

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**AVALIAÇÃO DA EXPANSÃO DA SUINOCULTURA PARA A  
MICRORREGIÃO DE CURITIBANOS**

**Roberta Becker Montibeller**

**FLORIANÓPOLIS (SC)  
JULHO/2009**

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**AVALIAÇÃO DA EXPANSÃO DA SUINOCULTURA PARA A  
MICRORREGIÃO DE CURITIBANOS**

**Roberta Becker Montibeller**

Trabalho apresentado à Universidade Federal  
de Santa Catarina para Conclusão do Curso de  
Graduação em Engenharia Sanitária e  
Ambiental

Orientador  
Prof. Dr. Paulo Belli Filho

FLORIANÓPOLIS (SC)  
JULHO/2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

AVALIAÇÃO DA EXPANSÃO DA SUINOCULTURA PARA A  
MICRORREGIÃO DE CURITIBANOS

ROBERTA BECKER MONTIBELLER

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos  
para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e  
Ambiental–TCC II

BANCA EXAMINADORA:



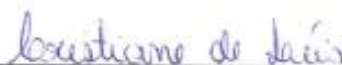
---

Prof. Dr. Paulo Belli Filho  
(Orientador)



---

Dra. Iria Sartor Araújo  
(membro da banca)



---

Msc. Cristiane Maria de Léis  
(membro da banca)

FLORIANÓPOLIS (SC)  
JULHO/2009

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Dr. Paulo Belli Filho, que muito bem me orientou no decorrer do trabalho.

Ao professor Dr. Cesar Augusto Pompêo, que muito colaborou com sua metodologia de ensino para realização deste trabalho de conclusão de curso.

A Márcia Mondardo (membro da equipe do Levantamento Agropecuário Catarinense da Epagri), Lúcio Almeida (gerente da agroindústria Copercampos), ao Thobias L. Rotta Furlanetti (engenheiro da Secretária de Desenvolvimento Sustentável) e outros que forneceram dados e colaboraram com a realização deste trabalho.

Aos membros participantes da banca examinadora por aceitarem o convite e se disporem a contribuir com suas experiências e conhecimento, oferecendo críticas, sugestões e recomendações.

E, por fim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para realização desta pesquisa, principalmente meus familiares.

## RESUMO

A produção de suínos em Santa Catarina está em expansão para a região centro-oeste do estado, principalmente para a microrregião de Curitibanos. O presente trabalho tem o objetivo de avaliar o limite de suporte, ou de capacidade ambiental, da microrregião em relação à atividade suinícola. Para isso, constatou-se qual a área disponível de destinação dos dejetos suínos e calculou-se a área necessária para lançar o volume de dejetos gerados na criação, tendo em vista os valores máximos de lançamento fixados em legislação ambiental vigente e também, a recomendação para as culturas agrícolas. Também foram realizadas visitas à granjas criadoras de suínos, para verificar a adequação das mesmas em relação à legislação ambiental. A meta deste estudo foi verificar se a implantação da atividade na microrregião está voltada ao desenvolvimento sustentável, bem como apontar possíveis medidas de prevenção, adequação e correções para preservação ambiental. Com essas medidas será possível minimizar futuros impactos causados pela suinocultura.

**Palavras-chave:** suínos; microrregião de Curitibanos; desenvolvimento sustentável.

## ABSTRACT

The swine production in the State of Santa Catarina is expanding to the central-west region of the state, mainly to Curitibanos Microregion. This work aims to evaluate the limits of support or capacity environmental of the Microregion in relation to the swine breeding. For that, the area available for allocation of swine manure it was calculated the area needed to launch the amount of waste generated in the breeding, in view of the maximum fixed in current environmental legislation and the recommendation for the agricultural cultures. Visits to the swine breeding farms were also carried out to check their adequacy in relation to the environmental legislation. The main objective of this study is to verify if the implementation of the swine breeding in the microregion is focused on sustainable development, as well as indicate possible preventive, environmental corrections and adequacy measures. With those measures it will be possible to minimize futures impacts caused by the swine breeding.

**Key-words:** swine; Curitibanos Microregion; sustainable development.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Objetivos .....</b>	<b>11</b>
1.1.1 Objetivo geral .....	11
1.1.2 Objetivos específicos .....	11
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Suinocultura .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Sistemas de Produção de Suínos.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Características dos Dejetos Suínos.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Impacto Ambiental Causado por Dejetos Suínos .....</b>	<b>18</b>
2.4.1 Recursos Hídricos .....	21
2.4.2 Solo .....	23
2.4.3 Impactos no Ar.....	24
2.4.4 Incidência de Insetos e animais .....	25
<b>2.5 Armazenamento e Tratamento dos Dejetos .....</b>	<b>27</b>
2.5.1. Lagoa de Estabilização .....	29
2.5.1.1 Lagoa Anaeróbia.....	29
2.5.1.2 Lagoa Facultativa.....	30
2.5.1.3 Polimento do Efluente da Lagoa de Estabilização .....	31
2.5.2 Biodigestor.....	33
<b>2.6 Legislação Ambiental Aplicada na Suinocultura.....</b>	<b>35</b>
2.7.1 Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta – TAC .....	39
<b>2.7 Microrregião de Estudo.....</b>	<b>40</b>
<b>3. O MOVIMENTO DE EXPANSÃO PARA A MICRORREGIÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1 Cálculo da Quantidade de Dejetos Produzidos por Ano.....</b>	<b>43</b>
<b>5.1. Visita às Granjas .....</b>	<b>44</b>
5.1.1. Granja de Alta Tecnologia de Tratamento de Dejetos.....	44
5.1.1.1 Cálculo da Quantidade de Dejetos Produzidos.....	47
5.1.2. Granja de baixa tecnologia de tratamento de dejetos .....	48
5.1.2.1. Cálculo da Quantidade de Dejetos Produzidos.....	49
<b>5.2. Avaliação da Expansão para a Microrregião de Curitiba.....</b>	<b>50</b>
<b>6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>52</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>62</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Número de Suínos no Brasil de 2003 a 2007.....	13
Figura 2-Número de Suínos em Santa Catarina de 2003 a 2007.....	13
Figura 3- Número de Suínos na Mesorregião Serrana de 2003 a 2007.....	13
Figura 4- Número de Suínos na Microrregião de Curitiba de 2003 a 2007.....	13
Figura 5- Mapa e Perfil Hidrológico de Santa Catarina.....	41
Figura 6- Lagoa de Água Pluvial.....	44
Figura 7- Fluxograma da Granja de Alta Tecnologia de Tratamento de Dejetos.....	45
Figura 8- Caixa de Retenção.....	45
Figura 9- Decantador.....	45
Figura 10- Biodigestores.....	46
Figura 11- Queimadores de gás.....	46
Figura 12- Lagoa Anaeróbia.....	46
Figura 13- Decantador Primário.....	46
Figura 14- Lagoa Reserva.....	46
Figura 15- Lagoa Facultativa.....	46
Figura 16- Lagoa Aerada.....	47
Figura 17- Lagoa de Polimento.....	47
Figura 18- Núcleo com 6 chiqueiros.....	48
Figura 19-Chiqueiro.....	48
Figura 20- Esterqueiras.....	48
Figura 21- Silo com ração.....	49
Figura 22-Cocho de Alimentação para Suínos.....	49
Figura 23- Valas Laterais.....	49
Figura 24-Bebedouro.....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Número de Cabeças de Suínos nos últimos anos. ....	12
Tabela 2- Suínos por habitante no país, estado e microrregião de Curitiba.....	13
Tabela 3-Distribuição da utilização dos sistemas de produção de suínos no Brasil..	15
Tabela 4- Média diária de volume de dejetos por diferentes categorias de suínos....	17
Tabela 5- Riscos Ambientais mais comuns da criação confinada de suínos. ....	19
Tabela 6-Variação da faixa marginal de preservação em relação à largura dos rios.	37
Tabela 7- Número de Suínos e Bovinos na Microrregião do ano 2000 a 2007.....	42
Tabela 8- Volume de Dejetos Suínos por Hectare de Lavoura Temporária no Ano de 2003. ....	50
Tabela 9- Volume de Dejetos Suínos por Hectare de Lavoura Temporária no Ano de 2007. ....	51



## **LISTA DE SIGLAS**

**ABIEPCS:** Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína

**CIDASC:** Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina

**CONAMA:** Conselho Nacional do Meio Ambiente

**DBO:** Demanda Bioquímica de Oxigênio

**DQO:** Demanda Química de Oxigênio

**EIA/RIMA:** Estudo Prévio de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto do Meio Ambiente

**EMBRAPA:** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**EPAGRI:** Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A.

**FATMA:** Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina

**IBGE:** Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IN:** Instrução Normativa

**LAC:** Levantamento Agropecuário Catarinense

**LAI:** Licença Ambiental de Instalação

**LAO:** Licença Ambiental de Operação

**LAP:** Licença Ambiental Prévia

**MPSC:** Ministério Público de Santa Catarina

**SAU:** Superfície Agrícola Útil

**TAC:** Termo de Compromisso de Ajustamento de Condutas

**UFSC:** Universidade Federal de Santa Catarina

## 1. INTRODUÇÃO

Na mesma proporção em que aumenta a população mundial, também cresce a necessidade de produção de alimentos de origem animal, como a carne suína, por exemplo.

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de suínos, com aplicação do método intensivo de criação, para fins industriais. No ano de 2007 foram produzidos no país, aproximadamente, 36 milhões de suínos. Deste valor total, cerca de 20% foram apenas no estado de Santa Catarina (IBGE, 2008).

Considerando-se os estados de forma isolada, Santa Catarina, apesar de representar somente 1% do território nacional, é o maior produtor de suínos do país.

A maior parte da produção de suínos no Estado está concentrada na região oeste, que representa 28,7% da área total (27.370 km<sup>2</sup>) e detém 78,6% do rebanho de suínos (IBGE, 2008). A outra parcela situa-se na região sul de Santa Catarina, que se caracteriza por pequenas propriedades (95,3% possuem até 50ha), onde predomina a mão-de-obra familiar (SILVA, 2000).

A grande concentração de criadouros de suínos, principalmente em sistemas de confinamento, gerou um enorme impacto ambiental sobre o solo e os recursos hídricos das bacias hidrográficas da região oeste de Santa Catarina e, especialmente em relação às águas subterrâneas. Quando devidamente tratados, os dejetos podem ser usados como fertilizantes do solo, porém em excesso são prejudiciais ao mesmo. Seu potencial de risco ambiental exige medidas de prevenção. Para controlar a poluição provocada pelos suínos na região oeste, o Ministério Público do Meio Ambiente assinou um Termo de Compromisso de Ajustamento de Condutas (TAC) com os sindicatos e produtores locais.

A procura de novas áreas para produção suinícola, a fim de diminuir o impacto ambiental que a produção no oeste e sul provocaram, fez com que a atividade se expandisse para a região norte, microrregião de Canoinhas, e centro-oeste de Santa Catarina, microrregião de Curitibaanos.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foca-se, especialmente, na microrregião de Curitibaanos, por ser a mais recente de implantação dessa atividade e com grande capacidade de expansão da mesma.

Este estudo irá identificar o quadro atual da microrregião de Curitibaanos em relação à suinocultura, a fim de verificar qual o potencial de aumento da produção nesta área geográfica, no futuro.

