de níveis de garantia mínimos de nutrientes. Os teores de nutrientes, nos produtos exportados, também são variáveis. Por exemplo, suínos com o mesmo peso podem possuir diferentes proporções de tecidos, resultando em diferenças nos totais de nutrientes exportados. O uso desses dados médios introduz um certo grau de incerteza nas estimativas realizadas.

As informações disponíveis para as atividades pecuárias na sub-bacia, em geral, trazem dados sobre as estruturas do rebanho, sem detalhamentos em relação à alimentação e à produção. Na bovinocultura, os dados disponíveis para a sub-bacia usados nos cálculos do balanço dizem respeito à estrutura do rebanho e produção de leite. Na suinocultura, o número de matrizes (UPL e CC) e animais em terminação e, na avicultura, a área de aviários e o número de aves alojadas por lote.

Os dados da sub-bacia utilizados foram obtidos a partir de tabulações disponibilizadas pela EMBRAPA Suínos e Aves, além de consultas diretas aos questionários aplicados no levantamento ambiental realizado na sub-bacia. A utilização dos dados deste levantamento apresenta duas limitações. A primeira, por representar um instante da bacia e terem sido aplicados sem prévio preparo dos dados pelos agricultores, e a segunda, por não ter como objetivo a realização de um balanço de nutrientes. Em consequência, algumas informações necessárias não estavam disponíveis ou suficientemente detalhadas. Foi necessária a utilização de informações externas à sub-bacia para viabilizar a determinação do balanço.

Os dados disponibilizados foram analisados de forma a encontrar incoerências, como produtividades muito elevadas, rebanhos bovinos sem área de pastagem, produção sem

rebanho. Nos dados que apresentaram inconsistências, foi revista a informação, e quando não foi possível, os dados foram substituídos (ou no caso da ausência, completados) pela média encontrada para os demais produtores da sub-bacia ou, em casos extremos, como produção sem rebanho simplesmente zerado. Portanto, devido a este procedimento, alguns dados podem diferir de outras análises realizadas na sub-bacia.

Em função das diferenças dos dados disponíveis e as especificidades de cada atividade pecuária, os procedimentos adotados para a obtenção do balanço não foram os mesmos e encontram-se descritos (juntamente com os resultados do balanço) a seguir.

## **5.1. Bovinos**

Característica das pequenas propriedades familiares da região oeste, a bovinocultura, principalmente de leite (ou mista), tem estado presente na quase totalidade das propriedades, seja como atividade de subsistência ou comercial.

A região é a mais importante bacia leiteira do Estado. Abrangendo 25% do território do estado de Santa Catarina é responsável por mais de 50% da produção estadual de leite. A sua menor concentração em relação à suinocultura, com a criação dos animais a campo, tem deixado a produção leiteira à margem da discussão ambiental. A despreocupação com a atividade como fonte de poluição agrícola permitiu seu desenvolvimento desordenado, com a localização de muitas áreas de pastejo, descanso e estábulos em locais impróprios e sem o devido cuidado com os dejetos.

Apesar da diversidade existente nos sistemas de criação leiteiros, é possível fazer algumas generalizações sobre os sistemas existentes no Oeste de Santa Catarina. Os sistemas de criação de leite se desenvolvem em unidades de produção familiares de pequeno porte em regime de pastejo, com emprego de pequenas quantidades de concentrados.

A criação dos bovinos com acesso às pastagens é uma peculiaridade em relação à avicultura e suinocultura (nas quais os animais permanecem confinados nas instalações), e tem importantes implicações para o manejo dos dejetos e para o cálculo do balanço de nutrientes.

O acesso dos bovinos à pastagem dificulta a determinação dos nutrientes consumidos pelos animais. A quantidade de pastagem consumida e a qualidade desta varia em função de diversos fatores como categoria animal, produtividade, espécie de pastagem, período do ano

e manejo, o que torna complexa a determinação dos nutrientes provenientes da ingestão destas. Essa estimativa dependeria de um grande número de dados, sendo alguns com periodicidade no mínimo mensal, os quais nem sempre estão disponíveis, como é o caso das propriedades da sub-bacia.

Para superar essa limitação de dados e realizar o balanço de N e P, foi necessário adaptar sua aplicação, considerando as áreas de pastagens e os bovinos como um único sistema. Nesse caso, as entradas de nutrientes além dos concentrados (ou qualquer outro alimento suplementado que não provenha das áreas consideradas integrantes do sistema) consideram todo o adubo utilizado nas pastagens do sistema bovino-pastagem.

Desse modo, os nutrientes das pastagens consumidas pelos animais e que retornam às pastagens e que posteriormente são consumidos deixam de ser considerados como entrada de nutrientes para os bovinos. Ocorre uma redução no ingresso total de nutrientes para esses. Nesse caso, o balanço deixa de ser uma forma de estimar a quantidade de nutrientes excretados pelos bovinos (como pode ser considerado no caso de animais totalmente confinados), pois passaria a subestimar a excreção e o seu potencial poluidor. Ao utilizar essa simplificação, considerando o sistema bovino/pastagem, assume-se que os nutrientes passam a ser fluxos internos do sistema e, portanto, não sendo considerados no balanço de entradas e saídas.

Nos sistemas de baixos “inputs” externos, como é a bovinocultura da região, a reciclagem de nutrientes é importante no fluxo destes ao longo do sistema e tem implicações na avaliação dos riscos ambientais e no manejo dos dejetos animais, discussão que é abordada na seqüência.

Em relação às saídas de nutrientes, com a inclusão das pastagens, qualquer produto destas (por exemplo, a venda de feno) que for retirado da área do sistema bovinos/pastagem passa a se constituir em saída de nutrientes. Porém, nos sistemas da região, essa prática é rara e, de forma geral, se pode considerar como saídas a produção de leite e o ganho de peso dos animais no ano. O acréscimo de massa corporal nos animais, mesmo quando o animal não é retirado, é considerado como uma imobilização de nutrientes, os quais sairão do sistema futuramente ou pelo abate ou pela venda dos animais.

O balanço de nutrientes (N e P) na bovinocultura foi realizado individualmente para cada propriedade, utilizando-se a equação descrita a seguir, exemplificada para o balanço de N. Para o balanço de P, substituem-se os teores de N pelos teores de P.



$$BN = \sum(Qad_i \times TNad_i) + \sum(Qc_i \times TNc_i) - \sum(Qle \times TNle) - \sum(GP \times TNan) - ED$$

Onde:

BN é o balanço do nitrogênio (kg/ano);

Qad<sub>i</sub> é a quantidade do adubo i usado para a atividade (kg/ano);

TNad<sub>i</sub> é o teor do nitrogênio no adubo i (kg/kg);

Qc<sub>i</sub> é a quantidade do concentrado i (kg/ano)

TNc<sub>i</sub> é o teor de N no concentrado i (kg/kg)

Qle é a quantidade de leite produzida pelo rebanho (litros/ano);

TNle é o teor do nitrogênio no leite (kg/litro);

GP é o ganho de peso do rebanho (kg/ano);

TNan é o teor do nitrogênio no peso vivo do animal adulto (kg/kg);

ED representa as saídas de nutrientes por dejetos ou outros produtos das pastagens (kg/ha).

Os dados disponíveis em relação à bovinocultura da sub-bacia não são suficientes para o cálculo do balanço de nutrientes para a atividade. Em função disso, foi necessário utilizar dados de outras propriedades da região que permitissem estabelecer relações para estimar os dados exigidos para o cálculo do balanço na sub-bacia.

As informações disponíveis em relação à bovinocultura da sub-bacia dizem respeito à produção de leite, aptidão do rebanho, empresa integradora, tipo de ordenha (manual ou mecanizada), alimentação e estrutura do rebanho. A estrutura do rebanho é apresentada subdividida em oito categorias, três para gado de leite (matrizes, terneiras e touros), quatro para gado de corte (matrizes, terneiras para reposição, touros e terminação) e uma para animais de trabalho.

A aptidão é descrita como corte, leite ou mista, enquanto que a alimentação é descrita de forma genérica (exemplo: ração, potreiro, pastagem de inverno e silagem) não havendo preocupação com a quantificação.

Os dados e relações estimadas com base nas informações secundárias dizem respeito ao peso médio do rebanho e das matrizes, o ganho de peso e o consumo de concentrados (milho, farelo de soja e sal mineral).

Apesar da realização das estimativas com rebanhos da região (que apresentam semelhança de manejo e estrutura), o uso dos resultados do balanço obtidos empregando estas relações deve ser tomado com a devida cautela e, preferencialmente, para uma análise geral da sub-bacia, em virtude da grande variabilidade encontrada na bovinocultura. O uso de

parâmetros médios ou equações ajustadas, certamente trarão distorções para as análises do balanço em propriedades individualizadas e sua importância dependerá da contribuição relativa da bovinocultura no balanço de nutrientes da propriedade. Na sub-bacia dos Fragosos, a contribuição da bovinocultura no balanço de nutrientes é pequena na maioria das unidades de produção (UdP), quando comparado com a suinocultura e avicultura.

Em função da heterogeneidade encontrada nos sistemas de criação leiteiros e a falta de dados nas propriedades da sub-bacia, foi realizado o balanço de nutrientes em propriedades da região (as mesmas que serviram para a estimativa das informações ausentes na bovinocultura da sub-bacia) que possuíam informações próprias suficientes para realização do balanço na atividade.

Na seqüência, são apresentados as estimativas necessárias para a execução do balanço nas propriedades da sub-bacia, os balanços de nutrientes nas propriedades auxiliares e, por fim, o balanço na sub-bacia.

### **5.1.1. Estimativa de dados para o balanço de nutrientes**

A falta de informações específicas dos rebanhos da sub-bacia em relação aos ingressos de nutrientes dizem respeito ao consumo de concentrados e o uso de adubos. Para estimar a exportação de nutrientes, faltam dados sobre o peso dos animais existentes na propriedade e a taxa de desfrute.

Na estimativa desses parâmetros (exceto adubos), foram usados dados de propriedades cadastradas pela EPAGRI. Os dados foram fornecidos pelo técnico da EPAGRI, Engenheiro Agrônomo Pedro Paulo Suski (Suski, 2003, comunicação pessoal), e são de propriedades da região Oeste de Santa Catarina. Os dados foram disponibilizados no formato do programa CONTAGRI (versão: 2002), que consiste num sistema informatizado de contabilidade e gestão agrícola desenvolvido pela EPAGRI para fins de gerenciamento de propriedades rurais. Essas propriedades serão denominadas de unidades de produção auxiliares da bovinocultura (UPAB).

A Tabela 5.1 traz um comparativo entre as características encontradas nas UPAB com características das propriedades da sub-bacia dos Fragosos. As médias dos diferentes parâmetros estão próximas, porém as faixas de variação encontradas na sub-bacia invariavelmente são maiores. Neste caso, alguns ajustes feitos acabam extrapolando a faixa

de variação das informações das UPAB, quando aplicados sobre as propriedades da sub-bacia.

Tabela 5.1 - Comparativo entre algumas características do rebanho bovino das propriedades auxiliares (UPAB) e das propriedades da sub-bacia.

	Número de cabeças/propriedade	Número de vacas/propriedade	N.cab./N.vac.	Produtividade litros/vaca/ano
<b>Propriedades auxiliares</b>				
Média	24,7	10,8	2,54	2672
Máximo	67	22,58	5,33	5515
Mínimo	5	1	1,15	381
<b>Propriedades da Bacia dos Fragosos</b>				
Média	26 (20 <sup>1</sup> )	8 <sup>2</sup>	2,5	2572
Máximo	130 <sup>1</sup>	60 <sup>2</sup>		6120 <sup>3</sup>
Mínimo	1	1 <sup>2</sup>		375

<sup>1</sup> Excluídas as propriedades que predominam gado de corte

<sup>2</sup> Somente vacas leiteiras

<sup>3</sup> propriedades com mais de uma matriz

#### 5.1.1.1. Estimativa do consumo de concentrados

No caso do consumo de concentrados, procurou-se estabelecer, a partir de rebanhos da região (UPAB), relações com variáveis das criações que pudessem ser usadas para estimar o consumo para os rebanhos da sub-bacia.

A partir dos dados das UPAB, procurou-se estabelecer qual variável (e equação) da atividade (produção total de leite do rebanho, número de UA do rebanho, Superfície Forrageira principal/UA, área de pastagem/UA) ou combinação destas que melhor estima o consumo de milho, farelo de soja e sal mineral. O teste implicou o ajuste de regressão com todas as variáveis individualmente e depois (no modelo linear) com mais de uma variável. Em seguida, com o logaritmo das variáveis e com o modelo quadrático.

Nas propriedades auxiliares, além do farelo de soja, milho e sal mineral, outros alimentos apareciam em pequena proporção, como farelo de trigo e casquinha de soja. Para o ajuste, foi assumida uma simplificação considerando estes ingredientes como quantidades equivalentes de milho.

Os ajustes foram realizados para consumo total de farelo de soja mais milho (denominado de consumo de concentrado), consumo de farelo de soja e consumo de sal

mineral. O consumo de milho é obtido por diferença. O ajuste foi realizado com dados de 77 propriedades.

### **5.1.1.2 Estimativa da taxa de desfrute, do peso médio das matrizes leiteiras e do rebanho.**

Os pesos médios do rebanho e das matrizes foram estimados com base nos dados disponíveis para as UPAB, através das seguintes fórmulas:

$$Pm_{matrizes} = [\Sigma UA_{vacas} \times 450 - NV \times 0,03 \times \text{Prod. (litros/vaca/ano)} / 1000] / \Sigma Vacas_{cabeças}$$

$$Peso_{cabeça} = \Sigma \text{Peso inicial} / \Sigma \text{Número de cabeças}$$

Onde:

UA é unidades animais;

NV é o número de vacas no rebanho.

Para o desfrute, foi considerada a média dos valores obtidos para as UPAB.

### **5.1.2. Balanço de nutrientes nas propriedades auxiliares**

O balanço de nutrientes, realizado nas UPAB, foi considerado como a diferença entre o ingresso de nutrientes por adubos e alimentos destinados à atividade leiteira e à exportação de nutrientes através do leite e ganho de peso dos animais, produtos das pastagens e também dejetos, se aplicados em outras atividades.

A adubação considerada destina-se às pastagens e à produção de silagem que fornecem volumosos para o gado, sendo consideradas áreas da atividade no período que são destinadas a essa. As áreas destinadas a grãos não são consideradas pertencentes ao sistema, mesmo que esses se destinem a fornecer alimentos para os bovinos. Os grãos entram como contribuição de nutrientes por meio do concentrado.

A quantificação dos nutrientes dos insumos é realizada pela multiplicação das quantidades dos produtos pelos seus teores de nitrogênio e fósforo. No caso dos adubos

sintéticos, os teores foram obtidos a partir da composição das formulações e para os outros produtos foram utilizados dados obtidos da literatura e entrevistas com técnicos (anexo B).

O número de unidades animais (UA) foi calculado pelo peso vivo total de animais dividido por 450kg, não sendo considerada a produção de leite. Na área de pastagem, deve-se observar que uma mesma área pode ser computada duas vezes, ao receber dois cultivos de pastagens anuais (de inverno e de verão).

### **5.1.3. O balanço nas propriedades da sub-bacia**

Devido a inexistência de informações em relação a adubação efetuada nos sistemas de produção de pastagens da sub-bacia nos questionários, foram desconsideradas as entradas de nutrientes por adubação.

Essa simplificação imposta pelos dados disponíveis diminui o saldo de nutrientes da atividade. Essa forma só se justifica em virtude de trabalharmos a bovinocultura como uma atividade a receber fertilização através dos dejetos de aves e suínos disponíveis na sub-bacia. Porém, isso dificulta a identificação da contribuição da bovinocultura no balanço de nutrientes da propriedade ou sub-bacia como um todo. Outro fator que minimiza os erros em termos de propriedades ou sub-bacia é a observação nos questionários de que, em geral, quando é mencionada adubação para as pastagens esta se dá, quase que exclusivamente, com o uso de dejetos de suínos ou aves. Isso não diminui o erro no balanço da atividade, porém, como é um insumo proveniente da própria propriedade, ele não acarreta erros no balanço global da propriedade ou da sub-bacia.

### **5.1.4. Indicadores**

Mesmo o balanço de nutrientes realizado de forma simplificada pode ser difícil de ser aplicado em determinadas situações, dessa forma, a identificação de variáveis (dos rebanho) que possam auxiliar numa estimativa rápida, porém levando em conta informações locais, são da mesma forma importantes.

Por isso, a partir das informações disponíveis, procurou-se identificar as variáveis dos rebanhos que pudessem estimar o saldo de N e P. Essa identificação dessas variáveis também

podem auxiliar na busca de sistemas mais eficientes em termos de aproveitamento de nutrientes.

Foram verificados os ajustes das variáveis disponíveis produtividade, matrizes, UA por área de pastagem e superfície forrageira principal, UA/matriz, consumo de silagem por UA e matriz, e ganho de peso a modelos lineares, ou polinomiais de segunda e terceira ordem com o saldo de N/vaca e P/vaca.

### 5.1.5. Resultados

#### 5.1.5.1. Estimativa do consumo de concentrados

Para consumo de milho e farelo de soja (somados), o melhor ajuste obtido foi com o ajuste quadrático do logaritmo da produção total, sendo o  $R^2$  obtido de 0,7428. Os ajustes com o modelo linear obtiveram um  $R^2$  máximo de 0,578, também com a variável produção total, sendo superior ao ajuste com as demais variáveis testadas. A adição de mais de uma variável ao ajuste com a produção total não resultou em sua melhoria.

O ajuste com o logaritmo da produção total no modelo linear apresentou  $R^2$  praticamente igual ao modelo quadrático (do logaritmo das variáveis). Optou-se por esse último em virtude de ocorrer uma tendência de redução da quantidade de concentrado usado por litro de leite em rebanhos com maior produção e produtividade, o que é possível simular com o modelo quadrático. Isso se torna importante, principalmente devido à extrapolação que ocorre ao usar o ajuste nas propriedades da sub-bacia.

A equação resultante do ajuste foi a seguinte:

$$\text{Ln concentrado} = 0,7187 + 0,9173 * \text{Ln(Produção total)} - 0,0069 * (\text{Ln(Produção total)})^2$$

No caso do farelo de soja, foi ajustada uma equação específica, principalmente pelo seu elevado teor de proteína, quando comparado com o milho e por possuir critérios diferentes para a sua adição aos animais. No caso do farelo de soja, o melhor  $R^2$  (0,67) também foi obtido com a produção total, porém sem logaritimização.

Para valores de produção total anual superiores a 6621,5 litros/ano, a equação ajustada foi a seguinte:

$$FS = -502,83 + 0,075939 * \text{Produção total}$$

Para valores de produção total inferiores a 6621,5 litros/ano o consumo de farelo de soja foi igual a zero.

Para o consumo de sal mineral, o melhor  $R^2$  (0,65) foi obtido com o logaritmo da produção total

$$\text{Consumo de sal mineral} = e^{-7,06852} * (\text{Produção Total})^{1,209158}$$

Os  $R^2$  relativamente baixos encontrados representam a variabilidade do manejo, das pastagens e dos animais existentes nas propriedades. Os dados de produção e, principalmente, de produtividade em relação ao consumo de concentrados indicam, aparentemente, incoerência no manejo da alimentação dos animais. Em propriedades com produções acima de 50.000 litros/ano, há um fornecimento médio ao rebanho de 0,36kg de concentrado/litro de leite ou 2,75 litros/kg de concentrado e abaixo de 9000 litros/ano um uso de 0,7kg de concentrado/litro ou 1,41 litros/kg de concentrado. Para produtividades superiores a 3000, litros/vaca/ano temos um uso médio de 0,4 kg de concentrado/litro ou 2,5 litros/kg de concentrado, enquanto que para produtividades inferiores a 1500 litros/vaca/ano temos, em média, 0,6 kg de concentrado/litro ou 1,7 litro/kg de concentrado. Observe que o concentrado é fornecido ao rebanho como um todo e não somente às matrizes. SEIFFERT et al. (1995) citam que não existe uma correspondência entre os produtores que empregam maior suplementação e os que obtêm maiores produtividades.

#### **5.1.5.2. Peso médio e desfrute**

O peso médio das vacas, estimado pela amostra de 69 UPAB, foi de 396,2 kg/vaca, aproximadamente 0,88 UA, sendo a produtividade média da amostra de 2775 litros/vaca/ano. A amostra apresentou um desvio padrão para o peso de matriz de 61,6kg.

O peso médio por cabeça obtido foi de 288,8kg, aproximadamente de 0,64 UA, com um desvio padrão de 53,6kg.

Na sub-bacia dos Fragosos, além do gado de aptidão mista ou leiteira, havia propriedades que mantinham rebanhos de corte. Com a inclusão desses animais de corte o

peso médio resultante no rebanho da bacia foi de 292Kg/cabeça. A taxa de desfrute média nas UPAB foi de 28%.

### 5.1.5.3. Balanço nas UPAB

A Tabela 5.2 apresenta dados gerais que caracterizam os rebanhos das propriedades analisadas. As 69 propriedades apresentaram um rebanho médio de 1773 animais com 780 vacas e uma produtividade média de 2775 litros/vaca/ano.

A produtividade média da amostra é superior a produtividade média da região Oeste, porém é próxima a produtividade média encontrada nos rebanhos da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos.

Tabela 5.2 - Características gerais relativas a amostra de 69 unidades de produção do Oeste de Santa Catarina – rebanhos, áreas destinadas ao rebanho, suplementos e índices de produção

Característica	Média	D. Padrão	Min	Max
Número de cabeças	25,7	12,1	6,0	67,0
Número de unidades animais	17,7	8,1	3,55	43,1
Número de vacas	11,3	5,4	2	29,9
Área total de pastagens	13,1	8,2	0,61	46,5
Desfrute	29,0	15,5	-4,6	67,3
Produção total de leite	32814	21424	1300	72660
Produtividade	2775	1353	381	5515
Peso médio por cabeça do rebanho	288,7	53,6		
Peso médio das matrizes	396,2	61,6		
Silagem total consumida (kg/vaca)	3454	3952	0	19853
Farelo de soja consumido (kg/vaca)	159,0	145,7	0	531,6
Concentrado consumido (kg/vaca)	1065,6	520,3	95,6	2439,6

#### 5.1.5.3.1. Nitrogênio

A Tabela 5.3 apresenta os resultados do balanço de nitrogênio obtidos a partir dos dados das 69 UPAB. Observa-se que o ingresso médio de N nos sistemas de criação é de aproximadamente 58 kg/vaca/ano. Os adubos e os alimentos são responsáveis em média por 48,4 e 51,6% do N que ingressa nas propriedades através de insumos, porém a contribuição do adubo apresenta maior amplitude de variação. Cerca de 25% dos sistemas de criação da amostra não empregam adubos orgânicos ou minerais para produção de volumosos.



A exportação de N por vaca, via produtos animais, encontra-se na faixa de 20,9 kg (Tabela 5.3), ou seja, 36% dos ingressos de N considerados. Esse valor é inferior ao ingresso médio de N por meio dos concentrados e dos adubos.

Tabela 5.3. Balanço anual de N nos sistemas de criação leiteiros das 69 UdPs do Extremo Oeste de Santa Catarina – média e valores de dispersão

	Média	D. Padrão	Min	Máx
Ingresso de N pelo adubo (kg/vaca)	29,15	36,3	0	163,9
Ingresso de N pelo concentrado (kg/vaca)	29,0	14,8	1,9	62,1
Exportação de N via carne e leite (kg/vaca)	20,9	8,3	5,16	37,2
Saldo de N por área de pastagem (kg/ha)	51,7	64,1	-32,6	315,3
Saldo de N por vaca(kg/vaca)	35,6	36,8	-8,66	165,02
Saldo de N por litro de leite produzido (g/litro)	11,1	10,1	-12,7	51,8

O saldo médio de nitrogênio anual por área de pastagem é de 52 kg/ha. Esse saldo de N é equivalente a 2,2 sacas de uréia/ha de pastagem. A contribuição estimada da deposição atmosférica é de 4 a 10 kg/ha (Szott et al., 1991; AHN, 1993; Bredvan et al., 1996 citados por Russele, 1997) e da fixação biológica em torno de 15 kg/ha (Paul & Clark, 1996).

Os dados da Tabela 5.3 mostram que a variação no saldo de N por área apresenta situações distintas. Em torno de 25% dos sistemas apresentam saldos inferiores a 10kg/ha, desses, seis negativos. É provável que nesses sistemas a produção de forragem seja menor, o que pode ser associado à baixa produtividade de leite por animal, pois, nos sistemas de criação com balanço negativo, a média de produção/vaca/ano é inferior a 930 litros, apesar de uma suplementação de 1kg de concentrado ao rebanho cada 2,6 litros produzidos.

Por outro lado, há na amostra um conjunto de sistemas de criação cujo balanço de N indica excedentes consideráveis, atingindo saldo extremo estimado em 315 kg de N por ha de pastagem no ano, ou mais de 600kg de uréia por ano. Isso sem considerar a recirculação de nutrientes pela deposição das excreções. É importante ressaltar que grande parte do N que entra nos sistemas de criação na forma de adubo é aplicada principalmente na produção de silagem ou pastagens cultivadas, porém, esse acaba sendo transferido para as áreas de pastagens por meio da excreção animal. Esse fato é reforçado pelos resultados de Coelho et al. (1992) que, ao aplicar doses crescentes de N em cultivo de milho, observaram que na dose de 130 kg/ha de N ocorreu o equilíbrio entre a quantidade de N aplicada e de N absorvida pela cultura e que só na máxima aplicação de N o valor absorvido pela planta (grãos e palha) foi inferior ao N aplicado. Considerando que as aplicações de N nos cultivos de milho para

silagem nessa região têm sido inferiores a 130 kg de N/ha, pode-se considerar que o total do saldo de N seja transferido para as áreas de pastagem.

Os animais, ao consumirem a pastagem e os suplementos, reciclam a maior parte desse nitrogênio (Humphreys, 1991; Russelle, 1997) sobre as áreas de pastejo. As excreções do animal no campo são desigualmente distribuídas nos sistemas (Mathews & Sollenberger, 1996; Wilkinsone & Lowrey, 1973), existindo áreas preferências de dejeção (Haynes & Williams, 1993, Humphreys, 1991). Portanto, nos sistemas com baixos saldos (ou mesmo negativos), a redução da fertilidade do solo em determinadas áreas de pastagens pode ser agravado pela transferência de fertilidade entre áreas da propriedade. E no caso dos sistemas de criação com saldos médios elevados, algumas áreas receberiam quantidades maiores de nutrientes que outras. Então, é possível supor que os riscos de poluição de águas superficiais ou profundas nessas áreas sejam elevados.

Outro fator a ser levado em consideração é que a metodologia do cálculo do balanço, da forma como foi executado, não detecta a recirculação do N no sistema, ou seja, o N das pastagens, que é consumido pelo animal e retorna para a pastagem na forma de dejetos, e que posteriormente é reciclado novamente e assim até se perder do sistema, não é detectado, ou o é somente uma vez. Assim, o volume de N, que é movimentado no sistema é maior do que o saldo previsto no balanço, o que reforça os riscos ambientais em sistemas de criação com elevados saldos médios.

Os resultados obtidos indicam que, na bovinocultura, há sistemas em que os níveis de N estão limitando o desempenho dos sistemas de criação, e em outros, os excedentes estariam indicando riscos consideráveis de poluição ambiental.

#### **5.1.5.3.2. Fósforo**

Os resultados obtidos para o balanço do P estão apresentados na Tabela 5.4. Em relação ao fósforo, as maiores contribuições médias se devem, majoritariamente, aos adubos (76% do total), restando aos alimentos uma participação média de 24,1%. Mesmo assim, como ocorre com o nitrogênio, considerando-se somente as entradas de fósforo pelos alimentos em relação ao exportado, temos um saldo positivo de P.

Tabela 5.4. Balanço anual de P nos sistemas de criação leiteiros das 69 UdP do Extremo Oeste de Santa Catarina – média e valores de dispersão

	Média	D. Padrão	Min	Máx
Ingresso de P pelo adubo (kg/vaca)	20,5	31,8	0	151,0
Ingresso de P pelo concentrado (kg/vaca)	6,5	3,2	0,8	15,9
Exportação de P via carne e leite (kg/vaca)	4,4	1,7	0,8	8,0
Saldo de P por área de pastagem (kg/ha)	29,1	46,0	-3,3	287,6
Saldo de P por vaca(kg/vaca)	22,1	32,3	-3,6	155,2
Saldo de P por litro de leite produzido (g/litro)	6,8	9,2	-3,28	41,6

O saldo de P por vaca ou por área de pastagem apresenta um desvio padrão relativamente maior em relação à média, quando comparado ao N. Porém, o saldo por vaca mantém a mesma tendência de aumento do superávit de P com o aumento da produtividade, como pode ser visto na figura 5.2.

O saldo de P por área de pastagem foi em média de 29,1 kg/ha. Porém, a sua faixa de variação foi de -3,3 a 287,6 kg/ha com um desvio padrão de 46 kg/ha. Das 69 UdP, somente dez apresentaram valores negativos, e dezoito apresentaram valores superiores a 40kg de P. Os 29,1 kg/ha de P equivalem a 66,6Kg/ha de  $P_2O_5$ , o que representaria um uso, em média, de 5,6 sacas da fórmula 5-20-20 por ha. Isso demonstra mais uma vez a importância do manejo dos dejetos na bovinocultura.

A bovinocultura demonstra ser superavitária em relação ao P e mais de  $\frac{3}{4}$  ingressam via adubo. Assim, em bacias hidrográficas com grande quantidade de dejetos, essa fonte de adubação química fosfatada poderia ser substituída pelo manejo adequado dos dejetos animais.

Da mesma forma que para o N, encontramos casos onde estariam ocorrendo retiradas maiores de P do que ingressos, fato que a médio e longo prazo podem promover à redução da produtividade das pastagens e, conseqüentemente, da produtividade animal. A média da produtividade das propriedades com saldo negativo é de 920 litros/vaca/ano, bem mais baixa do que a média geral. A maior produtividade desse extrato foi de 1725 litros/vaca/ano.

De outro lado, existem UdP que possuem um excedente de P acima de 40kg/ha que representam um ingresso líquido de 91,52kg de  $P_2O_5$  por ha de pastagem. Esse excedente indica a necessidade de uma distribuição de dejetos adequada. A contribuição dos adubos para essas propriedades é de 88% do P que ingressa. A produtividade média nesse extrato foi de 3.917 litros/vaca/ano.

O principal fator a destacar, no balanço de nutrientes aplicado, é a sua capacidade de detectar importantes variações no saldo de N e P entre os sistemas de produção da

bovinocultura. Essa resposta do modelo foi obtida a partir de informações de fácil obtenção, tornando-o uma ferramenta útil para diagnosticar o saldo de nutrientes nos sistemas e auxiliar no manejo destes.

#### 5.1.5.4. Balanço de nutrientes nas propriedades da sub-bacia

Na sub-bacia, há 171 propriedades com bovinos, em um universo de 197. As 171 propriedades possuíam 1.307 matrizes leiteiras, 551 matrizes de corte, 737 animais para reposição no leite e 466 no corte, 72 touros e 999 animais em terminação, num total de 4276 bovinos. Os dados gerais, do rebanho, são apresentados na Tabela 5.5. A área ocupada com pastagens plantadas em torno de 386,93 ha e de campo nativo de 1789,68 ha (somente levando em conta as propriedades que declararam possuírem bovinos). As entradas de insumos e saídas de nutrientes foram estimadas na sub-bacia usando as equações de consumo de alimentos ajustadas com dados das propriedades auxiliares, assim como a taxa de desfrute e a base para determinação do peso dos rebanhos. Somente a composição do rebanho e a produtividade são dados efetivos da sub-bacia.

A partir da estimativa, a sub-bacia apresentaria um ingresso total anual através da alimentação (já que nos questionários não constava adubação para as pastagens) de 30.241kg de N e 6.395kg de P, com uma exportação através do leite e da carne de 23.742kg de N e 4.821kg de P. Portanto, um ingresso líquido de 6.499kg de N e 1.574kg de P. Assim, mesmo considerando só a alimentação fornecida, já seriam produzidos pequenos excedentes de nutrientes na atividade.

Tabela 5.5 - Características gerais dos rebanhos das propriedades da sub-bacia

Característica	Média	D. Padrão	Min	Max
Número de cabeças	12,8	12,2	1	100
Número de unidades animais	8,9	7,9	0,9	66,8
Número de matrizes	8,0	7,0	1	60
Pastagem nativa	10,4	19,1	0	159,7
Pastagem de inverno	2,19	4,42	0	40
Produção total de leite	20832	27725	1392	284400
Produtividade	2572	1174	375	8856
Farelo de soja consumido por vaca* (Kg/vaca)	97,4	92,8	0	422,8
Concentrado consumido por vaca * (Kg/vaca)	1262	550	255	4846

\* Total consumido pelo rebanho dividido pelo número de vacas deste

Se considerarmos que há 353,93ha de pastagens de inverno e 1700,58ha de poteiros, teríamos um excedente de 3kg de N e de 0,76kg de P por ha. Ou seja, apesar do balanço estimado ser positivo, ele é diluído pela área total de pastagens disponíveis nas propriedades com bovino.

Considerando o adubo químico utilizado em duas propriedades teríamos um saldo de N de 7646kg. Porém, os dados a seguir consideram somente a entrada de nutrientes via alimentação.

Nas Tabelas 5.6 e 5.7, são apresentados a média, o desvio padrão e os máximos e mínimos dos resultados do cálculo do balanço de nutrientes. As médias são obtidas com base nos resultados obtidos para cada propriedade da sub-bacia, e não a média feita a partir dos dados gerais da sub-bacia.

Tabela 5.6 – Média, mínimo, máximo e desvio padrão do balanço do nitrogênio\* e índices das propriedades

Índice	média	D. Padrão	Min	Max
Saldo de N por UdP* (Kg/UdP)	39,9	52,9	-51,2	391,5
Saldo de N por matriz* (Kg/vaca)	5,03	4,02	-2,8	24
Ingresso de N pelo adubo (Kg/vaca)	0	0	0	0
Ingresso de N pelo concentrado (Kg/vaca)	23,0	10,4	3,5	76,5
Saldo de N por UA* (kg/UA)	21,4	10,8	3,2	86,9
Saldo de N por área de pastagem* (Kg/ha)	6,9	9,4	-4,6	54,5
Exportação de N via carne e leite	145,6	177,7	17,4	1810
Saldo de N por litro de leite* (g/litro)	1,6	1,3	-5,7	3,2

\* Não foi considerado o ingresso de N via adubação

Tabela 5.7 – Média, mínimo, máximo e desvio padrão do balanço do fósforo\* e índices das propriedades

Índice	média	D. Padrão	Min	Max
Saldo de P UdP* (Kg/UdP)	9,6	19,8	-20,5	204,9
Saldo de P por matriz* (Kg/vaca)	3,7	1,1	1,5	9,0
Ingresso de P pelo adubo (Kg/vaca)	0	0	0	0
Ingresso de P pelo concentrado (Kg/vaca)	4,9	2,2	16,8	0,8
Saldo de P por UA* (Kg/UA)	4,5	2,3	0,7	19,0
Saldo de P por área de pastagem* (Kg/ha)	1,6	2,3	-1,86	12,3
Exportação de P via carne e leite	29,6	33,5	3,4	337,2
Saldo de P por litro de leite* (g/litro)	0,3	0,4	-2,3	0,9

\* Não foi considerado o ingresso de N via adubação

De fato, as simplificações assumidas não considerando as entradas devido a adubação das pastagens acaba por reduzir sensivelmente os saldos de N e P, dessa forma, para a

discussão da atividade foram utilizados os resultados das UPAB. Entretanto, as estimativas dos balanços de entradas e saídas destes dois principais elementos nutrientes e potencialmente poluentes nas UdP da sub-bacia são importantes para a montagem de estudos de cenários nesta.

#### 5.1.5.5. Indicadores

A busca de variáveis explicativas que possibilitem a consideração de informações locais do rebanho na estimativa dos excedentes de N e P, sem a necessidade de análises dos dejetos ou mesmo o cálculo do balanço de nutrientes, teve resultados diferenciados para o N e o P.

No caso do N os ajustes das variáveis disponíveis (produtividade, matrizes, UA por área de pastagem e superfície forrageira principal, UA/matriz, consumo de silagem por UA e matriz, e ganho de peso), a modelos lineares, ou polinomiais de segunda e terceira ordem com o saldo de N/vaca, resultou numa única variável que apresentou coeficiente de regressão superior a 0,5. A produção de leite por vaca no modelo linear obteve um  $R^2$  0,54 (Figura 5.1.). A introdução de mais de uma variável não conseguiu melhorar a correlação. A dificuldade de identificar variáveis explicativas era prevista pela grande heterogeneidade encontrada nos sistemas de criação de bovinos.

A correlação com a produtividade se justifica, pois a maior produtividade requer maiores níveis de consumo de volumoso e concentrado que, por sua vez, incorporam direta ou indiretamente maiores níveis de N ao sistema de criação.