O documento que agora é apresentado, e que relata o estudo, é desenvolvido em forma de Capítulos, com o objetivo de abordar as situações em relação à produção de suínos e o destino dos dejetos. O trabalho pretende contribuir para que a expansão da suinocultura para novas áreas ocorra com a manutenção das condições sanitárias e ambientais de forma sustentada.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

O estudo tem como objetivo principal analisar se a área de lavoura local comporta o volume de dejetos suínos produzidos. A importância disso é a constatação da necessidade de se limitar, ou não, a produção atual, ou se há possibilidade da atividade crescer dentro da microrregião. É necessário considerar o desenvolvimento sustentável, ou seja, que a atividade utilize de forma adequada os recursos ambientais existentes e adote medidas de controle eficazes de sua poluição.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Verificar qual a área de aproveitamento agrícola da microrregião e a área necessária para lançamento de dejetos suínos no solo, para analisar a capacidade suporte da microrregião;

- Identificar os riscos ambientais da expansão da suinocultura na microrregião de Curitiba, para que os mesmos possam ser controlados.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Suinocultura**

O consumo de alimentos de origem animal está aumentando e se expandindo mundialmente. Isso tem ocorrido principalmente por causa do aumento populacional, da urbanização, da mudança na dieta e do aumento de renda dos países em desenvolvimento (MIRANDA, 2007).

Porém, existem vários pontos de vista sobre o aumento do consumo de alimentos dessa origem. Miranda (2005) comenta que um ponto positivo seria o aumento nas oportunidades para a população rural, como uma fonte de renda, e melhoras nutricionais para a população pela ingestão de proteína animal. O mesmo autor ressalta que alguns observadores acreditam que, caso aumente a demanda por grãos para alimentação animal, os preços dos cereais podem elevar, com reflexos negativos sobre o preço e o consumo deste alimento. Outra consequência negativa observada pelo citado autor, é a grande concentração de criadouros de suínos próximos às cidades, o que contribui para o aumento da poluição urbana.

Acentua Miranda (2007) que alguns autores acreditam que o novo padrão de produção de animais, em grande escala e de forma concentrada, irá provocar o efeito SHE (*Social, Health and Environment*), ou seja, Social, Saúde e Meio Ambiente. O social pode ser através da exclusão de produtores tradicionais, que não conseguem acompanhar os novos padrões da produção. O efeito na saúde ocorre pela possibilidade de transmissão de doenças por animais criados em grande escala. Já o meio ambiente é afetado pela poluição, principalmente da água potável.

A carne suína é a mais consumida e produzida no mundo em comparação a outros tipos produzidos (bovina, ovina, caprina, galinácea), com um consumo médio mundial de 14,6 Kg por pessoa em 2001 (ROPPA, 2003). No Brasil o consumo *per capita* anual fica um pouco abaixo da média mundial, cerca de 13,44 Kg por habitante (ABIPECS, 2008).

Estudos e levantamentos realizados pela ABIPECS (2009) demonstram que a China é o país que mais consome carne suína, seguido pelos países da União Européia, Estados Unidos, Rússia, Japão e Brasil. Os três primeiros citados, além de serem os maiores consumidores, também são os maiores produtores, nessa mesma ordem. O Brasil é o quarto produtor mundial, seguido pelo Canadá e pela Rússia. Além disso, a ABIPECS (2008) informa que o Brasil é o quarto exportador de carne suína no mundo, ficando atrás apenas da União Européia, Estados Unidos e Canadá.

A atividade suinícola é de grande importância para a economia brasileira. Ela é desenvolvida basicamente em pequenas propriedades, principalmente em sistemas confinados de produção (MONTEIRO, 2005).

O Brasil possui grande potencial para a expansão da atividade. Isso porque ele apresenta algumas vantagens em relação a outros países, como: perspectivas de crescimento no mercado interno; baixa densidade geral de animais por hectare; baixo custo de produção; existência de adequada infra-estrutura física e logística; bom estado sanitário (MIRANDA, 2005; ROPPA, 2003).

Segundo Hadlich (2004) a região Sul do país é a principal produtora de suínos e é nela que nasceram e estão localizadas a sede ou matriz, das cinco maiores empresas produtoras e exportadoras de carne suína do Brasil. Em razão disto, a suinocultura contribui significativamente para a economia catarinense, com grande importância social, econômica e cultural (GAYA, 2004).

Com relação à densidade de suínos, Miranda (2007) fez uma comparação entre densidades médias de suínos em diversos países e apontou a Dinamarca com a maior concentração média do mundo, sendo de 299 suínos por Km<sup>2</sup>. Já o Brasil apresenta uma média de 4,17 suínos por km<sup>2</sup>, que pode ser considerada baixa. Porém, esse não é um bom indicador em relação ao grau de poluição da atividade no país, pois a produção está concentrada em algumas regiões.

Para Miranda (2005) a forma mais adequada de avaliação desse impacto é comparar o rebanho total com a Superfície Agrícola Útil (SAU). Sendo que fazem parte da SAU a terra arável limpa, área com culturas permanentes, superfície forrageira e horta, menos a área florestal, ou seja, são as terras que se pode aproveitar no estabelecimento agrícola. Porém esta informação não existe nos dados do IBGE.

Para ter uma noção do grau de impacto comparando regiões Miranda (2007) recomenda dividir a quantidade de suínos pela área de lavoura temporária de cada mesorregião que se deseja estudar.

A quantidade de suínos na área de trabalho do presente estudo cresceu desde o ano de 2003, ano do último levantamento agropecuário realizado pela Epagri, o que pode ser observado na Tabela 1.

**Tabela 1 - Número de Cabeças de Suínos nos últimos anos.**

	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Brasil</b>	32.304.905	33.085.299	34.063.934	35.173.824	35.945.015
<b>Santa Catarina</b>	5.432.143	5.775.890	6.309.041	7.158.596	7.156.013
<b>Mesorregião Serrana</b>	173.351	149.307	153.175	152.215	216.122
<b>Microrregião de Curitiba</b>	101.766	79.586	84.090	83.985	160.980

Fonte: IBGE (2008), adaptada pela autora.

Com os dados da tabela acima foram montados gráficos para avaliação do número de suínos (Figura 1- **Número de Suínos no Brasil de 2003 a 2007.**, Figura 2, Figura 3 e Figura 4).

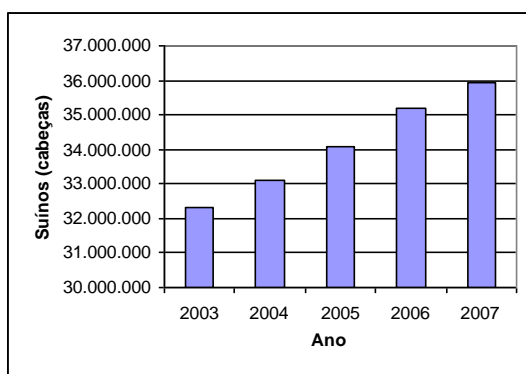


Figura 1- Número de Suínos no Brasil de 2003 a 2007.

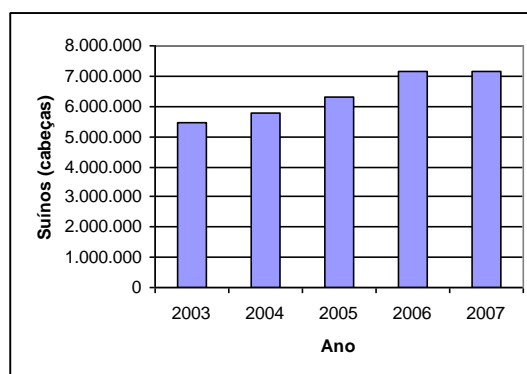


Figura 2- Número de Suínos em Santa Catarina de 2003 a 2007.

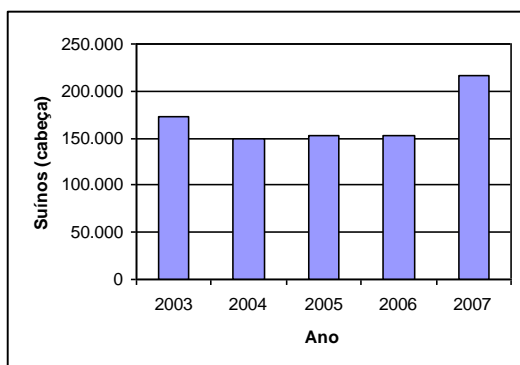


Figura 3- Número de Suínos na Mesorregião Serrana de 2003 a 2007.

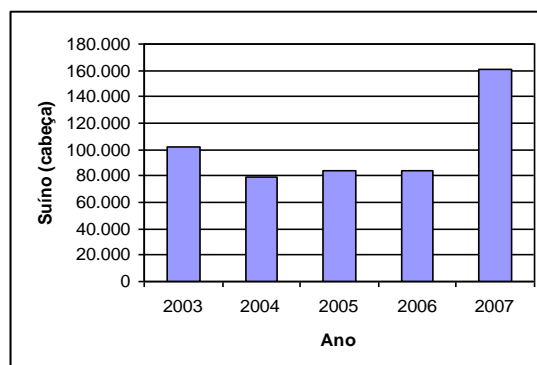


Figura 4- Número de Suínos na Microrregião de Curitiba de 2003 a 2007.

Através da tabela e das figuras acima podemos perceber que do ano de 2003 a 2007 a quantidade de suínos aumentou proporcionalmente no país, em média 3% ao ano, enquanto que em Santa Catarina (SC), de 2006 a 2007 houve, praticamente, uma estabilização do número de animais. Em 2007 Santa Catarina produziu 23% do total de cabeças de suínos do país. Já a mesorregião Serrana, na qual a área de estudo está incluída, apresentou um crescimento no número de suínos de 2006 a 2007 de 43%. O número de suínos na Microrregião de Curitiba aumentou bruscamente nos últimos anos, chegando a aumentar em 92% o número de animais do ano de 2006 ao ano de 2007.

A Tabela 2 apresenta a quantidade de suínos e habitantes no país, estado e microrregião no ano de 2007 e faz uma proporção entre estes valores.

**Tabela 2- Suínos por habitante no país, estado e microrregião de Curitiba.**

	Suínos	Habitantes	Suínos/habitantes
<b>Brasil</b>	35945015	183987291	0.2
<b>Santa Catarina</b>	7156013	5866252	1.2
<b>Microrregião</b>	160980	117828	1.4

Fonte: IBGE (2008), adaptado pela autora.

De acordo com esta tabela, a proporção no Brasil é de 0.2 suínos por habitantes. Já em Santa Catarina tem-se 1.2 suínos por habitante, ultrapassando em muito a média do país.

A microrregião de Curitiba é uma área de produção de suínos recente em relação ao oeste do estado; nesta a proporção entre cabeças de suínos e habitantes aumentou muito em pouco tempo e chegou a 1.4 suínos/habitante em 2007.

Porém, neste ano, 2009, foram inauguradas duas granjas no município de Curitiba. Na primeira delas o ciclo termina no desmame dos leitões e irá desmamar cerca de 140.000 animais por ano. Já a segunda, realiza somente a engorda do leitão, etapa chamada de terminação, e pretende engordar mais de 18 mil animais por ano. Com esses dados conclui-se que a proporção de suínos por habitantes, caso a quantidade de habitantes permaneça inalterada, será de aproximadamente 2.8 suínos/habitante, ultrapassando bastante a média do estado.

Adverte Miranda (2005) que altos índices de concentração de animais por área aumentam a chance de danos ambientais, que podem ser reduzidos com formulação de leis ou políticas oficiais mais rígidas. O autor complementa dizendo que até há pouco tempo essas questões ambientais não tinham importância e raramente eram consideradas pelos especialistas da área de produção animal.

Porém, em 1992, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro (ECO-92), chamou a atenção de políticos e cientistas quanto à importância do desenvolvimento sustentável da atividade agrícola. A ECO-92 aprovou um documento, conhecido como Agenda 21, que estabeleceu um acordo entre os países para a mudança do padrão de desenvolvimento global. Os países assumiram o compromisso de adotar em seus planos, metas para alcançar o desenvolvimento sustentável (BEZERRA e BURSZTYN, 2000).

## **2.2 Sistemas de Produção de Suínos**

Para analisar o impacto produzido pela criação de suínos é necessário que se conheça o sistema de produção destes animais no meio rural.

Isso porque os sistemas de produção também podem variar e, conseqüentemente, variar os níveis de impactos. Brasil, D., (2002) comenta que estes sistemas são classificados de acordo com características como o tipo de instalação, nível tecnológico e fase dos animais. A autora complementa afirmando que de acordo com a forma de criação, o sistema de produção de suínos pode ser classificado como extensivo ou intensivo.

No primeiro sistema, o extensivo, os animais são criados soltos, no campo, em todas as fases de seu crescimento (BRASIL, D., 2002; MONTEIRO, 2005; VIEIRA, 2006). Muitas vezes eles são criados em áreas de exploração de florestas adultas ou pomares de árvores adultas e de casca grossa (VIEIRA, 2006). Esse sistema apresenta baixos índices de produtividade e não é economicamente rentável, sendo geralmente utilizado em propriedades que criam suínos para consumo próprio, ou seja, que praticam subsistência (BRASIL, D., 2002; ASSIS, 2006; VIEIRA, 2006).

Este método de criação extensiva é mais praticado nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste do país. De acordo com Assis (2006) e Brasil, D., (2002) neste sistema não existe aplicação de hormônios de crescimento nos animais, resultando em uma produção dita natural, o que apresenta um produto final de melhor qualidade. Os autores afirmam que, com a dispersão dos dejetos pela área rural, a redução da poluição ocorre em razão da maior facilidade de decomposição dos dejetos gerados, produzidos em menor quantidade e dispostos em áreas maiores.

Já o sistema de produção intensiva, por sua vez, apresenta grande produtividade, aplicação de elevados recursos financeiros e geração de efluentes em um espaço relativamente restrito (VIEIRA, 2006). Geralmente, esse tipo de produção suína está vinculado ao processo de produção integrada, onde o criador recebe o

leitão (suíno pequeno) e entrega ao frigorífico o porco adulto, gerando-lhe renda pelo trabalho. Este sistema de produção intensiva pode ser classificado, de acordo com o processo de criação em: confinado, semi-confinado e ao ar livre (ASSIS, 2006; BRASIL, D., 2002; MONTEIRO, 2005; VIEIRA, 2006).

A distribuição da utilização dos sistemas de produção de suínos no Brasil é mostrada na Tabela 3.

**Tabela 3-Distribuição da utilização dos sistemas de produção de suínos no Brasil.**

Sistema/ano		1990	1995	2000
<b>Extensivo</b>		32,8%	25,5%	17%
<b>Intensivo</b>	<b>Confinado</b>	40%	48%	61%
	<b>Semi-confinado</b>	27%	26%	21%
	<b>Ar-livre</b>	0,2%	0,5%	1,0%

Fonte: Perdomo *et al.* (2001).

A tabela acima comprova que, realmente, a produção ao ar livre não é muito praticada no Brasil. Por outro lado, pode-se observar que a produção através do sistema confinado tem aumentado ao longo dos anos. Em razão do sistema confinado ser mais produtivo e lucrativo, do ponto de vista comercial, os produtores dão preferência a esta prática de criação. Além disso, esse tipo de produção facilita a coleta e o armazenamento dos dejetos suínos para posterior tratamento e/ou utilização (MONTEIRO, 2005).

A produtividade deste sistema ocorre pela criação de um elevado número de animais em espaço reduzido (BRASIL, 2002). Vieira (2006) aponta como conseqüência o fato de que o confinamento possibilita mecanizar o fornecimento de ração e de limpeza, o que gera economia de mão-de-obra, apesar de aumentar os investimentos iniciais.

Os sistemas de confinamento podem ser de alta tecnologia e eficiência ou de baixo custo e nível tecnológico. Este último foi sempre o mais usado nas áreas rurais de ocupação antiga, conhecido como método tradicional, por possuir um menor nível tecnológico e por ser mais barato e apresentar bons níveis de produção (BRASIL, 2002; MONTEIRO, 2005).

De acordo com Assis (2006) , o sistema de alta tecnologia apresenta alto índice de produtividade e possui como características fundamentais: caráter empresarial; confinamento dos animais em instalações especializadas projetadas com controle das condições ambientais; animais de alto potencial genético; intensa reposição de reprodutores; programas de prevenção das principais doenças; e programas de alimentação específicos para cada fase da vida do animal.

Já o sistema de baixo custo e/ou tecnologia possui como características principais o fato de a criação de suínos nem sempre ser a principal atividade da propriedade rural e de ocorrer variação da quantidade de produção (ASSIS, 2006).

Comparando as duas formas de confinamento, o tradicional é o que apresenta maior potencial de impacto sobre o meio ambiente natural (BRASIL, D., 2002). Isto ocorre devido ao reduzido emprego de tecnologia e à presença de condições menos eficientes de manejo (TESTA, 1996). Além disso, por causa do baixo orçamento, os animais são geralmente criados em instalações simples, com sistemas de armazenamento e tratamentos de dejetos precários e com baixa eficiência, o que leva a degradação do meio ambiente (VIEIRA, 2006).

O outro sistema, semi-confinamento, é pouco utilizado no estado catarinense e diferencia-se do confinado somente pelo fato dos animais terem acesso a pequenas áreas ao ar livre (com ou sem piquetes), com exceção dos animais em fase de engorda (ASSIS, 2006; BRASIL, D., 2002; VIEIRA, 2006). Este sistema precisa de um investimento inicial maior do que o ao ar livre e menor que o confinado; depende da quantidade de animais manejados em confinamento (VIEIRA, 2006).

O potencial de poluição ambiental é menor que os anteriores nesse sistema de semi-confinamento, pois os dejetos são repartidos entre a disposição aleatória no pasto e o tempo de concentração no confinamento. Como o manejo dos suínos no processo torna-se mais complicado, do ponto de vista econômico essa alternativa não é tão viável quanto as anteriores (ASSIS, 2006).

Segundo Assis (2006) e Vieira (2006) o sistema de criação ao ar-livre, é caracterizado por manter os animais nas fases de reprodução, maternidade e creche em piquetes e os suínos em fase de engorda confinados, com rotação das áreas ocupadas pelos animais. Os autores citam que este método é pouco freqüente em Santa Catarina, apesar de apresentar algumas vantagens, como: baixo custo de implantação, manutenção e produção; número reduzido de edificações; bom desempenho técnico; mobilidade das instalações; e facilidade na implantação e ampliação da produção.

Perdomo *et al.* (2001) comentam que em relação ao meio ambiente, a criação ao ar-livre, com os animais soltos, possui a vantagem de que os dejetos gerados são distribuídos, espalhados de forma natural no próprio local de produção. Porém, o autor cita como desvantagem que a intensificação desse sistema aumenta a poluição sobre os recursos naturais, principalmente da água e do solo.

Este problema ocorre, pois a ocupação do mesmo espaço e o lançamento contínuo de dejetos faz com que a cobertura vegetal se degrade, carreando efluentes animais para os rios, como também por causa da compactação e erosão do solo (PERDOMO *et al.* 2001).

### **2.3 Características dos Dejetos Suínos**

Os dejetos suínos são efluentes que apresentam coloração escura, odor desagradável e consistência que varia de líquida a pastosa (BARTHEL, 2007; HENN, 2005). Estes efluentes são compostos, basicamente, por: fezes e urina dos suínos; resíduos de rações; água proveniente do desperdício em bebedouros e da limpeza das baias; pêlos; poeiras; além de outros materiais minerais decorrentes do processo de criação (KONZEN, 1997).

De acordo com Barthel (2007) os dejetos suínos são muito concentrados em matéria orgânica biodegradável e possuem uma grande quantidade de contaminantes, como microorganismos patogênicos, cobre, zinco, arsênico e nitrogênio. Além disso, se a produção for confinada, Costa *et al.* (1995 *apud* BARTHEL, 2007) afirmam que os dejetos produzidos também apresentarão grandes concentrações de sólidos suspensos, óleos e graxas e fósforo.

É possível afirmar, segundo Gosmann (1997), que a quantidade e a composição dos dejetos variam em cada propriedade de criação de suínos. Essas características mudam conforme o manejo adotado, ou seja, de acordo com o tipo de produção suína e o manejo dos dejetos (BELLI FILHO, 2000). As características da variação da composição dos dejetos variam em função de: manejo adotado; tipo de



criação; construção das acomodações; tipo de bebedouros; sistema de higienização; estado psicológico dos animais; volume de água utilizado; declividade do solo; número e categoria dos animais; estações do ano; clima da região e nutrição do animal (ALVES, 2007; BELLI FILHO, 1995; GOSMANN, 1997; MONTEIRO, 2005).

Perdomo (2000) cita que as etapas de produção devem ser consideradas do manejo à utilização dos dejetos, sendo: coleta, armazenamento, tratamento e distribuição e utilização dos dejetos; na forma sólida, pastosa ou líquida. Para dimensionar as estruturas de coleta (segundo a produção diária máxima) e armazenagem (segundo o tamanho do rebanho e práticas de manejo adotadas) devem ser calculadas as quantidades de dejetos produzidos (HADLICH, 2004). A quantidade que um suíno produz por dia de dejetos, além de outros motivos citados anteriormente, varia de acordo com sua fase de crescimento. A Tabela 4 é uma organização de informações de diversos autores, formulada por Oliveira *et al.* (1993) e mostra a média diária de dejetos por diferentes categorias de suínos.

**Tabela 4- Média diária de volume de dejetos por diferentes categorias de suínos**

Categorias de Suínos	Esterco (kg/dia)	Esterco+ Urina (kg/dia)	Dejetos Líquidos (l/dia)	Estocagem (m <sup>3</sup> /suíno/mês)	
				Esterco +Urina	Dejetos Líquidos
<b>Suínos de 25 a 100kg</b>	2.30	4.90	7.00	0.16	0.25
<b>Reposição/Cobrição/Gestação</b>	3.60	11.00	16.00	0.34	0.48
<b>Porcas em lactação com leitões</b>	6.40	18.00	27.00	0.52	0.81
<b>Machos (cachaços)</b>	3.00	6.00	9.00	0.18	0.28
<b>Leitões em creche</b>	0.35	0.95	1.40	0.04	0.05
<b>Média</b>	2.35	5.80	8.60	0.17	0.27

Fonte: Oliveira (1993).

De acordo com ARAÚJO (2009)<sup>1</sup> esta tabela é utilizada por diversos pesquisadores e técnicos para calcular o volume de dejetos gerados, porém está bastante desatualizada, pois o estudo foi realizado em 1993. Araújo também comentou que é provável que este volume tenha reduzido nos últimos anos, pois o manejo adotado na criação de suínos atualmente leva em consideração a redução da quantidade de dejetos, através de métodos já citados.

Para calcular a quantidade de dejetos utilizam-se os dados médios de produção de dejetos líquidos diários da tabela acima, levando em conta o número de suínos presentes nas diferentes fases produtivas (DIESEL, 2002). Também pode ser utilizado o valor da média geral de produção de dejetos por suíno por dia, que nas condições ideais, é em torno de 8,6 litros (Tabela 4).

Porém, defendem Perdomo *et al.* (2003) que essas tabelas de composição, que relacionam o volume de dejetos e fase do animal, precisam ser ajustadas para cada situação. Para estes autores, devem ser levadas em consideração as variações de clima, material genético, nutrição, manejo e higiene. De acordo com os autores, o certo seria medir o volume produzido ao longo do tempo e fazer análises laboratoriais para determinar a efetiva carga, mas isso nem sempre é possível.