No caso do P, a busca de uma variável explicativa se tornou ainda mais difícil. As variáveis e modelos testados sequer chegaram próximos a um  $R^2$  de 0,5. Essa maior dificuldade encontrada em relação ao fósforo está vinculada a sua maior entrada nos sistemas via adubação, quando comparado com o ingresso de N. A suplementação de N, por estar mais vinculada ao fornecimento de concentrados, encontra uma relação mais direta com a produtividade dos animais.

Para o fósforo, caso se considerasse como uma variável explicativa, para estimar o seu saldo, a informação da quantidade de adubo aplicado na propriedade se obteria no modelo linear ( $y = 1,0155x + 15,277$ ) um  $R^2$  de 0,9897. Isto corrobora na comprovação que a variação do P está muito mais ligado à adubação (dessa forma a fertilidade do solo) do que com qualquer outra variável do rebanho.

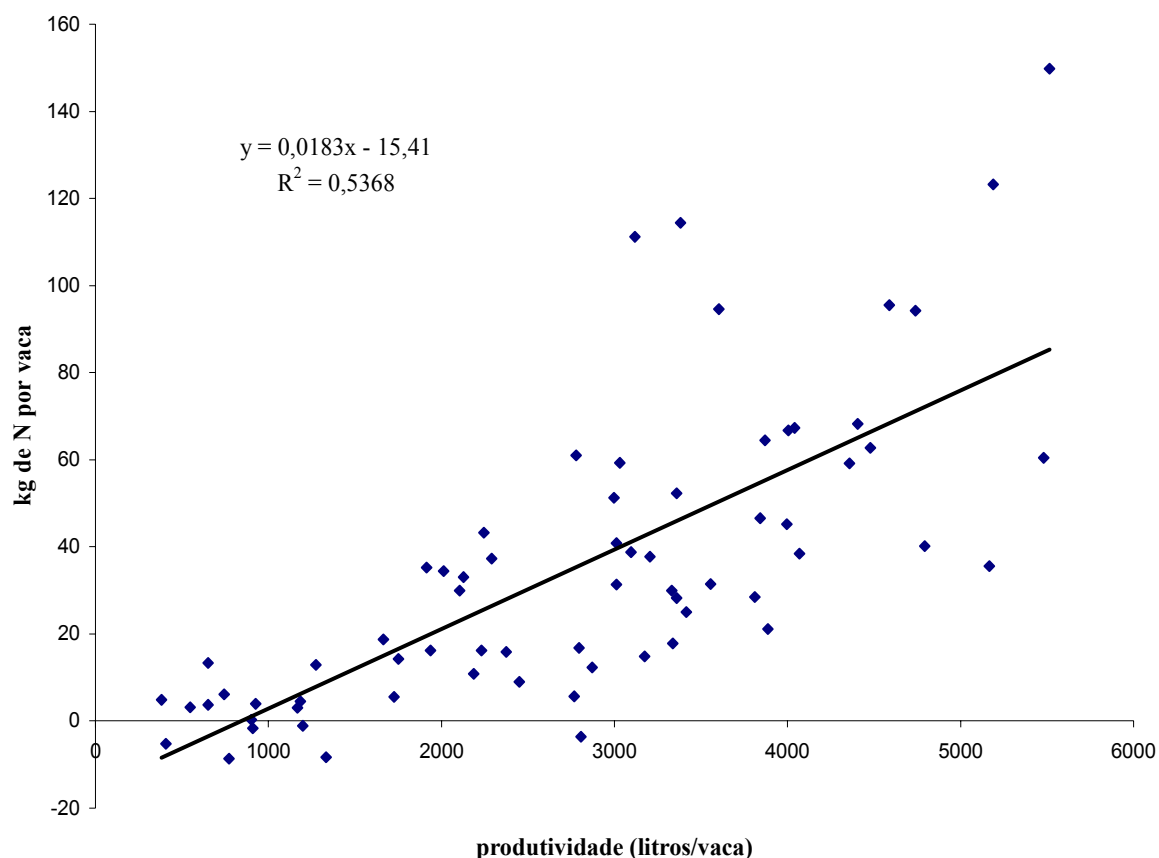


Figura 5.1 – Ajuste linear do saldo de N/vaca em função da produtividade média de leite do rebanho (litros/vaca)

A busca de variáveis que possibilitem uma estimativa rápida dos excedentes de N e P, com um grau de confiança satisfatório para a bovinocultura, não foi possível, principalmente para o P, através das informações disponíveis. Porém, as informações disponíveis para esse exercício traziam um conjunto grande de limitações. Nesse caso, uma visita rápida às propriedades ou mesmo uma entrevista com os produtores poderia enriquecer o conjunto de informações disponíveis e, dessa forma agrupar os produtores segundo algumas características. Assim, dentro desses grupos, se tornaria mais exequível a procura de variáveis explicativas que permitissem a avaliação dos sistemas em relação ao balanço de nutrientes.

#### 5.1.5.6. Excedentes produzidos em função do peso vivo

Os valores apresentados no balanço de nutrientes para bovinos não expressam a

excreção de nutrientes via fezes, pois foi considerado os bovinos conjuntamente com as áreas de pastagens e dessa forma como explicado anteriormente não são computados nesse balanço os nutrientes que recirculam entre os animais e as pastagens.

Devido a isso, não é possível comparar esses dados aos apresentados pelo USDA (1996) que dizem respeito a excreção de nutrientes, em função do peso vivo, dos bovinos em diferentes categorias.

O índice aqui apresentado (baseado nos dados das UPAB), em função do peso vivo do rebanho, representa o saldo do N e P que entra e sai do sistema bovino/pastagens via insumos (adubo, alimentos ...) e produtos animais (leite, carne ...).

Para o nitrogênio o excedente foi de 23,04kg/ano/1000kg de peso vivo, sendo o desvio padrão de 23,26. Um máximo de 102,44kg/ano/1000kg e um mínimo de -6,02kg/ano/1000kg.

O excedente em relação ao fósforo foi de 14,15kg/ano/1000kg de peso vivo, sendo o desvio padrão de 20,21. Um máximo de 102,74kg/ano/1000kg e um mínimo de -1,76kg/ano/1000kg.

## **5.2. Suínos**

No caso dos suínos, o maior controle e a padronização do manejo da alimentação possibilitam estimativas do balanço de nutrientes com maior segurança em relação a bovinocultura, em virtude da menor heterogeneidade nas características do rebanho, do sistema de produção e da alimentação.

Para o balanço de nutrientes, uma variável importante é a especialização dos produtores que podem ser somente terminadores, produzirem apenas os leitões, ou possuírem o ciclo completo da produção na sua propriedade.

Além das diferenças devido à especialização, existem diferenças no manejo (em função do produtor e da empresa integradora), nas instalações e equipamentos, e nos índices produtivos que acabarão por afetar o balanço de nutrientes.

A falta de dados nas propriedades da sub-bacia, como na bovinocultura, tornou necessário o uso de alguns artifícios para obtenção do balanço. Na suinocultura, há normalmente uma grande variação do plantel em um curto espaço de tempo. Dessa forma, o dado presente nos questionários representa muito mais a situação momentânea do rebanho em cada propriedade do que a média da ocupação anual. Adicionalmente, a informação do



número de matrizes em UPL e CC é mais precisa do que o número total de animais e também possui menor variação ao longo do ano. Devido a essas considerações, para definir o plantel médio anual das propriedades, foi montada, com as informações de pesquisadores, uma estrutura de rebanho “artificial” a qual foi aplicada sobre o número de matrizes alojadas (questionários), estimando, assim, a composição e o número de animais médio no rebanho dessas unidades de produção. No caso dos terminadores, foi usado o número de animais informados no questionário, o que pode não representar a média da ocupação anual, porém não havia outro dado que permitisse melhor estimativa.

Pela escassez de informações em relação aos índices produtivos, da suinocultura na sub-bacia, optou-se pelo resgate desses índices através de dados da literatura e de informações de pesquisadores. As simulações que serviram de base para o cálculo do balanço na sub-bacia não têm a pretensão de refletir a faixa de variação encontrada nas propriedades. São índices que se apresentam dentro de níveis considerados aceitáveis ou desejáveis (os quais nem sempre espelham a realidade dos produtores).

Os teores de nutrientes considerados para os alimentos estão descritos no Anexo B, inclusive os valores usados para premix, rações prontas (granulados), concentrados e sais minerais específicos para suínos. Para estimar a exportação de nutrientes, através da saída do suíno da propriedade, o teor de proteína bruta no animal inteiro (sem os pelos) foi obtido de Kessler (1992) que situa o valor médio ao redor de 14 a 15%. Dados semelhantes podem ser obtidos em Mitchell et al. (1998). Para a estimativa do teor de fósforo no animal inteiro, utilizou-se os teores entre 0,6 a 0,7%, reportados por Church & Pond (1988).

O balanço de nutrientes foi aplicado para propriedades que não pertenciam à sub-bacia, porém possuíam informações próprias para o cálculo do balanço, e para as propriedades da sub-bacia com base em um conjunto de índices usados para estimar as informações necessárias à obtenção dos valores do balanço.

### **5.2.1. Balanço de nutrientes nas unidades de produção auxiliares**

Da mesma forma que na bovinocultura, em virtude das estimativas realizadas para efetivar o balanço da atividade nas UdP da sub-bacia, realizou-se o balanço de nutrientes em propriedades da região, cujos dados disponíveis permitissem o cálculo a partir dos dados de alimentação, estrutura de rebanho e índices produtivos próprios, servindo como comparativo aos dados gerados, visto que o balanço das propriedades da sub-bacia foi executado a partir de simulações de estruturas de rebanho, índices técnicos e fornecimento de nutrientes.

As unidades de produção de ciclo completo com dados da atividade suínos, cedidos pela EPAGRI, serão denominadas de unidades de produção auxiliares da suinocultura (UPAS). No trabalho, foi realizado o balanço em 31 propriedades com base nos dados fornecidos por Suski (2003, comunicação pessoal). O material cedido corresponde ao relatório das margens brutas das UPAS gerados pelo programa CONTAGRI. As UPAS apresentam informações sobre tamanho do plantel (número de UAs e matrizes), quantidade dos diferentes alimentos consumidos no ano e vários índices técnicos, tais como conversão alimentar, número de terminados/porca/ano, peso médio de venda, número de leitões paridos/porca/ano ...

A falta de especificação da marca e nome de alguns insumos, principalmente dos premix, impediu a utilização de teores mais exatos no cálculo do balanço. Os teores utilizados constam do Anexo B.

Da amostra de 31 propriedades foi gerada uma subamostra com propriedades que possuíam mais de 18 matrizes em média dos anos agrícolas 1999/2000 e 2000/2001. Essa subamostra será denominada UPAS<sub>18</sub>. O objetivo foi considerar sistemas mais especializados descartando as UdPs onde a suinocultura é apenas uma atividade para a subsistência familiar e as escalas menores que apresentam maiores dificuldades em implementar as alterações exigidas pelas integradoras e, normalmente, possuem maior variabilidade no manejo e nos índices de produção. Nesta subamostra também se realizou o cálculo do balanço de nutrientes

### **5.2.2. Balanço a partir de rebanhos “modelos”**

Simulou-se o balanço de nutrientes a partir da construção de modelos da atividade, com estruturas de rebanho, índices de produção e fornecimento de nutrientes obtidos a partir da literatura e de informações de técnicos da área. Inicialmente, foram usadas duas propostas para os índices de produção (terminados/porca e leitões/porca) no cálculo do balanço de nutrientes na atividade dos quais um deles foi selecionado e serviu de base para a simulação do balanço de nutrientes para a atividade na sub-bacia dos Fragosos, considerando o número de matrizes (CC e UPL) e o número de terminados (Terminador) alojados no momento da aplicação do questionário.

Em situações onde os índices técnicos e a quantificação dos alimentos fornecidos estiverem disponíveis, a aplicação do balanço deve ser realizada a partir desses

dados, que permitem uma avaliação das diferenças encontradas na atividade entre propriedades sobre o balanço de nutrientes da atividade e da unidade de produção agrícola.

Nas Tabelas 5.8 e 5.9 são apresentados os índices utilizados na simulação do balanço de nutrientes. A Tabela 5.9 se refere a dados de desenvolvimento e consumo de N e P de materiais genéticos comuns na região (Lima, 2003, comunicação pessoal).

Tabela 5.8 - Índices técnicos utilizados para determinar a estrutura do rebanho e o peso médio dos animais.

Parâmetros	Situação A	Situação B
Gestação	114 dias	114 dias
Número de partos ano	2,3	2,3
Desmame	21 dias	21 dias
Tempo para 1 Cio (pós desmame)	6 dias	6 dias
Tempo médio perdido entre cio e prenhez	10,7 dias	10,7 dias
CC - Número de terminados/matriz/ano	18	20,8
UPL - Número de leitões/matriz/ano	20	22
Vazio sanitário na terminação	6 dias	6 dias
Alimentação do Cachaço	2,4 Kg/dia de ração de gestação	2,4 Kg/dia de ração de gestação
Peso médio da fêmea	200 Kg	200 Kg
Peso médio do macho	250 Kg	250 Kg
Número de fêmeas/macho	16,7	16,7
Peso de abate	100 Kg	100 Kg
Peso de descarte fêmea	250	250
Peso de descarte macho	300	300
Índice de substituição de machos	25%	25%
Índices de substituição de fêmeas	33%	33%

Na simulação, trabalhou-se com duas estruturas diferentes, baseando-se em índices técnicos. No ciclo completo, considerou-se 18 e 20,7 terminados/porca/ano e na UPL considerou-se 20 e 22 leitões desmamados/porca/ano. Não foram consideradas as perdas devido à mortalidade, ou qualquer outro evento, como variação no peso de abate, venda ou compra de animais em fases intermediárias.

Tabela 5.9 – Consumo de P e PB, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para diferentes categorias de suínos e fases.

	Idade (dias)		Proteína bruta	Fósforo total	Fósforo disponível	Ganho de peso	Consumo de ração	CA
	Início	Final	%			g/dia		
Pré inicial 1	7	28	20	0,65	0,45	214	257	1,20
Pré inicial 1	29	42	20	0,65	0,45	342	433	1,27
Inicial 1	43	56	19	0,60	0,43	440	620	1,41
Inicial 2	57	70	19	0,55	0,40	633	1033	1,63
Cresc. 1	71	90	18	0,50	0,35	880	1880	2,14
Cresc. 2	91	115	16	0,45 (0,50)*	0,30	950	2560	2,69
Terminação 1	116	150	15	0,40 (0,45)*	0,25	1000	3000	3,00
Terminação 2	151	180	15	0,40 (0,45)*	0,25	870	3067	3,53
Gestação 1	1	84	15	0,65	0,45		2000	
Gestação 2	85	114	15	0,65	0,45		3000	
Lactação	1	21	18	0,65	0,45		6000	
Cobertura	1	7	15	0,65	0,45		2000	

\* os valores adotados na simulação estão entre parênteses e diferem dos sugeridos pela fonte  
Fonte: Lima (2003, comunicação pessoal).

Os valores obtidos no balanço de nutrientes das propriedades auxiliares e através das simulações de propriedades serão comparados a valores obtidos da literatura para dejetos de suínos.

### 5.2.3. Excreção de N e P por 1000Kg de peso vivo

Para comparar a excreção obtida de N e P com dados presentes na literatura se faz necessário transformar para a mesma base. Tanto o ASAE (1993) citado por Perdomo et al. (2001) como o USDA(1996) como o trazem seus dados com em kg de N ou P excretados por dia por 1000kg de peso vivo.

Considerando os índices citados de proporção de fêmeas/macho e índices de reposição, calculou-se o peso médio anual (permanentemente presente) por categoria, cujos dados estão apresentados na Tabela 5.10.

Com base nessa composição e com os dados da ASAE (1993) apud Perdomo et al. (2001) e USDA (1996), Tabelas 2,3 e 2,4, respectivamente, obtem-se valores de excreção de N/matriz (rebanho presente com base em uma matriz), e kg/dia/1000kg de peso vivo.

5.10 – Peso corporal nas categorias animais para diferentes tipos de produtores (com base no módulo 1 macho para CC (20,7 terminados/porca/ano) e UPL (22 leitões vendidos/porca/ano).

Peso das categorias (considerando no rebanho 1 macho)					
Macho	Macho de reposição	Fêmea	fêmeas de reposição	Leitões até 25,9 Kg	De 25,9 até 104,8Kg
CC 20,7					
250	10,1	3340	280	681,2	5063,7
UPL 22					
250	10,1	3340	280	725,4	
Terminação valor por terminado					
					60,19

#### 5.2.4. Indicadores

Da mesma forma que nos bovinos procurou-se identificar se algumas variáveis do rebanho (informações locais) podem auxiliar numa estimativa rápida da excreção de N e P. As variáveis testadas foram a conversão alimentar e o ganho de peso por UA para estimar o saldo de N e P por UA e por Kg de peso vivo médio produzido na propriedade.

Foram verificados os ajustes das variáveis a modelos linear (regressão simples ou múltipla) e quadrático. Esse teste foi realizado sobre a amostra completa em função do número de propriedades.

#### 5.2.5. Resultados

##### 5.2.5.1. Balanço das UPAS

Algumas características das propriedades auxiliares de ciclo completo (amostra integral) são apresentadas na Tabela 5.11 assim como os resultados obtidos no balanço de nutrientes realizado. A amostra integral foi usada para ajuste das equações dos excedentes de N e para comparação com os dados da bovinocultura.

A subamostra UPAS<sub>18</sub> exclui os sistemas de subsistência e as escalas menores que têm maior dificuldade em implementar as alterações exigidas pelas integradoras e, normalmente, possuem maior variabilidade no manejo e nos índices de produção. Os índices de produção mais favoráveis desta subamostra melhoram a comparação com os dados obtidos através da simulação da atividade. Os resultados estão presentes na Tabela 5.12.

Tabela 5.11 – Média, mínimo, máximo e desvio padrão do balanço do nitrogênio e índices das unidades de produção auxiliares (UPAS)

Índide	média	D. Padrão	Min	Máx
Número de matrizes	35,1	36,9	3,5	124,7
Número de UA	49,3	53,8	4	185,7
Conversão alimentar	3,85	0,93	2,82	6,83
Leitões nascidos/matriz	17,53	4,4	9,27	24
Leitões desmamados/matriz	16,4	4,1	7,1	22,2
Terminados/matriz	18,2			
Ganho de peso/matriz/ano	1707,4	819,8	535,3	4284,1
Nitrogênio				
Saldo de N por propriedade (kg)	3583,4	3698,0	150,5	12394,5
Saldo de N por matriz (kg/porca)	108,2	60,0	28,7	311,4
Saldo de N por UA (kg/UA)	73,7	24,8	26,9	168,7
Ingresso de N pelo alimento (kg/matriz)	149,2	78,4	51,6	414,2
Ingresso de N pelo alimento (kg/UA)	102,6	31,6	41,4	230,1
N exportado/N importado (%)	28,50	7,0	16,6	57,9
Saldo de N por kg de carne prod. (g/kg)	63,9	17,4	17,4	120,3
Excreção de N kg/dia/1000kg	0,45	0,15	0,16	1,03
Fósforo				
Saldo de P por propriedade (kg)	569,6	595,4	52,3	2333,1
Saldo de P por matriz (kg/porca)	19,6	11,3	6,1	57,1
Saldo de P por UA (kg/UA)	14,2	8,33	7,2	41,8
Ingresso de P pelo alimento (kg/matriz)	29,8	14,5	10,8	72,0
Ingresso de P pelo alimento (kg/UA)	21,5	9,8	13,0	9,8
P exportado/P importado (%)	35,84	9,0	9,9	51,6
Saldo de P por Kg de carne prod. (g/Kg)	12,7	9,1	5,6	54,6
Excreção de P Kg/dia/1000Kg	0,09	0,05	0,04	0,25

O balanço de nutrientes calculado, na atividade suinícola, nas UPAS demonstra uma grande variação nos parâmetros, mesmo se forem considerados os resultados obtidos com a subamostra das UPAS<sub>18</sub>.

Em relação ao N, na UPAS<sub>18</sub> obteve-se um excedente médio de 6811kg por propriedade, com um desvio padrão de 3668kg, sendo o valor máximo de 12394kg (Tabela 5.12). Encontrou-se em média um excedente de 114,6kg de N por matriz, com um desvio padrão de 20,9. Em relação ao saldo por UA, esses valores caem para 78,3 e 16,2kg/UA. O percentual médio do N fixado em relação ao total que entra na atividade ficou em 28,3% (desvio padrão 2,6). Segundo Oliveira (2001a), o nitrogênio retido varia de 36 a 33% do N ingerido. Lovatto et al (2003a) cita que a suinocultura brasileira como um todo consome 210

mil toneladas de N, das quais seriam retidas 70 mil toneladas, resultando numa retenção de aproximadamente 33% do N fornecido.

Tabela 5.12 – Média, mínimo, máximo e desvio padrão do balanço do nitrogênio e índices das unidades de produção auxiliares com mais de 18 matrizes (UPAS<sub>18</sub>)

Índice	Média	D. Padrão	Min	Max
Número de matrizes	63,7	39,7	18,7	124,7
Número de UA	94,0	57,3	23,3	185,7
Conversão alimentar	3,33	0,52	2,82	4,31
Leitões nascidos/matriz	21,5	1,7	18,6	24
Leitões desmamados/matriz	19,9	1,6	17	22,2
Terminados/matriz	18,2	3,7	12,8	27,5
GP kg/matriz/ano	1865,2	272,2	1419,8	2316,6
Nitrogênio				
Saldo de N por propriedade (kg)	6811	3668,8	1830,2	12394,5
Saldo de N por matriz(kg/porca)	114,6	20,9	71,8	140,1
Saldo de N por UA (kg/UA)	78,3	16,2	56,6	112,2
Ingresso de N pelo alimento (kg/matriz)	159,3	26,0	105,8	188,6
Ingresso de N pelo alimento (kg/UA)	108,8	19,4	83,1	147,2
N exportado/N importado (%)	28,3	2,6	23,8	32,2
Saldo de N por kg de carne prod. (g/kg)	61,4	8,2	50,6	76,9
Excreção de N kg/dia/1000kg	0,48	0,10	0,34	0,68
Fósforo				
Saldo de P por propriedade (kg)	569,6	595,4	52,3	2333,1
Saldo de P por matriz(kg/porca)	17,3	3,9	11,3	23,4
Saldo de P por UA (kg/UA)	11,8	2,8	8,0	16,9
Ingresso de P pelo alimento (kg/matriz)	28,5	5,3	19,8	37,3
Ingresso de P pelo alimento (kg/UA)	19,4	3,6	14,9	27,0
P exportado/P importado (%)	39,7	3,7	34,7	46,3
Saldo de P por kg de carne prod. (g/kg)	9,2	1,4	7,0	11,3
Excreção de P kg/dia/1000kg	0,07	0,02	0,05	0,10

Deve ser observado que todo alimento adquirido para os suínos na propriedade é utilizado para se calcular o ingresso de N na atividade. No entanto, até a apropriação deste nutriente pelo animal ainda ocorrem outras perdas, o que de certa forma explica a menor retenção encontrada neste estudo, pois ele não se dá exatamente sobre o N consumido ou mesmo desperdiçado no cocho, mas em função de todas as perdas no manuseio da propriedade.

O excedente de N por Kg de carne produzido ficou em 61,4g com um desvio padrão de 8,2 (Tabela 5.12), ou seja, para produção de 1kg de suíno há uma perda de  $61,4 \pm 8,2$ g de N.

Em relação ao P, os excedentes são mais modestos, sendo que em média, há um excedente de 569,6 Kg por propriedade, com o valor máximo de 2333 Kg/propriedade (Tabela 5.12). Em relação as matrizes e UA, o saldo médio foi respectivamente de 17,3 e 11,8kg de P com respectivos desvios de 3,9 e 2,8. A retenção do P em produtos situou-se em 39,7% na média das UPAS<sub>18</sub>, valor superior ao apresentado por Oliveira (2001a), citando Dourmad (1999), de 33,3% de retenção do P fornecido. Já para Lovatto et al (2003b), a retenção média de P na suinocultura brasileira seria de 24,1%. No balanço, para cada Kg de suíno produzido houve um excedente de 9,2g de P.

O maior valor de retenção observado em relação a dados da literatura aponta para uma possível redução no índice de excreção do P. Para Henry (1996), citado por Penz (2000), na Holanda, a introdução da formulação para suínos com base em fósforo disponível permitiu uma redução de 30% na concentração desse nutriente nos dejetos. Gosmann (1997a) cita que nos Países Baixos haveria uma perspectiva de redução de 35 a 40% no teor de N e P nos dejetos de suínos, no ano 2000, pela redução nos teores de proteína na dieta dos suínos e adição de fitase.

Além da possibilidade de um aumento real na eficiência da utilização do P, deve-se considerar que o uso de dados médios de teores de nutrientes ao invés de dados específicos para cada tipo e marca de algumas rações, farelo de soja, farinha de peixe e osso traz diversas incertezas para o cálculo. No caso do P, boa parte da suplementação vem de núcleos, o que normalmente reduz as possibilidades de perdas no manuseio na propriedade. Porém, para estes produtos foram usados dados médios, pois não haviam informações para identificação do produto usado, o que pode explicar em parte as diferenças observadas em relação a literatura existente.

O balanço de nutrientes na atividade suínos em ciclo completo mostra uma variação bem menor em relação à bovinocultura, principalmente se tomarmos as UPAS<sub>18</sub> que compreende propriedades com maior número de matrizes, com maior especialização na produção. Comparado aos bovinos, verifica-se que a relação desvio padrão/média é bem menor na suinocultura, fato que pode ser observado na Tabela 5.13, a qual apresenta o percentual das propriedades com valores além de intervalos pré-estabelecidos em relação à média para 3 índices do balanço de N para suínos (UPAS) e bovinos. Ilustrativo é o intervalo



de 30% para mais ou para menos da média em relação ao saldo de N/UA, onde nos suínos apenas 19,4% das propriedades encontram-se fora do intervalo, enquanto que nos bovinos esse valor sobe para 74%.

5.13 - Percentual de propriedades com valores de N além dos intervalos estabelecidos em relação a variação média do saldo de N para suínos (UPAS) e bovinos.

Índice	Distribuição das propriedades com valores fora do intervalo em relação a média (%)							
	± 20%		± 30%		± 50%		± 75%	
	Bov.	Suínos	Bov.	Suínos	Bov.	Suínos	Bov.	Suínos
Saldo N/Matriz	-	54,8	72,6	35,5	65,8	25,8	43,8	6,4
Saldo N/UA	-	38,7	74,0	19,4	63,0	9,7	43,8	3,2
Saldo N/Kg de carne prod	-	32,2	76,7	16,1	61,6	6,4	45,2	3,2

Isso comprova um padrão de produção mais homogêneo na suinocultura do que na bovinocultura. Provavelmente, caso todas as propriedades fossem vinculadas a uma mesma empresa integradora, os índices teriam maior homogeneidade ainda, diminuindo a faixa de variação apresentada pelo balanço de nutrientes nos suínos.

No caso da suinocultura, o uso de médias para os valores de saldos de N e P fornecem uma melhor aproximação do que na bovinocultura.

#### 5.2.5.2. Balanço dos modelos

A partir dos dados de Consumo de P e proteína bruta (PB), ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para diferentes categorias e fases do rebanho suíno e dos índices produtivos, simulou-se a composição dos rebanhos, o peso médio do rebanho, a conversão alimentar e o balanço de nutrientes. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 5.15.

A grande diferença na comparação da simulação com os dados das propriedades é que ele não inclui efeitos, tais como mortalidade dos animais, doenças, ou mesmo fatores de mercado que podem provocar reduções e ampliações do plantel.

Como esperado, na simulação do balanço, quanto melhores os índices de terminados/porca/ano ou leitões vendidos, melhor é a conversão alimentar tanto em UPL como em CC, aumentando também a retenção do N e P fornecido. Nessa simulação isso se deve a diluição da ração consumida pelos reprodutores em um maior número de animais (terminados ou leitões vendidos).

Tabela 5.15 – Índices e balanço de nutrientes resultantes dos modelos propostos.

	Conv. Alim.	Consumo de ração	Peso médio suíno <sup>1</sup>	Saldo de N/b.matriz	Saldo de P/b.matriz	% de N retido	% de P retido
				Kg		%	
CC 18 terminados por porca ano							
Por matriz/ano	2,97	5633,2	59,3	101,41	16,3	30,5	41,5
CC 20,7 terminados por porca ano							
Por matriz/ano	2,90	6308,7	56,9	112,8	19,5	31,2	40,4
UPL 20 leitões porca ano							
Por matriz/ano	3,45	1805,9	27,6	36,6	7,9	26,1	29,5
UPL 22 leitões porca ano							
Por matriz/ano	3,29	1896,9	25,7	38,3	8,3	27,0	30,6
Terminação com 104,8 Kg e 4,1 lotes/ano							
	2,73	885,0	60,2	14,9	2,2	33,5	46,4

<sup>1</sup> O cálculo considera os animais de reposição e corrige o valor pelos períodos desocupados.

Em relação ao percentual dos nutrientes fornecidos retidos pelo animal, os valores, principalmente para P, situaram-se acima dos valores citados por Oliveira (2001a) e Lovatto et al (2003b) de 33,3 e 24,1%, respectivamente.

Comparando os valores de retenção simulados para P com os obtidos com dados das UPAS de CC, os valores encontram-se acima da média geral das UPAS que foi de 35,4% porém, dentro da faixa de variação que foi até 51,6%. No entanto, observando-se o resultado da UPAS<sub>18</sub>, verifica-se que o valor é próximo a média destas (39,7% em média).

Quanto ao N, os valores de retenção deste nutriente encontram-se próximos aos valores apresentados por Oliveira (2001a) e Lovatto et al (2003a), de 33% de retenção e das médias obtidas nas UPAS (28,5%) e UPAS<sub>18</sub> (28,3%).

O peso médio dos animais em UPL e CC diminui com a melhoria dos índices de produção, pois há um aumento do número de animais com menor peso em relação aos reprodutores. O peso médio considerado foi corrigido em relação aos períodos em que as instalações de determinada categoria ficam vazias. Por exemplo, o peso médio do leitão, do nascimento a venda (de 1,4Kg a 25,9 Kg) é de 10,3 Kg num período de 70 dias porém, o intervalo entre partos é de 158,7 dias, portanto o peso médio do leitão ao longo de todo período será de somente 4,5 Kg.

A conversão alimentar simulada de 2,90 a 2,97 para CC foi melhor do que a média encontrada para a sub-amostra UPAS<sub>18</sub> de 3,33. A melhor conversão obtida nas UPAS<sub>18</sub> foi de 2,82. A conversão simulada pode ser comparada aos valores apresentados por EPAGRI (2000b), onde se estabelecem padrões de referência para atividades agrícolas e corresponde a média das 25% melhores propriedades amostradas em função da renda bruta para cada

atividade. Para ciclo completo, os valores normalizados (1993/94 a 1997/98) foram 2,90 (17 suínos terminados/fêmea/ano) no extrato de 12 a 24 fêmeas por propriedade, de 3,29 (18 suínos terminados/fêmea/ano) no extrato de 24 a 48 e 3,64 (suínos terminados/fêmea/ano) no extrato de 48 a 60 fêmeas. Com exceção do primeiro extrato, que foi muito próximo ao simulado, os demais apresentaram conversão alimentar piores que os simulados.

Em relação a UPL, em EPAGRI (2000b) apresentam-se os dados estratificados pelo número de matrizes em propriedades com 1 a 100, 100 a 180 e 180 a 200 fêmeas que apresentam respectivamente CA de 3,39 (17 leitões vendidos/matriz/ano), 4,13 (22 leitões vendidos/matriz/ano) e 3,29 (22 leitões vendidos/matriz/ano). Com exceção do extrato intermediário, os valores da simulação encontram-se próximos a estes.

Na terminação, os dados da EPAGRI (2000b) estão estratificados em propriedades com 300 a 600, 600 a 900, 900 a 1200 e mais de 1200 suínos terminados/ano que apresentaram CA respectivamente de 2,9, 3,08, 3,06 e 2,92. Nesse caso, o valor simulado de 2,73 é inferior em todas as faixas com diferenças de 6,2 a 12,8%.

Os cálculos do balanço simulados a seguir foram realizados com os índices 20,7 terminados/porca/ano para CC e 22 leitões vendidos/porca/ano.

### **5.2.5.3. Excreção de N e P por 1000Kg de peso vivo**

Na Tabela 5.16 são apresentados os valores de excreção de N e P em kg de N/matriz (rebanho presente com base em uma matriz) e em kg/dia/1000kg de peso vivo.

Para todos os tipos de produtores, a estimativa de excreção de N do USDA é inferior a todas as outras estimativas, sendo que em relação ao balanço simulado apresenta como menor diferença em torno de 25% na UPL (Tabela 5.16). No CC, há uma convergência dos valores de N tanto na estimativa do balanço, quanto das UPAS<sub>18</sub> e do ASAE. No caso da UPL, os valores obtidos pelos índices do ASAE são 37% superiores aos obtidos no balanço e 84% superiores ao do USDA. Cabe lembrar que os valores do ASAE são unicamente em função do peso vivo, sendo portanto previsto alguma discrepância nos resultados em situações onde as estruturas de rebanho sejam diferentes. Para a terminação, o dado obtido pela estimativa baseada no índice do ASAE é intermediário entre as estimativas do balanço e do USDA.

No caso do P ocorre uma inversão, mesmo utilizando alguns índices de composição de ração superiores ao sugerido por Lima (2003, comunicação pessoal), os valores do balanço encontram-se invariavelmente inferiores aos obtidos pelos índices do USDA e

ASAE, sendo a maior diferença encontrada no CC. Os valores do USDA encontram-se em posição intermediária entre as outras duas estimativas, aproximando-se dos valores do balanço na UPL.

5.16 - Estimativas de excreção de N e P ( composição do rebanho da Tabela 5.10), em kg base matriz/ano e em kg/dia/1000kg de peso vivo

Nutriente	USDA		ASAE		UPAS <sub>18</sub> <sup>1</sup>		Balanço <sup>2</sup>	
	matriz	1000kg P.V	matriz	1000kg P.V	matriz	1000kg P.V	matriz	1000kg P.V
CC								
N	74,4	0,36	109,5	0,52	108,2	-	112,8	0,54
P	27,5	0,132	37,9	0,18	19,6	-	19,5	0,094
UPL								
N	28,4	0,28	52,3	0,52	-	-	38,2	0,38
P	10,0	0,10	18,1	0,18	-	-	8,3	0,08
Terminação								
N	9,2	0,42	11,4	0,52	-	-	14,9	0,67
P	3,5	0,16	4	0,18	-	-	2,2	0,10

<sup>1</sup> Balanço médio obtido em propriedades fornecidas por SUSKI (2003) com mais de 18 matrizes (Ganho de peso 1707 Kg/matriz/ano)

<sup>2</sup> Balanço obtido por simulação (Ganho de peso de 2208 Kg/matriz/ano)

Ainda para o P, os valores obtidos das UPAS<sub>18</sub> são bem próximos aos da estimativa do balanço. Neste caso, deve-se lembrar que os índices produtivos médios das propriedades não coincidem com os usados na simulação. Isso pode ser observado pelo ganho de peso/matriz obtido pelo rebanho num ano. Enquanto que no rebanho hipotético usado na simulação o resultado obtido foi de 2208kg/matriz/ano, nas propriedades auxiliares a média foi de 1707kg/matriz/ano. O “modelo” usado apresenta uma maior produtividade por nutriente excretado do que a média das UPAS<sub>18</sub>.

Mesmo com a proximidade dos valores obtidos entre as propriedades auxiliares e a propriedade modelo, foi elaborada uma simulação paralela com os índices do USDA (1996), porém os resultados utilizados para as discussões dos balanços de nutrientes nas propriedades e na bacia foram os estimados pelo balanço simulado.

#### 5.2.5.4. Comparação com outras estimativas existentes para a sub-bacia do Lajeado dos Fragosos

A Tabela 5.17 traz os resultados obtidos para a bacia como um todo, utilizando os resultados do balanço de nutrientes, a estimativa pelos valores apresentados pelo USDA e valores apresentados por Miranda et al. (2000) e Silva (2000) em estudo sobre a mesma sub-bacia.

Tabela 5.17 – Kg/ano de N e P excedentes da suinocultura na sub-bacia .

Parâmetro	Balanço de nutrientes	USDA	ASAE	Miranda et al (2000)	Silva (2000)
População	36.232*	36.232*	36.232*	40.539	40.312
N	400.226	264.901	388.804	374.845	462.090
P	62.766	97.937	134.598	132.495	159.870

\*Número de suínos calculado pela proposta para o balanço de nutrientes.