<sup>1</sup> Comentário de Iria Sartor Araújo durante a defesa deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Brasil (2002) leva em conta um outro fator que, de forma geral, influencia bastante na quantidade de dejetos produzidos, que é o consumo de água elevado. Ele ocorre pela utilização de equipamentos inadequados, ou pouco eficientes, e com instalações com problemas de dimensionamento e execução. Por esse motivo é muito importante implantar manejo hídrico nas granjas para reduzir o volume de dejetos (SINOTTI, 2005).

Dartora *et al.* (1998) fazem referência de que para reduzir a quantidade de água devem ser instalados bebedouros adequados, a aquisição de equipamentos de limpeza de baixa vazão e alta pressão e a construção de sistemas que escoem a água desperdiçada de bebedouros e de limpeza para sumidouros, ou outras formas de tratamento e reuso. Também deve ser evitada a entrada da água do telhado e das enxurradas nas calhas e esterqueiras, pois provoca o aumento do volume de água, o que traz como resultado o acréscimo no volume de dejetos, como visto acima.

O potencial poluidor da suinocultura é ressaltado por vários autores. Araújo (2007) adverte que o problema dos dejetos suínos é que sua capacidade poluidora é muito maior que a de outras espécies, como a humana. Seu potencial poluidor é aproximadamente quatro vezes maior do que o de uma pessoa (BEZERRA, 2002).

Evidentemente, há necessidade de planejamento e gestão ambiental dos dejetos suínos. Entretanto, estudos técnicos desenvolvidos por Belli Filho *et al.* (2001), informam que o problema dos dejetos é complexo e não existe, de imediato, uma única solução para controle dos problemas gerados, mas diversas alternativas. Os autores citam como alternativas o tratamento dos dejetos em sistemas biológicos como reatores anaeróbios e/ou lagoas e sistemas de armazenamento dos dejetos, os quais possuem pontos positivos e negativos.

Além destas providências, os autores citados defendem que são necessários programas de sustentabilidade da suinocultura, com estratégias que atinjam os componentes humano (formação de recursos humanos), técnicos (desenvolvimento de metodologias e tecnologias) e de sensibilização (educação ambiental).

## **2.4 Impacto Ambiental Causado por Dejetos Suínos**

A concentração da suinocultura e a falta de manejo, armazenamento e tratamento adequado dos dejetos têm contribuído para aumentar os impactos causados ao ambiente natural (BRASIL, 2002; VIEIRA, 2006).

O termo impacto ambiental é definido pela Resolução 306/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA- como:

“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais”.

Já a poluição é definida pela Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (6.938/81), art. 3º, como:

“a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos”.

Geralmente os dejetos são utilizados para fertilização agrícola, pois cerca de 50% do N (nitrogênio) contido nos dejetos está na forma mineral e, ao ser aplicado, tem efeito imediato no crescimento das plantas (CERETTA et al, 2003). Porém, quando o volume de dejetos é elevado, às vezes não são totalmente aproveitados para a fertilização e frequentemente são lançados diretamente nos cursos d'água. (MIRANDA, 2005). Isto leva a desequilíbrios ecológicos e poluição em função da redução do teor de oxigênio dissolvido, disseminação de patógenos e contaminação com amônia, nitratos e outros elementos tóxicos. Estes fatores podem comprometer a vida aquática e colocar em risco a saúde da população que utiliza essa água (GOSMANN, 1997; MIRANDA, 2005).

Outro motivo da suinocultura ser altamente poluidora no Estado, especialmente no oeste, é pelo fato da topografia do terreno apresentar-se bastante acidentado. Isso dificulta a incorporação dos dejetos ao solo, sendo os mesmos carregados facilmente das encostas para os mananciais d'água. (GASPAR, 2003).

Acrescentam Belli Filho *et al.* (2001), que fatores como a falta de formação de pessoas e de orientação técnica dos produtores e a ausência de controle ambiental pelos órgãos responsáveis, fazem com que a produção de dejetos crie conseqüências preocupantes.

As conseqüências no meio ambiente aparecem na forma de: contaminação da água e do solo; poluição atmosférica; proliferação de insetos (causando desconforto na população e problemas de saúde); impacto negativo sobre o turismo local, além de problemas de saúde por veiculação hídrica (BELLI FILHO *et al.*, 2001; CASAGRANDE, 2003; GAYA, 2004; MONTEIRO, 2005).

Os estudos de De Hann *et al.* (1995) mostram os riscos ambientais mais comuns associados com a criação confinada de suínos (Tabela 5).

**Tabela 5- Riscos Ambientais mais comuns da criação confinada de suínos.**

Recursos	Riscos	Fatores Fundamentais
Solo	Níveis tóxicos no solo	Manejo inadequado dos dejetos
	Poluição do solo com metais pesados (Cu, Zn, Cd)	Manejo inadequado das rações e dejetos
	Destruição da vegetação por chuva ácida	Emissão de amônia
Água	Poluição da água superficial e subterrânea	Manejo inadequado dos dejetos
	Redução do reuso água	Aumento do uso das fontes de água
Ar	Aquecimento global: emissão de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso	Aumento na emissão de gás responsável pelo efeito estufa
Biodiversidade	Redução da diversidade genética	Perda de raças nativas
	Aumento da suscetibilidade à doenças	Redução das resistências às doenças

Fonte: De Hann *et al.* (1995).

Alertam De Hann *et al.* (1995) que o risco de poluição de cada propriedade varia conforme: o tipo da granja (se é unidade de produção de leitões, de ciclo completo ou de terminação e se existem outras atividades, como criação de aves, gado de leite, gado de corte); a escala do empreendimento (pequeno, médio ou grande e a tecnologia empregada); o manejo utilizado para tratamento e disposição dos dejetos; o número de granjas similares ou comparáveis que geram dejetos, inclusive de outras atividades ou setores, num determinado ecossistema.

Miranda (2007) destaca que a poluição por dejetos suínos pode ser por fonte pontual ou difusa; nos dois casos existe risco de poluição de águas superficiais e profundas. A fonte pontual é aquela que pode ser bem definida, em locais específicos, visíveis e identificados, como instalações de suínos e locais de armazenagem de dejetos. Quando são lançados em grandes áreas, esses dejetos podem ser considerados fontes difusas de poluição.

Deve ser levado em conta que o meio ambiente possui uma capacidade/suporte natural que pode absorver certo nível ou quantidade de poluentes orgânicos e inorgânicos. Esse nível não pode ser ultrapassado, pois pode levar à deterioração da qualidade das águas e plantas e em variações químicas, físicas e biológicas do solo (SEGANFREDO & GIROTTO, 2004).

Para Nadal *et al.* (2000 *apud* MIRANDA, 2005) uma das grandes dificuldades para a expansão da suinocultura é esse limite de uso dos dejetos como fertilizante, pois a atividade tem que ser economicamente viável e, ao mesmo tempo, não pode causar dano ambiental.

Como visto anteriormente, no item 2.1 deste trabalho, para saber o real impacto causado pelo número elevado de suínos é recomendado que se estabeleça uma relação entre o número de animais, dividido pela área total de lavoura temporária de uma região, ou microrregião (MIRANDA, 2007). Se o valor encontrado for maior do que o permitido pela Instrução Normativa nº11 (FATMA, 2004), ou seja, 50m<sup>3</sup>/dejetos/ha/ano, o dejetos estará poluindo o ambiente, além de não estar cumprindo a legislação ambiental.

Monteiro (2005) comenta que toda atividade produtiva gera resíduos, inclusive a suinocultura, e que para poder controlar a ação do homem no meio ambiente e propor medidas mitigadoras é necessário conhecer o prejuízo causado pela atividade. O autor ainda destaca que uma alternativa para minimizar os impactos ambientais seria a valorização da teoria de desenvolvimento sustentável.

O princípio do desenvolvimento sustentável surgiu na primeira Conferência Mundial do Meio Ambiente, da ONU (Organização das Nações Unidas), em 1972 em Estocolmo. A Constituição Federal brasileira de 1988 adotou o princípio de desenvolvimento sustentável no artigo 225 (BRASIL, 1991).

Conforme Fiorillo (2003) esse princípio foi consolidado na segunda Conferência Mundial do Meio Ambiente (ECO-92), no Rio de Janeiro. Nesta conferência todos os países aceitaram o seguinte termo: “o direito ao desenvolvimento deve ser exercido de modo a permitir que sejam atendidas equitativamente as necessidades de gerações presentes e futuras”.

Miranda (2005) afirma que é importante que haja um programa de monitoramento da qualidade da água, solo e ar das regiões onde há criação de suínos, a fim de contribuir para as gerações futuras. O autor destaca o monitoramento deveria ser realizado pela FATMA, porém não existe no estado uma rede de monitoramento ambiental efetivamente estruturada. Portanto, não existem dados que permitam avaliar efetivamente as medidas adotadas pela produção são suficientes para proteger o ambiente.

Conclui Miranda (2005) que a FATMA deveria proporcionar mais informações ambientais para auxiliar a população nos processos de tomada de decisão e nos movimentos de participação pública. Com isso, as pessoas poderiam elaborar e aplicar políticas eficazes e adequadas ao meio ambiente, como a identificação, preparação e avaliação de ações de legislação ambiental.

Serão detalhados a seguir alguns dos principais impactos ambientais associados aos dejetos de suínos.

#### 2.4.1 Recursos Hídricos

Com o ritmo atual de poluição e explosão demográfica a disponibilidade de água para consumo tende a diminuir cada vez mais.

É preciso que sejam respeitados os padrões de emissão impostos pelos Órgãos Ambientais e exigidos pela Legislação, para que a poluição hídrica possa ser controlada (HENN, 2005). As normas legais são estabelecidas em leis, portarias e resoluções. Elas têm a função de informar ao usuário do recurso hídrico, e aos órgãos de fiscalização, os limites e padrões que devem ser seguidos para verificação se o uso do mesmo está de acordo com as condições de saneamento e meio ambiente.

Para isso a Resolução CONAMA nº 357/05, enquadra os corpos de água em: águas doces, salobras e salinas. Esta norma também estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes e fornece outros elementos que devem ser observados quanto ao uso dos recursos hídricos. Com essa resolução existe a possibilidade de comparar a classe atual do rio e sua meta de qualidade (MIRANDA, 2005). Assim, pode ser verificado se o lançamento de efluentes, tratados ou não, em determinado curso d'água obedece aos padrões fixados para aquela classe de rio.

Com este objetivo, em Santa Catarina, o artigo 5º do Decreto 14.250/81 classifica os cursos d'água do estado conforme seus principais usos da seguinte forma: as águas de rio de classe 1 são destinadas ao abastecimento doméstico sem tratamento prévio ou com simples desinfecção; classe 2 são destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho); as de classe 3 são destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e da flora e à dessedentação de animais; e as de classe 4 são destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística, ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes. A Portaria FATMA nº 024/79 enquadra os rios do estado conforme a classificação deste decreto.

Indica o relatório da Agência Nacional das Águas (ANA, 2008) que 80% dos cursos de água do sul do país estão com a qualidade alterada.

Um exemplo claro da influência dos dejetos sobre as águas e a população é o da sub-bacia do rio Bonito/Coruja, que está localizada o município de Braço do Norte. A situação da microrregião, no sul do estado, pode servir de modelo para conhecimento e análise da implantação da atividade deslocada do seu eixo principal tradicional, o oeste catarinense. Brasil, D., (2002) comenta que as águas da sub-bacia apresentam-se completamente eutrofizadas e, por isso, as lagoas e trechos de rio possuem cor escura e mau odor, sendo este intensificado pelo uso dos dejetos nas lavouras para fertilização.

Segundo Brasil, D., (2002) essa mudança da potabilidade das águas superficiais da sub-bacia do Bonito/Coruja, além de ser claramente visível, já foi comprovada por análises laboratoriais.

As águas subterrâneas também sofrem processo de contaminação por dejetos suínos e outros poluentes. De acordo com um Relatório Técnico da EPAGRI (SANTA CATARINA, 2002) muitos poços têm sido perfurados para suprir a falta de água em quantidade e qualidade, já que muitas águas superficiais não possuem mais

essas características. Essa procura crescente pelas águas subterrâneas, junto ao impacto ambiental das dejeções animais, pode estar contaminando as águas com poluentes dos dejetos, como o nitrato (MIRANDA, 2005).

A Portaria Intersetorial nº 01 (FATMA, 1992) define o potencial de poluição da atividade suinícola como pequeno em relação ao ar e ao solo, e grande em relação à água. Contudo, o potencial geral de degradação da atividade é considerado grande.

No caso da suinocultura, a poluição dos recursos hídricos ocorre principalmente por falta de manejo adequado dos dejetos suínos. Estes resíduos muitas vezes são lançados sem tratamento nos cursos d'água ou passam por sistemas inadequados de armazenamento e manejo (BAVARESCO, 1998; MIRANDA, 2005; MONTEIRO, 2005). Apesar da norma (Decreto 14.250/81, art.8º) proibir o lançamento de qualquer resíduo sólido em rios e riachos, a atividade de suinocultura de pequena produção não toma estes cuidados, e joga dejetos, sem tratamento, nos corpos hídricos. Esses atos levam à poluição da água e também ameaçam o bem-estar de toda a população (BRASIL, D., 2002).

A contaminação dos corpos hídricos pode ocorrer de forma direta, pelo lançamento dos dejetos na água, ou indiretamente, através do escoamento superficial em pastagens e lavouras adubadas com dejetos (SINOTTI, 2005). Um exemplo da forma indireta é o fato da poluição hídrica muitas vezes atingir mais de uma localidade, pois é comum um município captar água já poluída para abastecimento humano de um rio que vem de outra cidade (BAVARESCO, 1998).

De acordo com Diesel (2002) os principais constituintes dos dejetos suínos que afetam as águas superficiais são: matéria orgânica, nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cobre, zinco e cádmio), bactérias (coliformes fecais e totais) e sedimentos. O autor comenta que a qualidade da água subterrânea é afetada por nitratos e bactérias.

O nível do impacto provocado pelos poluentes que entram no sistema varia conforme a quantidade e o tipo de cada um e com as características do corpo hídrico receptor dos dejetos (HADLICH, 2004; MIRANDA, 2005).

Brasil, D., (2002) identifica que a presença de matéria orgânica altera características da água, como cor, densidade, odor e gosto. A autora comenta que o mau cheiro, o gosto ruim e a possível presença de microorganismos patogênicos afetam o consumo humano da água e a recreação. Além disso, a matéria orgânica, as vezes provoca turbidez, que pode indicar que existem sólidos em suspensão. Estes sólidos tendem a se depositar no fundo dos corpos hídricos e, quando na ausência de oxigênio, fermentam, gerando desprendimento de gases como: amônia, ácido sulfídrico e metano, que liberam maus odores (HADLICH, 2004).

Ensina Sinotti (2005) que o nitrogênio precisa ser monitorado pela sua facilidade de contaminação das águas subterrâneas e superficiais. Isso porque esse nutriente quando entra em contato com águas subterrâneas transforma-se em nitrato, que pode causar câncer, hipertensão e metahemoglobinemia, conhecida como síndrome do bebê azul (Silva *et al.*, 2003 *apud* SINOTTI, 2005). Henn (2005) acrescenta que o nitrogênio também leva à perda da diversidade das espécies aquáticas quando em forma de amônia, pois é tóxico aos peixes (HENN, 2005).

Votto (1999) mostra que o principal impacto negativo do nutriente fósforo nas águas é a eutrofização, desenvolvimento de certos organismos aquáticos, que levam a redução de oxigênio dissolvido. Além de causar problemas ambientais, a

eutrofização também causa danos econômicos, pois altera a qualidade das águas, gerando custos para sua recuperação (PALHARES E JACOB, 2007).

Brasil, D., (2002) aponta os coliformes fecais como os principais responsáveis pela poluição hídrica gerada pelos dejetos suínos e afirma que eles funcionam como indicador da qualidade da água, pois junto com eles geralmente aparecem outros patógenos transmissores de doenças. Algumas doenças de veiculação hídrica são leptospirose, tularmia, febre aftosa, hepatite, peste suína clássica, diarréias e gastroenterites (OLIVEIRA, 1993; SEGANFREDO *et al.*, 2003).

Com relação à presença de microminerais, níveis mesmo baixos de cobre podem causar a morte de peixes, algas e fungos. Já o zinco pode comprometer o desenvolvimento de peixes e algas (GASPAR, 2003). Além disso, estes nutrientes também podem ser prejudiciais à saúde humana (BRASIL, D., 2002).

Para reduzir a poluição dos recursos hídricos pelos dejetos suínos é necessária a implementação de formas mais eficazes de manejo e utilização destes (ASSIS, 2006). Uma medida seria efetuar melhorias nas instalações, como: aumentar o beiral, dimensionar corretamente os canais externos, drenar o entorno dos depósitos de dejetos e elevar o nível de base dos depósitos (VOTTO, 1999).

De acordo com Gaspar (2003) outra forma de minimizar o impacto nos corpos d'água seria promover o correto armazenamento e, às vezes, tratamento dos dejetos, antes de usá-los como fertilizante. Segundo a autora, com isso seriam reduzidos os casos de lançamento, sem tratamento, de dejetos nas águas.

#### 2.4.2 Solo

O solo geralmente é o recurso mais usado como local de disposição final dos dejetos suínos, pois são usados como adubo orgânico, pois possuem grande capacidade de fertilização (GASPAR, 2003; SEGANFREDO, 2007). Quando usado de forma correta, a aplicação deste adubo aumenta a quantidade de matéria orgânica do solo, melhora as condições de infiltração de água das chuvas e do preparo da área agrícola (MIRANDA, 2005).

Todavia, o uso de dejetos como adubo não traz apenas benefícios, mas também problemas de poluição ambiental (SINOTTI, 2005). O nível desta poluição varia conforme fatores: forma de disposição, quantidade aplicada, número de aplicações, época de aplicação, tipo de solo, clima e

Entre os fatores citados acima, os que mais preocupam alguns autores são o número de aplicações e a quantidade aplicada, em razão de resultados desfavoráveis para o ambiente. Assegura Sinotti (2005) que o dejetos não pode ser aplicado por muitos anos no mesmo solo ou em grandes quantidades, pois sua utilização por longos períodos e repetida na mesma área pode provocar sobrecarga da capacidade de filtração do solo e retenção dos nutrientes presentes nos dejetos. Para Palhares (2007) os principais impactos que ocorrem em longo prazo são: deteriorização da qualidade da água; desequilíbrios químicos, físicos e biológicos do solo; queda da produtividade e impossibilidade do cultivo de algumas espécies que possuem baixa tolerância aos excessos de minerais.

Portanto, conclui Seganfredo (2000) que a aplicação de dejetos no solo não pode ultrapassar sua capacidade de absorver e armazenar os nutrientes e outros constituintes dos dejetos suínos. O autor afirma que se a taxa de aplicação for maior que a capacidade de infiltração do solo pode ocorrer o escoamento do adubo e causar erosão do terreno por causa da degradação. Este solo erodido pode transportar

nutrientes das plantas e matérias orgânicas, bactérias e materiais agrícolas para os cursos d'água (MIRANDA, 2005). Além disso, quando o dejetos está muito diluído há possibilidade de poluição do subsolo e das águas subterrâneas, pois acelera o carregamento dos nutrientes para camadas inferiores do solo (SINOTTI, 2005).

Por esta razão, Miranda (2005) recomenda que se calcule a dose de adubo que será aplicado, para evitar a adição de nutrientes em quantidades acima do recomendado pela cultura. O autor indica que para esse cálculo é preciso observar quanto de nutrientes a cultura exige e qual a concentração dos dejetos.

De acordo com Gaspar (2003) a poluição por efluentes suínos ocorre por causa de sua composição físico-química rica em nitrogênio, fósforo, e metais pesados. A autora avalia que os danos causados pela poluição com dejetos podem custar muito caro para serem reparados e, muitas vezes, não podem mais serem revertidos. Miranda (2005) fornece como exemplo de danos irreparáveis o caso de mudanças na quantidade de espécies plantadas, que tendem a restar apenas as mais tolerantes a altos níveis de nutrientes.

Os metais pesados encontrados nos dejetos de suínos causam grande preocupação na agricultura. Isso porque, mesmo em baixas concentrações apresentam potencial elevado de impacto, por causa da elevada toxicidade e das altas doses que são aplicadas no solo (Matos & Sediyaama, 1995 *apud* SINOTTI, 2005). O zinco (Zn) e cobre (Cu) são os metais mais encontrados nos dejetos, pois fazem parte da alimentação dos animais e dos antibióticos tomados por eles (SCHERER & BALDISSERA, 1994). O excesso desses metais no solo pode provocar alterações sobre a comunidade de microorganismos e intoxicar as plantas (Seganfredo & Baroni Júnior, 2004 *apud* SINOTTI, 2005).

Higarashi (2003) cita como outra forma de poluição do solo o mau dimensionamento e operação inadequada de esterqueiras. A autora afirma que quando ocorrem problemas nas esterqueiras a fermentação anaeróbia pode não ocorrer adequadamente, o que gera riscos ao meio ambiente e à saúde humana.

Além de todos esses fatores citados anteriormente, Palhares (2007) defende que é preciso encontrar alternativas para reciclar os dejetos, pois o número de suínos aumenta, porém as áreas agrícolas para lançamento de adubo continuam as mesmas.

Além dos impactos diretos citados, a suinocultura também provoca alguns impactos indiretos. Um deles é o efeito que causa no solo o desmatamento que ocorre pela necessidade de áreas para plantação de alimentos para suínos, especialmente milho (SPIES, 2003 *apud* MIRANDA, 2005).

Através dos dados e situações descritos acima fica nítida a necessidade de se dar um destino adequado para os dejetos suínos, com utilização equilibrada como adubo, para que o solo não perca sua capacidade produtiva e para evitar a poluição do mesmo e do subsolo. O máximo permitido para lançamento de dejetos no solo é 50m<sup>3</sup> por hectare por ano, conforme a IN 11 (FATMA, 2004).

#### 2.4.3 Impactos no Ar

Os estudos realizados indicam que a produção intensiva de suínos gera dejetos que, por sua composição, implicam em poluição do ar atmosférico. Esta contaminação causa problemas de saúde em seres humanos quando em contato permanente com o odor característico exalado. Não apenas a saúde das pessoas é colocada em risco, como também a própria produção de suínos é afetada. Portanto, é



muito importante que sejam estudadas novas técnicas de tratamento dos dejetos para que possam ser reduzidos seus riscos ambientais (PERDOMO *et al.*, 1999).

Nas propriedades produtoras de suínos, além da poluição das águas e do solo também ocorre poluição do ar e incidência de insetos e animais (ARAÚJO, 2007; BELLI FILHO *et al.*, 2001; GASPAR, 2003).

Os contaminantes do ar mais comuns nos dejetos são: amônia, metano, ácidos graxos voláteis, sulfeto de hidrogênio, óxido nitroso, propanol, dióxido de carbono e etanol (ARAÚJO, 2007; PERDOMO *et al.*, 1999).

Explica Belli Filho (1995) que no momento que os dejetos são lançados ao solo, o principal composto odorante é o sulfeto de hidrogênio. Dias após o lançamento, o odor é menor e é composto por ácidos graxos, fenóis e amônia.