Na comparação do excedente de N e P na sub-bacia devido à suinocultura apresentada no quadro acima, é necessário fazer uma correção em relação ao rebanho assumido nas estimativas pré-existentes para a sub-bacia apresentadas por Miranda et al.(2000) e Silva (2000) com as realizadas neste trabalho. Os valores apresentados por Miranda et al. (2000) e Silva(2000) são transportados linearmente para o total do rebanho determinado neste trabalho. Dessa forma, os dados de Miranda et al. (2000) seriam 335.000kg de N e 118.400kg de P e os de Silva (2000) seriam de 415.300kg de N e 143.700kg de P.

No caso do N, os dados de Miranda et al. (2000) se encontram intermediários entre os dados obtidos pelo USDA e pelo balanço. No caso do P, os valores são semelhantes aos obtidas pelo ASAE e superiores ao obtidos pelo USDA e pelo balanço. As estimativas de Silva (2000) são superiores a todos.

Existem na bacia 800 matrizes em CC, 2800 em UPL e 1400 suínos em terminação.

#### 5.2.5.5. Indicadores

O uso de indicadores para estimar o excedente de nutrientes na suinocultura também foi testado, utilizando-se a conversão alimentar e o ganho de peso/UA para estimar o saldo de N e P por UA e por Kg de peso vivo médio produzido na propriedade.. A Tabela 5.13 mostra

os ajustes lineares testados que apresentaram  $R^2$  superior a 0,5 (quando o ajuste com todas variáveis foi inferior a 0,5, apresentou-se o melhor) e o quadrático, quando este resultou em melhor ajuste do que o linear.

Tabela 5.13 – Equações para estimativa do excedente de nutrientes a partir do balanço de nutrientes realizado nas propriedades (UPAS)

Variável y	Equação	$R^2$
<b>N</b>		
Excedente em Kg/UA	$y = 0,0583GP + 8,3913$	0,7334
Excedente em Kg/UA	$y = -43,6967 + 0,070543GP + 9,81712CA$	0,8444
Excedente em Kg/Kg de GP	$y = 0,0098CA + 0,0283$	0,4218
<b>P</b>		
Excedente em Kg/UA	$y = -20,2936 + 5,6404CA + 0,009763GP$	0,6733
Excedente em Kg/Kg de GP	$y = 0,0034CA^2 - 0,0221CA + 0,0446$	0,8927
Excedente em Kg/Kg de GP	$y = -0,01654 + 0,00779CA - 1,2 \times 10^{-6}GP$	0,6709

CA = conversão alimentar; GP = ganho de peso/UA

### 5.3. Aves

As aves são as criações com maior homogeneidade de manejo e nutrição. Na região Oeste, a integração com a indústria e pacotes tecnológicos fechados que incluem o fornecimento de animais, alimentação e assistência técnica são fatores determinantes para uma menor variação na composição dos dejetos.

Devido ao maior controle existente nesta atividade os dados necessários para realizar o balanço de nutrientes estão mais facilmente disponíveis. A quantidade de ração fornecida é padrão e a composição de cada lote de ração em termos de P e PB é do conhecimento da integradora, assim como o peso de entrada e saída dos lotes de cada aviário. O único fator a ser somado pelo agricultor seria a contribuição do material da cama e caso esse provenha da própria propriedade e o adubo fosse aplicado nesta mesma, poderia ser desconsiderado numa análise geral da propriedade.

Devido a sua maior homogeneidade, optou-se por fazer o balanço de nutrientes a partir de dados obtidos junto a EMBRAPA Suínos e Aves (Lima, 2003, comunicação pessoal) constantes da Tabela 5.18, os quais permitem o cálculo do ingresso de nutrientes durante o crescimento dos animais e o peso de abate e médio no período. Para cálculo da exportação de nutrientes, considerou-se um valor de 3,22 % de N (Kolling, 2000) e 0,51 % P (Larbier & Leclerq, 1994).

Tabela 5.18 – Índices para a simulação do balanço de N e P para aves de corte.

Idade (dias)	Peso vivo (g)	Ganho de peso (g)	Consumo de ração no período (g)	Conversão acumulada	Teor de PB (%)	Teor de P total (%)
1 a 7	162	120	139	1,158	22	0,70
8 a 14	422	260	323	1,216	22	0,70
15 a 21	795	373	562	1,360	20	0,69
22 a 28	1279	484	825	1,495	20	0,69
29 a 35	1826	547	1028	1,613	18	0,66
36 a 42	2400	574	1198	1,728	18	0,66
43 a 45	2646	246	557	1,779	18	0,66
		2604	4632	1,779		

Esses dados foram comparados com a estimativa obtida pelos índices do USDA (1996). Para isso, estimou-se o peso médio das aves corrigindo para o intervalo entre a saída de um lote e a entrada de um novo lote, ou seja, um lote a cada 60 dias.

### 5.3.1. Resultados

A Tabela 5.19 apresenta os resultados obtidos para ingresso, exportação e saldo de N e P para uma ave (lote misto) em um ciclo de 45 dias. O peso de abate foi de 2,6 Kg com um peso médio de 1,055kg/ave no período de 45 dias e um peso médio de 0,7918kg/ave corrigido para 60 dias.

Tabela 5.19 - Balanço de N e P em kg/ciclo/ave

Nutriente	Ingresso	Saída	Saldo	% de retenção
N	0,14080	0,08520	0,05560	60,51
P	0,03123	0,01349	0,01774	43,20

A Tabela 5.20 apresenta a excreção de N e P diária com base em 1000kg de peso vivo.

Tabela 5.20 – Saldo de N e P em kg/dia/1000kg de peso vivo estimado pelo balanço e fornecidos pelo USDA (1996)

Nutriente	USDA	Balanço
N	1,1	1,17
P	0,34	0,41

Os valores de excreção estimados através dos dados do USDA, considerando o peso médio (corrigido em função do período vago do aviário) de 0,7918Kg/ave, foi de 0,05226 kg de N/ave/ciclo e de 0,01615 kg de P/ave/ciclo. O valor do N é inferior ao obtido pelo balanço em 6,0% e no caso do P, inferior em 8,9%. Considerando-se que seis lotes de aves são possíveis no período de um ano, torna-se necessário multiplicar os resultados obtidos por seis para se obter o balanço em um ano.

Na sub-bacia existem 60 avicultores, 43 aviários de 12x100m (1200 m<sup>2</sup>, uma área de 52.200m<sup>2</sup> de aviário (um dos aviários tem 150m) e 24 aviários de 12x50m (600m<sup>2</sup>), resultando numa área 14400m<sup>2</sup>, totalizando 66.600m<sup>2</sup> de aviário. Considerando-se uma densidade de 10,97 aves/m<sup>2</sup> e contando com todos aviários lotados ao mesmo tempo, teríamos uma população de 730.602 aves. Assumindo-se que cada aviário normalmente produz seis lotes por ano, isso daria uma produção de 4.395.600 aves/ano na sub-bacia, com um a dois aviários por propriedades em média.

A Tabela 5.20 traz os resultados obtidos para a sub-bacia como um todo utilizando os resultados do balanço de nutrientes com a estimativa pelos valores apresentados pelo USDA(1996) e valores apresentados por Miranda et al. (2000). No caso de aves os valores se aproximam nas 3 estimativas.

Tabela 5.20 – kg/ano de N e P excedentes da avicultura na sub-bacia

Parâmetro	Balanço de nutrientes	USDA	Miranda et al (2000)
População	730.602	730.602*	730.080
N	244.272	229.088	219.730
P	77.852	70.795	67.890

\* Número de aves calculado pelo balanço de nutrientes



## **6. Balanço de nutrientes nos sistemas de cultura**

Os sistemas de culturas são outra fonte de entradas e saídas de nutrientes nas unidades de produção agrícolas. As entradas ocorrem principalmente devido ao uso de fertilizantes (químicos ou orgânicos) e pela fixação biológica do nitrogênio, enquanto que os produtos gerados pelas culturas (grãos, fibras, forragem, madeira ...) constituem-se em saídas.

Para a produção de biomassa vegetal, as plantas necessitam de nutrientes. O solo possui uma capacidade finita de fornecimento de nutrientes e, especialmente em sistemas de produção onde ocorre exportação de produtos para outros locais, há necessidade do fornecimento de nutrientes através de adubação química e/ou orgânica.

Algumas culturas, como a soja e o feijão, possuem a capacidade de retirar o N atmosférico e incorporá-lo aos seus tecidos através da fixação simbiótica, reduzindo ou tornando desnecessária a sua adição ao sistema.

Parte dos nutrientes adicionados ao solo não são aproveitados pela cultura no mesmo ano agrícola, podendo estes serem imobilizados temporariamente, ou perdidos por volatilização, escoamento superficial, lixiviação ou erosão. As recomendações de adubação procuram compensar os processos de perda ou de imobilização de nutrientes através da adição de quantidades maiores que as exigidas pelas culturas. Entretanto, se o ingresso de insumos ao longo dos anos sempre for maior do que as retiradas e se houver uma boa conservação do solo, ocorrerá um aumento nos teores dos nutrientes no solo, com possíveis implicações negativas para a qualidade do solo e do ambiente e, em alguns casos, fitotoxicidade às plantas.

Na região Oeste de Santa Catarina, a forma preconizada para aproveitamento dos nutrientes disponíveis nos dejetos animais tem sido o seu uso como fertilizante agrícola. Assim, à longo prazo, a capacidade de reciclagem de nutrientes depende da capacidade dos sistemas de culturas e do manejo adotado para exportar nutrientes adicionados. Autores como Seganfredo (2000, 2001) e Konzen (2003) usaram essa proposição ao discutir o uso de dejetos como fertilizantes.

Na região Oeste Catarinense, as culturas tradicionais e de maior expressão são o milho, a soja, o feijão e o trigo, destacando-se o milho com mais de 50% da área plantada. Nas áreas de pastagens, há um predomínio do campo nativo, seguido do azevém e aveia. Além dessas culturas tradicionais, nesse estudo serão considerados na quantificação da quantidade de nutrientes extraídos o cultivo do capim elefante, em virtude do potencial que tem sido apontado para a produção leiteira, bem como do eucalipto, o qual tem sido uma das espécies mais utilizadas em reflorestamentos.

A extração de nutrientes varia de acordo com a cultura e é afetada pela produtividade, fertilidade do solo, manejo, destino (silagem, grãos; pastejo, corte) e cultivares.

A grande variação encontrada para uma mesma cultura e os vários fatores que interagem para sua determinação são fontes de incertezas quando se determina a extração de nutrientes a partir de dados médios. A seguir são apresentados valores em relação a extração de nutrientes de algumas culturas.

## **6.1. Extração de nutrientes**

### **6.1.1. Milho**

O milho ocupa 96,8% da área destinada a produção de grãos na sub-bacia. Pode ser destinado tanto a produção de grãos como forragem. O destino do milho é importante na determinação da extração, pois a prática de incorporação dos restos culturais representa uma restituição aproximada de 42% do N e 45% do P extraídos (Oliveira, 1982 apud Bull, 1993).

A produtividade constitui-se outro importante fator de variação, podendo atingir de 10 a 70t/ha de grãos ou forragens. Entretanto, no Brasil, a produtividade é muito baixa e irregular, de 2 a 3t de grãos/ha e de 10 a 45t de massa verde/ha de silagem (Coelho et al., 2003)

As Tabelas 6.1 e 6.2 apresentam dados sobre a extração de nutrientes pela cultura do milho (Coelho et al., 2003; Bull, 1993). Segundo Bull (1993), a extração de nutrientes aumenta com a produtividade mas não de forma linear (Tabela 6.2), com redução dos teores de nutrientes nos grãos com o aumento da produtividade. Porém, observando-se os dados de Coelho et al. 2003 (Tabela 6.1) para o P, ocorre manutenção ou mesmo acréscimo da

concentração com o aumento da produtividade. Estas contradições se devem aos vários fatores que afetam a absorção e translocação dos nutrientes do solo para a planta e desta para os grãos.

Tabela 6.1 – Extração de nitrogênio e fósforo no milho destinado a silagem e produção de grãos em diferentes níveis de produtividade.

Tipo de Exploração	Produtividade ton/ha	Nutrientes extraídos			
		N		P	
		kg/ha	kg/ton	kg/ha	kg/ton
Grãos	3,65	77	21,09	9	2,46
	5,8	100	17,24	19	3,28
	7,87	167	21,22	33	4,19
	9,17	187	20,39	34	3,71
	10,15	217	21,38	42	4,14
Silagem (MS)	11,6	115	9,91	15	1,29
	15,31	181	11,82	21	1,37
	17,13	230	13,43	23	1,34
	18,65	231	12,39	26	1,39

Fonte: Adaptado de Coelho et al. (2003)

Tabela 6.2 – Quantidades de nitrogênio extraídas pela parte aérea e grãos da cultura do milho com baixa, média e alta produtividade de grãos.

Produtividade t/ha	Nutrientes extraídos			
	N		P	
	Grãos	Parte aérea	Grãos	Parte aérea
	kg/ha	kg/t	kg/ha	kg/t
2,1 (baixa)	53		8	
5,9 (média)	163	22,6	28	4,7
9,1 (alta)	190	14,2	39	3,4

Fonte: Adaptado de Bull (1993).

### 6.1.2. Trigo

A literatura apresenta diferentes valores de exportação de nutrientes pelos grãos. A Fundação ABC (2003) cita uma extração total de N pela planta de 28Kg/ton de grãos com um retorno pela palhada de 7,9Kg/ton de N e 3,9 Kg/ton com retorno de 0,7 Kg para o P.

Segundo Wiethölter (2002), para N e P, o trigo extrai nos grãos, em média, 21,0 e 4,37 Kg/ton de grãos, respectivamente. Em uma revisão realizada por Brum et al. (2000), os

valores médios encontrados para os teores de proteína bruta em trigo foram de 11,25 e 12% e 0,31 e 0,35% para fósforo total. Cultivares de trigo também apresentam variações na composição nutricional. Brum et al. (2000) encontraram valores de 12,42, 12,82 e 11,03% para proteína bruta e 0,35, 0,34 e 0,37% para fósforo em análises das composições químicas de grãos em três cultivares.

### **6.1.3. Feijão**

A extração de nutrientes pela cultura do feijão varia de acordo com o local de plantio, fatores ambientais, a cultivar e o manejo da cultura (Lajolo, 1996). No caso do feijão, em propriedades onde a colheita é manual e se usa trilhadeira estacionária, a palhada não retorna para a lavoura, aumentando assim a quantidade de nutrientes exportados do solo.

Pessoa et al.(1999a) e Pessoa et al. (1999b) observaram variação nos teores de N nos grãos de feijão em função da adubação com molibdênio. Andrade et al. (2002) observou aumentos significativos nos teores de N total dos grãos em função de níveis de adubação. Outros estudos apontam fatores que interferem nos teores de N do grão de feijão.

Pessoa (1999b) observou que a quantidade de nutrientes removidos pelos grãos de feijão da cultivar Ouro Negro foi de 72kg/ha de N e 9,4kg de P, para uma produtividade de 1893kg/ha.

Segundo Oliveira & Thung (1988), quando somente os grãos de feijão são retirados do local seriam exportados 46kg de N e 9kg de P e estas representam 86% do N e P extraídos pela cultura, para uma produção de 1500kg de feijão. Os mesmos autores, citando outros estudos, relatam quantidades absorvidas de N variando de 28,6 a 40kg e de 2,64 a 7kg P de em 1000kg de grãos. Lajolo et al (1996) cita uma variação de 22 a 26% no teor de proteína dos grãos de feijão.

Oliveira et al. (1996) cita que em 1ha de feijão, com uma produção de 1000kg haveria uma retirada de 102kg de N e 9kg de P na parte aérea, sendo que aproximadamente 35kg de N e 4kg de P seriam exportados pelos grãos.

#### 6.1.4. Soja

Da mesma forma que as demais culturas, a soja apresenta variações expressivas na extração de nutrientes. As tabelas 6.3 e 6.4 adaptadas de Yamada (2003) apresenta a variação de absorção e exportação de N e P pela cultura da soja.

Tabela 6.3 Absorção de nutrientes para produção de 1.000 kg de soja.

Autor(es)	Bataglia & Mascarenhas (1978) <sup>1</sup>	Flannery (1986)	Osaki (1991)	Tanaka et al. (1993)
MS total (ton/ha)	5,6	18,6	11,5	18,8
grãos (ton/ha)	2,4	6,8	5,3	3,1
Índice de colheita (%)	42,8	36,5	46,0	16,5
kg de nutrientes absorvidos para produção de 1.000kg de grãos				
N	75,4	81,5	70,0	161,9
P	5,4	8,1	11,7	15,5

<sup>1</sup> Excluindo folhas caídas e raízes.

Fonte: Yamada (2003)

Tabela 6.4. Exportação de nutrientes nos grãos de soja.

Nutrientes	Flannery (1989)	Yamada (1)	Bundy & Oplinger (1984)	Tanaka et al. (1993)	EMBRAPA (1998)
Kg/t de grãos					
N	51,0	51,0	58,5	58,8	51,0
P	6,4	5,4	6,0	5,2	4,3

<sup>1</sup> Média de 18 amostras provenientes dos Estados do Paraná e Minas Gerais, ano agrícola 1997/98.

Fonte: Yamada (2003).

Os grãos de soja possuem elevados teores de nitrogênio, mesmo assim a cultura da soja é produzida sem adubação nitrogenada devido a grande capacidade de fixação simbiótica desta cultura. A fixação biológica na soja pode significar doses equivalentes de 60 a 250kg de N/ha (Hungria et al. 1997). Hungria et al (1997) afirmam que os fertilizantes nitrogenados prejudicam a fixação biológica do N, e mesmo uma dose inicial não traz benefícios ao rendimento da cultura. De maneira geral, a EMBRAPA tolera doses de N menores que 20 kg/ha (Henning et al., 1997).

A fixação simbiótica de N é bastante eficiente, permitindo produções superiores a média da região sem necessidade de adição de N via adubação. Porém, a fixação biológica é inibida quando se utiliza adubação com N, podendo mesmo ser desprezada caso se faça

grande adição de N via adubação, ou se selecione variedades com baixa nodulação. É importante observar este aspecto, pois na sub-bacia em análise a necessidade de dar destino aos nutrientes dos dejetos. Sendo inibida a fixação biológica a soja passa a ser uma opção interessante em termos de exportação de N e P.

#### **6.1.5. Pastagem**

A dificuldade em estabelecer o balanço de nutrientes para os bovinos em pastejo foi levantada quando da realização do balanço de nutrientes na bovinocultura. Foi necessário o emprego de uma estratégia diferente em que os bovinos e pastagens comporiam um sistema, e os balanços dessas atividades seriam realizados em conjunto. Dessa forma, o balanço das pastagens é realizado juntamente com a bovinocultura. Os dados aqui levantados não serão usados para realizar o balanço, mas para complementar o entendimento do potencial das pastagens na utilização dos dejetos. No caso de haver comércio de forragem entre propriedades, o balanço para aquela quantidade de forragem deveria ser realizado do mesmo modo que para as outras culturas.

Nas pastagens, a variação na exportação de nutrientes é mais difícil de ser estabelecida do que nas demais culturas. Se a forrageira fosse cortada e fornecida no cocho, a estimativa se daria pelo teor de nutrientes da forragem e pela quantidade retirada. No pastejo, ao mesmo tempo em que os animais consomem as plantas, retirando nutrientes da área, o N e o P acabam retornando, pelo menos em parte, pelas fezes e urina que os animais excretam durante o pastejo. Quanto maior o tempo que os animais permanecem nas pastagens, maior será o retorno desses nutrientes.

Em função da reciclagem de nutrientes, na extração de nutrientes por forragens submetidas a pastejo deve-se considerar que haverá retorno de boa parte dos nutrientes via excreta, sendo a real saída de nutrientes da propriedade os produtos animais (leite, carne), a menos que ocorra venda de forragem para outras propriedades. Caso haja um efetivo mercado para forrageiras, algumas espécies seriam potenciais exportadoras de nutrientes.

A composição da forragem consumida é mais difícil de se estabelecer do que nas culturas como feijão, milho, soja e trigo, pois nas pastagens a parte aérea das plantas consumidas é variável e esse consumo se dá ao longo do ciclo com vários pastejos e em épocas diferentes, o que aumenta em muito a variabilidade, ainda com influências da espécie,

da adubação, da categoria animal, das condições climáticas, do ciclo da pastagem e do manejo desta em cada pastejo.

Além da variação que ocorre na composição centesimal das pastagens, deve-se observar que, sob pastejo, boa parte da planta não é retirada da área, portanto é necessário descontar esse montante da produção total para se ter efetivamente a quantidade de MS que foi extraída. Considera-se que em torno de 40 a 50% da pastagem permaneça no campo (em boas condições de manejo).

A Tabela 6.5 traz informações a respeito do teor de nutrientes das pastagens, produção de total de matéria seca e consumo provável obtidos de entrevistas com técnicos e consultas bibliográficas.

Tabela 6.5 – teor de N e P de diferentes espécies usadas para pastagem, produção de MS e consumo provável de MS

Pastagem	% N	% P	MS produzida (kg/ha)	MS consumida (kg/ha)
Aveia	3,40 – 3,68	0,31	5000	3000
Azevém	3,60-3,92	0,31	6000	3600
Capim elefante	3,16	0,33	19500	10437
Pastagem nativa	1,92		5000	3000

No caso da pastagem, em virtude da reciclagem de nutrientes, foi adotada a realização do balanço conjuntamente com os bovinos. Deste modo, a extração de nutrientes será considerada, nas propostas desse trabalho, através da exportação de leite e carne dos bovinos. Ou seja, qualquer aumento de exportação de nutrientes deve ser analisado pela maior produção de leite e carne e não pelo aumento da produção de forragem.

### 6.1.6. Eucalipto

O Eucalipto apresenta grande potencial para exploração comercial na região. Além do fornecimento de lenha e madeira, o seu plantio pode diminuir a pressão sobre a mata nativa remanescente e colaborar com a preservação do meio ambiente. Outro aspecto importante desse cultivo é que grande parte dos solos da região não são aptos a culturas anuais, porém, muitas vezes, são usados para estas atividades por falta de opções para exploração econômica.

No eucalipto em geral, há uma boa relação entre o acúmulo de nutrientes e a taxa de crescimento (Gonçalves et al. 1997 Apud Santana et al. 1999).

Santana et al. (1999) em trabalho com diferentes procedências de eucalipto e sítios de São Paulo, apresentaram os resultados em relação à produção de biomassa e acúmulo de nutrientes aos seis anos após o plantio. Os resultados obtidos constam da Tabela 6. Os autores encontraram grande variação no conteúdo de nutrientes na biomassa do tronco das árvores, não só entre procedências como também entre sítios. Segundo os autores, melhores condições climáticas e de solo favoreceram maior absorção e acúmulo de nutrientes. Outros dados de acúmulo de nutrientes em componentes de espécies de eucalipto e pinus com diferentes idades podem ser encontrados em Gonçalves (2003), que compara a exportação dessas espécies florestais com culturas anuais, destacando que as últimas exportam quantidades superiores de nutrientes em relação às culturas florestais.

Caso o objetivo seja maximizar a exportação de nutrientes, o uso de culturas florestais deve ser preterido em relação às culturas anuais. Nesse caso, as espécies florestais deveriam ocupar áreas onde não são indicados cultivos de culturas anuais, podendo receber ou não dejetos, conforme a viabilidade da aplicação destes, pois seriam, em geral, áreas com elevada declividade.

Tabela 6.6 - Média de produção de biomassa e conteúdo de nutrientes nos componentes das árvores de *E. grandis* e *E. saligna*, aos 7-8 anos de idade em sítios de São Paulo.

Componente	Biomassa t/ha	Nitrogênio Kg/ha	Fósforo Kg/ha	Potássio Kg/há	Cálcio Kg/ha	Magnésio Kg/ha
<b>E.grandis</b>						
<b>Tronco</b>	131,8	189	19	205	420	51
Casca	14,8	42	6,9	61	263	30
Copa	13,6	92	8,8	57	70	18,6
Total	145,4	281	27,8	262	490	69,6
<b>E. saligna</b>						
<b>Tronco</b>	119,2	195	18,0	169	385	64
Casca	12,8	39	7,8	46	285	42
Copa	13,4	96	8,5	49	67	19,6
Total	132,6	291	26,5	218	452	83,6

Fonte: Santana et al. (1999).



## 6.2. Metodologia para o balanço de massas de nutrientes nos sistemas de culturas

Os sistemas de culturas desempenham um papel importante no balanço da sub-bacia pois possuem a capacidade para reciclar nutrientes contidos nos dejetos animais. Assim, o objetivo do balanço nas diferentes culturas é estabelecer a quantidade de N e P que podem ser absorvidos pelas plantas e assim dar destino ao excedente proveniente da área animal. Portanto, o objetivo não é propriamente um balanço da área vegetal na sub-bacia, mas uma estimativa da capacidade de reciclar nutrientes a partir da produção vegetal

O balanço de massas de nutrientes é dado pela seguinte equação:

$$B_n = \sum (Q_{Ad_i} \times T_{nAd_i}) - \sum (Q_{p_i} \times T_{np_i})$$

Onde:

$B_n$  = Balanço do nutriente em Kg/ano

$Q_{Ad_i}$  = Quantidade do adubo i (Kg/ano)

$T_{nAd_i}$  = Teor do nutriente no adubo i (Kg/Kg)

$Q_{p_i}$  = Quantidade do produto i (grãos, madeira, forragem) (Kg/ano)

$T_{np_i}$  = Teor do nutriente no produto i (Kg/Kg)

Como o objetivo desse balanço é estabelecer a quantidade de nutrientes provenientes de dejetos animais que pode ser reaproveitado (potencialmente) para a produção vegetal, a fórmula pode ser reescrita da seguinte maneira:

$$\sum (Q_{Add_i} \times T_{nAds_i}) = \sum (Q_{Adq_i} \times T_{nAdq_i}) - \sum (Q_{p_i} \times T_{np_i}) - B_n$$

Onde  $Q_{Add_i}$  se refere a quantidade de dejetos,  $Q_{Adq_i}$  a quantidade de adubo sintético. Observe-se que esta fórmula é bastante simplificada e não considera nem a possível contribuição de nutrientes do solo, nem a possibilidade de imobilização de seus nutrientes, assim como as perdas de N por volatilização ou contribuição por deposição atmosférica ou fixação biológica.

### 6.2.1. Produtividade e teor de nutrientes nos produtos vegetais

O cálculo da quantidade de nutrientes exportados foi baseado em teores médios de nutrientes nos produtos. Esses teores multiplicados pela produtividade (Kg/ha) e posteriormente pela área de cultivo em cada propriedade fornecem o total exportado.

O uso do balanço de forma a estimar a exportação de N e P na sub-bacia, no ano de 1999, foi realizado considerando os dados apresentados nos questionários em relação à área cultivada com cada cultura (excluindo as pastagens). As informações sobre produtividade não foram priorizadas no levantamento dos questionários. Devido a isso, foram utilizados, como uma primeira aproximação, os valores médios obtidos para a região de Concórdia, calculados a partir dos dados da Tabela 6.7.

Tabela 6.7 - Produção média para a região de Concórdia para feijão, milho, trigo e soja.

Cultura	Safrá				
	96/97	97/98	98/99	99/20	00/01
.....kg/ha.....					
Feijão	804	566	486	645	987
Milho			3064	3615	3669
Soja			1649	1997	2327
Trigo	1804	1612	1594	1963	1087

Fonte: (ICEPA, 2001) - Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2000-2001

Em relação à produtividade das culturas, foram propostos, além dos valores médios da produtividade encontrada para a região de Concórdia, mais dois cenários de produtividade. Esses novos índices foram obtidos a partir de entrevistas com técnicos que atuam em diferentes instituições de pesquisa. Das informações obtidas, foram usadas as médias dos valores. O primeiro cenário de produtividade, usando a produtividade média para a região de Concórdia, será identificado como nível de produtividade 1 (P1); o segundo cenário, que representa um nível de produtividade para lavouras em condições de manejo e tecnologia satisfatório, será identificado como nível de produtividade 2 (P2) e o terceiro, que representa um nível de produtividade atingido só pelas melhores propriedades, passaria a representar o nível de produtividade 3 (P3). Tanto os índices P2 como o P3 seriam cenários mais favoráveis para a exportação de N e P. Os índices de produtividade para os três níveis, assim como os teores de nutrientes considerados para os produtos vegetais, encontram-se na Tabela 6.8.

Tabela 6.8 – Produtividade das culturas para os diferentes níveis tecnológicos de manejo e teores de nutrientes (kg/kg) dos produtos vegetais exportados.

Cultura	Teor de nutriente (kg/kg)		Níveis de produtividade (kg/ha)		
	N	P	P1	P2	P3
Milho	0,014	0,0024	3450	6000	9000
M. Safrinha	0,014	0,0024	2800	4000	6000
soja	0,06	0,0049	1991	3000	4000
Trigo	0,02	0,0032	1612	2800	4000
Feijão	0,038	0,005	697	2000	2800
F. Safrinha	0,038	0,005	600	1100	1800
Eucalipto	0,00164	0,00015	8171,43	12257,14	16342,86

Segundo informações obtidas de Flos (2003, Comunicação pessoal), a produtividade do eucalipto em sete anos encontra-se em torno de 200 a 400 m de lenha/ha, ou em torno de 143 a 286 m<sup>3</sup>/ha, o que corresponde de 57.200 a 114.400 kg/ha de lenha, se considerarmos 400 kg/m<sup>3</sup>. Nesse caso, foram assumidos os extremos como níveis de produtividade P1 e P3 e a média de ambos como nível P2.

### 6.2.3. Contribuição do adubo sintético

Os adubos sintéticos são uma importante entrada de nutrientes nas propriedades agrícolas e competem diretamente com o uso dos fertilizantes orgânicos disponíveis na propriedade. Na prática, o uso de adubos sintéticos significa a redução do potencial do uso de dejetos como fertilizante.

Os dados sobre adubação com adubos sintéticos foram obtidos dos questionários. A quantificação dos nutrientes provenientes dos adubos foi obtida das quantidades e fórmulas, de adubos declaradas pelos agricultores.

Os questionários apresentavam perguntas específicas sobre esta prática dos agricultores, porém nem todos os questionários continham respostas completas sobre esta questão. Em alguns questionários, este item simplesmente não foi respondido e, em outros, há dados insuficientes ou pouco claros.

Em alguns questionários, a resposta era positiva em relação ao uso de adubação química, porém sem informação sobre quantidades utilizadas. O não preenchimento dos dados sobre quantidade pode significar:

- a) um erro, ao ter marcado positivamente;

- b) esquecimento do entrevistador de preencher;
- c) um uso desprezível, o qual o entrevistador acabou não anotando.

Caso as alternativas “a” e “c” sejam aceitas, corre-se o risco de subestimar o valor de nutrientes que ingressam na sub-bacia via adubos sintéticos. Nesse caso, os valores incompletos poderiam ser considerados nulos.

Outra forma possível de se considerar o uso de adubos seria (assumindo a alternativa “b” como correta) preenchendo essas falhas com os valores médios da quantidade usada (kg/ha de culturas anuais) pelos demais produtores da sub-bacia (que preencheram corretamente a questão, incluindo nesses os que não usaram). Essa segunda opção possivelmente deve superestimar o uso de adubos sintéticos na sub-bacia dos Fragosos, pois presume-se que quanto maior o uso de adubos sintéticos na propriedade, menor seria a probabilidade desses dados não terem sido anotados.

Nesse trabalho são apresentados os resultados obtidos das duas formas, porém os cálculos do balanço das propriedades em que não foram apresentadas as quantidades nos questionários são realizados considerando nulos os valores de adubação com adubos sintéticos. Essa opção é válida, pois o objetivo final é reduzir o uso de outras fontes de nutrientes para maximizar o uso de dejetos disponíveis nas propriedades. Caso fosse um diagnóstico da situação atual, ao aceitar este procedimento se estaria subestimando os valores de ingresso de nutrientes.

A segunda alternativa (a qual foi descartada) foi conduzida para comparar os dados de adubação disponíveis para a maioria das propriedades da sub-bacia. A partir desses dados, estimou-se a adubação sintética utilizada nas demais propriedades da sub-bacia. Em virtude da larga utilização dos dejetos de aves como adubo, separou-se as propriedades em dois grupos. O grupo com aviários e o grupo sem aviários. Nesses dois grupos, buscou-se o índice de uso de uréia e de fórmulas comerciais de adubo em kg/ha por UdP. Quanto às fórmulas de adubo utilizadas, há uma clara predominância da fórmula 9-33-12 (NPK), sendo os resultados expressos nesta fórmula. Com esses valores, estabeleceu-se a média de uso de uréia e da fórmula por área (kg/ha) para cada grupo e adotou-se essa média como valor para as propriedades sem as informações necessárias.

## 6.3. Resultados

### 6.3.1. Exportação por cultura

Levando em conta a produtividade dos níveis P1, P2 e P3 e os teores de N e P presentes nas partes da planta exportadas das áreas, obtêm-se os dados de extração por unidade de área (ha), apresentados na Tabela 6.9. Para as pastagens, o valor apresentado é em função da produção de leite estimada como possível de ser produzida a partir de pastagens com manejo e fertilização adequados. Detalhes da determinação relativa às pastagens são apresentados na discussão das propostas no Capítulo 9.

Os dados mostram o potencial de exportação de nutrientes em função da produtividade das culturas consideradas para a região nos diferentes níveis de manejo. Resultados diferentes podem ser obtidos se forem considerados outros índices de produtividade.

Tabela 6.9 – Exportação de N e P pelas culturas em diferentes níveis de produtividade.

Cultura	Extração de N por nível de produtividade, kg/ha			Extração de P por nível de produtividade, kg/ha		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Milho safra	48,3	84,0	126,0	8,3	14,4	21,6
Milho safrinha	39,2	56,0	84,0	6,7	9,6	14,4
Soja	113,4	171,0	228,0	9,8	14,7	19,6
Trigo	39,0	67,8	96,8	6,0	10,4	14,8
Feijão	26,5	76,0	106,4	3,5	10,0	14,0
Feijão safrinha	22,8	41,8	68,4	3	5,5	9,0
Eucalipto	13,4	20,1	26,8	1,2	1,8	2,4
Past verão		61,6			9,9	
Past inverno		22,4			3,6	
Sucessões verão						
Milho/feijão	71,1	125,8	194,4	11,38	19,9	30,6
Feijão/milho	65,7	132,0	190,4	10,2	19,6	28,4

A soja juntamente com o milho, destacam-se na extração do P. Na soja, o benefício do agricultor com o uso dos dejetos passa a ser somente o P e K do dejetos, pois o N da soja normalmente é obtido via fixação biológica, o que diminui o benefício econômico do uso dos dejetos.

Se considerarmos o cultivo numa mesma área de feijão e milho, há uma aproximação destes em relação à extração de N com a soja e a combinação passa a superar qualquer outra alternativa em termos de extração de P.

As pastagens de verão apresentam elevada capacidade de extração de nutrientes através da produção de leite, considerando-se espécies de alto potencial de produção e manejo adequado. No eucalipto, foi considerado seu corte com idade de sete anos. Apesar da grande quantidade de nutrientes extraídos no corte, em uma base anual, o potencial de exportação de nutrientes é inferior ao das culturas anuais.

No inverno, o trigo sobressai na exportação de nutrientes em relação às pastagens de inverno (únicas opções consideradas nesse estudo). Deve-se observar que, tanto as pastagens de verão como as de inverno consomem maior quantidade de nutrientes do que a exportação aqui apresentada. Mas, boa parte da massa vegetal produzida (aproximadamente 50%) sequer sai da área e outra parte dos nutrientes retorna devido às excreções dos bovinos. Por isso, optou-se por assumir como potencial de exportação a produção potencial de leite. Caso houver corte e comercialização dessa forragem, o seu potencial de exportação se tornará maior, sendo possível observar essa capacidade a partir da Tabela 6.5.

### 6.3.2. Exportação via produção vegetal

A exportação de nutrientes pelos produtos vegetais obtidas com os níveis de produtividade 1, 2 e 3 para a sub-bacia do Lajeado dos Fragosos encontra-se na Tabela 6.10. Os valores exportados aumentam com a melhoria dos níveis de produtividade. Considerado o nível P1 como representativo da situação atual, por estar baseado na produtividade média da região de Concórdia, verificamos que, ao passarmos deste nível para o nível P2, as exportações praticamente duplicam e se considerarmos o nível P3, triplicariam.

Tabela 6.10 - Exportação de N e P pelas culturas considerando o uso atual do solo e diferentes níveis de produtividade.

N (kg)			P (kg)		
P1	P2	P3	P1	P2	P3
69.613,83	120.656,41	179.718,35	11.934,97	21.124,76	31.480,89

Fica evidente a importância do nível de produtividade obtido na área vegetal sobre o potencial de reciclagem de nutrientes dos dejetos. Na Tabela 6.11, são apresentadas as faixas de variação e os valores médios estimados de exportação nas UdPs da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos com base nos níveis de produtividade.

Usando como parâmetro o nível de produtividade P1, podemos observar que com o atual uso do solo seria possível exportar em média 351,8 e 60,4 kg de N e P por UdP, respectivamente. Porém, há uma grande amplitude entre os extremos, existem UdPs que têm um nível de exportação nulo e UdPs que exportariam mais de 2000kg de N e 360kg de P.

Tabela 6.11 - Faixas de variação e valores médios estimados de exportação de N e P via produtos vegetais nas UdPs da sub-bacia dos Fragosos com base nos níveis de produtividade.

	N			P		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Média (kg/UdP)	355,2	615,1	916,9	60,9	107,8	160,6
DP (kg/UdP)	345,6	600,0	896,1	60,1	107,2	159,9
Mínimo (kg/UdP)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo (kg/UdP)	2267,0	3862,5	5710,1	362,6	666,0	990,0

As variações encontradas nas UdPs se devem basicamente a área e culturas cultivadas em cada uma delas, pois foi usada a mesma produtividade média para todas UdPs. As variações encontradas nessa estimativa não refletem a realidade e devem ser maiores, pois as produtividades entre UdPs têm grande variação.

### 6.3.3. Adubos sintéticos

No total, 58 produtores informaram a quantidade de adubos nitrogenados sintéticos aplicados em suas UdPs e 39 produtores informaram a quantidade de adubos sintéticos com fósforo.

Os 65 produtores que não possuem aviários (inclui os que usam e os que não usam adubos sintéticos com informações completas) apresentaram uma média geral de adubação mineral de 57kg (0 a 140kg/ha) de uréia/ha e 42,5kg (0 a 165kg/ha) do adubo 9-33-12/ha de área de lavoura anual. Estes produtores apresentavam em média uma área de 6,9 ha (1 a 18ha) de lavoura. O desvio padrão para a uréia foi de 54,5kg e para a fórmula de 58,5kg

Os 30 produtores que não possuíam aviários (inclui os que usam e os que não usam adubos sintéticos com informações completas) aplicavam em média 32,5kg (0 a 140kg/ha) de

uréia (desvio padrão de 48kg) e 15,5kg (0 a 62,5kg/ha) do adubo 9-33-12/ha (desvio padrão 28kg) de área de lavoura. A área média de lavouras anuais dessas UdPs foi de 7 ha (0,5 a 19ha).

Para o balanço de nutrientes nas propriedades que apresentaram informações duvidosas ou incompletas sobre o uso de adubos sintéticos, foi assumido que esse valor seria nulo. Dessa forma, resultou num valor de ingresso de nutrientes na sub-bacia via adubos sintéticos da ordem de 17.163kg de N e 7656kg de P.

Caso a opção fosse completar as informações sobre o uso de adubo sintético com a média encontrada para os dois grupos de produtores (avicultores e não avicultores) cujas informações a esse respeito foram claras, a contribuição dos adubos sintéticos para o ingresso de N e P passaria, respectivamente, para 34.416kg de N e 15.320kg de P. Os valores do ingresso de nutrientes via adubação sintética simplesmente dobrariam. Para o P, a contribuição seria superior à exportação vegetal, considerando o nível de produtividade P1, e significaria mais de 70% do P exportado no nível de produtividade P2. Para o N, a participação passaria a ser expressiva, representando em torno de 50% do N exportado no nível de produtividade P1.



## 7. Volatilização de amônia

A saída de nutrientes dos sistemas agrícolas pode se dar através de produtos animais ou vegetais (o que é desejável), ou ocorrerem perdas de diversas formas. As principais perdas de N e P se dão por meio da lixiviação, do escoamento superficial e da volatilização (no caso do Nitrogênio). As perdas, além de significarem o desperdício de nutrientes, possuem um elevado potencial poluidor.

O nitrogênio tem sido um dos nutrientes mais pesquisados no mundo ou por ser um dos nutrientes mais requeridos pelas plantas, ou por ter uma dinâmica muito complexa no solo, ou ainda pelo seu alto potencial poluidor. O nitrogênio é o nutriente que exige maiores cuidados, pois além de limitar o desenvolvimento da maioria das culturas, é o mais sujeito a transformações biológicas e perdas, seja na armazenagem ou no solo (Perdomo et al. 2001).

A volatilização de amônia é apontada como a principal fonte de perda de nitrogênio, mas também temos formação de outros gases ( $N_2$  e  $N_2O$ ), a lixiviação e o escoamento superficial. Na criação de animais, as perdas por volatilização começam nas próprias instalações de criação, seguindo nas unidades de armazenagem e tratamento de dejetos (esterqueiras, lagoas facultativas...) e, por fim, quando destinado ao uso agrícola, as perdas durante a aplicação e no solo.

A Tabela 7.1 demonstra a importância da emissão de amônia de criações animais em relação ao total das emissões dessa substância em alguns países da Europa e a sua origem no processo produtivo. Nos EUA, a preocupação com as contribuições dos dejetos nas emissões globais de amônia tem despertado grande interesse das autoridades. Atribui-se que 80% das emissões originam-se dos dejetos animais (Doorm et al., 2002).

A perda por volatilização em regiões com concentração da atividade criatória é uma importante fonte de poluição atmosférica, e no caso do uso intensivo dos dejetos na adubação, este se torna uma, potencial, fonte de nitrato para as águas subterrâneas (pela lixiviação) ou para as águas superficiais (em função do escoamento superficial).

Tabela 7.1 – Emissão anual de amônia em 1000 t N-NH<sub>3</sub> em 1990 de fontes de criações animais no Reino Unido, Holanda, Dinamarca e Alemanha.

	R. Unido	Holanda	Dinamarca	Alemanha
	1000 toneladas/ano			
Instal. de criação e armazenam.	136	60	31	245
Pastagens	69	15	5	46
Aplicação de dejetos	161	124	62	212
Total da pecuária	366	200	97	504
% em relação a emissão total	75	85	82	76

Fonte: Groot Koerkamp et al (1998).

Os efeitos da amônia estão ligados à acidificação e à eutrofização . Devido a isto, há uma grande preocupação em relação à emissão desta. Em muitos países da Europa a deposição de NH<sub>x</sub> tem excedido a níveis considerados aceitáveis (Groot Koerkamp et al, 1998).

Além de significar uma perda de nutriente, a volatilização de amônia é prejudicial ao meio ambiente, pois pode contribuir para a formação de chuva ácida e provocar a acidificação dos solos (Hartwing & Beckman, 1994). A deposição de amônia foi identificada como uma das principais causas de acidificação na Holanda (Groot Koerkamp et al, 1998; Aneja et al. 2000).

Para Hartwing & Beckman (1994), o aumento na concentração de N-NH<sub>3</sub> na atmosfera pode significar uma entrada adicional de N em sistemas agroflorestais, o que poderá mudar a composição vegetal, incrementar as taxas de acidificação do solo, além de afetar o balanço de nutrientes no ecossistema.

Para definir as perdas por amônia, em função dos dejetos animais, tem-se adotado, normalmente, quatro subdivisões: perdas de amônia na instalação de criação dos animais, unidades de armazenamento dos dejetos, aplicação dos dejetos (inclui perdas no momento da aplicação e posteriores) e emissões devido à deposição direta dos animais sobre os pastos. Segundo Doorn et al. (2002), as emissões de NH<sub>3</sub> por quantidade de dejetos são menores na situação em que o animal deposita diretamente sobre as pastagens do que quando há o recolhimento dos dejetos, pois o N teria melhores condições de ser absorvido pelo solo ou através das pastagens, especialmente depois de eventos de precipitação.

As emissões de amônia, a partir de dejetos animais, dependem do conteúdo médio de nitrogênio no dejetos e das perdas subsequentes de NH<sub>3</sub> durante alojamento, estocagem e/ou tratamento, e aplicação dos dejetos na terra. Estas três divisões devem ser vistas como um sistema. Por exemplo, uma mudança na dieta animal afetará as emissões das excreções nos alojamentos, subsequentemente também nas emissões do local de armazenamento e, no final

das contas, nas perdas na aplicação dos efluentes no solo. A interdependência é ilustrada pelos diversos fatores que influenciam as emissões de  $\text{NH}_3$  dos dejetos (Doorn et al. 2002). Esses fatores podem ser agrupados em três blocos (Doorn et al., 2002):

a) Fatores que influenciam emissões de  $\text{NH}_3$  que se relacionam aos alimentos ingeridos e à excreção:

- Entrada de alimentos, associado com o peso e o tipo de animal (por exemplo, porcas em lactação, leitões e animais em terminação) porque, dependendo da função, os animais recebem alimentos diferentes e têm diferentes pesos e metabolismos do nitrogênio;
- Conteúdo de nitrogênio dos alimentos;
- Conteúdo de nitrogênio dos alimentos desperdiçados e cama;
- Divisão do nitrogênio em urina e fezes;
- Frequência do ato de urinar, volume de urina e concentração de nitrogênio;
- pH da urina e dejetos misturados; e
- O fator de conversão entre o nitrogênio no alimento animal e o nitrogênio nos produtos (carne, ovos, leite) que determina a quantidade de nitrogênio na excreta.

b) Fatores que influenciam emissões de  $\text{NH}_3$  relacionados ao manejo dos resíduos:

- O sistema das instalações, incluindo ventilação, área por animal, tipo de piso;
- O tipo de manejo dos resíduos inclusive o armazenamento e sistema de remoção dentro da instalação (por exemplo, tanques de estocagem, raspadores, frequência de remoção dos dejetos);
- Nitrogênio adicional dos alimentos desperdiçados, ou cama;
- Tratamento dos dejetos e disposição (lagoa, esterqueira, compostagem, etc.);
- Condições meteorológicas, incluindo temperatura do ar, turbulência do ar ou velocidade do vento, umidade do ar e precipitação; e
- Concentração de  $\text{NH}_3$ , pH, e temperatura da água superficial da lagoa.

c) Fatores que influenciam emissões de  $\text{NH}_3$  nos campos de aplicação:

- Tipo de dejetos que é aplicado (dejetos frescos, efluente de lagoa);
- Quantidade aplicada por área;
- Concentração de  $\text{NH}_3$  no efluente;
- Frequência de aplicação;

- Tipo de aplicação (aspersor, difusor, injeção);
- Condições meteorológicas, incluindo temperatura do ar, turbulência do ar ou velocidade do vento, umidade do ar e precipitação; e
- Condições do solo ( permeabilidade, porosidade, pH, conteúdo mineral, conteúdo de umidade) e cobertura vegetal. Estes fatores determinam a quantidade de nitrogênio que é absorvido pela terra e culturas presentes.

Embora os papéis dos fatores que determinam a emissão de NH<sub>3</sub> dos dejetos sejam bem conhecidos, não há dados suficientes que quantifiquem os processos em detalhes, e dados estatísticos suficientes para quantificar todas as variáveis de contribuição (Hutchings et al., 2001 apud Doorn et al., 2002).

A EPA apresentou, em documentos de 1994 (Battye et al., 1994) e 2002 (Doorn et al., 2002) , uma extensa revisão de estudos na tentativa de estabelecer fatores de emissão de amônia para os Estados Unidos. O último relatório discute a utilização do balanço de massas (metodologia utilizada na Europa), para estimar a emissão de NH<sub>3</sub> para a atmosfera a partir da experiência de vários países europeus e de testes próprios. O relatório concentra seus esforços sobre a suinocultura concluindo que ele é útil na estimativa das emissões de amônia dos suínos.

O modelo utilizado pelos europeus permite, através de um balanço do nitrogênio e de fatores de emissão, estimar a emissão de NH<sub>3</sub> das diferentes categorias animais. A metodologia holandesa será descrita a seguir

## **7.1. Metodologia holandesa**

A metodologia holandesa para emissão de amônia compreende um balanço de massa (aproximado) do nitrogênio baseado na excreção média de nitrogênio por tipo de animal e fatores de emissão específicos por fonte; por exemplo, alojamento, armazenagem/tratamento de dejetos e aplicação no campo.

A excreção de nitrogênio é a diferença entre o nitrogênio que é ingerido pelo animal e o nitrogênio que, no final das contas, sai nos produtos agrícolas (carne, ovos, leite). Para todas as categorias animais, foi determinado que possíveis perdas de nitrogênio através dos pêlos, pele, suor, e exalação são desprezíveis (Doorn et al., 2000).

As emissões de  $\text{NH}_3$ , das diferentes fontes, são função da quantia de nitrogênio que ingressa nesta. Sendo assim, os fatores de emissão são expressos como uma porcentagem do nitrogênio que ingressa na fonte. Esta aproximação leva em conta todo o caminho percorrido no manejo dos dejetos. Por exemplo, uma redução de emissão nos alojamentos pode resultar em emissões mais altas de armazenamento ou na aplicação no solo.

Uma das simplificações assumidas nesse método é que as emissões variam linearmente com a excreção de N, porém isso não é de todo correto. Tomando como exemplo o suíno, a emissão de amônia está mais relacionada com a quantidade de N urinário do que com o N total (steenvoorden et al., 1999). Isso porque o N das fezes está, na sua maioria, na forma orgânica e, portanto, com sua liberação limitada.

Quando usado com dados da população local de animais, o modelo holandês permite estimar as emissões de  $\text{NH}_3$ , bem como a geração de dejetos animal. Esta é uma vantagem porque, numa escala local ou de propriedade, informações sobre geração de dejetos podem ser usadas para determinar o número de animais em relação aos fatores, como o volume de armazenamento de dejetos ou área de aplicação.

#### **7.1.1. Cálculo da emissão de amônia**

A aproximação mais simples para calcular as emissões de amônia de suínos, aves e bovinos é o uso de um fator de emissão para cada classe de animal e multiplicar este fator pelo número de animais do censo agrícola anual, no caso de estimativa para países ou regiões, e no caso de propriedades, o número médio de animais presentes nestas propriedades. Na Europa, foram definidos os fatores de emissão de amônia indicados para as diferentes classes de animais nas condições médias da agricultura européia, porém, devido às grandes variabilidades também são apresentados fatores para diversos países. Alguns desses fatores podem ser encontrados em European Environment Agency (EEA, 2002).

O procedimento inicia pelo estabelecimento da excreção média de N por animal e usa uma porcentagem de volatilização para as perdas de amônia no alojamento. Para a parte restante do N que segue para as unidades de tratamento/armazenamento aplica-se outro fator de volatilização e para o N que resta, novo fator para a sua aplicação nos solos agrícolas.

A metodologia tem considerado, para expressão de seus índices de emissão, o número de animais médios presentes na instalação. Os fatores de emissão são calculados para um animal médio presente nos 365 dias do ano. Devido à ocorrência de períodos em que o alojamento permanece vazio entre dois ciclos de produção, o número de lugares para os

animais nas propriedades é maior que o número médio de animais que estão presentes nestas, numa base anual.

Na Tabela 7.2, é demonstrada a aplicação da metodologia simplificada, utilizada na Europa para estimativa de emissões de NH<sub>3</sub>.

A seguir, são apresentados aspectos relacionados à metodologia holandesa do balanço de massas do nitrogênio em relação às perdas nas instalações de criação, armazenamento e na aplicação nas terras agrícolas, destacando-se, principalmente, aspectos ligados à suinocultura em virtude da maior disponibilidade de material em relação a esta espécie.

### 7.1.2. Emissões nas instalações de criação

As emissões nas unidades de criação variam de acordo com a espécie animal, categoria do animal, tipo de instalação (dimensões, ventilação ...) sistemas de manejo dos dejetos e local. Valores recomendados para países europeus são encontrados na Tabela 7.3. Observe que os coeficientes de variação são elevados, mesmo quando se considera os países.

Tabela 7.2 - Determinação da emissão de NH<sub>3</sub> utilizando valores default do Emission Inventory Guidebook (EEA, 2002).

	Taxa (%)	N (Kg)	NH <sub>3</sub> (Kg)	Taxa (%)	N (Kg)	NH <sub>3</sub> (Kg)
	Vacas leiteiras			Frangos de corte		
Excreção de N nas instalações		60			0,6	
Emissão nas instalações	12	7,2	8,7	20	0,12	0,15
N no armazenamento		52,8			0,48	
Emissão no armazenamento	6	3,17	3,8	3	0,01	0,02
N disponível para aplicação		49,63			0,47	
..... do qual N mineral	50	24,82		40	0,19	
Emissão na aplicação	40	9,93	12,1	50	0,09	0,11
Emissão total de amônia			28,5			0,28
	Suínos terminação			Porca em – UPL		
Excreção de N nas instalações		14,0			36,0	
Emissão nas instalações	17	2,38	2,89	17	6,12	7,43
N no armazenamento		11,62			29,88	
Emissão no armazenamento	6	0,7	0,85	6	1,79	2,18
N disponível para aplicação		10,92			28,09	
..... do qual N mineral	50	5,46		50	14,04	
Emissão na aplicação	40	2,18	2,65	40	5,62	5,82
Emissão total de amônia			6,39			16,43

Fonte: EEA (2002).

Tabela 7.3 – Emissão de amônia para diferentes animais e instalações na Inglaterra, Holanda, Dinamarca e Alemanha (base peso vivo)

	Emissão de amônia em mg NH <sub>3</sub> /hora/500Kg de peso vivo							
	Inglaterra		Holanda		Dinamarca		Alemanha	
	Média	CV%	Média	CV%	média	CV%	média	CV%
Vacas leiteiras, cama	260	42	890	24	491	19	467	30
UPL, cama	744	38					3.248	34
UPL, piso ripado	1.049	38	1.282	24	1.701	17	1.212	24
CC, piso ripado	1.047	38	786	27	1.562	18	649	25
Terminação, cama	1.429	39			3.751	20		
Terminação, piso rip.	2.592	39	2.076	23	2.568	18	2.398	21
Frango de corte	8.294	41	4.179	24	2.208	33	7.499	24

Fonte: Groot Koerkamp et al (1998).

Os principais fatores que governam as emissões de NH<sub>3</sub> nos alojamentos são a temperatura, área superficial de deposição dos dejetos, nutrição, tipo de pavimentos e variações diurnas (Doorn et al., 2002).

### 7.1.3. Emissões em instalações de armazenamento e/ou tratamento de dejetos

As emissões nas unidades de tratamento também são afetadas por diversos fatores, incluindo o tipo de unidade de tratamento, tempo de permanência, temperatura. Nos Países Baixos, os dejetos de suínos são armazenados em tanques de armazenamento de concreto. As Lagoas não são usadas por várias razões, como espaço limitado e lençol freático alto. A Tabela 7.4 apresenta valores para fatores de emissão em tanques de armazenagem abertos nos Países Baixos.

Tabela 7.4 – Fatores de emissão padrões para tanques de armazenagem abertos nos Países Baixos.

	Fator de emissão * (g NH <sub>3</sub> - N/ano/NAM)
Bovinos leiteiros	3.460
Bovinos de corte	850
Porcos em terminação	1000
Porcas em UPL	3.250
Frango de corte	

\* Os fatores de emissão levam em conta os períodos de estocagem padrões atuais.

Fonte: Doorn et al. (2002).

Na Europa, o fator de emissão (FE) para calcular emissões de NH<sub>3</sub> de tanques de armazenamento para uma certa região é dado por:

$$EF = ED \times TAA/PAP \times [PTC \times (100 - CE) + (100 - PTC)] = \text{gNH}_3\text{-N por NAM.}$$

onde:

ED = emissão padrão em armazenamento descoberto, g NH<sub>3</sub>-N/yr/AAP,

TAA = tempo de armazenamento atual, meses

PAP = tempo de armazenamento padrão (6 meses)

PTC = porcentagem de tanques de armazenamento cobertos

CE = eficiência do controle por armazenamento coberto (80%)

NAM= número médio de animais presente o ano todo.

Steenvoorden et al. (1999) citam valores para uso na estimativa de emissão de amônia em instalações cobertas a partir do nitrogênio dos dejetos armazenados. As porcentagens de volatilização apresentadas para instalações de armazenamento cobertas são de 0.96, 1.66, 2.36, e 2.57%, respectivamente, para gado leiteiro, suínos em terminação, UPL e aves de corte. Se a eficiência de redução de emissões para tanques cobertos está em torno de 80%, pode-se extrair que as emissões para armazenamento sem cobertura em suínos seriam de 8,3% para unidades de terminação e de 11,8% para UPL. De acordo com o autor, há escassa literatura em relação a emissões de NH<sub>3</sub> de dejetos armazenados.

#### **7.1.4. Emissões no uso de dejetos nas terras agrícolas**

No sistema holandês, as taxas de emissões de NH<sub>3</sub>, resultantes da aplicação de dejetos animais são apresentadas como uma porcentagem de nitrogênio volatilizado. O nitrogênio em dejetos animais pode estar na forma orgânica ou mineral. O N na forma mineral pode facilmente volatilizar como NH<sub>3</sub>. O nitrogênio mineral compreende entre 45 e 50% do nitrogênio total em dejetos de suínos.

Na Europa, nos anos 90, foram introduzidas limitações à aplicação de N em terras agrícolas, privilegiando a injeção no solo ou sua aplicação com cultivo do solo em curto período de tempo, para limitar as emissões de amônia (Doorn et al., 2002).

Inicialmente, as emissões de NH<sub>3</sub> de aplicações com espalhador de disco giratório foram consideradas na faixa entre 35 e 50% do nitrogênio mineral para a Europa (Van Der Hoek, 1994 apud Doorn et al., 2000). Porém novos dados apontam valores mais altos, como



68% com amplas variações (Steenvoorden et al., 1999). Uma das razões apontadas para esta discrepância é a existência, atualmente, de regulamentos que condicionam a aplicação durante a primavera e verão, quando as temperaturas do ar são mais elevadas.

A Tabela 7.5 inclui porcentagens de volatilização estimadas e medidas para nitrogênio mineral no uso agrícola dos dejetos.

Tabela 7.5 – Percentagens de amônia volatilização calculados e medidas durante aplicação de dejetos no Oeste da Europa.

Técnica	Estimativa (%)*	Medido (%)*	Faixa de volatilização (%)	Número de medidas
Terras com vegetação				
- Aspersão	50	68	27-98	47
- Injeção	5	1	0-3	6
Solo nú				
- Aspersão	50	68	20-100	29
- Injeção	-	9	0-40	9
Aspersão com cultivo imediato	15	20	1-49	28
Aspersão com cultivo 1 dia após	36	-	-	-

\* Percentagem do total de N amoniacal, medidas realizadas na primavera, verão e começo do outono.

Fonte: Steenvoorden et al. (1999).

## 7.2. Parâmetros usados para as condições do trabalho

Em um mesmo país europeu, um mesmo tipo de instalação pode apresentar uma ampla variação nos fatores de emissão, o que nem sempre é possível explicar à luz do conhecimento existente. Dessa forma, o uso de fatores médios, na estimativa da emissão de amônia, introduz um considerável grau de incertezas.

A falta de estudos nas condições brasileiras faz com que a definição dos fatores a serem utilizados para determinar a volatilização de amônia sejam apoiados na literatura internacional, apesar do grande número de fatores que influenciam no processo e as incertezas envolvidas.

As condições ambientais, nas quais se desenvolvem os sistemas de criação de Santa Catarina, diferem dos países da Europa que possuem o maior número de dados disponíveis. No caso da avicultura e suinocultura catarinense, devido a seus elevados índices de tecnificação, os sistemas apresentam características próximas aos sistemas adotadas na Europa e EUA (alimentação, genética e instalações), ao contrário da bovinocultura.

A seguir, são apresentadas considerações a respeito da volatilização da amônia a partir do uso de uréia como fertilizante (em função da disponibilidade de trabalhos no Brasil) e depois em relação à emissão de cada espécie. Serão apresentados, por fim, os valores adotados para estimar a volatilização de amônia nas propriedades da sub-bacia dos Fragosos.

### **7.2.1. Volatilização de amônia a partir da aplicação de uréia**

A falta de trabalhos no Brasil em relação à volatilização de amônia de dejetos, induziu a procura de trabalhos conduzidos com a uréia que, em virtude de seu preço, tem sido o fertilizante nitrogenado mais utilizado no país. Mesmo em relação à uréia, que é um fertilizante de manejo mais fácil do que os dejetos líquidos, se observa uma grande variação na volatilização de amônia. Isso evidencia a grande influência de um conjunto de fatores que compreende o solo, cobertura do solo, clima e cultura.

Rodrigues et al. (1986) citam que pesquisas realizadas em outros países mostram que as perdas de amônia por fertilização do solo com uréia não raramente chegam a 20 ou 30% do N aplicado, podendo chegar a perder mais de 50% do N aplicado. Em trabalho realizado por estes autores, em casa de vegetação com solos Podzólicos Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, as perdas quando a uréia for aplicada superficialmente, variaram de 83,2 a 94,5%, e quando incorporado na camada de 0 a 2cm estas foram de 65,8 a 81,4% do N aplicado (doses de 120 a 240 Kg de N/ha). No Latossolo, mesmo a incorporação a 5cm de profundidade na dose mais alta as perdas ainda foram de 62% do N aplicado, porém sempre inferiores a aplicação superficial. O autor constatou que as perdas aumentam com o aumento da dose de N aplicada.

Silva et al. (1995), usando uréia como fonte de nitrogênio, observaram para aplicação superficial, na camada de 0 a 10 cm e a 10cm de profundidade, perdas por volatilização que variaram de 20 a 58% (42,9%); 1,3 a 7,7(3,7%) e 0,9 a 2,3(1,3%) do N aplicado respectivamente e que as perdas aumentam com a quantidade de N.

Rodrigues (1986) cita que a uréia não deve ser empregada em doses que excedam à capacidade de retenção de amônia do solo; essa capacidade está diretamente relacionada a CTC, mas também é influenciada por outras propriedades do solo, como textura, acidez, pH e umidade. E que a influência desses fatores aumenta à medida que a uréia é incorporada ao solo e no caso, quanto maior a profundidade menor as perdas.

Cabezas et al.(1997) avaliaram volatilização de amônia em sistemas de plantio direto e convencional de milho de diferentes fontes após aplicação da adubação em cobertura (100kg de N/ha) e constataram para a uréia perdas de 30,7% e 78% no sistema de plantio convencional e direto, respectivamente. Houve correlação negativa (ajuste linear) entre a volatilização de amônia e a produtividade do milho. Houve uma redução na produção de 13,3kg e 11,8kg de grãos para cada Kg de N volatilizado para o sistema de plantio direto e convencional, respectivamente. Os experimentos foram realizados em solos diferentes e sob condições ambientais também diferentes (precipitação).

Segundo Bremner (1995), citado por Cabezas (1997), o risco de perdas gasosas por volatilização de amônia é particularmente alto em sistemas reduzidos de manejo agrícolas, nos quais a uréia é aplicada superficialmente. A maior atividade da urease da palhada em relação ao solo (Eckert et al., 1986 apud Cabezas, 1997) deve facilitar a rápida hidrólise da uréia, favorecendo a volatilização. Além disso, ocorre uma diminuição no contato do fertilizante com o solo, o que dificulta a apreensão da amônia pelo solo.

Experimentos em condições de campo têm indicado que a recuperação do N fertilizante pela cultura do milho é, em média, de 50%. Do nitrogênio remanescente, parte é recuperada pelas culturas subsequentes ou, provavelmente, perdida através da lixiviação, ou, ainda, incorporada à matéria orgânica do solo, sendo o restante, presumivelmente perdido na forma de gases mediante a desnitrificação e volatilização de amônia (Coelho et al. 1992).

Os trabalhos efetuados no Brasil apontam para elevadas perdas de N por volatilização de uréia quando aplicada em superfície. O valor mínimo citado foi de 30%. Observando os valores propostos para estimar as perdas de N por emissão de amônia a partir do uso de uréia como fertilizante indicado para os EUA de 18% (Battye et al., 1994) e para a Europa de 15 a 20% (EEA, 2002), verificamos que estas perdas são inferiores às encontradas em experimentos no Brasil com aplicação de uréia superficialmente. Battye et al. (1994) cita que a variação encontrada para a uréia vai de 0 a 60% de perdas por volatilização e que um dos principais fatores do manejo que influenciam nas perdas é a profundidade de aplicação. A diferença encontrada entre os índices para a Europa e EUA, apesar destes incluírem todos os tipos de aplicação (superficial e incorporada), em relação aos trabalhos efetuados no Brasil deve servir de alerta em relação às emissões de amônia a partir de dejetos. No caso dos suínos, cujos dejetos possuem elevados teores de  $N-NH_4$  e em sua maioria são aplicados superficialmente e em uma única dose, as perdas podem revelar-se mais elevadas nas condições brasileiras. Porém essa hipótese não foi confirmada no trabalho de Basso (2002) e

Ferreira (1995), respectivamente, com dejetos de suínos e bovinos que são discutidos a seguir.

### 7.2.2. Suínos

Nos Países Baixos, os suínos em terminação são mantidos normalmente em instalações com piso parcialmente ripado. Porcas em gestação também são mantidas em baias individuais com chão parcialmente ripado. Porcas lactantes são confinadas em piso totalmente ripado (Doorn et al., 2002). Essas condições são semelhantes às encontradas em grande número de produtores brasileiros.

Na região sul do Brasil, geralmente, o esterco e a urina são armazenados em esterqueiras ou bioesterqueiras, que podem ser ou não revestidas. Esse aspecto pode permitir perdas de N por infiltração em tanques não revestidos.

As perdas nas unidades de armazenamento também dependem do tempo que os dejetos permanecem armazenados. O tempo de armazenamento mínimo previsto no Brasil pelos órgãos ambientais é de 120 dias, porém, na prática, a maioria das propriedades não dispõe de volume suficiente para esse período. Na Europa, o padrão de armazenamento é de seis meses, além de possuírem tanques cobertos que diminuem as perdas.

Para curtos períodos de armazenamento e sob condições de anaerobiose, Kirchmann, (1994) cita que as perdas de amônia do esterco líquido de suínos não têm sido significativas. Gosmann (1997a), citando De Bode (1990), afirmam que na estocagem anaeróbia as perdas de N podem chegar de 5 à 15%, sendo inferior às perdas em sistemas aeróbios.

As temperaturas mais elevadas, nas condições brasileiras, em relação a Europa, poderiam provocar elevação nas perdas de amônia. Steenvoorden et al. (1999) descrevem uma significativa correlação entre emissões de  $\text{NH}_3$  e temperatura. Por outro lado, o menor tempo de permanência dos dejetos nas unidades de armazenamento, assim como a sua maior diluição poderiam reduzir as perdas no armazenamento.

No Brasil, poucos dados tem sido disponibilizados pela pesquisa em relação as perdas de amônia, ou mesmo de N de uma forma geral. Os trabalhos com unidades de tratamento estimam a redução de N do efluente, mas normalmente não têm apresentado dados sobre a composição e quantidade do lodo que acumula durante o tratamento, ou mesmo do ingresso de N, dificultando qualquer tentativa de aproximação desses valores.

Para as condições médias da Europa, os valores de emissão default propostos para instalações de alojamento foi de 17% e para armazenamento de 6% do N excretado (EEA,

2002). Para a Carolina do Norte, EUA, os valores considerados mais adequados foram 15%, tanto para alojamento como para armazenagem (Doorn et al. 2002), no entanto o armazenamento é em lagoas. STEenvoorden et al. (1999) apresentaram dados recentes para instalações de armazenamento cobertas. A partir desses dados, e considerando-se uma eficiência de 80% da cobertura na redução de emissões teríamos um valor de 8,3 para terminação e 11,8% para UPL, no caso de unidades descobertas.

A Tabela 7.6 apresenta dados de perdas de nitrogênio em função do sistema de estocagem, tratamento e distribuição (USDA (1994) apud Perdomo et al. 2001).

Tabela 7.6 – Perdas de Nitrogênio (%) em função do sistema de estocagem, tratamento e utilização

Sistema	Perda de N
Lagoa anaeróbica	70 a 85
Esterqueira	20 a 40
Aspersão	15 a 40
Distribuição	
Líquida	10 a 25
Sólida	15 a 30
Injeção ou incorporação imediata	1 a 5

Fonte: USDA (1994) apud Perdomo et al. 2001

Em relação à emissão do seu uso como fertilizante, os dados mostram que a quantidade de N volatilizado pode ser pequena ou até superior a 90 % (Basso, 2002)

O manejo dado ao esterco líquido de suínos como a incorporação ou a manutenção na superfície do solo, bem como a aplicação direta sobre a superfície do solo ou sobre resíduos de plantas são outros fatores colocados na literatura que interferem na maior ou menor volatilização. O trabalho de Bless et al., (1991) apud Basso (2002) , mostra que a imediata incorporação do esterco líquido de suínos reduziu a perda de amônia de 56 para 20 % e de 42 para 10 % do N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> aplicado via esterco líquido. Por outro lado, a volatilização aumenta quando a aplicação é feita sobre resíduos na superfície do solo.

Basso (2002), realizou no Rio Grande do Sul, experimento com dejetos de suínos e foram medidas as perdas de volatilização de amônia no uso dos dejetos como fertilizante. As emissões de amônia variaram de 15 a 44% do N amoniacal presente nos dejetos. Em relação ao N total, essas perdas foram de 8 a 20%. As perdas maiores foram registradas para doses maiores e aplicações em épocas mais quentes (mês de dezembro).

O autor observa que, segundo Lara & Trevelin (1990), as perdas de amônia quantificadas pela metodologia empregada no trabalho seriam, normalmente, subestimadas

em torno de 24,1%. Levando em conta essa afirmação, as perdas de N em relação ao N Amoniacal passariam a variar entre 18,6 e 54,6%, aumentando o seu percentual também em relação ao N total.

Como a quantidade de dejetos disponível na bacia é elevada e a primeira opção é o uso como fertilizante, existe a tendência do uso das maiores doses possíveis. A maior utilização dos dejetos é na cultura do milho, e a semeadura da maior parte da cultura não coincide com a época de maiores temperaturas, indicando, nesse caso, perdas inferiores as máximas encontradas.

Na Europa, vinha-se considerando, para a aplicação dos dejetos como fertilizante, uma perda de 50% do N amoniacal presente nos dejetos, porém estudos recentes têm encontrado valores superiores, provavelmente em função da legislação que obriga a aplicação nas épocas mais quentes do ano.

As diferenças encontradas entre a Europa e a sub-bacia dos Fragosos, principalmente em função da temperatura, levariam a supor fatores mais elevados para a emissão de amônia. No entanto, a maior diluição dos dejetos, o menor tempo de armazenamento e as menores perdas observadas por Basso (2000), no uso do dejetos como fertilizante, são fatores que vão em sentido contrário.

Bouwman & Van Der Hoek (1997) propôs, para estimar a volatilização de  $\text{NH}_3$  a partir de dejetos de suínos em países em desenvolvimento, uma percentagem de 36% do N excretado.

### **7.2.2. Bovinos**

Os bovinos na região são criados sobre pastagem e nesse caso, assume grande relevância a distribuição das excreções a campo. As maiores perdas de amônia das excretas dos bovinos estão ligadas a urina porque a maior parte do N desta está na forma de uréia, enquanto que nas fezes predomina o N em compostos orgânicos insolúveis. Se considerarmos os dados apresentados que em cada micção de um animal adulto tem em média 1,9 litros e cobre uma área de  $0,28\text{m}^2$  (Mathews & Sollenberger, 1996) com uma concentração de N de  $11,5\text{g/l}$  (Corsi & Martha Júnior, 1997), teríamos localmente o correspondente a uma adição de  $780\text{ kg/ha}$ . Jarvis et al. (1990) citados por Ferreira (1995), apresentam uma variação de  $400$  a  $1200\text{ kg de N/ha}$ . Como são doses elevadas (mesmo que localizadamente) o nitrogênio

aplicado supera as necessidades imediatas das forrageiras e a capacidade de retenção dos solos ficando sujeita a perdas.

Ferreira (1995) cita como limites de perdas por volatilização de amônia quando a úreia é aplicada ao solo de a 0,4 a 80%. Em revisão sobre a volatilização de amônia, Ferreira (1995) encontrou os resultados apresentados na Tabela 7.7.

Tabela 7.7 – Perdas de N por volatilização e denitrificação de dejetos de bovinos.