Destaca Sinotti (2005) que existem dois aspectos diferentes em relação à poluição do ar pela produção intensiva de suínos. O primeiro deles diz respeito à produção de gases tóxicos dentro das instalações, que produzem enfermidades em homens e animais. Já o segundo é referente ao aumento da emissão de gases que contribuem para aumento do efeito estufa, provenientes, principalmente, dos processos anaeróbios dos sistemas de armazenamento e/ou tratamento dos dejetos. Perdomo *et al.* (1999) destaca que, além disso, os gases podem formar o fenômeno da chuva ácida, através de descargas dessas substâncias ou compostos na atmosfera, e também contribuir para o aquecimento global da Terra.

O problema dos odores é que o fato das pessoas se adaptarem com eles não significa que os mesmos não possam estar provocando algum prejuízo à saúde (MIRANDA, 2005). A emissão destes gases pode prejudicar o homem mentalmente e fisicamente, deixando as pessoas irritadas e com sonolência, além de irritar dos olhos, nariz e garganta (ARAÚJO, 2007).

Refere Sinotti (2005) que os principais gases gerados nas instalações suinícolas capazes de promover o desconforto humano e animal, e até enfermidades, são a amônia e o sulfeto de hidrogênio. Miranda (2005) afirma que a amônia resulta da transformação do nitrogênio da urina, que encontra-se principalmente na forma de uréia. Sinotti (2005) comenta que a amônia é incolor, de cheiro acre, tóxica e é mais leve que o ar. A mesma autora destaca que o sulfeto de hidrogênio é resultante da decomposição anaeróbia dos excrementos por bactérias e possui cheiro forte, é tóxico e mais denso que o ar. Conforme a autora, os dois gases podem levar à enfermidades respiratórias e a redução no desenvolvimento dos animais.

Durante a transformação do nitrogênio da urina em amônia forma-se o dióxido de carbono, que contribui para o efeito estufa junto com o gás metano e o óxido nitroso. O metano é principal gás resultante do processo de fermentação anaeróbia. Ele possui um poder de estufa cerca de 20 vezes superior ao gás carbônico (KUNZ & PALHARES, 2004).

Uma das formas de redução da poluição do ar seria a reintrodução dos dejetos no sistema produtivo como fonte de energia, através da geração de biogás por tratamento anaeróbio (PERDOMO *et al.*, 1999). Esse método de reintrodução será abordado mais adiante.

#### 2.4.4 Incidência de Insetos e animais

A proliferação de insetos geralmente é um problema ambiental sério nas regiões produtoras de suínos que possuem um elevado volume de dejetos. Gaspar (2003) observa que muitas vezes a adubação de plantações com dejetos de suínos é

feita por aspersão do material orgânico sobre, ou no meio, das plantas ou por lançamento em buracos na área que será semeada. A autora afirma que esses procedimentos possuem grande potencial poluidor. Isso porque a aspersão a céu aberto atrai moscas, mosquitos, baratas e outros insetos transmissores de doenças e, também, animais silvestres vetores de doenças.

A grande quantidade de moscas ocorre por causa do manejo inadequado dos dejetos, pois elas alimentam-se de esterco, restos de parição e sobras de ração (MIRANDA, 2005; SINOTTI, 2005). A forma mais eficiente de controle destes insetos é mecânica e está baseada no manejo preventivo, como: evitar a exposição do esterco fresco ou mantê-lo sob uma lâmina d'água nas canaletas e nas esterqueiras; enterrar os restos de parição ou dar outro destino que evite a exposição; cobrir com lonas de plástico os restos de ração mofada até que se dê o destino adequado; cobrir com lona plástica ou colocar em câmara de fermentação o esterco misturado com maravalha (PAIVA, 1994; BONETT & MONTICELLI, 1998).

Estima-se que um suíno que produz aproximadamente dois quilos de esterco por dia, representa um potencial para produzir até duas mil moscas (ARAÚJO, 2007). Estudos mostram que a espécie predominante de mosca nas granjas é a *Musca domestica* (PAIVA, 1994). Ela provoca incômodos aos seres humanos e animais e é responsável pela transmissão de algumas doenças, através de agentes eliminados pelas fezes ou por outros fluídos corporais (MIRANDA, 2005; SINOTTI, 2005).

Dentre as doenças transmitidas pela mosca podem ser citadas: diarreias, provocadas pelas bactérias *Salmonella sp.*, *Escherichia coli* e cólera humano; doenças causadas por protozoários, como a *Giardia* e os coccídeos; ovos do berne; e o agente da tuberculose e outras viroses (BONETT & MONTICELLI, 1998).

Com relação ao mosquito, o borrachudo, inseto do gênero *Simulium*, é o que mais aparece nas criações de suínos (ARAÚJO, 2007; MIRANDA, 2005; PAIVA, 2000). Informa Brasil (2002) que o borrachudo possui hábitos predominantemente diurnos e desenvolve três etapas de crescimento: ovos, larvas e pupa aquática. Quando estão na primeira fase, larva, eles alimentam-se com algas, bactérias e, principalmente, de dejetos humanos e de animais (PETZBOLD, 1998). Por isto regiões produtoras de animais, que produzem muitos dejetos, geralmente possuem grande incidência de borrachudos (BRASIL, D., 2002).

Sempre que se constata a presença desse inseto, está presente um quadro de degradação ambiental, principalmente dos recursos hídricos (BRASIL, D., 2002; MIRANDA, 2005). A degradação da qualidade da água e a destruição das matas ciliares reduz a presença dos inimigos naturais dos mosquitos e assim facilita a multiplicação e a dispersão do inseto (MIRANDA, 2005).

O problema do borrachudo é o fato de as fêmeas alimentarem-se do sangue de aves e mamíferos, inclusive do homem. Suas picadas doloridas provocam reação alérgica, feridas, até febre e hemorragia (Branco, 1996 *apud* BRASIL, D., 2002).

A quantidade e a distribuição da população desses mosquitos variam conforme as condições climáticas, a velocidade da água, a turbulência nos criadouros, a temperatura, o teor de oxigênio dissolvido e a quantidade de matéria orgânica (PETZBOLD, 1988).

Brasil, D., (2002) destaca que para controlar a quantidade de borrachudos é necessário manter a mata ciliar e evitar a degradação das águas com despejo de dejetos. A autora indica ainda que o método mais utilizado como complemento das

medidas acima, para combater o mosquito é a aplicação de larvicida biológico, que mata as larvas do inseto, chamado BTI, ou seja, *Bacillus thuringensis israelensis*.

Paiva (2007) comenta que os ratos também costumam aparecer em criações de suínos, pois vão satisfazer suas necessidades básicas de alimentação, água e abrigo. Portanto, para reduzir a quantidade desses animais é só impedir o acesso aos itens citados, colocar predadores, como gatos, na propriedade.

Além dos impactos ambientais causados pela atividade suinícola vistos neste item, mostra Sinotti (2005) que também existem alguns fatores indiretos que contribuem com os problemas ambientais observados por esse tipo de atividade. Dentre esses fatores estão: a intensificação do sistema confinado de produção; a instalação de grandes unidades suinícolas em pequenas propriedades rurais; o elevado custo dos sistemas de armazenamento, tratamento e distribuição dos dejetos; falta de subsídio para instalação desses sistemas; escassez de técnicos habilitados na área de manejo dos dejetos; falta de critérios e de atuação efetiva por parte dos órgãos ambientais; a falta de maior envolvimento das agroindústrias integradoras no que diz respeito ao manejo dos dejetos; falta de políticas públicas que envolvam as questões ambientais da suinocultura de forma efetiva.

A seguir serão apresentadas algumas alternativas técnicas existentes para o manejo dos dejetos, capazes de minimizar os impactos gerados pela suinocultura, como armazenamento e tratamento dos dejetos.

## **2.5 Armazenamento e Tratamento dos Dejetos**

Conforme visto anteriormente, uma das alternativas para solucionar o problema da poluição por dejetos é o armazenamento dos mesmos para posteriormente serem usados na lavoura como adubo (CASAGRANDE, 2003).

Lembra Miranda (2005) que o armazenamento consiste em colocar os dejetos em depósitos adequados, durante um determinado tempo, para fermentar a biomassa (forma de digestão anaeróbica) e reduzir os patógenos presentes.

Para Brasil, D., (2002) o armazenamento é uma das fases mais importantes do sistema de tratamento e utilização dos dejetos. Isso porque, com o armazenamento os dejetos podem ser utilizados nos momentos, na frequência e com a qualidade certa às práticas agrícolas (ASSIS, 2006).

Barthel (2007) afirma que existem vários modos de armazenar os dejetos, como esterqueiras convencionais para dejetos em forma líquida, biosterqueiras e lagoas de estabilização.

Monteiro (2005) observa que os depósitos de armazenamento geralmente são retangulares, o que facilita a construção, porém, devido a maior pressão que ocorre nos cantos, essa forma é mais susceptível às rachaduras. O formato circular é o mais aconselhável, pois proporciona melhor distribuição das cargas nas paredes laterais (DIESEL, 2002).

A esterqueira é uma lagoa para armazenamento de dejetos brutos produzidos nas granjas de suínos para que ocorra a fermentação anaeróbia da matéria orgânica (MONTEIRO, 2005). Com isto, ocorre a diminuição do poder poluidor dos dejetos e possibilita que ele possa ser utilizado como fertilizante em lavouras e pastagens. Outra vantagem é o fato de que o processo de fermentação eleva bastante a temperatura e, com isso, a maioria das sementes de pragas e germes causadores de doenças são destruídos (BEZERRA, 2002).

A esterqueira é uma câmara, que possui dois compartimentos para recebimento do esterco (BRASIL, D., 2002; VIEIRA, 2006). O esterco entra em fluxo descendente e enquanto um compartimento é preenchido com dejetos o outro realiza a degradação biológica (PERDOMO *et al.*, 1998).

O objetivo da esterqueira é captar o volume de dejetos líquidos produzidos nas granjas suinícolas, durante um tempo mínimo de 120 dias (FATMA, 2004), para que ocorra a fermentação anaeróbia da matéria orgânica (MONTEIRO, 2005; VIEIRA, 2006). A esterqueira pode ser utilizada por qualquer produtor, independente do número de animais, portanto, é exigido ele possua áreas suficientes, própria ou de terceiros, para aproveitamento dos dejetos como adubo (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Já a bioesterqueira é semelhante à esterqueira, porém com o tempo de retenção maior, o que melhora a eficiência do tratamento (BRASIL, 2002; GOSMANN, 1997). As vantagens da bioesterqueira em relação à esterqueira é que ela possui maior capacidade de manter o valor fertilizante dos dejetos, possui a possibilidade de uso do biogás e de reduzir o mau cheiro e, assim, diminuir a proliferação de moscas (GOSMANN, 1997; VIEIRA, 2006). Já a desvantagem é o fato de sua instalação ser 20% mais cara que a esterqueira (GOSMANN, 1997).

Estudos de Gosmann *et al.* (1997) mostraram que a eficiência da esterqueira convencional foi a mesma que a da bioesterqueira em relação à redução da DQO, sólidos totais e sólidos voláteis. Além disso, os dois sistemas estudados mantiveram o valor fertilizante no final dos 120 dias. Com isso pode-se concluir que o agricultor pode optar pelo sistema de menor custo de instalação para armazenagem de dejetos, que neste caso é a esterqueira convencional.

Conforme Gaspar (2003) um dos motivos da suinocultura ser tão poluidora é porque os produtores apenas utilizam as esterqueiras como forma de diminuir a poluição. Isto porque geralmente elas são apenas simples valas abertas no solo, revestidas de lona plástica resistente, onde os efluentes permanecem em depósito a céu aberto, exalando maus odores e causando muitos transtornos, como a proliferação de moscas e ratos (GASPAR, 2003; HIGARASHI *et al.*, 2007).

Esclarece Brasil, D., (2002) que o produtor acaba escolhendo a esterqueira como forma de “tratamento” dos dejetos por causa do baixo custo de construção. A mesma autora comenta que muitos produtores acreditam que a construção da esterqueira garante as exigências da legislação, pois não conhecem sua eficiência.

Algumas granjas produzem dejetos acima da área agrícola disponível para reciclagem. Para essas unidades é necessário que haja sistemas de tratamento para reduzir a carga orgânica e a quantidade de nutrientes para que os dejetos possam ser lançados nos cursos d’água (ARAÚJO, 2007; BELLI FILHO *et al.*, 2001; PERDOMO, 2000).

De acordo com Higarashi *et al.* (2007), o tratamento de dejetos suínos ainda não é uma prática muito utilizada no Brasil. Segundo Assis (2006) estudos realizados pela UFSC, em 2004, mostraram que no estado de Santa Catarina apenas 15% dos dejetos têm destino adequado. O restante desta parcela é lançado diretamente em recursos hídricos ou utilizado em excesso no solo.

Estudos da Epagri revelaram que apenas 15% das propriedades suinícolas de Santa Catarina possuíam alguma forma de tratamento (esterqueiras ou lagoas) no início da década de 90, mas em 1997 já eram 40% (6.324) dos produtores integrados a Agroindústria e 70% (9.012) do total em 1999 (OLIVEIRA, P.A.V., 2001).

Existem diversos processos de tratamento de dejetos suínos. Aponta Monteiro (2005) que a escolha de qual tratamento adotar varia conforme características do dejetos, do local, operação e recursos financeiros. O autor conclui que o importante é atender a legislação ambiental vigente.

Lembram Perdomo *et al.* (2003) que em 2003 foi realizado um levantamento de tecnologias para tratamento dejetos. Existiam na época cinco alternativas relacionadas ao tratamento preliminar, três ao tratamento primário, dezoito ao tratamento secundário, quatro ao tratamento terciário e quatorze aos sistemas de tratamento integrados, sistemas que combinam diversas alternativas, de acordo com o destino que será dado aos dejetos.

Higarashi *et al.* (2007) afirmam que as lagoas de estabilização são utilizadas em praticamente todos os sistemas de tratamento de dejetos suínos e que podem ser usadas em todo o tratamento ou somente em alguma etapa dele. Essas lagoas estão descritas a seguir.

#### 2.5.1. Lagoa de Estabilização

As lagoas de estabilização são bastante utilizadas para tratamento de dejetos, pois possibilitam o tratamento de quantidades elevadas de matéria, apresentam baixo custo e são de simples operação (OLIVEIRA, 2008). Porém, essas lagoas exigem grandes áreas planas para sua construção e grandes investimentos iniciais em dinheiro e mão-de-obra (BRASIL, D., 2002; VIEIRA, 2006).

As lagoas de estabilização são recomendadas para médios e grandes produtores que se dedicam principalmente às fases de crescimento e terminação de suínos, consideradas as etapas de criação mais poluidoras (PERDOMO, 1998).

Explica Sinotti (2005) que essas lagoas são tanques terrestres, projetados de acordo com critérios técnicos e científicos. A autora informa que nestas lagoas os efluentes são submetidos à degradação biológica natural, através de algas e bactérias, para estabilizar o máximo possível sua carga orgânica e destruir microorganismos patogênicos existentes. Os processos bioquímicos e hidrodinâmicos variam conforme as condições ambientais, como luz solar, vento, temperatura, chuvas e evaporação (ARAÚJO, 2007).

Araújo (2007) estudou lagoas de estabilização em escala real aplicadas ao tratamento dos dejetos de suínos. Os resultados apresentaram boa remoção de matéria orgânica e perdas de amônia por volatilização. Oliveira, J., (2008) afirma que, com isso, a tecnologia foi comprovada como eficiente para tratamento de dejetos suínos, pois os testes foram realizados em escala real e, portanto, pode ser aplicável na realidade das condições técnicas da suinocultura.

As lagoas de estabilização são classificadas, conforme sua atividade metabólica, em anaeróbias, facultativas e de maturação ou aeróbias (MEDRI, 1997; SINOTTI, 2005).

Nos itens a seguir serão abordadas cada uma das lagoas de estabilização citadas acima.

##### 2.5.1.1 Lagoa Anaeróbia

As lagoas anaeróbias constituem-se em uma forma alternativa de tratamento. De acordo com Medri (1997) estas lagoas geralmente atuam como unidade primária em um sistema em série de lagoas para tratamento de efluentes com altos teores de matéria orgânica e sólidos em suspensão, como os efluentes da suinocultura. O autor

comenta que as condições ótimas deste tratamento ocorrem na ausência de oxigênio, pois as bactérias que degradam a matéria orgânica são estritamente anaeróbias. P

Portanto, Medri (1997) afirma que, para propiciar as condições de anaerobiose essas lagoas precisam ser construídas com grande profundidade, para que não haja penetração de oxigênio. Assim, com grande profundidade é possível reduzir a área superficial e, com isso, os odores são minimizados e as variações de temperatura durante os meses mais frios são pequenas, o que facilita as operações de remoção do lodo (EMBRAPA, 1995 *apud* MEDRI, 1997).

Estudos realizados por Medri (1997) comprovaram que as lagoas anaeróbias para tratar dejetos de suínos possuem vantagens como: grande remoção de fósforo, DQO e DBO. O mesmo autor aponta como desvantagem o fato dos dejetos possuírem muitos sólidos suspensos, que são resistentes à degradação biológica, sendo que muitos dos sólidos fixos são provenientes da ração dos animais.

Neste processo os sólidos que sedimentam são digeridos por bactérias anaeróbicas, enquanto o líquido sobrenadante é encaminhado para tratamento posterior em lagoa facultativa (SILVA & MARA, 1979).

Medri (1997) registra que apesar do sistema apresentar grande eficiência é necessário que haja um tratamento posterior para atender aos padrões de emissões de efluentes líquidos. O mesmo autor comenta que estudos indicam que existe a necessidade de otimizar os parâmetros usados nos projetos para reduzir a dimensão das lagoas e garantir o desempenho hidrodinâmico nas unidades produtivas.

#### 2.5.1.2 Lagoa Facultativa

As lagoas facultativas, segundo Medri (1997) são reatores que podem receber tanto águas residuárias brutas (lagoa facultativa primária) quanto águas residuárias que receberam tratamento anterior (lagoa facultativa secundária). O autor cita ainda que estas lagoas operam com cargas orgânicas mais leves que as anaeróbias.

Estas lagoas são pouco profundas para permitir condições aeróbias na superfície, anaeróbias no fundo e uma zona de transição entre as duas camadas (BARTHEL, 2007; MEDRI, 1997; SINOTTI, 2005). Essa variação de características permite o desenvolvimento de algas nas camadas superficiais e iluminadas. Estas algas, através da atividade fotossintética, oxigenam a massa líquida, modificam o pH e consomem organismos patogênicos e nutrientes (SINOTTI, 2005). De acordo com Von Sperling (2002) a necessidade de grandes áreas superficiais para a implantação desta lagoa é por causa da necessidade de energia solar para que as algas possam realizar fotossíntese.

A fotossíntese é necessária para que ocorra o processo cíclico nas lagoas. Barthel (2007) e Oliveira, J., (2008) afirmam que neste processo as bactérias consomem oxigênio e convertem a matéria orgânica em compostos simples e inertes, como o dióxido de carbono, água, sais de nitrogênio e fósforo. Complementam os autores dizendo que as algas consomem estes compostos e liberam oxigênio, através da fotossíntese, que é usado pelas bactérias para sintetizar a matéria orgânica.

Abaixo da camada superior existe uma zona facultativa, zona de transição na qual a penetração de luz é menor e o consumo de oxigênio é maior que a produção deste. Como a fotossíntese ocorre somente durante o dia, à noite não há oxigênio, portanto existe a necessidade de vários grupos de bactérias para estabilizar a matéria orgânica, que possam sobreviver com ou sem oxigênio (VON SPERLING, 2002).

No fundo da lagoa, em condições anaeróbias, a matéria orgânica sedimentada é estabilizada (BARTHEL, 2007). O problema de não haver oxigênio é que alguns gases poluentes são gerados e liberados para a atmosfera, como: metano, carbônico, sulfito de hidrogênio e nitrogênio amoniacal (BARTHEL, 2007; MEDRI, 1997).

Algumas lagoas facultativas são aeradas mecanicamente, para introduzir oxigênio no meio e assim reduzir os problemas de odores e reduzir a área da lagoa (Flores *et al.* 2000 *apud* ARAÚJO, 2007).

De acordo com Berthet (1979 *apud* ARAÚJO, 2007), as vantagens do uso de aeradores nestas lagoas são: mistura da massa líquida, impedindo a estratificação das camadas líquidas; aeração do meio; e volatilização de compostos tóxicos, como a amônia. Porém, existem alguns inconvenientes, como: consumo de energia; criação de biomassa floculada em suspensão; aparecimento de espumas e difusão de bruma de aerossóis, formados de germes bacterianos, plâncton e sais minerais, entre outros.

As lagoas também podem ser parcialmente aeradas, pois geralmente apresentam baixo custo, simplicidade e flexibilidade de operação quando comparada com processos de lodo ativado e lagoas completamente aeradas (ARAÚJO, 2007).

Segundo estudos de Oliveira, J., (2008) a tecnologia de tratamento de dejetos de suínos por lagoas de estabilização possui como característica a grande formação de algas (sólidos suspensos) devido à pequena profundidade. Essa profundidade favorece a penetração de luz no meio líquido e aumenta a produção de algas. Por causa da elevada quantidade de algas é necessário que seja feito o polimento dos efluentes desses sistemas de tratamento. Para este autor, as algas precisam ser removidas antes do lançamento nos corpos hídricos, pois podem levar ao aumento do consumo de oxigênio do meio. Além disso, este processo é necessário para poder atender às exigências da Legislação Ambiental (CONAMA 357/2005).

#### 2.5.1.3 Polimento do Efluente da Lagoa de Estabilização

Araújo (2007) relata que a lagoa de polimento é um método efetivo de baixo custo para remoção de patógenos, o que as torna uma boa alternativa para pequenas e médias propriedades rurais, além de não necessitar de especialistas para a operação do sistema. Todavia, a autora alerta que os proprietários devem fazer a manutenção periódica dos taludes, coleta de amostras para verificação da qualidade do efluente e dispor de tempo para cuidar do entorno do sistema de tratamento, como realizar roças e retirada de ervas daninhas, ou seja, plantas espontâneas.

O polimento do efluente das lagoas de estabilização pode ser feito por lagoas de maturação, ou polimento, por filtros de areia, filtros de pedra, lagoas de aguapés, entre outros tratamentos.

As lagoas de polimento, ou aeróbias, são usadas para tratamento de descargas orgânicas leves provenientes de efluentes de outras lagoas para remoção de coliformes e patogênicos, sólidos em suspensão e nutrientes, como nitrogênio e fósforo (BARTHEL, 2007; HENN, 2005). De acordo com Henn (2005) a quantidade de sólidos em suspensão que chegam à lagoa não deve ser muito alta, pois assim a remoção de *E. coli* cai acentuadamente.

Araújo (2007) e Medri (1997) comentam que as lagoas de maturação são lagoas rasas, um metro ou menos, pois precisam ser predominantemente aeróbias e também para garantir que ocorra a desinfecção natural através da penetração da radiação solar na coluna d'água. Além disso, Araújo (2007) afirma que sua oxigenação é mais homogênea e possuem menor estratificação biológica e físico-

química vertical que as lagoas facultativas. A mesma autora destaca que geralmente essas lagoas são construídas em série para favorecer o polimento. A quantidade de lagoas que será utilizada irá variar conforme a qualidade bacteriológica do efluente final que se deseja (Maynard *et al.*, 1999 *apud* ARAÚJO, 2007).