Autor	Perdas	Condições
Lockyer et al (1990)	3,7 a 20% do N urinário	Pastagens temperadas da Inglaterra, perda de N da urina com concentração inicial de 10 gN/l e 11,2 gN/l. Sendo que 70% foi perdido nos 4 primeiros dias e com taxas menores no inverno
Jarvis et al (1989)	3 e 9% do N urinário	Respectivamente para pastagens de <i>Lolium perene</i> L. adubadas com 210 e 420 Kg N/ha ano na Inglaterra
Milchunas et al (1988)	18,5 e 7,7% do N da urina	Na América do Norte com uma aplicação de 53,5 gN/m <sup>2</sup> respectivamente para as condições de baixa temperatura, alta umidade relativa do ar e solo úmido e para as condições de altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar porém, com solo seco.
Vallis et al (1982)	14 a 28% do N da urina	Na Austrália em pastagem de <i>sphacelata</i> var. <i>sericea</i> adubada com 374 Kg N/ha/ano.
Vallis et al (1984)	Até 32% do N da urina	Austrália
Watson et al (1969)	54 e 73% do N da urina	Na Austrália em respectivamente pastagens e solos descobertos
Ball et al (1984)	66 do N da urina	Em condições quentes e secas
Whitehead et al (1991)	83% do N da urina 38% do N da urina 32, 38 e 42% do N da urina	22,1 g N-uréia/m <sup>2</sup> com fluxo de ar de 3 l/min de 12h ou 0,5h (não houve diferença significativa) ininterruptas a cada 24 horas. Quando a umidade relativa do ar era de 70% e a temperatura 20C não diferindo da temperatura de 30C. Mantendo-se constante a umidade relativa do ar e variando a umidade em 8, 50 e 100% da capacidade de campo
Thompson et al (1990)	35% de N em relação ao amônio aplicado, e de 38% em relação ao Chorume total	Com aplicação de 100Kg N-NH <sub>4</sub> /ha
Pain et al. (1989)	40% do N amônio do Chorume	Em pastagens de <i>Lolium perene</i> L. na Suíça
Thompson et al (1990)	51 Kg N/ha e 34,7 Kg N/ha no Chorume bovino	Aplicando uma dose de 296 Kg N/ha (118 Kg na forma de amônio) respectivamente em pastagem e solo descoberto
MacDiarmid et al (1972)	4,7%	Em áreas afetadas por fezes bovinas em 13 dias de período experimental
Por Denitrificação		
Woldendorp (1963)	15 a 37% do N aplicado	Solos sob pastagens
Aulakh et al (1992)	1,6, 11,1 e 29,1 Kg N/ha	Em pastagens recebendo 0, 250 e 500 Kg N/ha respectivamente

Fonte: Adaptado de Ferreira (1995).

Ferreira (1995) ainda cita o trabalho desenvolvido por Whitehead et al. (1991) que observaram, quando aplicado 22,12g N-uréia/m<sup>2</sup>, uma redução de 15 % das perdas de N por

volatilização de amônia com a ocorrência de 2mm de chuva 2 horas após a aplicação da urina no solo. Redução de 81%, quando as precipitações foram de 12 e 16mm. Quando as mesmas quantidades de água foram aplicadas 24 horas após a aplicação de urina, as respectivas reduções foram de 6 e 33% .

Os resultados obtidos por Ferreira (1995) para perdas de N por volatilização, em trabalho com excretas de bovinos no Rio de Janeiro, são apresentados na Tabela 7.8. Os experimentos de Ferreira (1995) foram realizados em cilindros e bandejas plásticas.

Tabela 7.8 – Resultados obtidos por Ferreira (1995) para perdas de N por volatilização em dejetos de bovinos.

Perdas	Considerações
10% do N das fezes ou 7,41% considerando o balanço e os teores do solo	Mesmo com diferentes umidades iniciais não observou influência desta nas perdas, as maiores perdas ocorreram até 10 dias após a deposição superficial no solo (solo desnudo em bandejas).
Solo com umidade inicial alta e pH corrigido perdas de até 78% do N adicionado pela urina. Menores perdas de 24 a 32% nos tratamentos com menor umidade.	Em casa de vegetação, solo desnudo, com chuvas simuladas semanais (10 e 50mm), umidades iniciais diferentes (46% da CC e 100% da CC) e com e sem correção do pH. Foi aplicado o equivalente a 291Kg/ha de N. A falta de água nos tratamentos com menor umidade inicial teria inibido a hidrólise da uréia. Nos mais úmidos em 10 dias a uréia havia sido hidrolisada. O principal mecanismo de perda foi apontado como a volatilização de amônia.
75,84 a 34,17% do N aplicado via urina	Solo descoberto ou cultivado com brachiaria avaliado por 153 dias. As plantas recuperaram 37% e 24% do N urinário respectivamente para as doses de 19,24g de N e 57,76g de N (respectivamente 681 e 2.044 Kg de N/ha). No solo desnudo com aplicação de 19,24 g de N as perdas de N do sistema foram de 75,84%, enquanto que com plantas foi reduzido para 34,17% do N aplicado. Na dose de 57,76g de N, mesmo com plantas as perdas foram de 53% no sistema

Se considerarmos que 48% do N (Corsi & Martha Júnior, 1997) é excretado via fezes e os resultados encontrados por Ferreira (1995) em seu experimento, chegamos a uma perda de 21% do N total excretado pelos bovinos sobre os pastos, isso sem considerar áreas com alta sobreposição de excretas.

A EEA (2002) apresenta para estimativa da perda de NH<sub>3</sub> de animais sobre pastejo em áreas de pastagem de gramíneas sem uso de fertilizantes o valor de 4kg de N/ha/ano. A EEA (2002) não traz detalhes a respeito da obtenção do índice.

Bouwman & Van Der Hoek (1997) propôs valores padrões para montar cenários gerais de emissão de NH<sub>3</sub>. Ele cita que o gado leiteiro em países desenvolvidos teria uma excreção de 30kg de N, sendo perdido 8% por volatilização. Em países em desenvolvimento, uma excreção de 20kg/cabeça/ano de N com uma volatilização de 15%, valor este próximo ao obtido a partir dos dados de Ferreira (1995) e que nas condições da bacia representaria uma perda de 5,8kg/ha/ano de N.



### 7.2.3. Aves

No caso de aves, os trabalhos encontrados sobre volatilização de amônia nas condições brasileiras, dizem respeito a medidas pontuais com objetivo de verificar os efeitos tóxicos da amônia sobre a produção de aves, os quais não permitem uma avaliação do montante de amônia volatilizado no ciclo de produção.

Pela sua facilidade de manejo e valor comercial, os dejetos de aves não são considerados um problema ambiental no Brasil, dessa forma os estudos têm se preocupado em avaliar os benefícios como fertilizante e não os riscos ligados ao seu uso. Mesmo na literatura internacional predomina os estudos com suínos.

Bouwman & Van Der Hoek (1997) propôs, para estimar a volatilização de  $\text{NH}_3$  a partir de dejetos de aves em países em desenvolvimento, uma percentagem de 36% do N excretado.

### 7.2.4. Fatores de emissão de amônia empregados

Em função dos valores obtidos por Ferreira (1995) para bovinos e, principalmente, Basso (2002) para suínos, que não confirmaram perdas mais elevadas para volatilização de amônia, foram adotados valores a partir dos dados apresentados por EEA (2002), Bouwman & Van Der Hoek (1997) e Steenvoorden et al. (1999). Para melhor definição desses fatores para as condições do Brasil é necessário que se multipliquem experimentos que quantifiquem as perdas de N por volatilização e não somente na sua aplicação no solo, mas nos alojamentos e unidades de tratamento.

Os fatores de emissão utilizados para estimar as perdas por volatilização encontram-se na Tabela 7.9. Para suínos e aves representam a percentagem do N excretado que é volatilizado da excreção até o seu uso como fertilizante (inclusive) e no caso de bovinos que depositam os dejetos diretamente nos pastos a estimativa é dada em kg de N/ha de pastagem.

Tabela 7.9 – Fatores de emissão de  $\text{N-NH}_3$  aplicados na estimativa da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos.

Espécie	Fatores de emissão
Suínos	37 %
Aves	38 %
Bovinos (não confinados)	4 kg/ha

### 7.3. Resultados obtidos para a volatilização na sub-bacia

A aplicação dos fatores de emissão na sub-bacia do lajeado dos Fragosos, considerando que todo o dejetos fosse utilizado na agricultura, resultou numa volatilização total de 239.119kg de N-NH<sub>3</sub>

A Tabela 3.10 apresenta a estimativa de volatilização sobre o total de dejetos excretados pelos suínos, aves e bovinos. Esses valores pressupõe o uso da totalidade dos dejetos como fertilizante.

Tabela 7.10 – Estimativa da volatilização de amônia dos dejetos (instalações, unidades de armazenagem/tratamentos e uso na agricultura) na sub-bacia dos Fragosos.

Fonte de N	Volatilização de N-NH <sub>3</sub> (kg)
Suínos	148.083,8
Aves	82.328,9
Bovinos	8.706,4
Sub total	239.119,1

## 8. O balanço de massa de nutrientes

Os balanços de nutrientes aplicados a cada uma das atividades individualmente foram arranjados para se obter os balanços dos nutrientes nas UdPs e na sub-bacia como um todo.

### 8.1. O balanço de massa de nutrientes na sub-bacia

Os resultados do balanço são apresentados separadamente e em diversas combinações entre o saldo no balanço da pecuária, o ingresso via adubos sintéticos, a exportação de nutrientes via produção vegetal (considerando diferentes níveis de produtividade) e as perdas de N por volatilização.

#### 8.1.1. Ingressos via pecuária (saldo) e adubos sintéticos

A Tabela 8.1 traz os resultados obtidos para o saldo de nutrientes da pecuária estimado a partir do balanço de nutrientes. A Tabela 8.2 traz a estimativa do saldo de nutrientes na pecuária partir de índices do ASAE (1993) apud Perdomo et al. (2001) e USDA (1996).

Tabela 8.1 –Saldos de N e P na pecuária da sub-bacia estimado pelo balanço de nutrientes.

	Suínos		Aves		Bovinos		Total
	kg	%	Kg	%	kg	%	kg
N	400.226,52	64,49	216.654,91	34,91	3.768,85	0,61	620.650,28
P	62.766,83	47,09	70.329,60	52,76	206,04	0,15	133.302,48

A suinocultura é a maior responsável pelo saldo de N da pecuária na sub-bacia, sendo que pelo balanço, esta atividade foi responsável por 64,49% do saldo total de 620.650 kg de N, seguido pela avicultura com 34,91%. No caso do P, a avicultura supera a suinocultura com 52,76%, contra 47,09% de um saldo total da pecuária de 133.302,48kg. A participação da bovinocultura é praticamente desprezível, sendo inferior a 1% do saldo de N e P na sub-bacia. Caso fosse computada a quantidade de nutrientes excretados, a bovinocultura teria uma contribuição maior do que a apresentada, pois a metodologia utilizada não considera os nutrientes que são recirculados no sistema bovinos-pastagem.

Tabela 8.2 – Saldo de N e P na pecuária da sub-bacia estimados pelos índices do USDA e ASAE.

	Suínos		Aves		Total*	
	N	P	N	P	N	P
	kg					
USDA	264.901	97.937	127.908	63.954	*396.578	*162.097
ASAE	388.804	134.598				

\* Inclui os valores obtidos pelo balanço nas UdPs para bovinos.

A estimativa, a partir dos índices do USDA para aves e suínos, provocaria uma redução expressiva no saldo de N na sub-bacia para 396.578 kg, ou seja, uma redução de 36,1% no saldo total da pecuária. Em relação ao P, ocorreria um aumento do saldo total em 21,6%, e a suinocultura passaria a ter a maior contribuição também para esse nutriente.

As diferenças encontradas entre os índices do USDA e o balanço de nutrientes foram discutidas detalhadamente no capítulo 5. Para a suinocultura, os índices do balanço simulado estão próximos aos obtidos com dados de propriedades da região tanto para o P como para o N. No caso do N também ficou muito próximo ao valor estimado para suínos com índices apresentados por ASAE. No caso do P, os valores estimados pelos dados do ASAE para suínos foram bem superiores a todas as outras estimativas, inclusive as do USDA.

Os excedentes da pecuária são acrescidos pelas entradas de nutrientes dos adubos sintéticos, que foram de 17.163kg de N e 7.656kg de P na sub-bacia. Esse valor foi obtido computando-se as propriedades que especificaram no questionário a quantidade de adubo sintético usado. Algumas propriedades citaram o uso, porém não quantificaram. neste caso, presume-se que esse uso seja pequeno, sendo desprezado.

A Tabela 8.3 traz a contribuição dos adubos sintéticos. A participação dos adubos sintéticos se resume a 2,69% do N e 5,43% do P, portanto altera muito pouco as relações entre as fontes de N e P da sub-bacia.

Tabela 8.3 – N e P na sub-bacia considerando o saldo da pecuária (ingresso líquido) e o ingresso via adubos sintéticos.

	Suínos		Aves		Bovinos		Ad. Sint.		Total
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	
N	400.226	62,75	216.654	33,97	3.768	0,59	17.163	2,69	637.813
P	62.766	44,53	70.329	49,89	206	0,15	7.656	5,43	140.958

### 8.1.2. Saldo de N e P considerando a exportação via produtos vegetais

Se, por um lado, há um acréscimo no ingresso via adubos sintéticos que são usados na produção vegetal, por outro, a produção vegetal exporta nutrientes através dos seus produtos. A exportação de P e N pelos produtos vegetais, considerando a atual exploração dos solos da sub-bacia e com diferentes índices de produtividade, encontram-se na Tabela 8.4. O índice de produtividade (P1) baseado na média de produção para o município de Concórdia (ICEPA, 2001) é considerado o mais próximo da situação atual da sub-bacia (na falta dos dados de produtividade reais de cada UdP). A exportação de N e P nesse nível representa aproximadamente 11% do N e 9% do P que ingressa na sub-bacia somente via saldo do balanço da pecuária. O nível P2 representa índices de produtividade baseados em um nível tecnológico adequado das lavouras, nível este superior ao encontrado no município de Concórdia atualmente. Nesse nível, a exportação responde por menos de 20% do N e 16% do P do saldo da pecuária. Mesmo no nível mais elevado de produtividade (P3), a exportação do N e P fica, respectivamente, em torno de 28 e 24% do saldo da pecuária.

Tabela 8.4 – Exportação de N e P em diferentes níveis de produtividade e a relação com o ingresso total dos nutrientes (saldo da pecuária mais ingresso via adubos sintéticos) e a contribuição dos adubos sintéticos em relação a exportação pelos produtos vegetais.

Nutriente	Nível de produtividade	Exportação	% do saldo total	% do saldo da pecuária	Contrib. % dos adubos sintéticos sobre a extração
N	P1	69.613,8	10,9	11,2	24,7
	P2	120.565,4	18,9	19,4	14,2
	P3	179.718,4	28,2	29,0	9,5
P	P1	11.935,0	8,5	9,0	64,1
	P2	21.124,8	15,0	15,8	36,2
	P3	31.480,9	22,3	23,6	24,3

O agravante para esta situação é que essa eficiência de utilização dos nutrientes é um valor médio, ou seja, tem-se 50% das UdPs com índices melhores, porém 50% com índices piores. Silva (2000) apresenta mapas que demonstram existir diferenças de concentração da produção animal na sub-bacia, havendo regiões da sub-bacia com maior concentração de animais. Os processos de gestão ambiental em escala de bacias hidrográficas devem ser implementados considerando zonas de maior risco à poluição, servindo-se de índices para tal fim, como por exemplo, o saldo de nutrientes potencialmente poluentes.

Os adubos sintéticos representam pequena parcela do ingresso de nutrientes na sub-bacia, conforme observado na Tabela 8.3. Eles representam uma parcela de 25% da exportação do N e 64% do P, quando se considera o nível de produtividade P1. No caso do P, haveria uma grande competição deste pelas áreas que poderiam ser destinadas a receber dejetos.

A Tabela 8.5 demonstra que, para qualquer cenário de produtividade, há um excedente considerável de N e P na sub-bacia. Para o N, somente considerando o ingresso via pecuária e subtraindo-se o exportado via produção vegetal, ter-se-ia um excedente de 551.036kg, considerando o nível de produtividade P1 das culturas. Esse saldo amplia-se para 568.200kg, caso se considere o adubo sintético. O excedente representa em torno de oito vezes o que seria exportado nesse nível de produtividade. Para o P, o excedente seria de mais de 10 vezes o que foi exportado. Considerando o nível de produtividade P2, esse valor se reduz para quatro vezes no caso do N e cinco vezes para o P.

Tabela 8.5 – Balanço de nutrientes considerando o saldo da pecuária, o ingresso via adubos sintéticos e a exportação via produtos vegetais.

Parâmetro	kg N/nível de produtividade			kg P/nível de produtividade		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Ingresso via saldo da pecuária	551.036	500.085	440.932	121.368	112.178	101.822
Ingresso pecuária e ad. Sintét.	568.200	517.248	458.095	129.024	119.834	109.478

### 8.1.3. Saldo de N considerando as perdas por volatilização de amônia

A Tabela 8.6 considera no balanço do N a estimativa das perdas de N por volatilização de amônia. A volatilização estimada para a sub-bacia seria da ordem de

242.552kg de N-NH<sub>3</sub>, considerando as perdas que ocorrem incluindo as instalações de criação, unidades de armazenamento e uso na agricultura de todo dejetos produzido, além do uso dos adubos nitrogenados sintéticos. Isso corresponderia a 38% do N que ingressa, representando mais do que seria exportado via produtos vegetais, independente do nível de produtividade considerado.

Tabela 8.6 – Estimativa da volatilização de amônia dos dejetos (instalações, unidades de armazenagem/tratamentos e uso na agricultura) e adubos sintéticos na sub-bacia dos Fragosos.

Fonte de N	Volatilização de N-NH <sub>3</sub> (kg)
Suínos	148.083,8
Aves	82.328,9
Bovinos	8.706,4
Sub total	239.119,1
Adubo sintético	3.432,6
Total	242.551,7

Observe-se que foram aplicados os fatores de volatilização sobre o total dos dejetos, os quais, na realidade, não têm condições de serem absorvidos na sub-bacia, portanto seria uma volatilização “potencial”.

Considerando-se o N que sai via volatilização, temos uma nova composição no saldo da sub-bacia (Tabela 8.7). No nível de produtividade P1, haveria um saldo de 325.647kg de N e no nível de produtividade P3 de 215.543kg de N. Só considerando o ingresso via pecuária, o saldo seria de 311.917 e 201.813kg, respectivamente, para o nível de produtividade P1 e P3.

Tabela 8.7 - Saldos de N considerando diferentes ingressos, a exportação via produtos vegetais e a estimativa da volatilização de amônia

Níveis de produtividade	Saldos de N (kg)	
	Ingresso da pecuária	Ingresso da pecuária e adubos Sintéticos
Produtividade P1	311.917	325.647
Produtividade P2	260.966	274.696
Produtividade P3	201.813	215.543

Há saldos expressivos de N, mesmo considerando-se a volatilização da amônia no balanço e o maior nível de produtividade vegetal proposto. O saldo mesmo nessa situação é maior do que o total exportado pelas culturas (179.718kg). Porém, ao considerar-se a

volatilização, há uma diminuição expressiva do N que deve ser exportado via produção vegetal ou tratado para não contaminar os recursos hídricos locais.

A volatilização acaba transferindo o problema da poluição para o ar e pode acarretar danos ambientais em outros locais onde ocorrer a deposição do N.

A possibilidade de não se promover o uso de adubos sintéticos também tem pouca influência sobre o resultado obtido, pois estes representam pequena parcela do total do N que ingressa na sub-bacia.

#### 8.1.4. Saldo de N e P considerando os índices do USDA

A estimativa do saldo de N e P baseada nos índices apresentados pelo USDA(1996) resultaria num cenário diferente com um menor valor para os excedentes de N, porém maiores excedentes de P. A Tabela 8.8 apresenta o cenário a partir desses índices.

Pela estimativa a partir dos índices do USDA (1996), o nitrogênio passaria a ter uma situação mais confortável. No nível de produtividade P1, a exportação vegetal representaria em torno de 17,5% do N ingressado via saldo da pecuária, com um excedente de 326.964kg, bem menos do que o estimado a partir do balanço calculado. No nível P2, se aproximaria dos 30% e no nível P3 chegaria a 45%.

Tabela 8.8 – Saldos de N e P na sub-bacia considerando os índices de excreção do USDA (1996)

Nutr.	Nível de produt.	Exportação	saldo da pecuária	% da export. em relação a pecuária	% da export. em relação ao total	Saldo vegetal pecuária	saldo vegetal pecuária e ad. sintético	Saldo total com volatilização
N	P1	69.613,8	396.578,0	17,6	16,8	326.964,2	344.127,2	193.427,6
	P2	120.565,4	396.578,0	30,4	29,1	276.012,6	293.175,6	142.476,0
	P3	179.718,4	396.578,0	45,3	43,4	216.859,6	234.022,6	83.323,0
P	P1	11.935,0	162.097,0	7,4	7,0	150.162,0	157.818,0	-
	P2	21.124,8	162.097,0	13,0	12,4	140.972,2	148.628,2	-
	P3	31.480,9	162.097,0	19,4	18,5	130.616,1	138.272,1	-

Em relação ao N, a estimativa com o índice do ASAE (1993) e com os cálculos do balanço em propriedades da região se aproximam daquela apresentada pelo cálculo do balanço de nutrientes simulado para a sub-bacia. Maiores detalhes podem ser obtidos no Capítulo 5.



Para o P, o que se verifica é o oposto ao N, ou seja, ao considerar as estimativas pelos dados do USDA (1996), o cenário piora. A exportação passa a representar somente 7,4% do ingresso via pecuária no nível de produtividade P1 e menos de 20% no nível de produtividade mais elevado (P3).

## 8.2. Balanço total de nutrientes nas UdPs

Nas UdPs, a discussão dos resultados foi realizada sobre o balanço considerando o saldo da pecuária, o ingresso via adubos sintéticos e as exportações via produtos vegetais. As perdas por volatilização não foram consideradas. Adicionalmente, conclusões sobre os dados aqui apresentados são limitadas pelas inúmeras estimativas efetuadas para obtenção das informações faltantes nos questionários.

A Tabela 8.9 apresenta a média, o desvio padrão e a faixa de variação do balanço de N e P da pecuária (sem considerar volatilização) nas 197 propriedades da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos.

Tabela 8.9 – Ingresso médio de N e P devido ao saldo da pecuária, desvio padrão e valores mínimos e máximos nas UdPs da sub-bacia.

	Média	D. Padrão	Mínimo	Máximo
N/UdP (kg/UdP)	3.166,6	3.710,5	-413,7	26.493,1
N/área de cult. Anuais (kg/ha)	982,4	1.875,6	-413,7	13.246,6
N/área de culturas (kg/ha)	412,5	920,6	-5,1	7.290,6
N/área estabelecimento (kg/ha)	251,9	480,6	-7,9	5.329,0
P/UdP (kg/UdP)	680,1	811,2	-146,6	4.788,9
P/área de cult. Anuais (kg/ha)	198,6	383,7	-146,6	2.548,3
P/área de culturas (kg/ha)	84,6	187,9	-1,8	1.693,8
P/área estabelecimento (kg/ha)	52,1	98,2	-3,1	1.090,8

O saldo médio de 3.166kg de N por propriedade na sub-bacia do Lajeado dos Fragosos apresenta uma grande variação de um mínimo de -414kg de N a um máximo de 26.493kg. No caso do P, o valor se reduz para 680kg por UdP com uma variação de -147 a 4.789kg. As Figuras 8.1 e 8.2 mostram a distribuição dos excedentes provenientes da pecuária por UdP para N e P, respectivamente.

Em relação ao nitrogênio, há um total de 19 propriedades com saldos negativos. Existem 63 propriedades com saldos menores que 200kg de N. Desses, nenhum produtor é suinocultor ou avicultor. A partir desse saldo começam a aparecer os suinocultores. Os

avicultores, por sua vez, passam a estar presentes a partir de excedentes de 2006kg de N em virtude do padrão dos aviários.

Os avicultores e/ou suinocultores dominam o extrato superior dos saldos de N. Dos 36 maiores saldos (saldos superiores a 6000kg por produtor), dois produtores são avicultores, oito são suinocultores e 26 são suinocultores e avicultores. Não existe nenhum produtor nessa faixa que não seja avicultor e suinocultor ou ambos. Isso prova mais uma vez a importância das atividades na concentração da produção de dejetos. Neste extrato, sete não apresentam nenhum bovino.

Quanto ao P, há 25 produtores cujos estabelecimentos possuem saldos de P negativos. Existem 62 produtores com saldos de até 50kg de P por propriedade e nenhum deles é suinocultor ou avicultor. Em relação aos maiores excedentes, 28 propriedades possuem saldos superiores a 1500kg de P e destes, 23 são suinocultores e avicultores, três são suinocultores e dois são avicultores.

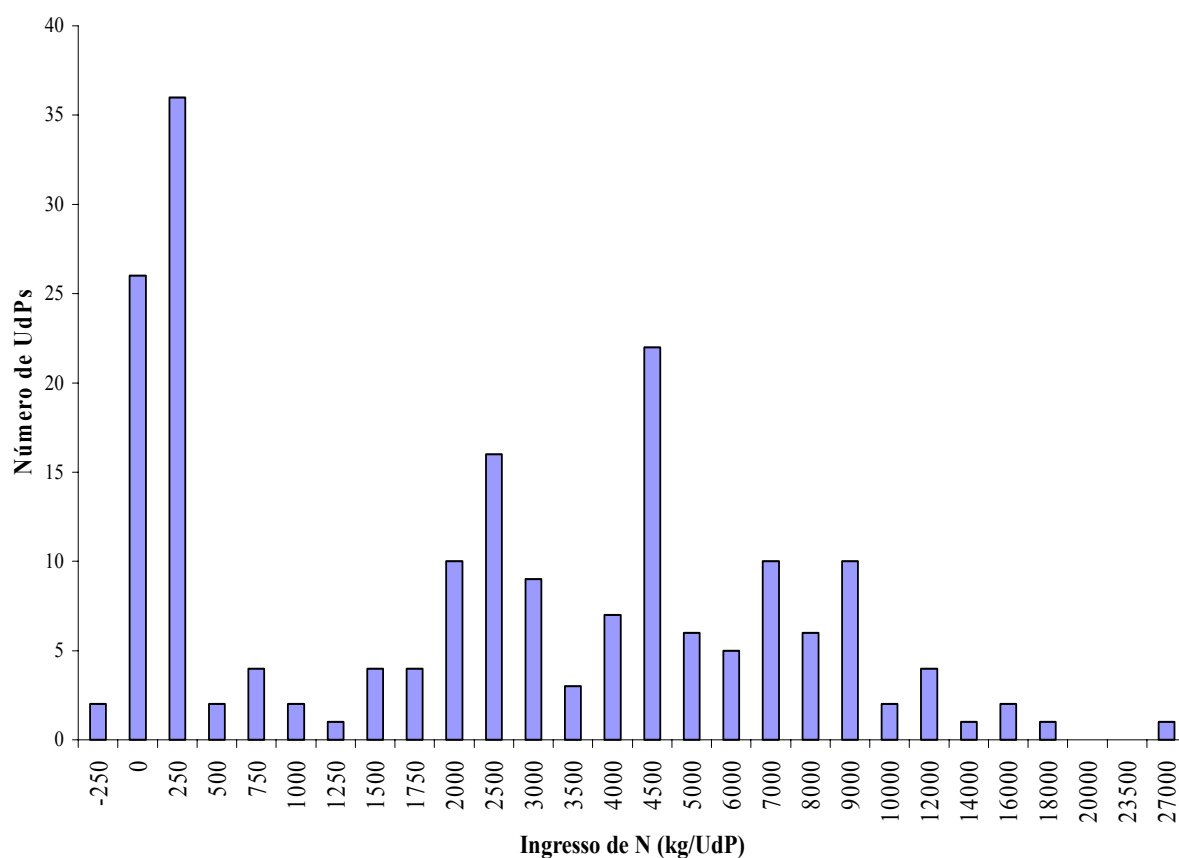


Figura 8.1 – Frequência do saldo de N proveniente da pecuária em kg/UdP

As Figuras 8.3 e 8.4 trazem os excedentes de N e P das propriedades, os quais foram distribuídos em função da área destinada às culturas anuais (grãos), da área de todos os cultivos (inclui grãos, culturas permanentes e forragens) e da área total da propriedade. Nas culturas algumas áreas podem ser contadas em dobro, no caso de haver mais de um cultivo na mesma área (safra-safrinha, verão-inverno), o que pode resultar em uma área explorada maior que a total do estabelecimento onde há uma intensiva exploração da terra.

Existiam 12 propriedades que não tinham área destinada a culturas anuais e quatro não possuíam área destinada a nenhum cultivo. Nesse caso, para possibilitar o cálculo dos índices, foi considerado que estas possuíam pelo menos 1 ha de culturas anuais.

As culturas anuais são aquelas em que o agricultor dedica maiores cuidados e a maior parte dos insumos. Considerando somente as culturas anuais como destino do uso do N e P, tem-se uma média de 982,4kg de N/ha e de 196,8kg de P/ha, valores esses superiores à capacidade de exportação dos cultivos realizados na sub-bacia.

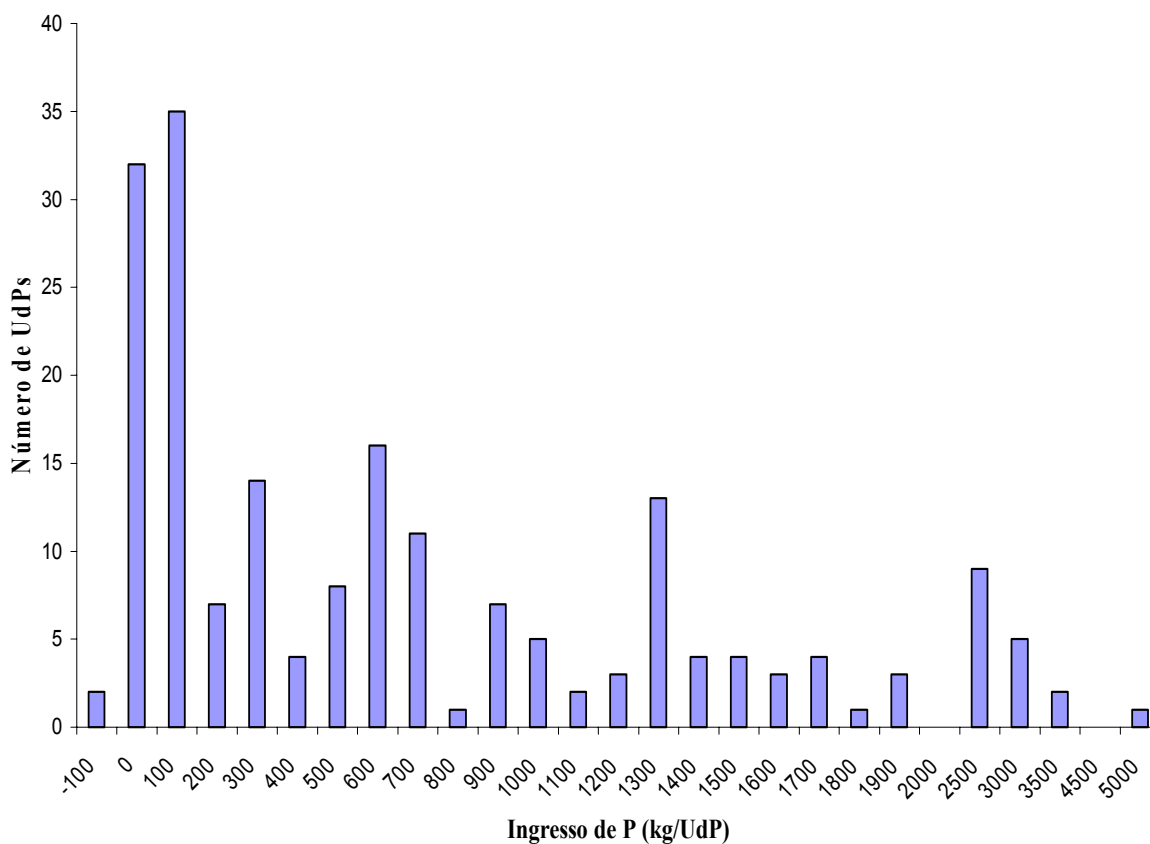


Figura 8.2 – Frequência do saldo de P proveniente da pecuária em kg/UdP

No caso do N, assumindo-se o valor de 300kg de N/ha, verifica-se que, considerando somente a área destinada ao cultivo de grãos, existem 99 propriedades com saldo superior a este valor. Considerando todas as áreas cultivadas, neste caso a maior parcela se destina a pastagens e dentro destas com destaque para as naturais, haveria 66 estabelecimentos com mais de 300kg de N/ha. Considerando a área dos estabelecimentos como um todo, haveriam 56 estabelecimentos acima desse patamar.

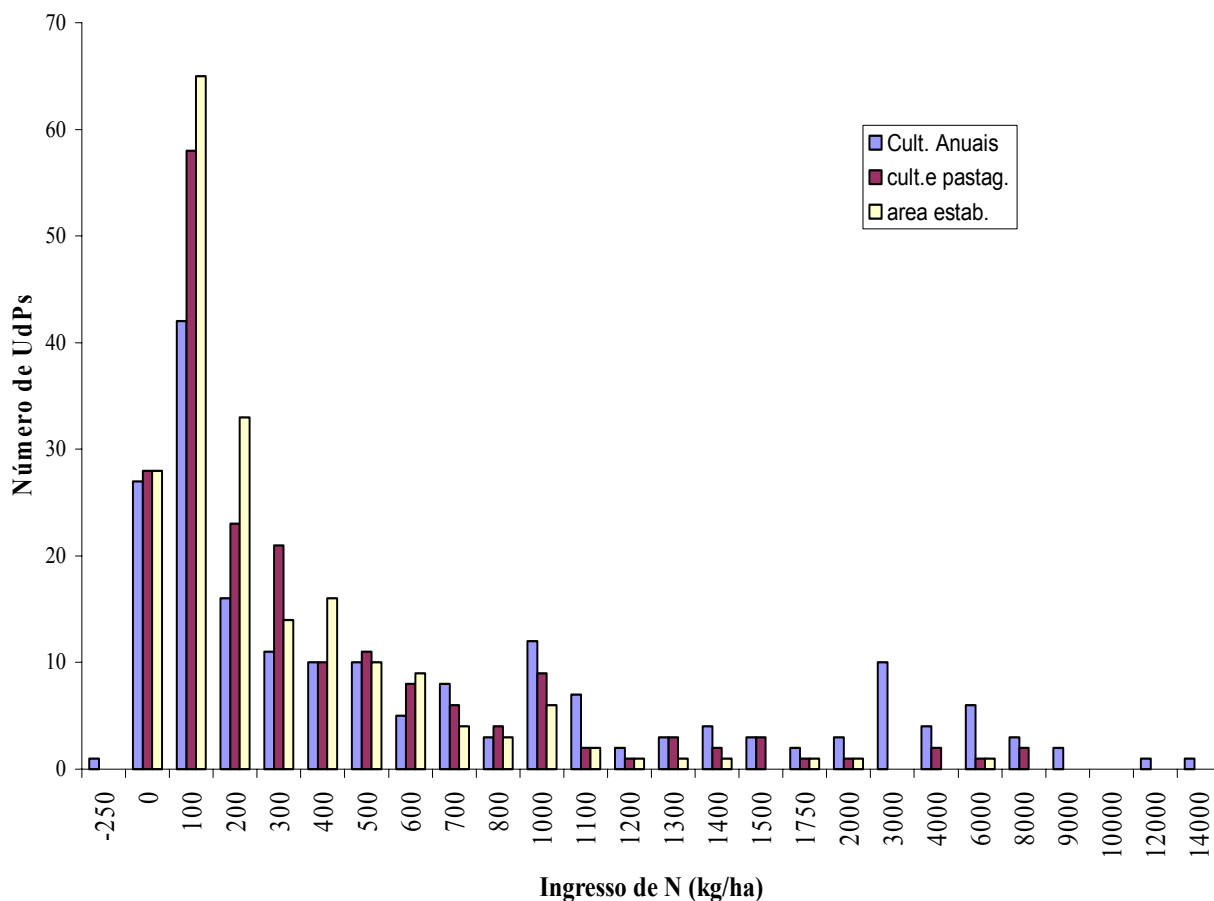


Figura 8.3 – Frequência do saldo de N via pecuária (kg/ha) em relação a área destinadas a cultivos anuais, a áreas total de cultivos e a área total das UdPs

Em relação ao fósforo, considerando 100kg/ha, teríamos 80, 49 e 34 propriedades com valores superiores, considerando, respectivamente áreas destinadas a grãos, todos os cultivos e área da propriedade.

Portanto, tanto para o P como para o N, o número de estabelecimentos com valores nos patamares considerados decaem muito, ao se considerar a área total de cultivos em vez da área destinadas a grãos. Porém, além das pastagens não receberem grande quantidade de insumos (principalmente as pastagens naturais), a capacidade de exportação da bovinocultura de leite, nas condições atuais apresentadas nesse estudo, seria praticamente nula, pois somente considerando o ingresso de N e P via alimentos esta atividade seria superavitária em N e P. Portanto, para destinar maiores volumes de N e P, seria necessário alterar os sistemas de produção de leite da sub-bacia.

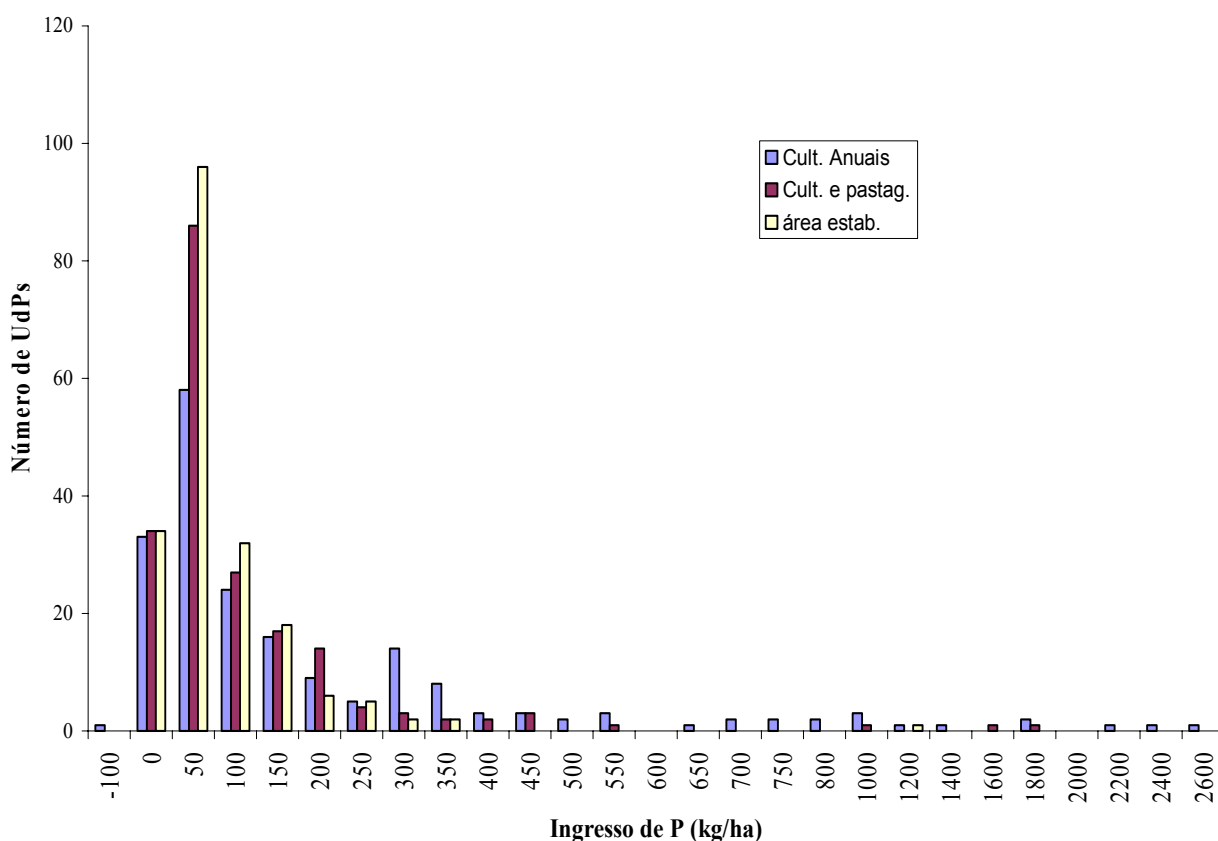


Figura 8.4 – Frequência do saldo de P via pecuária (kg/ha) em relação a área destinadas a cultivos anuais, a áreas total de cultivos e a área total das UdPs

É importante comparar o ingresso de N e P com a capacidade de exportação das UdPs. Os saldos médios de entrada de nutrientes via saldo da pecuária contrastam com os dados médios de exportação por produtos vegetais (Tabela 6.10). Para o nitrogênio, a

exportação média por UdP para os níveis de produtividade P1, P2 e P3, respectivamente, são de 355,2, 615,1 e 916,9kg de N/UdP. Mesmo o valor máximo (2267kg/UdP) de exportação de N encontrado nas UdPs no nível de produtividade P1 é menor que o valor médio do ingresso via saldo da pecuária. No P, a exportação média é de 60,9, 107,8 e 160,6kg/UdP. Para este nutriente, mesmo o valor máximo de exportação encontrado para as UdPs, no nível de produtividade P2, é menor que o saldo da pecuária.

As Figuras 8.5 e 8.6 permitem comparar o comportamento do do ingresso, via saldo da pecuária, de nutrientes por UdP com a dispersão da exportação de N e P nos diferentes níveis de produtividade. É possível observar que, tanto no caso do P como do N, na porção direita, há um predomínio do ingresso havendo um grande número de UdPs cujo ingresso não encontra correspondência com os valores de exportação.

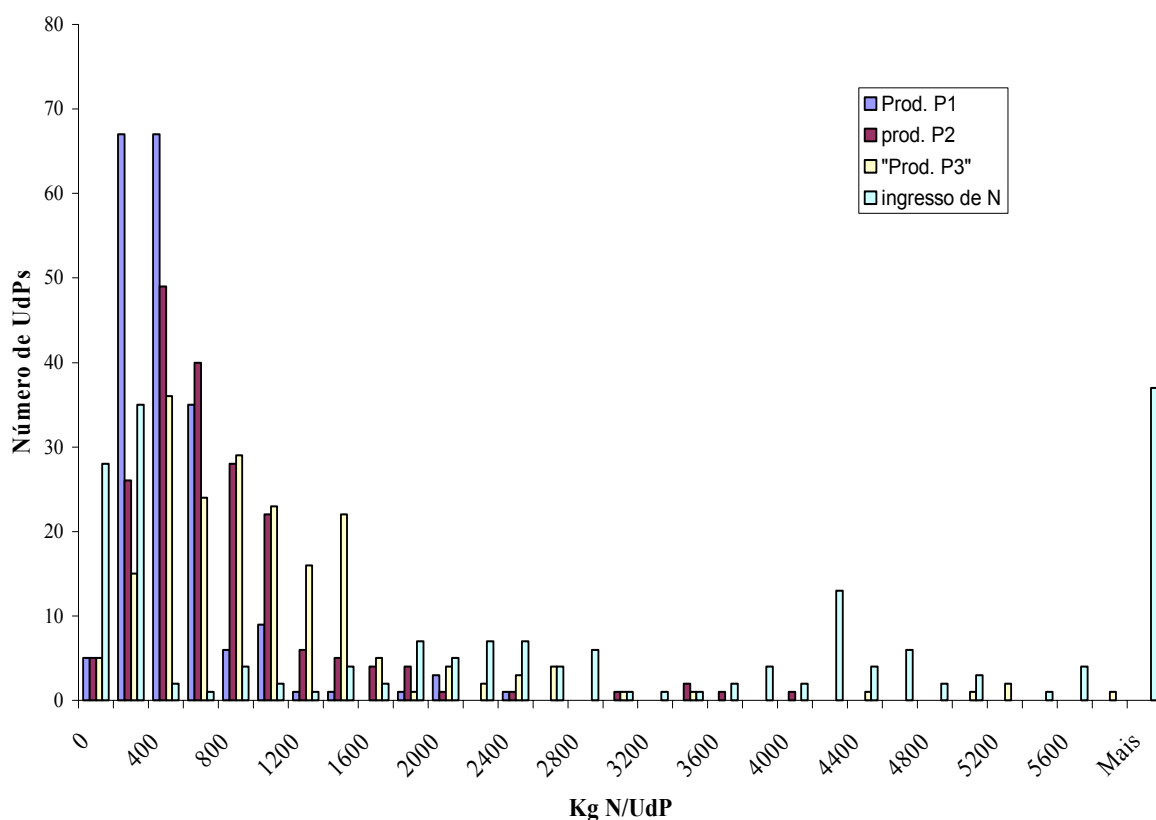


Figura 8.5 - Exportação de N via vegetal em diferentes níveis de produtividade e o ingresso de N, via saldo da pecuária, em kg/UdP.

A Tabela 8.10 demonstra essa mesma situação por um ângulo diferente. Mostra a frequência acumulada das UdPs em função da relação percentual da exportação e o ingresso via pecuária, ou seja, a frequência de UdPs que exportam menos do que um determinado percentual do que ingressa via saldo da pecuária. Esse índice poderia representar a eficiência de utilização dos nutrientes nas UdP, porém deve-se levar em consideração que não está se considerando o ingresso via adubo sintético, somente o saldo de nutrientes da pecuária. Nesse caso, se tomarmos o índice de 25% como referência, poderemos observar que para o nível de produtividade P1, mais de 60% das propriedades teriam eficiência menor ou igual a esta, tanto para o P como para o N. No nível de produtividade P3, ainda ter-se-ia mais de 40% com eficiência igual ou menor a 25%.

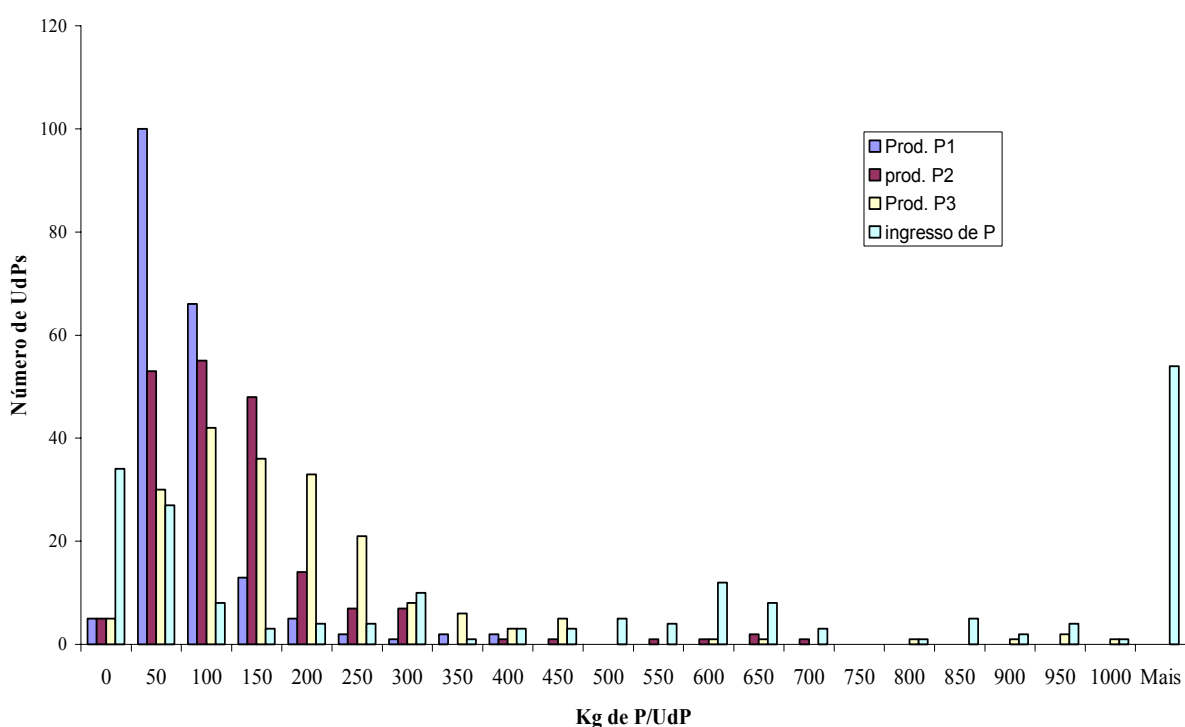


Figura 8.6 - Exportação de P via vegetal em diferentes níveis de produtividade e o ingresso de P, via saldo da pecuária, em kg/UdP.

No outro extremo, considerando-se uma eficiência de 70% tem-se quase 30% das UdPs com eficiência maior a esta, mesmo no nível de produtividade P1 para o N e mais de 20% para o P. Esse índice aumenta no nível P3 para 38 e 35% respectivamente para N e P. Nesse caso, um planejamento integrado na sub-bacia poderia promover um aumento no uso

dos dejetos como fertilizante com o transporte para propriedades com menores excedentes de nutrientes.

Tabela 8.10 – Frequência acumulada das UdPs que exportam menos do que um determinado percentual do que ingressa via saldo da pecuária

Export./saldo %	Frequência acumulada (%)					
	N			P		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
0	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
5	26,0	16,3	11,2	32,1	19,9	12,8
10	43,4	29,6	20,9	45,9	34,7	29,1
15	52,0	40,8	29,6	55,1	42,3	34,7
20	58,2	44,9	35,7	62,8	50,0	41,8
25	60,7	51,5	43,4	65,8	53,1	44,9
30	62,2	52,0	45,9	66,8	56,6	50,0
35	63,8	57,7	50,0	68,9	62,2	52,0
40	65,8	59,7	52,0	69,9	64,3	55,6
45	67,9	61,2	52,0	73,0	66,3	57,1
50	67,9	61,7	56,1	74,0	66,3	60,7
60	69,4	63,8	59,7	77,6	67,3	64,3
70	71,4	65,8	61,7	78,1	69,9	66,3
80	71,9	67,9	62,8	78,6	73,0	66,8
90	73,0	67,9	63,8	79,6	74,5	67,3
100	73,5	68,9	65,8	80,6	77,0	68,9

Nessas análises, deve-se ter em conta o fato anteriormente destacado que para a obtenção desses resultados foram utilizados, muitas vezes, parâmetros médios, ou estimativas que podem implicar em distorções quando se analisa propriedades individualmente.

Os dados confirmam haver uma grande heterogeneidade na relação entre o ingresso via pecuária e a exportação via produção animal. A situação é preocupante quando se observa que só considerando os ingressos via pecuária temos, no nível de produtividade P1, mais de 60% das UdP com exportação inferior a 25% do ingresso via pecuária tanto para P como para N. No nível P2, ainda são mais de 50% e, no P3, mais de 40%.

As Figuras 8.7 e 8.8 permitem visualizar a distribuição das UdPs em relação ao balanço final de N e P, respectivamente. Nesse caso, foi considerada a volatilização do N. Na comparação dos níveis de produtividade, há uma redução nos saldos com o aumento da produtividade e, portanto, ocorre aumento na frequência com saldos menores. Essa relação fica mais evidente com o P do que com o nitrogênio. A magnitude dos excedentes e a pequena área cultivada,



atualmente, com culturas anuais faz com que o aumento da exportação via produtos vegetais tenha impacto reduzido no saldo geral de nutrientes das UdPs.

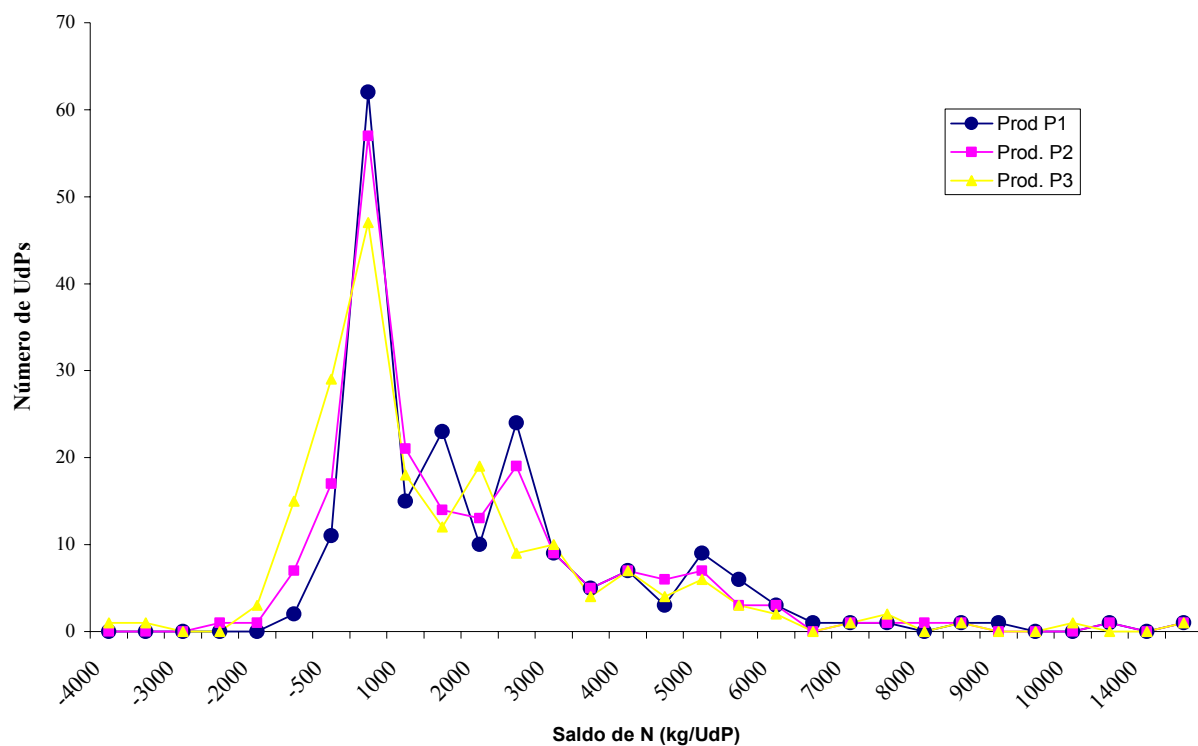


Figura 8.7 – Frequência do saldo final de N em kg/UdP considerando diferentes níveis de produtividade.

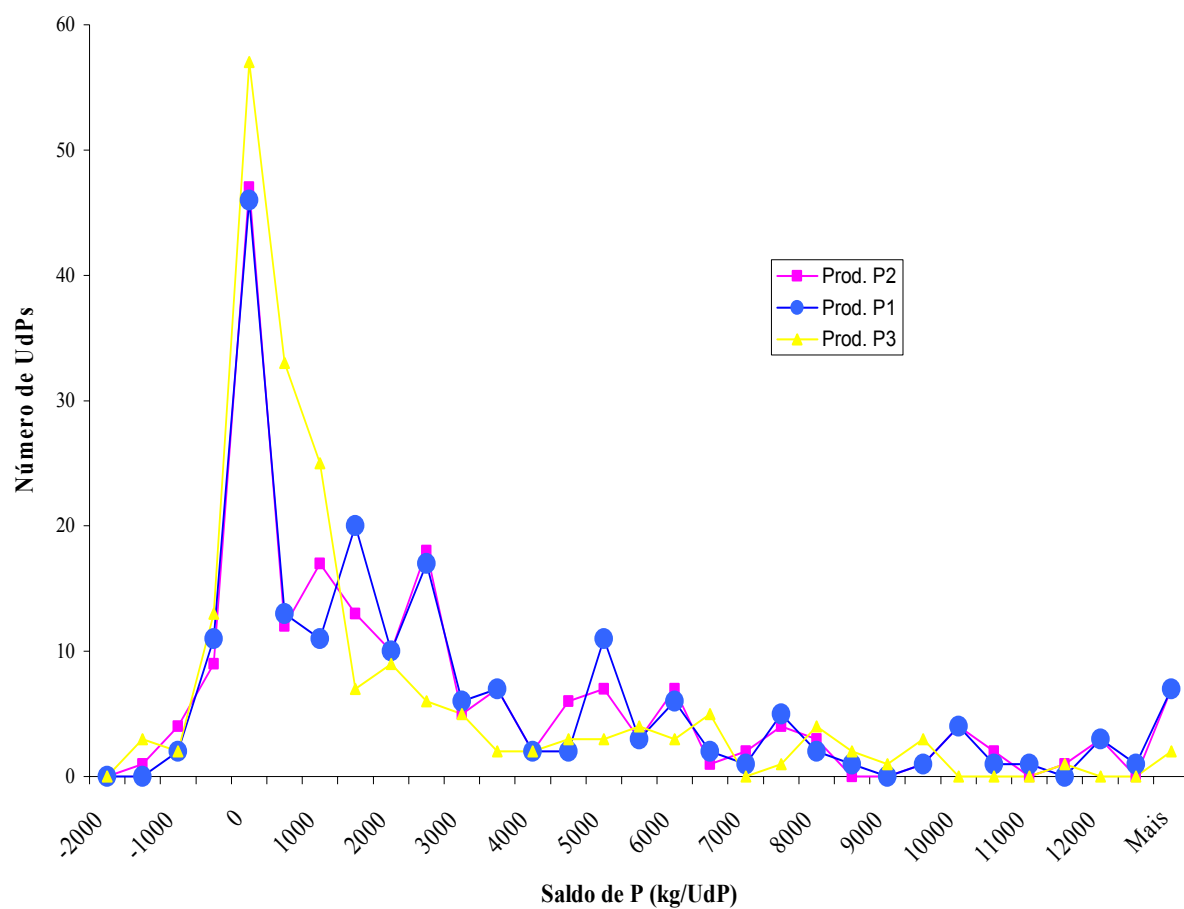


Figura 8.8 – Frequência do saldo final de P em kg/ha considerando diferentes níveis de produtividade.

## **9. Proposições**

O presente trabalho tomou como indicativo para os problemas ambientais originados pela produção animal a quantidade de N e P excedentes dessas criações. Sem menosprezar a importância de outros problemas ambientais ou de outra natureza (sociais, econômicas ...), em função das criações animais ou dos dejetos produzidos por esta, as discussões a seguir foram pautadas exclusivamente sobre a ótica de “dar destino” ao N e P de forma a reduzir o impacto ambiental destes nutrientes quando em excesso.

As propostas se baseiam em diversas possibilidades entre as quais o aumento dos atuais níveis de produtividade das culturas produzidas na sub-bacia, a modificação e a intensificação do uso atual do solo, modificações na bovinocultura de forma a tornar esta um importante destino dos dejetos de aves e suínos, redução da quantidade de N e P excretado pelos animais e o uso de sistemas de tratamento preconizados na região.

### **9.1. Aumento da absorção de nutrientes pela produção vegetal e no sistema bovino/pastagem**

O aumento da exportação de nutrientes via produção vegetal é possível pelo aumento da produtividade, expansão da área cultivada e intensificação das áreas já ocupadas. No caso das pastagens, o aumento na exportação de nutrientes ocorre pelo aumento na exportação via bovinocultura (leite e carne).

Como primeiro passo para avaliar a possibilidade do aproveitamento do N e P através da produção vegetal, incluindo as pastagens, elaborou-se um cenário no qual se considerou que:

- não haveria mais ingresso de fertilizantes sintéticos na sub-bacia;
- todas as áreas com potencial para receber dejetos fossem utilizadas priorizando a extração de nutrientes;

- todas as áreas (ou na média) possam atingir o nível de produtividade P2;
- a mobilidade dos dejetos dentro da sub-bacia não apresentasse limitações.

Isso implica em considerar possível um planejamento conjunto na sub-bacia visando o aproveitamento dos dejetos, na existência de uma adequada capacidade de armazenamento e equipamentos de distribuição, suficientes para atender a demanda mesmo nos períodos de pico, e desconsidera vários aspectos como a questão dos custos envolvidos no transporte de dejetos (principalmente de suínos).

Um outro ponto importante diz respeito ao nível de produtividade a ser atingido na sub-bacia e isso sem o uso de adubos sintéticos, pelo menos para N e P. Os níveis de produtividade P1, P2 e P3 foram discutidos no Capítulo 6, que trata do balanço de nutrientes na área vegetal. O nível P1 é baseado na média da produtividade para a região de Concórdia (ICEPA, 2001), o nível P3 seria atingido somente nas propriedades com maior padrão tecnológico. Esse nível foi considerado pela possibilidade de se trabalhar propriedades individualmente ao invés da expectativa de atingi-lo como média na sub-bacia.

O nível P2 foi considerado possível de ser atingido em condições de manejo adequado e sem sérias limitações e, nesse caso, mais plausível de ser obtido na média da sub-bacia. Porém, elevar os níveis de produtividade nestas áreas de P1 para P2 não se constitui numa tarefa simples (em alguns casos a produtividade proposta é mais que o dobro da atual). Além dos investimentos necessários na aquisição de sementes de melhor qualidade, correção de acidez, conservação do solo e mesmo maquinários adequados, existem limitantes que dizem respeito à declividade dos solos, profundidade e pedregosidade. Ao se trabalhar com a proposta no nível de produtividade P2, deve se ter em mente a necessidade de se melhorar a fertilidade do meio incluindo aspectos químicos, físicos e biológicos de forma que seja possível atingir este nível na sub-bacia.

Testa et al. (1996) levando em conta diversos fatores (econômicos, sociais, físicos ...) cita como valores potenciais médios de produtividade por ha, para terras nobres, de 4,8 a 5ton para milho, 1,2ton para feijão, 2,4ton para trigo e 2,2ton para soja. Os mesmos autores apontam como limitante para aumento da produtividade do milho a deficiência hídrica, acentuada pela erosão do solo e pela ocorrência de solos rasos e pedregosidade, além da adubação insuficiente. No feijão foram apontados a adubação deficiente, baixa qualidade de sementes, problemas de fitossanidade e condições climáticas.

Apesar da média na região da sub-bacia ser superior a da região Oeste, apresentada por Testa et al. (1996), deve se observar que os limitantes mencionados para o milho e feijão

estão presentes, provavelmente com exceção da baixa adubação, que na sub-bacia em virtude da grande disponibilidade de dejetos deve apresentar uma situação bem mais favorável do que o restante da região Oeste.

Dessa forma fica evidente que a proposta que será apresentada a seguir em termos de aproveitamento de dejetos na produção vegetal esta provavelmente além das potencialidades reais. Contribuem para isso, além dos níveis de produtividade elevados assumidos, os limitantes em relação aos custos (armazenamento, transporte e distribuição), o planejamento da sub-bacia como um todo, assumindo como critério principal o aproveitamento dos dejetos e a participação de todos os produtores, mesmo que as suas propriedades não tivessem problemas com excesso de dejetos.

### **9.1.1. Área potencial para recebimento de dejetos**

Segundo EPAGRI (2000a), é possível utilizar dejetos em nas seguintes áreas:

- 10% das encostas erosionais (Ee), essa paisagem possui solos rasos, muito pedregosos e bem drenados. Predominam declividades de 35 a 60%, classe de aptidão 4pp – restrição a fruticultura e aptidão regular para pastagens e reflorestamento;
- 25% das encostas erosionais coluviais (Eec). Declividades variando de 20 a 45%, sendo nas declividades mais acentuadas os solos são pouco profundos com rochosidade e pedregosidade. Na região coluvial os solos são mais profundos e pedregosos. Classe de aptidão 3dp e 4e;
- 90% das encostas estruturais em patamar (Ep) que possuem declividades entre 3 e 10% sendo sua aptidão 2dp;
- 90% das encostas coluviais erosionais (Ece) com declividades também entre 3 e 10% com classes de aptidão 2dp e 2p;
- e 90% das encostas coluviais (Ec) que possuem declividade entre 0 e 3%, porém essas áreas possuem grande proximidade com os rios.
- Em 0% dos fundos de vales (Fve) que estão na classe de aptidão 5.

A Tabela 9.1 sintetiza as informações em relação as áreas disponíveis para o uso de dejetos e sua aptidão. Silva (2000) cita que 5% dessas áreas estariam ocupadas por estradas, moradias, construções e outros, e portanto não disponíveis para a produção. Isso significaria uma redução de aproximadamente 100ha na área apta a receber dejetos. Essa área foi

reduzida uniformemente, resultando na área considerada realmente disponível para distribuição dos dejetos. Seriam 1.826 ha aptos a receber dejetos na sub-bacia como um todo.

Tabela 9.1 – Áreas aptas ao uso de dejetos nas diferentes sub-paisagens presentes na sub-bacia do Lajeado dos Fragosos

Sub-Paisagem	Área total (ha)	Área considerada apta a receber dejetos			Aptidão
		%	Área inicial (ha)	Área real (ha)	
Ee	1292	10	129,20	122,74	4ppr
Eec	3183	25	795,75	755,96	3dp + 4e
Ep	554	90	498,60	473,67	2dp
Ece	308	90	277,20	263,34	2pd + 2d
Ec	246	90	221,40	210,33	1 e 2
Fve	554	0	0	0	5
		Total	1.922,15	1.826,04	

FONTE: Silva (2000) e EPAGRI (2000a).

### 9.1.2. Exportação de nutrientes através do aumento da produtividade das culturas

A questão da produtividade nas culturas foi discutida no Capítulo 6 onde foi calculada a exportação da sub-bacia em três níveis de produtividade, P1, P2 e P3. O nível P3 será descartado em virtude dos elevados níveis de produtividade, pouco condizentes com a realidade local e regional. O nível de produtividade P2, mesmo sendo mais moderado em termos de produtividade, ainda é uma proposta ambiciosa como média numa região, porém foi assumido como proposta de aumento de produtividade a ser trabalhada. Em função das propostas apresentadas por Testa et al. (1996) considerarem outros aspectos que não foram contemplados na proposição do nível de produtividade P2, tais propostas também são apresentadas, sendo denominada como produtividade controle (PC). Em relação aos dados originais de Testa et al. (1996), reduziu-se a produtividade de feijão para 0,8ton/ha, pois somente seria cultivado na época de safrinha.

Considerando o aumento da produtividade de grãos do nível P1 para o nível P2 a exportação de N e P praticamente duplica (Tabela 9.2), porém como apresentado no Capítulo 8, a exportação de N e P no nível de produtividade P2, respeitando-se os atuais usos do solo, representaria respectivamente apenas 19,4 e 15,8% do saldo de N da pecuária. A opção de controle está em nível intermediário entre o nível P1 e P2.

Tabela 9.2 – Exportação de N e P (kg) em diferentes níveis de produtividade das culturas anuais considerando o atual uso do solo na sub-bacia do Lajeado dos Fragosos.

Nutriente	Níveis de produtividade		
	P1	P2	PC
N	69.6148kg	120.656kg	95.285kg
P	11.935kg	22.460kg	16.375kg

No estudo do balanço de nutrientes, as pastagens foram discutidas junto com a bovinocultura e portanto não foram apresentadas propostas em relação ao acréscimo na extração de nutrientes como as demais culturas. Em função disso, o próximo item discute o aumento da exportação de nutrientes no sistema bovino/pastagem.

### 9.1.3. Proposta para a bovinocultura

A grande disponibilidade de área inapta a culturas anuais, porém aptas ao uso com pastagens, torna a bovinocultura uma alternativa interessante para complementar a exploração das unidades de produção agrícolas. Juntamente com o reflorestamento são alternativas que devem ser consideradas.

A produção de leite pode se tornar uma importante exportadora de nutrientes originados da suinocultura e avicultura através do leite e da carne, desde que o modelo de produção escolhido seja adequado.

Nos últimos anos, tem tomado ênfase a discussão a respeito do melhor modelo de produção para a bovinocultura. Por um lado, os modelos com vacas de alta produtividade, com grande utilização de concentrado e até mesmo confinados e de outro, os modelos com vacas de menor produtividade, porém com pouca ou nenhuma suplementação de concentrados. Os sistemas de alta produção acabam importando grande quantidade de nutrientes via concentrados e acabam se tornando uma importante fonte de ingresso de N e P, portanto foram descartados nessa discussão. A proposta foi feita considerando sistemas de leite a pasto com pequena suplementação de concentrado.

Vários trabalhos tem sido desenvolvidos com o objetivo de avaliar o uso de forrageiras tropicais manejadas intensamente para a produção de leite com destaque para o capim-elefante. Deresz et al. (2003) apresentaram dados de vários trabalhos com pastagens tropicais que estão resumidos na Tabela 9.3. O autor concluiu que durante a época das chuvas o capim elefante pode suportar lotações de 4 a 6 vacas/ha e fornecer nutrientes para manutenção

das vacas e de 12 a 14kg/vaca/dia de leite, sendo que o capim elefante receberia 200kg/ha/ano de N.

Tabela 9.3 – Produção de leite em pastagens tropicais.

Pastagens	Produção e condições
Capim elefante na estação das chuvas 1990/1991	12 Kg/vaca/dia e 10785 kg/ha com lotação de 5 vacas/ha. 12 kg/vaca/dia e 12870 Kg/ha com lotação de 6 vacas/ha. De dezembro a maio. Pastagem adubada com 200Kg/ha/ano de N e 50kg/ha/ano de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . Suplementação de 2Kg/vaca/dia
Capim elefante na estação das secas, 1993	7,7 kg/vaca/dia sem suplementação de concentrado e com consumo de 5,5 kg/vaca/dia de cana (+1% uréia), 8,9kg/vaca/dia com 2kg/vaca/dia de concentrado e 5,8kg/vaca/dia de cana. Julho a outubro
Capim elefante submetido a diferentes períodos de ocupação.	Na época das chuvas a média geral considerando os três anos de avaliação e os 3 tratamentos foi de 10,8kg/vaca/dia e 7.760kg/ha. Na época seca 9,6kg/vaca/dia e 6880kg/ha. Os animais recebiam suplementação de 1kg/vaca/dia de concentrado com 20% dePB e 70% de NDT
Capim elefante sob diferentes períodos de descanso (1991/1992)	O experimente foi conduzido na época das secas (180 dias). No período de descanso de 30 dias e sem suplementação se obteve 11,7 kg/vaca/dia e 10.831 kg/ha, com suplementação de 2kg/vaca/dia de concentrado 12,5kg/vaca/dia e 11.761kg/ha

FONTE: Deresz et al. (2003)

Fontaneli (2002) cita trabalho de Abrahão (1991) que avaliou a produção de leite sobre aveia preta em pastejo rotativo durante 126 dias com lotação média de 1,9 vacas holandesas/ha resultando em 3834 kg de leite/ha com eficiência de pastejo de 60% e uma média de 16kg/dia/vaca. O mesmo autor cita trabalho de Souza et al. (1990) em que obteve-se média de 11,65kg/vaca/dia com lotação de 1,5 a 2 vacas/ha e 1Kg de ração (16% PB) a cada 4 kg de leite produzido.

Os trabalhos indicam um potencial para produção no verão de 12 a 14kg/vaca/dia com uma lotação de 4 a 6 vacas/ha sem suplementação, produzindo de em torno de 11000kg de leite/ha de pastagem, num período de 180 dias e no inverno em pastagem de aveia pode se obter produções de até 16kg/vaca/dia com uma lotação de 2 vacas/ha produzindo em torno de 4000kg/ha de pastagem.

No verão, com um potencial de produção de leite de 11000kg/ha, ter-se-ia uma exportação de 61,6kg de N e 9,9kg de P/ha e no inverno, com produção de leite de 4000kg/ha, ter-se-ia uma exportação de 22,4kg/ha de N e 3,6kg/ha de P só com o leite.

A produtividade por vaca sobre pastagem também depende dos animais, ou seja se os mesmos tem potencial genético para produção em pastagem e se foram bem criados de forma



que possam expressar o seu potencial genético. Um fato que chamou a atenção, nos rebanhos da região, foi o reduzido peso médio das matrizes, em torno de 400Kg o que pode limitar a produtividade por animal. Mesmo sem ser mencionado pelos autores dos trabalhos referenciados anteriormente, supõe-se que tenham utilizado vacas com peso próximo a 500kg – 550kg nos seus estudos. O tamanho corporal tem grande influência sobre a capacidade de ingestão, portanto o peso reduzido dos animais da região pode limitar a produtividade por vaca. Considerando uma relação linear entre tamanho corporal e produtividade em animais com alimentação exclusiva de pastagens, teria-se uma vaca com 500kg produzindo 14kg/vaca/dia e uma vaca de 400kg produzindo 11,2kg/vaca/dia.

No Capítulo 5 foi discutido a produção de bovinos nas UPAB e nas propriedades da sub-bacia. Considerando as UPAB como representativas da bovinocultura da região, verifica-se que a produtividade média de leite é de 2.775litros/vaca/ano. Considerando uma lactação de 305 dias/ano, tem-se uma produção média diária de leite de 9,1litros por vaca. Portanto, a produtividade média das UPAB seria inferior ao potencial de produtividade sobre pastagem mesmo recebendo uma complementação média anual para o rebanho de 3.454kg de silagem e 1.065,6kg de concentrado por matriz presente no rebanho.

Na sub-bacia, a produtividade média das vacas é um pouco menor (8,4 litros/dia/vaca) do que a média nas UPAB, sendo que a lotação na sub-bacia é de 0,7 UA/ha de pastagem ou, quando consideradas somente as matrizes, de 0,46 UA/ha de pastagem.

Há um longo caminho a ser percorrido para se atingir a proposta potencial de exportação (por área) de nutrientes via sistema bovino-pastagem. Isso implica na introdução de pastagens com maior potencial de produtividade, na melhoria do manejo das pastagens e fertilidade do meio, no aumento da lotação e em alterações do manejo e genética dos animais.

Outro fator a se considerar é a prioridade dada em termos de áreas nobres para as culturas anuais, principalmente o milho, cabendo as pastagens de verão normalmente áreas com maiores restrições (como declividade, pedregosidade e profundidade). Dessa forma, pode ser que a extração aqui proposta seja muito ambiciosa em termos de exportação de N e P por área de pastagem, considerando baixa suplementação no coxo. Em virtude dessas limitações, em vez de se considerar a produção potencial de 11000 kg de leite/ha no verão e 4000kg/ha no inverno, será considerado como meta a ser atingida 75% desse valor sem suplementação de concentrados, resultando dessa forma numa exportação no verão de 46,8kg de N/ha e 7,42kg de P/ha e no inverno de 16,8kg de N/ha 2,7kg/ha de P. Fazendo-se um comparativo com a área vegetal, a exportação atual seria o nível P1, os valores tidos como potencial o nível P3 e 75% do potencial o nível P2.

Para o leite pode-se considerar uma produção de 7300 litros/ha/ano sobre pastagens (20litros/vaca/dia) como referência (Testa, 2003, comunicação pessoal). Essa se constituirá na produtividade de controle.

#### 9.1.4. Culturas produzidas

Levando em conta o objetivo de aproveitamento/reciclagem dos nutrientes, o sistema de cultura a ser implantado deveria apresentar maior capacidade de exportação de nutrientes das áreas, respeitando a sua aptidão. No capítulo 6 foi discutida a exportação por área com diferentes índices de produtividade para várias culturas. As Tabelas 9.4 e 9.5 resumem os valores indicados para a exportação de N e P por ha para as culturas em diferentes níveis de produtividade.

Tabela 9.4 – Exportação de N por área em diferentes níveis de produtividade.

Culturas	Exportação de N (kg/ha)		
	P1	P2	PC
Milho safra	48,3	84,0	67,2
Milho safrinha	39,2	56,0	-
Milho/feijão safrinha	71,1	125,8	100,4
Feijão/milho safrinha	65,7	132,0	-
soja	113,5	171,0	125,4
Trigo	39,0	67,8	58,0
Feijão	26,5	76,0	-
Feijão safrinha	22,8	41,8	30,4
Eucalipto	13,4	20,1	-
Pastagem verão	0	49,3	30,2
Pastagem inverno	0	17,9	11,0

Tabela 9.5 - Exportação de P por área nos diferentes níveis de produtividade.

Culturas	Exportação de P (kg/ha)		
	P1	P2	PC
Milho safra	8,3	14,4	11,5
Safrinha	6,7	9,6	-
soja	9,8	14,7	10,8
Trigo	6,0	10,4	8,9
Feijão	3,5	10,0	-
Safrinha	3,0	5,5	4,0
Eucalipto	1,2	1,8	-
Milho/feijão safrinha	11,3	19,9	16,0
Feijão/milho safrinha	10,2	19,6	-
Past verão	0	7,9	4,8
Past inverno	0	2,9	1,8

A proposta aqui levantada procurou reordenar a produção da sub-bacia, intensificando o cultivo das áreas aptas a receber dejetos e priorizando cultivos que permitissem maior extração de nutrientes. Baseado nesse critério não se recomendou o uso de reflorestamento nestas áreas, apesar de ser uma importante alternativa econômica e ambiental. A Tabela 9.6 traz o uso atual e a 9.7 o uso proposto, baseando-se na área apta a receber dejetos. Mesmo priorizando a extração de dejetos, respeitou-se alguns pontos ao se propor a alteração no uso do solo. O milho foi mantido no nível que se encontrava e mesmo quando plantado com o feijão foi considerado a cultura principal. Parte da área foi destinada a pastagem mesmo que esta, teoricamente, não seja a melhor opção em termos de extração, pois algumas áreas, mesmo sendo aptas a receber dejetos, apresentam limitações em termos de declividade, pedregosidade e profundidade, e dessa forma, podem comprometer a produtividade de culturas mais exigentes.

Tabela 9.6 – Uso atual do solo na sub-bacia do Lajeado dos Fragosos.

Culturas	Área (ha)	Frequência (%)
Lavoura temporária	1386	29,2
Milho	1341	28,3
Feijão	122	2,6
Trigo	2	0
Soja	8	0,2
Lavoura permanente	114	2,4
Pastagem de inverno	387	8,2
Pastagem perene	1780	37,5
Capoeira*	679	8,7
Mata	414	8,7
Reflorestamento	117	2,5

FONTE: EPAGRI (2000a)

Tabela 9.7 - Proposta de uso do solo para as áreas aptas a receber dejetos na sub-bacia do Lajeado dos Fragosos.

Culturas	Área de cultivo (ha)		
	Atual	Varição	Total proposto
Milho safra	1386	-61	1325
Milho safrinha			0
Soja	8	-8	0
Trigo	2	329	331
Feijão	35	-35	0
Feijão safrinha	87	293	380
Pasto de verão	1780		*500
Pasto inverno	387	606	993

\* corresponde a área com cultivo intensivo de pastagem em áreas aptas ao uso de dejetos.

Objetivando aumentar a exportação de nutrientes, essa proposta implica no aumento significativo na produção de feijão, trigo, pastagens de verão com alto potencial de produção e pastagens anuais de inverno como aveia e azevém. Descartou-se a soja como cultivo, pois nesta não se teria o benefício do N e haveria a substituição do milho. Num planejamento mais adequado, é importante não somente introduzir a soja, mas também outras culturas devido a importância da rotação de culturas na sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

No sistema proposto haveriam 1.325 ha aptos a receber dejetos ocupados no verão com culturas anuais, sendo que 380 ha receberiam um segundo cultivo de verão. A área de cultivo de feijão sugerida é quatro vezes maior que a encontrada na sub-bacia, porém mesmo assim sobriam mais de 900ha com um único cultivo de milho no verão. Nessas áreas com um único cultivo, não fosse a importância do milho, poderia ser implementada a cultura da soja (cultivares sem nodulação) com vantagens em termos de extração de nitrogênio. Ainda no verão, há necessidade da implantação de 500 ha de pastagem com alto potencial produtivo em áreas aptas a receber dejetos. No inverno, somando o trigo e as pastagens de inverno anuais passaríamos a ter um total de 1325 ha ocupados com cultivos no inverno, nas áreas aptas a receber dejetos.

A produção de silagem de milho não foi considerada na bovinocultura, pois por um lado compete com áreas de produção de grãos e por outro, o uso de silagem, em geral, está associado a sistemas que utilizam maior quantidade de concentrados na produção. O que não impede que, mesmo em sistemas a base de pasto, possa se pensar o uso da silagem de forma estratégica.

Essa nova proposta implica em utilizar 50% de toda sub-paisagem Eec (Tabela 9.1) apta a receber dejetos e 100% das áreas aptas a receber dejetos nas sub-paisagens Ep, Ece e Ec com culturas anuais no verão e no inverno (incluindo pastagem). Finalmente, a implantação de 500ha de pastagem perene de verão (utilizando os 50% restantes da sub-paisagem Eec apta a receber dejetos). Nessas áreas considerou-se que seria obtida a produtividade correspondente ao nível P2. O desafio embutido nessa proposta de aumento de produtividade e reordenamento do uso do solo resultaria na duplicação da produção da sub-bacia. A produção atual estimada a partir da produtividade média das culturas anuais para a região de Concórdia é de 4.626ton de milho, 15,9ton de soja, 3,22 ton de trigo e 134,2ton de feijão num total de 4.718ton de grãos e mais aproximadamente 3.393.000 litros de leite. A nova proposta implica em produzir 7.950ton de milho, 927ton de trigo, 418ton de feijão, num total de 9.294ton de grãos, além de 7.840.000 litros de leite, reduzindo-se a zero a entrada de adubos sintéticos e com baixíssima suplementação de concentrados para produção de leite

Observe-se que a intensificação do uso do solo como proposto acima, além de depender de vários fatores para sua implantação, nem sempre é factível no conjunto. Por exemplo, o cultivo de milho-feijão-trigo numa mesma área é possível temporalmente, porém pode acabar deslocando as culturas de sua época ideal de cultivo, inviabilizando atingir as produtividades propostas. Adicionalmente, a ocorrência de uma estiagem ou qualquer atraso em uma determinada cultura pode significar que uma das culturas não seja implementada.

Em relação a bovinocultura, a produção de milho e feijão e na seqüência pastagem pode acabar reduzindo a oferta de pastagem no outono em função do atraso na implantação das pastagens de inverno.

A Tabela 9.8 traz a exportação obtida pelo aumento da área com as culturas anuais, com a produtividade P1 e o aumento que se obtém com a alteração do nível de produtividade para o nível P2, considerando somente a produção de grãos e, posteriormente, com o acréscimo devido as mudanças na bovinocultura. Do mesmo modo são apresentados para a proposta controle (PC).

Tabela 9.8 - Exportação de N e P a partir da reordenação das áreas aptas a receber dejetos considerando os níveis de produtividade P1, P2 e PC.

Culturas	Exportação P1 (kg)		Exportação P2 (kg)		Exportação PC (kg)	
	N	P	N	P	N	P
Milho safra	63.997	10.971	111.300	19.080	93.774	16.070
Trigo	12.912	1.974	22.428	3.429	20.270	3.099
Feijão safrinha	8.664	1.140	15.884	2.090	11.765	1.548
<b>Sub-total</b>	<b>85.573</b>	<b>14.085</b>	<b>149.612</b>	<b>24.599</b>	<b>125.779</b>	<b>20.718</b>
Pasto de verão	0	0	23.100	3.712	15.907	2.556
Pasto inverno	0	0	16.682	2681	11.480	1.845
<b>Exportação total</b>	<b>85.573</b>	<b>14.085</b>	<b>189.395</b>	<b>30.992</b>	<b>153.167</b>	<b>25.119</b>

Comparando o aumento de produtividade proposto e a reordenação do uso do solo, isoladamente, observa-se que a reordenação no uso do solo é menos efetiva do que o aumento da produtividade do nível P1 para o P2 no aumento da exportação de N e P. No nível de produtividade P1, a reordenação do uso com culturas anuais promove um incremento na exportação de N e P da ordem de 29% e de 20%, respectivamente.

Observe que somada a proposta de aumento da produtividade das culturas anuais com a reordenação do uso do solo proposto, a exportação passaria de 66.129kg de N para 149.612kg e de 11.738kg de P para 24.599kg. Nesse caso, unindo os dois fatores haveria um aumento na exportação de N e P, respectivamente, de 126% e 109%. Em relação ao ingresso

via saldo da pecuária, o total exportado pelos grãos passaria a representar 24% do N e 18% do P.

Assumindo-se o nível PC, a exportação via culturas seria de 20% do N e 15,5% do P que ingressam na sub-bacia via saldo da pecuária.

A inclusão da bovinocultura, na nova forma proposta tem uma importante contribuição na exportação de N e P. No nível P2, a atividade seria responsável pela exportação de 39.782kg de N e 6.393kg de P. Nesse caso, a exportação total de N e P na sub-bacia passaria para 189.395kg de N e 30.992kg de P e representariam 30% do N e 23% do P do saldo da pecuária da sub-bacia, um aumento respectivo de seis e cinco pontos percentuais na exportação, aproveitando-se áreas com maiores limitações.

Na proposta do nível de produtividade PC, mesmo com a pecuária a exportação estaria abaixo de 25% do N e de 20% do P em relação ao excedente da pecuária.

Esses valores mostram a importância do formato de produção que a bovinocultura de leite vier a tomar. Desenvolvendo-se de forma concentrada e com uso intensivo de concentrados será mais uma importante fonte de N e P para a sub-bacia. Porém, se a mesma se desenvolver buscando o aumento da produtividade a partir do uso intensivo de pastagem poderá, além de desempenhar um importante papel econômico, ser mais uma importante forma de exportar nutrientes na sub-bacia.

Se considerássemos o nível de exploração (P2) e a estimativa para ingresso de N e P a partir dos índices do USDA (1996), a exportação de N via grãos e leite passaria a ser de 47% do ingresso da pecuária, enquanto que para o P, a exportação seria de somente 19% do saldo do P da pecuária.

Uma significativa alteração na exportação do nitrogênio poderia ser obtida por uma medida adicional em termos de cultivos. A substituição do milho cultivado isoladamente no verão pela soja. Como exemplo, a substituição de metade da área de milho (662,5 ha) por soja elevaria a exportação total no nível de produtividade 2 em 30% para o nitrogênio passando para uma exportação de 247.032kg. Desde que plantadas cultivares que não fixem nitrogênio haveria uma melhora significativa na exportação do N, representando praticamente 40% do ingresso via pecuária.

Em virtude do P não apresentar perdas na forma de volatilização, pode-se considerar que, caso todo o P fosse utilizado na sub-bacia, mesmo considerando todas as melhorias produtivas nas culturas e na bovinocultura de leite no nível de produtividade P2, permaneceriam anualmente na sub-bacia três vezes mais P do que seria exportado, sem uso de adubos sintéticos.

Considerando toda área apta a receber dejetos na sub-bacia (1826ha), ter-se-ia um excedente de 56kg de P/ha ou, computando a área total dos estabelecimentos, um excedente de 21,56kg de P/ha. Análises de solos de áreas com histórico de aplicação de dejetos da sub-bacia apresentadas por Silva (2000) corroboram esta avaliação, pois os índices de P apresentavam-se de suficiente a alto. considerando-se a aplicação nas áreas aptas, em dez anos, seria aplicado um excedente de 560kg de P/ha. Considerando que o padrão limite para a presença de fosfatos na água em rios classe 2 e 3 é de 0,025mg de P/litro e o acúmulo preferencial de P nas camadas superficiais do solo, o acúmulo deste nutriente em áreas com elevada declividade representa um risco potencial ao seu transporte para os cursos d'água através da movimentação de frações solúveis, material particulado ou sedimentos.

No caso do N, pela sua dinâmica, as conclusões sempre são mais complexas. As perdas por volatilização aliviam localmente os problemas da concentração deste nutriente. Uma eficiência de utilização de 30% (no nível P2 e com a reorganização do uso do solo), somada aos 37% de volatilização potencial (considera o uso de todo dejetos na sub-bacia) representam 67% do N sendo exportado da sub-bacia, restando 33% no meio ambiente. entretanto, parte desse N pode ainda sofrer transformações e perdas antes de atingir os recursos hídricos, ou mesmo ser depurado neste. Aproximadamente 190.000kg de N não teriam destino, o correspondente a taxa de 104kg de N/ha, considerando-se as áreas aptas a receberem dejetos ou uma taxa de 40kg de N/ha, levando-se em conta toda área do estabelecimento agrícola.

O reordenamento do uso do solo e a ampliação da produtividade evidenciam a dificuldade em se destinar os dejetos exclusivamente para a produção vegetal, mesmo realizando o planejamento da sub-bacia como um todo e sem levar em conta limitações devido a custos, ou outros fatores. Isso fica extremamente evidente quando se observa que apesar de todas as alternativas o excedente de P da pecuária é quatro vezes maior que a exportação obtida pela área vegetal (incluindo o sistema bovino/pastagem). Em função disso outras possibilidades são discutidas a seguir.

## **9.2. Redução do Ingresso de nutrientes**

A dificuldade em se exportar os excedentes de N e P via produção vegetal e na bovinocultura/pastagem e o custo de alternativas de tratamento que realmente possibilitem o

transporte destes nutrientes para fora da sub-bacia ou mesmo de uma propriedade para outra, remetem a questão da redução do ingresso de nutrientes na sub-bacia.

Duas opções tem sido debatidas. Uma é a melhoria do aproveitamento dos nutrientes pelos animais com redução da sua excreção e a outra é a desconcentração da avicultura e suinocultura.

### **9.2.1. O papel da nutrição na redução do excedente de N e P**

No capítulo 3 discutiu-se, para a suinocultura, a contribuição da nutrição na redução da excreção de N e P. A seguir são acrescentados dados de trabalhos realizados com aves e suínos com o objetivo de viabilizar a redução da PB e P das dietas objetivando diminuir os custos de formulação das rações pela redução da adição destes ingredientes e reduzir a poluição ambiental pela menor excreção de N e P.

Os dois eixos, principais para redução da quantidade de N e P na ração tem sido:

- Via nutrição, aumentar o aproveitamento do N formulando a dieta baseada na proteína ideal e suplementação de aminoácidos essenciais limitantes;
- Para o P, melhoria na determinação da disponibilidade nos vegetais a fim de permitir menores níveis de segurança e a adição de fitase com o objetivo de aumentar a biodisponibilidade.

Trabalhos recentes avaliando rações com baixos teores de proteína bruta no Brasil tem apresentado como resultados a redução na excreção de N. No trabalho de Oliveira et al. (2003a) com suínos em crescimento foi observado que a cada ponto percentual de redução de PB obteve-se uma redução de 12,3% do N excretado na urina e 4,5% nas fezes, ocorrendo aumento na eficiência de retenção do N ingerido. Snizek et al (2002) testou dietas em suínos castrados com peso inicial de 30kg com teor de PB de 14 e 22%, obtendo um aumento de 12,21% do N excretado para cada ponto percentual a mais de PB na dieta. A excreção na dieta com 14% de proteína foi 50,59% inferior ao encontrado na dieta de 22% de PB. Os autores detectaram também melhor eficiência na utilização do N na dieta com menor teor de PB. Snizek et al (2002) citam Chan et al (1998) que propuseram uma redução de 10% na excreção de nitrogênio para cada ponto percentual de PB reduzido na dieta.

Oliveira et al. (2003b, 2003c) trabalhando com leitoas de 30 a 60 e 60 a 100kg com redução da proteína bruta na ração concluíram que para o primeiro grupo, o teor de PB pode ser reduzido de 19 para 15% e para o segundo, de 17,3 para 12,1% sem prejudicar o



desempenho das leitoadas, desde que devidamente suplementadas com aminoácidos essenciais limitantes.

Suida & Biolatina (2001), numa revisão sobre o tema, encontraram reduções de 8 a 10% do N excretado a cada redução em 1% de PB na dieta dos suínos. O melhor resultado obtido foi de 50% de redução do N excretado. Os autores citam que trabalhos europeus demonstram que é possível reduzir a excreção de N em 25 a 50% e a emissão de amônia nas instalações em 50%. Essa menor emissão se daria pelo menor teor de uréia e amônia nos dejetos, combinados com o menor pH dos dejetos excretados por animais com dietas de baixa proteína. Além disso, causaria uma redução no consumo de água em 10 a 30% e da excreção de urina na mesma proporção, diminuindo assim o volume dos dejetos lançados no meio ambiente.

“No caso de suínos, utilizando-se o conceito de proteína ideal, existe uma flexibilidade maior de se trabalhar com teores de proteínas mais baixos nas dietas” (Suida & Biolatina, 2001).

Suida & Biolatina (2001) citam trabalhos de Zaviezo et al. (2000) que apresentam como níveis mínimos de proteína bruta na dieta de frangos de corte 21%, 18 a 19% e 16 a 17% nas fases de 1 a 21, 22 a 42 e de 43 a 56 dias. Os mesmos autores citam o trabalho de Burnham et al. (2001) que apresentaram como possível a redução do teor de PB para 20,5, 19,6 e 18,2% para as fases de 0-19, 20-35 e 36 a 49 dias sem detrimento ao desempenho dos frangos de corte. Esses resultados foram possíveis com a suplementação de aminoácidos essenciais.

Em frangos de corte de 1 a 25 dias de idade, Vieites et al. (2003) observaram que a redução do teor de proteína bruta das rações é possível sem afetar o desempenho das aves, desde que sejam suplementados os aminoácidos essenciais. Não foram encontradas diferenças no ganho de peso das aves com a redução do teor de PB de 23 para 20%.

Para o P, Penz (2000) fazendo referência a Jongbloed et al (1990) relata a redução de 35% na excreção de P com adição de fitase na dieta de suínos com peso corporal entre 50 e 70kg. O mesmo autor cita outros trabalhos como os de Cromwell et al. (1996) que observaram significativas reduções de excreção de P pelos suínos, sendo que a eficiência de retenção do mesmo aumentou em 50% na fase de crescimento e 72% na fase de terminação.

Conte et al. (2002) observou em frangos de corte o efeito da fitase na biodisponibilidade do P do farelo de arroz, sendo que esta era de 38,06% no farelo sem fitase e aumentou para 61,31% com a adição da enzima. Segundo Borges (1997) citado por Conte

et al. (2002) a fitase aumenta a biodisponibilidade do P em cerca de 50%, e reduz a sua excreção fecal e urinária em proporções semelhantes.

Rubio et al. (2003) citam a melhora em 8% na digestibilidade do P e em 13% a redução na excreção do mesmo em dietas de Frango de Corte contendo farelo de trigo ou soja integral ou extrusada com adição de fitase.

Outro aspecto promissor para a redução dos excedentes de P é a determinação mais precisa da biodisponibilidade nos ingredientes da ração, de forma a permitir a redução dos níveis de segurança utilizados pelos nutricionistas. Penz (2000) relata que apesar das dificuldades no estabelecimento da digestibilidade do fósforo nas fontes vegetais, esforços tem sido realizados nesse sentido e faz referência a citação de Henry (1996) que na Holanda o uso da formulação com base no fósforo disponível permitiu uma redução de 30% na concentração de P nos dejetos.

Apesar dos vários trabalhos publicados com resultados positivos em relação a redução de N e P nas excreções não tem se observado ainda a utilização massiva desses conceitos na formulação das rações comerciais no Brasil. Segundo Suida & Biolatina (2001), no caso da redução do teor de PB, apesar dos conhecimentos quanto aos requerimentos de aminoácidos estarem avançados, ainda existem limitações para que o nutricionista possa reduzir a proteína da dieta a patamares ainda inferiores. A grande variabilidade encontrada nos teores de aminoácidos e de P disponível nos ingredientes das rações e as dificuldades na sua determinação levam os nutricionistas a continuarem usando boas margens de segurança a fim de evitar prejuízos na produção.

Outro fator se relaciona a viabilidade econômica. Neste sentido, Parr (1996) citado por Fireman & Fireman (1998), destaca que a economicidade do uso atual da fitase é uma função de vários fatores, incluindo o custo da fitase e do fosfato inorgânico, a taxa de inclusão, o grau de substituição do P inorgânico, a quantidade de subproduto animal na ração, a extensão que a fitase libera outros nutrientes ligados ao fitato e a habilidade em deixar espaço livre na ração para reformulação. Com suas peculiaridades, a mesma análise pode ser usada para as dietas com baixa proteína com suplementação de aminoácidos essenciais.

Deve se somar aos fatores que contribuirão ou não para a adoção dessas medidas a conscientização em relação aos problemas ambientais e a pressão da sociedade para a internalização destes custos. Na Europa, efetivamente, as pressões sobre emissões de poluentes gerados pelas atividades agrícolas têm obrigado a busca de alternativas que reduzam os excedentes de nutrientes na avicultura, suinocultura e bovinocultura.

Superados os limites para sua aplicação, os resultados dos trabalhos publicados indicam uma significativa redução nas excreções de N e P. Com a redução das excreções para um mesmo número de animais ou para uma determinada produção de carne será excretado uma menor quantidade de nutrientes, reduzindo a área de culturas necessária para a sua reciclagem ou os riscos ambientais dos seus excedentes.

Na suinocultura, a redução de até 20% do N da dieta (lisina, triptofano e treonina) permite estimar uma diminuição na sua excreção de mais de 30%. A mesma tem efeitos na redução da emissão de amônia nas instalações. Nas aves, a redução na proteína da dieta ainda enfrenta restrições devido a problemas de rendimento ou qualidade da carcaça. No atual estágio uma redução, de 5% na PB da dieta seria razoável com uma redução na excreção em torno de 10%.

No fósforo, a melhor avaliação da biodisponibilidade e o uso da fitase podem promover uma redução de 20 a 30% do P da dieta com uma diminuição de mais de 30% na excreção desse elemento.

O uso dessas alternativas na nutrição tem um grande impacto na redução dos riscos ambientais devido ao N e P presente nos dejetos, pois os sistemas de armazenagem e tratamento testados na região tem sido ineficientes em resolver o problema do excesso de nutrientes.

O aumento na eficiência na utilização do N e P nos animais terá impacto direto nos índices usados para estimar a excreção destes pelos rebanhos. Caso ocorra o uso dessas técnicas de forma parcial, aumentará a variação encontrada entre os rebanhos. A aplicação do balanço de nutrientes de forma simplificada com informações locais de cada propriedade será uma ferramenta útil na geração de dados adequados a cada situação.

### **9.2.2. Redução da concentração da produção.**

A suinocultura e a avicultura tem sofrido um contínuo processo de concentração da produção. Na suinocultura, sempre houve uma vinculação com a produção de parte do milho destinado a formulação das dietas. Na avicultura, os pacotes tecnológicos são mais fechados e, via de regra, desatrelam completamente a produção animal da produção vegetal, especialmente de milho, aumentando os excedentes de nutrientes.

As agroindústrias têm proposto a organização da produção próximo às unidades industriais e o aumento da escala de produção nas propriedades como forma de reduzir seus

custos e aumentar a eficiência. Porém, outros atores têm apontado que tal prática promove a exclusão de grande parte dos produtores e potencializa os problemas ambientais em função da concentração da produção de dejetos.

o principal destino dos dejetos é o seu uso como fertilizante. Nesse caso haveria uma vinculação entre a produção animal e o espaço territorial adjacente. Conceitualmente, a produção seria limitada pela capacidade do meio em reaproveitar os nutrientes excedentes da pecuária.

Sempre deve se ter em mente que qualquer atividade humana acaba por produzir resíduos que tem destino o ambiente. Porém há necessidade de se estabelecer qual nível de resíduos será aceito. Essa questão é bastante complexa, já que passa pela avaliação dos benefícios de um ambiente “sadio”, do impacto dos resíduos sobre o ambiente e dos custos envolvidos na redução deste impacto tanto para o agente privado como para a sociedade como um todo. Nesse momento é necessário um diálogo entre o social, o econômico e o ambiental.

Estabelecido esse critério, seja pela quantidade de N e P por área ou pela eficiência da utilização destes, é possível estabelecer uma relação entre a produção animal e o espaço em que ela se desenvolve e, a partir dessa relação, ajustar a produção de forma adequada.

Esse processo pode se dar em diferentes escalas, a nível de propriedade e a nível de sub-bacia. O objetivo seria ajustar a concentração da produção de dejetos à capacidade de reciclagem dos sistemas ou reduzir a carga poluente dos dejetos animais, elaborando-se um zoneamento. Votto (2000) discute propostas de zoneamento em função dos danos ambientais causados aos recursos hídricos. Na maioria das análises somente a suinocultura tem sido considerada.

A partir do zoneamento da produção, em propriedades ou setores da sub-bacia com grandes excedentes de nutrientes por área, três alternativas poderiam ser perseguidas: a) redução do plantel; b) ampliação da capacidade instalada do sistema de culturas em reciclar dejetos e c) implantação de sistemas de tratamento de dejetos.

O balanço de nutrientes aplicado com dados da propriedade possibilita identificar a capacidade de reciclagem de nutrientes no sistema de produção. O balanço na pecuária identifica os excedentes de nutrientes produzidos pela pecuária e a avaliação das condições climáticas, do solo e das tecnologias disponíveis o potencial de exportação de nutrientes. Porém, mesmo a aplicação do balanço de nutrientes nas atividades pecuárias de todas as propriedades seria dispendioso e em muitas destas faltam controles mínimos para sua aplicação.

A variação encontrada na produção de excedentes de nutrientes demonstra que o uso da média como estimativa desta deixa muito a desejar, tanto na suinocultura como na bovinocultura. Nesse caso, uma forma mais precisa do que o uso da média e menos precisa do que o balanço, porém menos dispendiosa, é a busca de variáveis auxiliares que possam melhorar a estimativa obtida pela média. Através do balanço de nutrientes, foi possível buscar na bovinocultura e na suinocultura variáveis que explicassem parte da variação encontrada na produção de excedentes na suinocultura e bovinocultura.

A busca de indicadores que permitam uma rápida estimativa dos excedentes produzidos na produção animal, ou mesmo se necessário a aplicação do balanço, aliada a avaliação do potencial de nutrientes exportáveis na área vegetal e o estabelecimento de índices de eficiência de recuperação, ou níveis máximos por área em relação aos nutrientes, pode se transformar num importante passo para a gestão ambiental na região.

Esse modelo permite que se considere ainda os diversos sistemas de tratamento ou outras possibilidades de redução dos teores de nutrientes destinados à agricultura, através da determinação da redução do total de nutrientes que necessitam ser dispostos nos solos da propriedade.

### **9.3. Tratamento dos dejetos**

A situação de excesso de nutrientes na sub-bacia exige dos sistemas de tratamento a capacidade de retirar os nutrientes da sub-bacia, na forma de rações ou biofertilizantes.

Nesse caso, descartam-se as unidades de armazenamento como esterqueiras ou bioesterqueiras (e mesmo os biodigestores), pois não atenderiam a esse critério. A principal alteração nessas unidades é a redução que ocorre na DBO, sem afetar significativamente os nutrientes. O que pode ocorrer é a perda de parte do N por volatilização de amônia e a deposição de parte dos nutrientes no fundo das unidades de armazenamento.

O sistema UFSC/EMBRAPA é muito eficiente na redução da DBO dos dejetos e promove uma redução no teor de nutrientes do efluente, concentrando estes no lodo obtido no decantador, no fundo das lagoas anaeróbicas e aeróbica facultativa e na lagoa de aguapés. A motivação no desenvolvimento deste sistema parece estar na produção de um efluente de melhor qualidade para ser destinado aos cursos de água. Seria necessário avaliar a viabilidade do destino dos aguapés e do lodo originado no sistema. Se for viável o transporte

dos nutrientes excedentes (aqueles que não são passíveis de serem reciclados nos sistemas de produção) presentes no lodo e aguapés para fora da propriedade ou da sub-bacia, o sistema poderia contribuir de forma efetiva na redução dos problemas ambientais devido ao excesso de nutrientes gerados na sub-bacia.

Dos sistemas apresentados no capítulo três, o único que tem a preocupação com a produção de um produto para exportar os nutrientes é o sistema EMBRAPA/DALQUIM, onde parte do resíduo poderia ser destinado a alimentação de outros animais. O maior limitante é a proibição no uso de dejetos de suínos para bovinos, o que implicaria no seu destino a rações de animais domésticos. O sistema, apesar de testado, foi desenvolvido a pouco tempo e ainda não apresentou uma aceitação maior por parte dos produtores, especialmente devido ao seu elevado investimento inicial e custo por matriz/animal alojado.

Outros sistemas de tratamentos que permitem a concentração dos nutrientes dos dejetos viabilizando o seu transporte a longas distâncias estão disponíveis em vários países, porém estas tecnologias não foram adaptadas às condições locais e, a princípio, apresentam custos elevados, viabilizando-se escalas de produção maiores do que as verificadas na região. A avaliação de diferentes sistemas de tratamento, verificando a sua eficiência nas condições da região e avaliando os custos são necessários de modo a se obter sistemas que atendam a necessidade dos produtores e da sociedade.

#### **9.4. Produção de suínos no sistema de cama sobreposta (deepbedding)**

A grande vantagem deste sistema em relação ao convencional é a produção de um resíduo com maior concentração de nutrientes, de natureza sólida e com maior facilidade de manejo. Ao contrário dos dejetos líquidos de suínos, a cama de aves tem seu uso como fertilizante disseminado, sendo que os excedentes são facilmente comercializados na própria região e mesmo para fora da região Oeste.

Nesse caso, haveria uma maior garantia do uso dos dejetos de suínos, um menor risco de acidentes e uma maior viabilidade do seu transporte da sub-bacia para outras regiões que não tivessem uma concentração tão elevada de animais.

A comercialização tanto da cama de aves como de suínos em propriedades com produção de nutrientes acima da capacidade seria uma alternativa importante. Na suinocultura parece ser necessário superar os riscos da maior proliferação da linfadenite em

lotes contaminados. Outro fator que pesa é o aumento na demanda do substrato para a cama de suínos, competindo com a avicultura. Por último, avaliar qual a distância que seria economicamente viável o transporte deste substrato a ser utilizado como biofertilizante.

A seguir é apresentada uma simulação dos efeitos sobre o balanço geral do N e P, considerando os níveis de produtividade P1 e P2, caso somente se retirasse a cama de aviário da sub-bacia. A produção de dejetos de aves sobre cama representa 34,9% do N e 52,8% do P excedente da pecuária. Viabilizando o transporte para fora da sub-bacia, haveria uma grande redução nos excedentes finais de N e P.

No nível de produtividade P1, sem considerar a volatilização do N e considerando somente o excedente devido a pecuária, retirando-se a parcela das aves, o saldo de N e P passaria, respectivamente, de 551.036 e 121.368 kg para 334.382 e 51.038 kg. Para o nível de produtividade P2, os valores finais de N e P seriam de 283.430 e 41.849 kg, respectivamente.

Nesse caso, poderia se supor que na maioria das propriedades ou setores da sub-bacia seria suficiente transportar os dejetos de aves, não sendo necessário a produção do suíno sobre cama. Essa conclusão pode até ser válida na análise do global da sub-bacia, porém nas propriedades individualmente há necessidade de se transportar dejetos de suínos para fora, processo caro para dejetos líquidos diluídos. Além disso, a produção sobre cama apresenta menores riscos a acidentes ambientais.

## **9.5. Aproveitamento da capacidade de depuração e afastamento de poluentes através dos recursos hídricos da região (escoamento superficial)**

Várias experiências têm discutido a proposição das vazões  $Q_{7,10}$  e  $Q_{95}$  como base para a outorga do uso da água. Dentre os usos possíveis da água está o recebimento de resíduos das atividades humanas. Porém, é necessário avaliar qual o impacto deste uso sobre o recurso hídrico.

É importante avaliar a capacidade que o Lajeado dos Fragosos teria de receber dejetos e ainda assim manter condições a atender os demais usos. A seguir será estimada a quantidade de N e P que o Lajeado dos Fragosos poderia suportar sem que os limites de qualidade da água para rios de classe dois fossem ultrapassados.

Em virtude do método bastante expedito usado na determinação da vazão nas campanhas de monitoramento no Lajeado dos Fragosos e mesmo a impossibilidade de tomar medidas durante grandes vazões, se fará uso de um estudo de regionalização de vazões que está disponível para a região. O limitante desta regionalização é que a escala das bacias são maiores do que a do Lajeado dos Fragosos.

Através da simulação pelo software REHIDRO, obteve-se uma vazão média de longo período de  $1,7433\text{m}^3/\text{s}$ , a  $Q_{7,10}$  de  $0,166\text{m}^3/\text{s}$  e a curva de permanência aponta uma  $Q_{95}$  de  $0,174\text{m}^3/\text{s}$ .

Como condição será considerado que 100% da  $Q_{7,10}$  originada na área dos estabelecimentos agrícolas fosse usada com o objetivo de transportar N e P da sub-bacia e que a água natural da sub-bacia se encontrasse livre destes nutrientes e dessa forma todo o limite apresentado para classe 2 pudesse ser fornecido pela pecuária.

O primeiro ajuste é o da vazão, já que a área ocupada pelos estabelecimentos agrícolas é de 4.742 ha, a parte proporcional da  $Q_{7,10}$  equivale a uma vazão de  $0,1282\text{m}^3/\text{s}$ . Os limites para N e P baseados nos nitratos e fosfatos é de 10mg N/litro e 0,025mg P/litro. Nesse caso a capacidade de receber nitrogênio seria de 40.429kg/ano e de P de somente 101,07kg/ano.

Utilizando-se a totalidade da vazão média produzida na área agrícola, ter-se-ia uma vazão média ajustada para  $1,355\text{m}^3/\text{s}$ . Nessa vazão, seria possível dissipar em torno de 427.312kg/ano de N e 1.068kg de P.

No caso do N, considerando as perdas por volatilização, a reorganização do uso do solo, o aumento da produtividade e a capacidade total de diluição da vazão  $Q_{7,10}$  produzida nos estabelecimentos agrícolas, ainda assim não se alcançaria uma situação de equilíbrio. Para isso, seria necessário avançar na questão da nutrição para que fosse atingida uma situação favorável e, desse modo, dispensar ajustes relativos à desconcentração da produção ou a utilização de sistemas de tratamentos que permitam a exportação de nutrientes para fora da sub-bacia.

Para o P, mesmo com todos os aspectos mencionados para o N e com o uso total da capacidade de diluição da vazão média de longo prazo ainda existiriam excedentes consideráveis. Nesse caso, a saída seria a desconcentração da produção ou a implantação de sistemas de produção (cama sobreposta) ou sistemas de tratamento que viabilizem o transporte do P para fora da sub-bacia.



## 10. Considerações finais

A aplicação do balanço de massas aproximado para o N e o P, neste trabalho, demonstrou algumas das possibilidades que tal instrumento traz como apoio à gestão ambiental em regiões com alta concentração de criações animais. As suas possibilidades podem ser resumidas nas seguintes questões:

- Fornece uma estimativa da quantidade de nutrientes excedentes da atividade pecuária levando em consideração informações locais. O modelo utilizado mostrou sensibilidade às variações de manejo nutricional e índices de produtividade das atividades (bovinos e suínos) nas UdPs. Com isso é possível ter estimativas mais próximas das condições das UdPs, evitando a utilização de índices gerais, normalmente apresentados em função das categorias animais e peso vivo;
- Permite estimar a capacidade de absorção dos nutrientes nos sistemas de culturas das UdPs a partir de índices de produtividade próprios.
- Possibilita avaliar o balanço de nutrientes para diferentes cenários futuros, tanto no sistema de criação animal como no sistema de culturas. A capacidade de resposta do balanço de nutrientes a mudanças na nutrição animal ou nos índices de produtividade pode prever os resultados obtidos em termos de excreção de nutrientes e dessa forma antecipar se aquela medida terá o impacto desejado sobre os excedentes de nutrientes. Na área vegetal, verificar a absorção de nutrientes em diferentes cenários de sistemas de culturas, considerando mudanças de culturas produzidas, ampliação das áreas de cultivo e melhorias na produtividade das culturas.
- Auxilia na montagem de propostas de zoneamentos da produção animal em

função da possibilidade de avaliar a excreção e a exportação de nutrientes;

- Fornece informações sobre a quantidade de nutrientes excedentes da pecuária que não podem ser absorvidos na produção vegetal, permitindo (caso necessário) o planejamento de medidas complementares, ou mesmo avaliar o impacto dessas medidas sobre o excedente de nutrientes;
- Possibilita pesquisar relações entre os excedentes de nutrientes das atividades pecuárias e variáveis do rebanho. Essas relações possibilitam uma rápida avaliação dos excedentes de nutrientes produzidos. A precisão é menor do que se aplicado o balanço de nutrientes, porém é possível considerar algumas variáveis do rebanho local (índices técnicos), mesmo em estimativas rápidas, o que permite uma aproximação mais razoável do que no uso de índices gerais baseados somente nas categorias e peso dos animais. Na pior das hipóteses, permite estabelecer índices “regionais” baseados nas diferentes categorias de animais presentes nos rebanhos.
- O balanço pode ser aplicado tanto a uma única atividade, como a uma UdP ou mesmo a toda uma bacia hidrográfica. Pode levar em conta, além do balanço na área vegetal e animal, os efeitos dos tratamentos ou mesmo a capacidade de afastamento ou depuração dos recursos hídricos.

Dessa forma, o balanço de nutrientes é tanto um instrumento que possibilita o diagnóstico da realidade, quanto uma ferramenta de planejamento, pois permite quantificar os excedentes de nutrientes e estimar dos efeitos de mudanças no sistema sobre estes.

A possibilidade de adequar o balanço à disponibilidade de dados, podendo ampliar ou reduzir as variáveis consideradas, torna este um instrumento bastante flexível. Por exemplo, ele pode considerar, além dos insumos, outras saídas como, a volatilização de amônia no caso do N, ou outras entradas, como a deposição atmosférica ou a fixação biológica. Outro aspecto importante é a possibilidade de aplicar o balanço de nutrientes em diferentes escalas, desde a uma atividade dentro de uma propriedade até a uma bacia hidrográfica.

O balanço de nutrientes proposto nesse trabalho também possui limitações. Primeiro, são, geralmente, necessárias algumas simplificações para tornar possível sua aplicação. A cada simplificação há perdas de informações do sistema. Dessa forma, os resultados obtidos

devem ser avaliados levando em conta as limitações que essas simplificações implicam.

Segundo, o uso de teores ou índices médios para estimar a entrada e saída de nutrientes (via insumos, produtos e volatilização de N) introduz incertezas nos resultados obtidos pelo balanço de nutrientes.

E, por último a necessidade de maior número de informações e a necessidade de processamento destas podem impossibilitar sua aplicação. Minimamente, é necessário um sistema de controle nas UdPs que forneça as informações dos insumos que ingressam para cada atividade e da produção obtida, as quais serão utilizadas para determinar as entradas e saídas de nutrientes.

Como meio de verificação fez-se um estudo de caso na sub-bacia do Lajeado dos Fragosos, Município de Concórdia. Foi possível observar a aplicação do balanço de nutrientes no diagnóstico da situação atual e como instrumento de planejamento, permitindo a discussão de diferentes cenários possíveis para a sub-bacia.

Como destacado acima, quando se aponta as limitações do instrumento, deve-se sempre ter em mente que o resultado do balanço de massas de nutrientes depende em muito das simplificações assumidas e da qualidade dos dados usados para alimentá-lo. As considerações a seguir apresentadas em relação à sub-bacia, principalmente na análise individual das UdPs, devem levar em conta as limitações, em relação aos dados disponíveis, levantadas ao longo do trabalho.

Para a sub-bacia do Lajeado dos Fragosos, considerando o cenário atual mais provável de criações animais e cultivos, os excedentes de nutrientes, principalmente da suinocultura e da avicultura (mesmo sem considerar o ingresso via fertilizantes) superam a capacidade de exportação da produção vegetal em dez vezes para o N (sem considerar a volatilização) e oito vezes para o fósforo.

No cenário mais favorável, que resulta praticamente na duplicação da produção de grãos e leite e sem uso de adubos sintéticos nos cultivos e com o mínimo de concentrados na bovinocultura (mesmo considerando uma produtividade mais alta das vacas que na situação atual), os excedentes ainda são consideráveis, sendo que o excedente de P da pecuária é quatro vezes maior que a exportação via produtos. A situação seria ainda mais grave no P se em vez dos dados do balanço fossem usados os índices do USDA (1996) para estimar sua excreção.

Na sub-bacia do Lajeado dos Fragosos, é possível afirmar que os excedentes de N e P, principalmente este último, excedem em muito a quantidade de nutrientes absorvida pela

produção vegetal. Mesmo que se considere a reorganização da produção vegetal na sub-bacia e aumentos significativos na produtividade das culturas, não é possível destinar a totalidade dos dejetos à produção vegetal sem correremos o risco de poluirmos cada vez mais os recursos hídricos da região. O excedente ao qual deve se dar destino supera a capacidade de afastamento de rejeitos do Lajeado dos Fragosos (considerando os índices para rios de classe 3).

Nesta sub-bacia são necessárias medidas ou que reduzam o ingresso de nutrientes, como mudanças nutricionais (que reduzam a excreção) e redução do plantel de suínos e aves, ou então o transporte desses dejetos (tratados ou não) para áreas além dos limites da sub-bacia.

Na análise das UdPs de forma isolada, considerando o uso dos dejetos na própria unidade, a situação se torna mais crítica para um grande número de produtores. Os sistemas de cultivos de mais de 60% das UdPs, considerando o cenário atual mais provável, exportam menos de 25% do N (sem considerar a volatilização) e do P. Caso se considere índices de produtividades praticamente três vezes superiores à média encontrada na região de Concórdia, temos ainda mais de 40% das UdPs exportando menos de 25% do N e do P excretado via produção vegetal.

Essa situação encontrada nas UdPs reforça a recomendação sugerida para a sub-bacia e demonstra a necessidade de medidas urgentes, de forma a reduzir esses excedentes que acabam por ter como destino final os recursos hídricos da região.

## 11. Referências

ANDRADE, C.A.B.; PATRONI, S. M. S.; CLEMENTE, E; JACINTO, D. M.; BISO J.C. 2002. Efeito da adubação no rendimento e nos teores de nutrientes, proteína e triptofano nos grãos de duas cultivares de feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. **Anais ...** Viçosa: UFV. p. 685-688.

ANEJA, V.P.; CHAUHAN, J.P.; WALKER, J.T. 2000. Characterization of atmospheric ammonia emissions from swine waste storage and treatment lagoons. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 105, n. 9, p. 11535-11545.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA PECUÁRIA DE CORTE. 2000. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio.

BARCELLOS, L.A.R. 1991. **Avaliação do potencial fertilizante do esterco líquido de bovinos**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1991.

BARROW, N.J. 1987. Return of nutrients by animals. In: SNAYDON, R W. (Ed.) **Managed grasslands**. Amsterdam: Elsevier. p. 181-186. (Ecosystems of the World, 17B).

BASSO, C.J. 2003. **Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos**. 125 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

BATTYE, R.; BATTYE, W.; OVERCASH, C.; FUDGE, S. 1994. **Development and selection of ammonia emission factors**. Cincinnati: EPA.

BELLAVER C. 1997. Relações da nutrição animal com a poluição ambiental. In: WORKSHOP SOBRE DEJETOS, 1997, Concórdia. **Anais ...** Concórdia: EMBRAPA. p. 48-59.

BERETTA NETO, C.; KESSLER, A.M.; RIBEIRO, A.M.L. 2003. Dietas de baixa proteína suplementadas com aminoácidos para frangos de corte dos 21 aos 42 dias de idade: efeitos no desempenho e eficiência na utilização do alimento In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ. 1 CD.

BOUWMAN, A.F.; VAN DER HOEK, K.W. 1997. Scenarios of animal waste production and fertilizer use and associated ammonia emission for developing countries. **Atmospheric Environment**, Oxford, v. 31, n. 24, p. 4095-4102.

BRAZ, S.P; NASCIMENTO JUNIOR, D; CANARUTTI, R.B.; REGAZZI, J.; MARTINS, C.E; FONSECA, D.M. 2001. Reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo de *Brachiaria decumbens* 2. Degradação das placas de fezes e influência dos nutrientes liberados na pastagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 38., 2001, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: SBZ. 1 CD.

BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; LIMA, G.J.M.M.; VIOLA, E.S. 2000. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 995-1002.

BÜLL, L.T. 1993. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS. p. 63-145.

CABEZAS, W.A.R.L; KORNDORFER, G.H; MOTTA, S.A. 1997. Volatilização de  $\text{N-NH}_3$  na cultura de milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluídas em sistema de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 489-496.

CHURCH, D. C.; POND, W.G. 1988. **Basic Animal Nutrition and Feeding**. 3<sup>rd</sup> ed. New York: John Wiley. 472 p.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E.; BAHIA FILHO, A.F.C.; GUEDES, G.A.A. 1992. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p. 61-67.

COELHO, A.M.; FRAR, G.E. 2003. **Nutrição e adubação do milho**. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/deficiencia/deficiencia.html>>. Acesso em: 06 mar. 2003.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO. 1994. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul. 224 p.

CONTE, A.J.; TEIXEIRA, A.S.; FIGUEIREDO, A.V.; VITTI, D.M.S.S.; SILVA FILHO, J.C. 2002. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo do farelo de arroz em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 37, n. 4, p. 547-552.

CORSI, M.; MARTHA JÚNIOR, G.B. 1997. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 24., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba.: FEALQ. p. 161-192.

DARTORA, V.; PERDOMO, C.C.; TUMELERO, I.L. 1998. **Manejo de dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA. 41 p.

DERESZ, F.; MARTINS, C.E.; CÓSER, A.C. 2003. Produção de leite a pasto: caminhos e desafios. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ. 1 CD.

DOORM, M.R.J.; NATSCHKE, D.F.; MEEUWISSEN, P.C. 2002. **Review of emission factors and methodologies to estimate ammonia emissions from animal waste handling**. Cincinnati: Environmental Protection Agency. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/Pubs/600R02017/600R02017>>. Acesso em: 21 jun. 2003.

EEA. 2002. **Emission inventory guidebook**. 3<sup>rd</sup> ed. Copenhagen. Disponível em: <<http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR3/e>>. Acesso em: mar. 2003

EPAGRI. 1995. **Aspectos práticos do manejo de dejetos suínos**. Florianópolis. 160 p.

EPAGRI. 2000a. **Inventário das terras e diagnóstico sócio-econômico e ambiental sub-bacia hidrográfica Lajeado dos Fragosos**: Concórdia, SC. Florianópolis. 128 p.

EPAGRI. 2000b. **Padrões de referência de administração rural da Região Meio Oeste Catarinense: 1993-1998**. Florianópolis. 113 p.

FERREIRA, E. 1995. **A excreção de bovinos e as perdas de nitrogênio nas pastagens tropicais**. 124 p. Dissertação (Mestrado em Solos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FIREMAN, A.K.B.A.T.; FIREMAN, F.A.T. 1998. Fitase na alimentação de poedeiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 529-534.

FLOS, P. 2003. **Produtividade do eucalipto na região Oeste de Santa Catarina** [comunicação pessoal]. Em: 25 jun. 2003.

FREITAS, E.A.G.; DUFLOTH, J.H.; GREINER, L.C. 1994. **Tabela de composição químico-bromatológica e energética dos alimentos para animais ruminantes em Santa Catarina**. Florianópolis. EPAGRI. 333 p.

FUNDAÇÃO ABC PARA ASSISTÊNCIA E DIVULGAÇÃO TÉCNICA AGROPECUÁRIA. 2003. **Laboratórios**. Castro. Disponível em: <<http://www.fundacaoabc.org.br>>. Acesso em: 06 mar. 2003.

GONÇALVES, J.L.M. 2003. **Recomendações de adubação para Eucalyptos, Pinus e espécies típicas da Mata Atlântica**: documentos florestais. Disponível em: <<http://www.ipef.br/silvicultura/adubacao.html>>. Acesso em: 12 set. 2003.



GOSMANN, H. A. 1997a. **Estudos comparativos com bioesterqueira e esterqueira para armazenamento e valorização dos dejetos de suínos**. 126 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal Santa Catarina, Florianópolis.

GOSMANN, H.A. 1997b. Resultados comparativos com armazenagem de dejetos de suínos em esterqueira e bioesterqueira. In: WORKSHOP SOBRE DEJETOS, 1997, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA. p. 19-22.

GROOT KOERKAMP, P.W.G.; METZ, J.H.M.; UENK, G.H.; PHILLIPS, V.R.; HOLDEN, M.R.; SNEATH, R.W.; SHORT, J.L.; WHITE, R.P.; HARTUNG, J.; SEEDORF, J.; SCHRÖDER, M.; LINKERT, K.H.; PEDERSEN, S.; TAKAI, H.; JOHSEN, J.O.; WATHES, C.M. 1998. Concentrations and emissions of ammonia in livestock buildings in Northern Europe. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, n. 70, p. 79-95.

GUIVANTT, J. S.; MIRANDA, C.M. 1999. As duas caras de Jano: agroindústrias e agricultura familiar diante da questão ambiental. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 16, n. 3, p. 85-128.

HARTWING, L.H.; BECKMAN, O.C. 1994. Ammonia Exchange between crops and air. **Norwegian Journal of Agricultural Sciences**, As, v. 14, n. 1, p. 5-41.

HENNING, A.A.; CAMPO, R.J.; SFREDO, G.J. 1997. **Tratamento com fungicidas, aplicação de micro nutrientes e inoculação de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA. 6 p. (Comunicado Técnico, 58)

HERINGER, I.; JACQUES, A.V. A. 2002. Qualidade da forragem de pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p.399-406.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; CAMPO, R.J. 1997. **A inoculação da soja**. Londrina: EMBRAPA. 28 p. (Circular Técnica, 17).

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. 1993. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 49, p. 119-199.

HUMPHREYS, L.R. 1991. **Tropical pasture utilization**. Cambridge: Cambridge University, Press. 206 p.

IBGE. 1996. **Censo Agropecuário 95/96: Santa Catarina**. Rio de Janeiro.

ICEPA. 1990. **Diagnóstico geral do setor agrícola: evolução situação atual e perspectivas – oeste catarinense**. Florianópolis. 227 p.

ICEPA. 2001. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina: 2000-2001**. Florianópolis. 247 p.

KESSLER, A.M. 1992. **Efeito da proteína e lisina da dieta no metabolismo do nitrogênio de suínos em crescimento**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

KIRCHMANN, H. 1994. Animal and municipal organic wastes and water quality. In: LAL, R.; STEWART, A.B. (Ed.). **Soil processes and water quality**. Boca Raton. p.163-232.

KONZEN, E.A. 1997. Uso de dejetos de suínos como fertilizante situação e resultados. In: WORKSHOP SOBRE DEJETOS, 1997, Concórdia. **Anais ....** Concórdia: EMBRAPA. p. 58-59.

KONZEN, E.A. 2003. Reciclagem de água residuária da suinocultura. **Item, Rio de Janeiro**, n. 56/57, p.40-46.

LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I.; MENEZES, E.W. 1996. Qualidade nutricional. In: ARAUJO, R.S. et al.(Coord). **Cultura do Feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS. 786 p.

LARBIER, M; LECLERCQ, B. 1994. **Nutrition and feeding of poultry**. Nottingham: University Press.

LIMA, G. J. M. M. 2003. **Consumo de N e P em aves e suínos** [comunicação pessoal]. Em: 11 jun. 2003.

LOVATTO, P.A.; HAUSCHILD, L.; ALEBRANTE, L. 2003a. Modelagem da ingestão, retenção e excreção de nitrogênio pela suinocultura brasileira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ. 1 CD.

LOVATTO, P.A.; HAUSCHILD, L.; ALEBRANTE, L.; GARCIA, G.G. 2003b. Modelagem da ingestão, retenção e excreção de fósforo pela suinocultura brasileira. . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais ...** Santa Maria: SBZ. 1 CD.

MATHEUS, B.W.; SOLLENBERGER, L.E. 1996. Grazing systems and spatial distribution of nutrients in pastures: soil considerations. In: NUTRIENT Cycling in forage systems. Columbia: University of Missouri. p. 213-229.

MELLO, M.A.; TESTA, V.M.; FERRARI, D.L.; DORIGON, C.S. 2002. Agricultura familiar e modelos de produção de leite. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite. **O agronegócio do leite e políticas públicas para o seu desenvolvimento sustentável.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. p. 425-454.

MIRANDA, C.R.; PERDOMO, C.C.; SEIFFERT, N.F.; PAIVA, D.P.; SILVA, A.P. Diagnóstico sócio-econômico e ambiental da sub-bacia hidrográfica do Lageado dos Fragosos – Concórdia-SC. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, 2000, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: 2000. 1 CD.

MITCHELL, A. D.; SCHOLZ, A. M.; CONWAY, J.M. 1998. Body composition analysis of pigs from 5 to 97Kg by dual energy X-ray absorptiometry. **Applied Radiation and Isotopes**, New York, v. 49, n. 5/6, p. 521-523.

NICOLAIEWSKY S.; WENTZ I.; COSTA, O. A. D.; SOBESTIANSKY, J. 1998. Sistemas de produção de suínos. In: SUINOCULTURA intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: EMBRAPA. p. 12-26.

OKUYAMA, L. A. 1982. **Acúmulo de matéria seca, teores de nutrientes e maturação fisiológica em função da aplicação de nitrogênio e de 2,4-D como regulador de crescimento em milho.** 110 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

OLIVEIRA, P. A. V. de (Coord.). 1993. **Manual de manejo e utilização de dejetos de suínos.** Concórdia: EMBRAPA. 188 p. (Documento n. 27).

OLIVEIRA, I.P.; ARAUJO, R.S.; DUTRA, L.G. 1996. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, R.S. et al. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Piracicaba: POTAFOS. 786 p.

OLIVEIRA, I.P.; THUNG, M. D. T. 1998. Nutrição mineral. In: CULTURA do feijão. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. p. 175-212

OLIVEIRA, P.A.V. 2001a. Produção e manejo de dejetos de suínos. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **A produção animal na visão dos brasileiros.** Piracicaba: FEALQ. p. 164-177.

OLIVEIRA, P.A.V. 2001b. Sistema de produção de suínos em cama sobreposta “Deep Bedding”. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9., 2001, Gramado. **Anais ...** Gramado. 1 CD.

OLIVEIRA P.A.V. 2002. Suínos em cama sobreposta. **Suinocultura Industrial**, São Paulo, n.5. p. 10-18.

OLIVEIRA, V.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; GARCIA, A.N.; ROSA É.V.H.; COSTA, L.B. 2003a. Influência de rações com baixos teores de proteína bruta no balanço de nitrogênio de suínos em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ. 1 CD.

OLIVEIRA, R.F.M.; ORLANDO, U.A.D.; DONZELE, J.L.; VAZ, G.M.V.; FERREIRA, A.S.; GENEROSO, R.R.A.; REZENDE, W.O. 2003b. Redução da proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos para leitoas mantidas em ambiente termoneutro dos 30 aos 60kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ. 1 CD.

OLIVEIRA, R.F.M.; ORLANDO, U.A.D.; DONZELE, J.L.; VAZ, G.M.V.; SIQUEIRA, J.C.; GENEROSO, R.R.A. 2003c. Redução da proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos para leitoas mantidas em ambiente termoneutro dos 60 aos 100kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ. 1 CD.

PALHARES, J.C.P.; PERDOMO, C.C.; PILLON, C.N.; PAIVA, D.P.; MIRANDA, C.R.; SILVA, A.P. 2002. Caracterização dos dejetos de suínos na bacia do rio Fragosos. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 1., CONGRESSO DE SUINOCULTURA DO MERCOSUL, 3., CONGRESSO DA ALVEC., 9., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais ...** Foz do Iguaçu. p. 305-306.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. (Ed.). 1996. **Soil microbiology and biochemistry**. 2<sup>nd</sup> ed. San Diego: Academic Press. 340 p.

PENZ, A. M. JR.; A influência da nutrição na preservação do meio ambiente. In: 5<sup>o</sup> SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 2002. Expo Center Norte, SP. **Anais eletrônicos ..** São Paulo. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/publicacoes>. Acesso em: 15 mai. 2002.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M. 1998. Considerações sobre a questão dos dejetos e o meio ambiente. In: SUINOCULTURA intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: EMBRAPA.

PERDOMO, C. C.; CAZZARÉ, M. 2001. Sistema Dalquim de tratamento de resíduos animais. Concórdia: EMBRAPA. 3 p. (Comunicado Técnico, 284).

PERDOMO, C.C., LIMA, G.J.M.M., NONES, K. 2001. Produção de suínos e meio ambiente. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9., 2001, Gramado. **Anais ...** Gramado. p. 8-24.

PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CASSINI, S.T.A.; CHAGAS, J.M. 1999a. Concentração de nitrogênio orgânico, nitrato e molibidênio em feijoeiro em resposta a adubação com molibidênio. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 2., 1999, Lages. **Anais ...** Lages: UDESC. p. 269-273.

PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CASSINI, S.T.A.; CHAGAS, J.M. 1999b. Remoção de nutrientes pelos grãos do feijoeiro “ouro negro” em resposta “a adubação foliar com molibidênio. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 2., 1999, Lages. **Anais ...** Lages: UDESC. p. 274-278.

RODRIGUES, M.B; KIEHL, J.C. 1986. Volatilização de amônia após o emprego de uréia em diferentes doses e modos de aplicação. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, Campinas v. 10, n. 1, p. 37-43.

ROSTAGNO, H.S. (Ed.) 2000. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV. 141 p.

RUBIO, D.; MARTINS, B.A.B.; TYMOSZCZENKO, A.; FERREIRA, J.H.M. 2003. **Adição de fitase microbiana reduz a excreção de fósforo para o ambiente em dietas para frangos de corte contendo farelo de trigo ou soja integral tostada ou extrusada**. Disponível em: <<http://www.usp.br/siicusp/11osiiicusp/ficha3980.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2003.

RUSSELLE, M.P. 1997. Nutrient cycling in pasture. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa. p. 235-266.

SANTANA, R.C.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. 1999. Biomassa e conteúdo de nutrientes de procedências de *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus saligna* em alguns sítios florestais do Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 56, p. 155-169.

SCHERER, E.E.; CASTILHOS, E. G. 1994. Esterco de suínos de esterqueira e biodigestor na produção de milho e soja consorciados. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 19-22.

SCHERER, E.E.; AITA, C.; BALDISSERA, I. T. 1996. **Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos na região oeste catarinense para fins de utilização como fertilizante**. Florianópolis: EPAGRI. 46 p. (Boletim Técnico, 79).

SCHERER, E.E. 1998. **Utilização de esterco de suínos como fonte de nitrogênio: bases para adubação dos sistemas milho/feijão e feijão milho em cultivos de sucessão**. Florianópolis: EPAGRI. 49 p. (Boletim Técnico, 99).

SCHERER, E.E. 2001. Avaliação de fontes e épocas de aplicação de adubo nitrogenado na cultura do milho no sistema plantio direto. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 14, p.48-53.

SEGRANFEDO, M.A. 2000. **Análise dos riscos de poluição do ambiente, quando se usa dejetos de suínos como adubo do solo**. Brasília: EMBRAPA. 3 p. (Comunicado Técnico, 268).

SEGANFREDO, M.A. 2001. **Aplicação do princípio do balanço de nutrientes, no planejamento do uso de dejetos de animais para adubação orgânica**. Brasília: EMBRAPA. 5 p. (Comunicado Técnico, 291).

SEIFFERT, N.F.; GRAEFF, A. 1995. **Recomendações para manejo e alimentação do rebanho leiteiro - região Colonial do Rio do Peixe**. Florianópolis: EPAGRI. 61p. (Documentos, 170)

SILVA, A.J. da; LIMA JUNIOR, M.A; FERREIRA, N.C.M. 1995. Perdas de amônia por volatilização proveniente da uréia aplicada a solos de trópicos úmidos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 141-144.

SILVA, A. P. 2000. **Diagnóstico sócio, econômico e ambiental:** aspectos sobre a sustentabilidade da bacia hidrográfica dos Fragosos Concórdia/SC. 205 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SNIZEK JR, P.N.; KESSLER, A.M.; RIBEIRO, A.M.L.; PIRES, F.F.; RENZ, S.V. 2002. Influência dos níveis de consumo e da proteína dietética sobre a excreção nitrogenada em suínos In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 2002, Recife. **Anais ...** Recife: SBZ. 1 CD.

STEENVOORDEN J.H.A.M.; BRUINS, W.J.; VAN EERDT, M.M.; HOOGEVEEN, M.W.; HOOGERVORST, N.; HUIJSMANS, J.F.M.; LENEMAN, H.; VAN DER MEER, H.G.; MONTENEY, G.J.; RUITER, F.J. 1999. **Monitoring van nationale ammoniakemissies uit de landbouw.** Reeks Milieuplaning 6. Dienst Landbouwkundi Onderzoek, [S.l.]: DLO-Staring Centrum.

SUIDA, D.; BIOLATINA, A. 2001. Formulação por proteína ideal e consequências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL: proteína ideal, energia líquida e modelagem, 1., 2001, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: UFSM.

SUINOCULTURA INDUSTRIAL. 1997. São Paulo: Gessuli, v. 20, n. 126, Jan/Mar.

SUSKI, P.P. 2003. **Dados da atividade bovinos e suínos em propriedades da região Oeste Catarinense** [comunicação pessoal]. Em: 14 fev. 2003.

TALAMINI, D.J.D. 1999. Suinocultura em números. **Suinocultura Industrial**, São Paulo, p. 42, jun./jul.

TESTA, V.M; NADAL, R. de; MIOR, L.C.; BALDISSERA, I.T.; CORTINA, N.O 1996. **Desenvolvimento sustentável do oeste catarinense:** proposta para discussão. Florianópolis: EPAGRI. 247 p.



TESTA, V.M. 2003. **Produtividade potencial de leite nas condições da região Oeste Catarinense** [comunicação pessoal]. Em: 12 out. 2003.

VAN HORN, H.H.; NORDSTEDT, R.A.; BOTTCHEER, A.V.; HANLON, E.A.; GRAETZ, D.A.; CHAMBLISS, C.F. 1991. **Dairy manure management**: strategies for recycling nutrients to recover fertilizer value and avoid environmental pollution. Gainesville: Coop. Ext. Sew. Serv. (Circular 1016).

VIEITES, F.M.; MORAES, G.H.K.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; UMIGI, R.T.; RODRIGUES, A.L. 2003. Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre o desempenho de pintos de corte de um a 21 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria. SBZ. 1 CD.

VON SPERLING, M. 1995. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG.

VOTTO, A.G.O. 2000. **Uso do zoneamento para o controle da qualidade da água no oeste catarinense**. 116 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

USDA 1996. National engineering handbook: agricultural waste management field handbook – part 651. [S.l.]: United State Department of Agriculture. Disponível em: <<http://www.wcc.nrcs.usda.gov/awn/>>. Acesso em: 13 mar. 2002.

YAMADA, T. 2003. **Adubação balanceada da soja**. Disponível em: <[http://www.ppi-far.org/ppiweb/ltams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/ea2e3b170df5efe403256a9900640c96/\\$FILE/SojaYamada.doc](http://www.ppi-far.org/ppiweb/ltams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/ea2e3b170df5efe403256a9900640c96/$FILE/SojaYamada.doc)>. Acesso em: 10 out. 2003.

YAMAGUCHI, L.C.T.; MARTINS, P.C.; VILELA, D.; CARNEIRO, A.V. 2002. Eficiência em sistemas de produção de leite na região sul do Brasil. In: O AGRONEGÓCIO do leite e políticas públicas para o seu desenvolvimento sustentável. Juiz de Fora: EMBRAPA. p. 325-350.

WIETHÖLTER, S. 2002. Revisão das recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 4., 2002, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: UFRGS.

WILKINSON, S.R.; LOWREY, R.W. 1973. Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. In: BUTTLER, G.W.; BALLEY, R.W. (Ed.). **Chemistry and biochemistry of herbage**. New York: Academic Press. v. 2, p. 247-315.

## **ANEXO A**

A Figura A1 apresenta a localização da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos em relação ao município de Concórdia e ao Estado de Santa Catarina. A Figuras A2 apresenta o mapa planialtimétrico da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos.

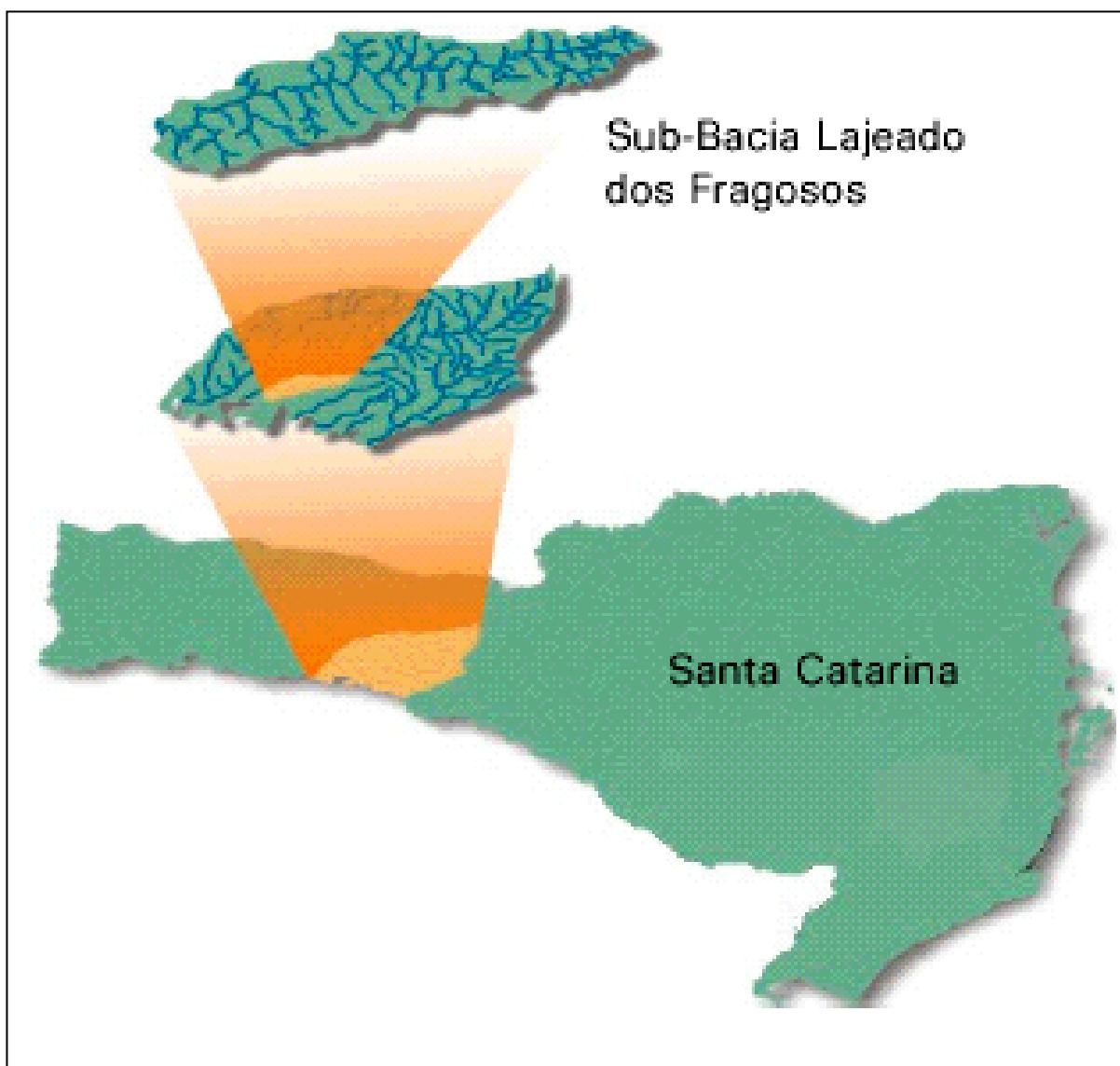


Figura A1 – Localização da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos.

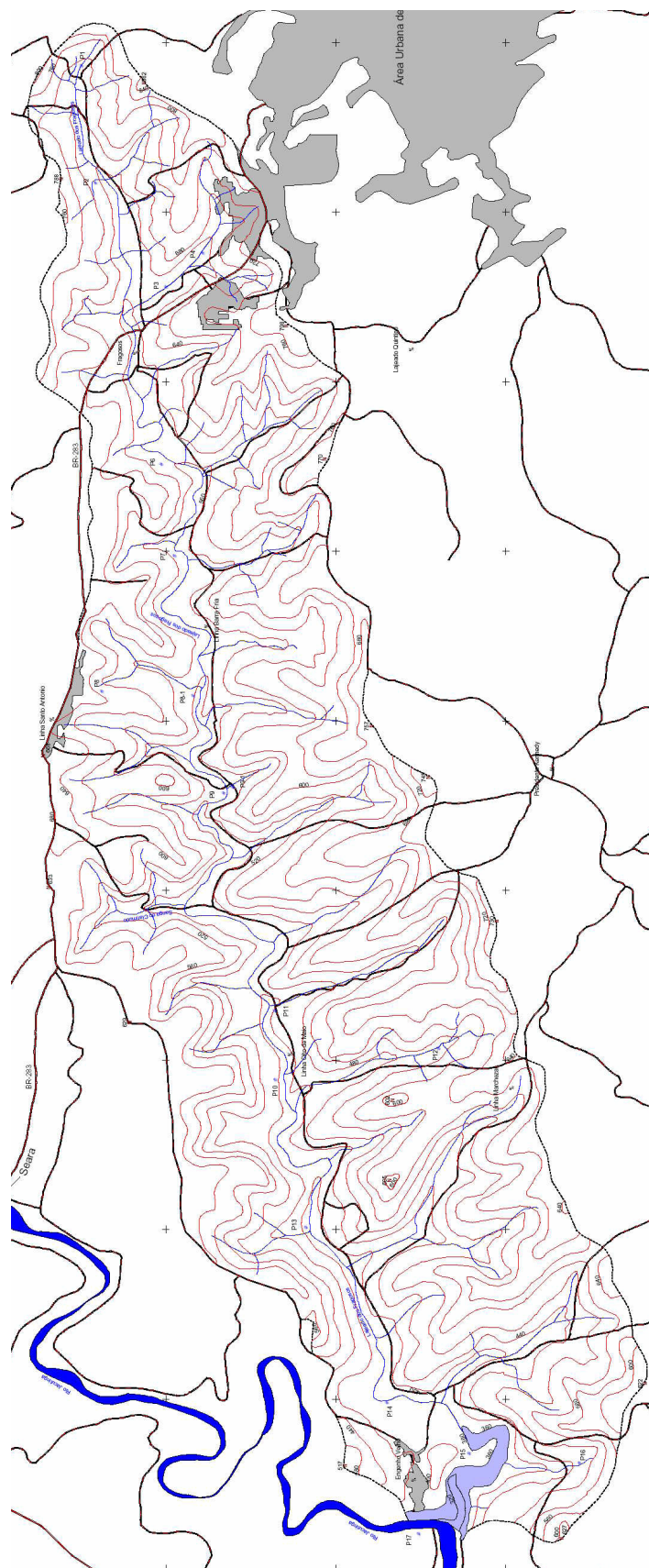


Figura A2 – Mapa planialtimétrico da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos (adaptado : EPAGRI 2000a)

## ANEXO B

Teores de N e P utilizados para calculo da importação de nutrientes via alimentos da na pecuária (bovinos e suínos)

TABELA B1 - Teores de N e P utilizado para calcular a importação de nutrientes via alimentos na pecuária (bovinos e suínos)

Produto	Teores em %	
	Nitrogênio	Fósforo
Milho	1,37	0,24
Concentrado (genérico)	5,28	1,30
Farelo de arroz	2,11	1,61
Farelo de soja	7,29	0,59
Farelo de trigo	2,65	0,94
Premix	0,05	4,00
Residuo de cereais	1,36	0,27
Silagem de milho (espiga)	1,04	0,19
Rações diversas	0,08	4,00
Raspa de mandioca	0,29	0,07
Triticalle	1,83	0,24
Nutrisuper	2,72	0,40
Suigold	0,00	6,50
Salmineral (genérico)	0,00	6,50
Trigo	2,00	0,32
Leite em pó	4,16	0,71
Banha	0,00	0,00
Açucar	0,00	0,00
Granulado	2,96	0,55
Ração Pré-inicial	2,72	1,10
Ração Inicial	0,56	6,00
Ração Crescimento	0,05	4,55
Ração Engorda	0,01	3,20
Ração Gestação	0,05	5,74
Torta de soja	7,29	0,59
soja	6,00	0,49
Cama de aves (ao redor do coxo % MS)	3,88	4,00