Essas lagoas possuem grande variedade de gêneros de bactérias heterotróficas, que são essenciais para a digestão biológica de nutrientes e de biomassa algal, que libera oxigênio ao meio líquido, aumentando o pH e a eliminando patogênicos (Yan & Jameson, 2004 *apud* ARAÚJO, 2007).

Jordão & Sobrinho (1994 *apud* ARAÚJO, 2007) estudaram três lagoas de maturação em série, com tempo de detenção hidráulico maior que 25 dias. Observaram que houve remoção de quase 100% de bactérias patogênicas e vírus entéricos e de 100% de protozoários e ovos de helmintos. A eficiência de remoção de coliformes em lagoas de maturação depende do projeto da lagoa e das condições climáticas locais (BRISAUD *et al.*, 2003).

Araújo (2007), por sua vez, analisou lagoa facultativa aerada e de maturação para tratamento de dejetos suínos com 37 a 47 dias e 60 a 73 dias de tempo de detenção hidráulico (TRH), respectivamente. Encontrou uma eficiência de remoção de DBO de até 83% para a primeira lagoa e de 37% na segunda lagoa e de amônia de até 72% para facultativa e de até 77% para maturação. Já a remoção de *E. Coli* ficou abaixo dos resultados esperados e os valores de remoção de carbono e nutrientes, apesar de terem reduzido, ainda não atenderam à resolução CONAMA 357.

Barthel (2007) comenta que os aguapés também podem ser usados nas lagoas de maturação. Ele cita que o aguapé (*Eichornia crassipes*) é uma macrófita conhecida por como "jacinto d'água", baronesa e camalote e é uma planta aquática com cerca de 95% de água e com altura variando de alguns centímetros a um metro.

Roquete Pinto *et al.* (1992) comentam que os aguapés são eficientes na remoção de metais pesados, nutrientes, algas, sólidos em suspensão, coliformes, cor, turbidez e DBO.

Segundo os autores acima o aguapé passa por quatro fases para despoluição. A primeira fase, ação filtrante, retém o material particulado em suspensão, como argila e partículas orgânicas. A absorção é a fase na qual o aguapé absorve metais pesados (Ag, Pb, Hg, Cd e outros), compostos organoclorados, organofosforados e fenóis através de suas raízes. Já a oxigenação é o processo no qual o aguapé transfere oxigênio do ar para o corpo hídrico. Na última fase, ação bioquímica, as raízes das plantas absorvem nitrogênio e fósforo e acontece intensa atividade bacteriana.

Basseres (1990 *apud* OLIVEIRA, J., 2008), em seu projeto piloto usou de aguapés para tratar dejetos de suínos após tratamento anaeróbico e encontrou uma remoção de 50% de Nitrogênio total e de quase 100% de Fósforo.

Nos estudos de Medri (1997) utilizando duas lagoas anaeróbicas, uma facultativa e uma de aguapés para tratar efluentes suínos ele encontrou reduções de 87% de Sólidos Totais, 97% de DQO e DBO<sub>5</sub>; 90% de Nitrogênio Total; 93% de Fósforo Total e de 99,99% de Coliformes Fecais. Quando o autor introduziu a lagoa de aguapés ele obteve um aumento de 13% de redução de nitrogênio e de 2 a 7% para os outros parâmetros analisados.

Já o filtro de areia para tratamento terciário de dejetos suínos é pouco usado e estudado. Martinez (1970 *apud* OLIVEIRA, J., 2008) desenvolveu um processo em um sistema de tratamento isolado usado para o tratamento de dejetos suínos.



Entretanto, a aplicação prática do processo é limitada a uma baixa taxa hidráulica aplicada.

O polimento dos efluentes das lagoas de estabilização através de filtro de pedras apresenta diferentes configurações hidráulicas e granulométricas dos meios filtrantes (Johnson & Mara, 2002 *apud* OLIVEIRA, J., 2008).

O funcionamento do filtro de pedras ocorre pela passagem do efluente por uma camada porosa submersa de pedra, na horizontal ou vertical, que dificulta a passagem das algas, e o líquido passa através dos espaços vazios entre as rochas (OLIVEIRA, 2008). As algas que se acumulam são degradadas biologicamente (Middlebrooks, 1995 *apud* OLIVEIRA, J., 2008).

As vantagens do filtro de pedras são os custos de construção baixos e a operação simples. As desvantagens são: o fato de que podem ocorrer problemas de maus odores, e de ainda não terem estabelecidos a vida útil dos filtros e os procedimentos de limpeza destes (Middlebrooks, 1995 *apud* OLIVEIRA, J., 2008).

Yang *et al* (1997 *apud* OLIVEIRA, 2008) utilizaram um filtro de pedras de fluxo ascendente, que era precedido de separadores de fases sólido-líquido e de dois reatores anaeróbios e recebia o efluente de um tanque de aeração, para polimento de dejetos de 240 suínos. A eficiência de remoção encontrada foi da ordem de 27% de DQO, 46% de DQO, 45% de Sólidos Suspensos Totais e 61% de Nitrogênio.

#### 2.6.2 Biodigestor

O uso de biodigestores é uma das alternativas bastantes utilizadas para tratamento dos dejetos suínos (SINOTTI, 2005). O biodigestor pode ser utilizado em substituição à primeira lagoa anaeróbia, pois os dois sistemas requerem o mesmo tempo de detenção hidráulica, de 35 dias, para um bom desempenho (KUNZ *et al.*, 2004; MEDRI, 1997). Também pode ser usado na degradação do lodo produzido em lagoas de decantação (MONTEIRO, 2005).

Biodigestores são tanques onde a matéria orgânica dos efluentes é estabilizada através de digestão anaeróbia (MONTEIRO, 2005). Os subprodutos deste processo são o gás (biogás), sólidos que decantam no fundo do tanque (biofertilizante) e uma parte líquida, o efluente tratado (BEZERRA, 2002). Constatam Kunz *et al.* (2004) que o sistema de tratamento com biodigestores reduz entre 70 a 80% da carga orgânica, ou seja, ele reduz o poder poluente do dejetos.

Oliveira (2004) comenta que os biodigestores quando bem dimensionados proporcionam diversas vantagens. Uma delas é o tratamento de efluentes com produção de biofertilizante e maior conversão da matéria orgânica em geração de gases com elevada concentração de metano. Outra vantagem é a redução de odores e de DBO e eliminação de patógenos. Os biodigestores têm uma pequena produção de lodo ou sólidos biológicos (cerca de 5 a 10 vezes menores que nos processos aeróbios), isso porque os microrganismos precisam consumir maior quantidade de substratos para manter seu metabolismo. As últimas vantagens seriam os baixos custos de operação e de investimentos e o menor tempo de retenção hidráulica e de área em comparação com outros sistemas de manejo e tratamento.

Observam Belli Filho (1995) e Monteiro (2005) que a digestão anaeróbia é um processo bioquímico que ocorre na ausência de oxigênio pela ação de diversos microorganismos, como: fungos, protozoários e principalmente, bactérias anaeróbias e facultativas. O primeiro autor, Belli Filho, comenta que neste processo os

microorganismos transformam a matéria orgânica solubilizada, ou em estado semi-líquido (lodo), em biogás.

A composição do biogás varia com o tipo e quantidade de biomassa empregada, os fatores climáticos e as dimensões do biodigestor, entre outros (GASPAR, 2003). Entretanto, para a produção de biogás ser satisfatória, alguns critérios devem ser atendidos para manter os microorganismos ativos (GASPAR, 2003). Dentre esses critérios estão: temperatura na faixa ideal; ausência de oxigênio; quantidade corretas de nutrientes; ausência de substâncias tóxicas e de alguns compostos, como inseticidas, antibióticos e desinfetantes; teor de água adequado; tempo de detenção hidráulica elevado; pH próximo ao neutro (ALVES, 2007; GASPAR, 2003; GOSMANN, 1997; MONTEIRO, 2005; PINTO, 2006).

Pinto (2006) acredita que mesmo com todos estes critérios a serem atendidos, ainda é grande o interesse pelos processos de tratamento anaeróbio, pelo seu potencial de fornecer energia através do biogás e por seu baixo custo de projeto, operação e manutenção.

Acentuam Kunz & Palhares (2004) e Monteiro (2005) que o biogás é composto principalmente por metano ( $\text{CH}_4$ ) e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e pequenas concentrações de nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), oxigênio ( $\text{O}_2$ ), gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) e hidrocarbonetos voláteis. Acrescentam Casagrande (2003) e Monteiro (2005) que o  $\text{CH}_4$  é o principal componente do biogás e que este é inodoro, incolor e insípido; porém outros gases, como o sulfídrico, conferem odor de ovo podre ao biogás.

Monteiro (2005) assegura que quanto maior a presença de metano mais puro é o gás produzido e maior seu poder calorífico. A queima do metano reduz o efeito estufa e ainda pode gerar receita para o produtor através da comercialização de créditos de carbono (KUNZ & PALHARES, 2004; SINOTTI, 2005). O gás pode também ser usado no meio rural para suprir necessidades energéticas básicas, como: cozimento, motores de combustão interna, iluminação e geração de energia elétrica para diversos fins (MONTEIRO, 2005; SINOTTI, 2005). Com isso, nas propriedades rurais, sistemas de produção de biogás podem tornar a exploração pecuária auto-suficiente em termos energéticos e, dessa forma, contribuir para a resolução de problemas de poluição de efluentes (ALVES, 2007).

Sustenta Casagrande (2003) que são necessários 12 Kg de dejetos suínos para se produzir um metro cúbico de biogás. Por sua vez, observa Gaspar (2003) que, se for considerar que um suíno produz aproximadamente 2,25 Kg de dejetos por dia, são necessários apenas cerca de 5 animais para a produzir  $1\text{m}^3$  de biogás.

Após produzir o biogás a biomassa já fermentada sai do biodigestor na forma líquida, rica em material orgânico (húmus), com grande poder de fertilização e com poucos patógenos (GASPAR, 2003; OLIVEIRA, P.A.V., 2004).

Explica Gaspar (2003) que, quando aplicado no solo, o biofertilizante melhora as qualidades físicas, químicas e biológicas deste. A autora cita alguns aspectos que conferem alta fertilização nos resíduos. Dentre eles está a redução no teor de carbono do material e aumento do teor de nitrogênio e outros nutrientes, pois a matéria orgânica ao ser digerida perde carbono na forma de metano e gás carbônico. Com isso ocorre a diminuição na relação C/N da matéria orgânica, o que melhora as condições do material para fins agrícolas. Além disso, quando aplicado no solo a porosidade do mesmo, permitindo maior entrada de ar nas raízes das plantas. Também ocorrem maiores facilidades de imobilização do biofertilizante pelos microorganismos do solo, devido ao material já se encontrar em grau avançado de

decomposição, portanto não tem odor e não é poluente e, com isso, não atrai moscas ou outros insetos; solubilização parcial de alguns nutrientes. A autora ainda cita que outra vantagem vem a ser o fato da biofermentação destruir o poder germinativo das sementes de plantas prejudiciais à lavoura.

Portanto, para utilizar biofertilizantes é preciso avaliar alguns aspectos ambientais, como: disponibilidade de área, tipo de solo, distância de mananciais, dose de aplicação, legislação vigente (DARTORA *et al.*, 1998) e cultura agrícola.

Contudo, Kunz *et al.* (2004) afirmam que o biodigestor sozinho não é considerado um sistema de tratamento e que para solucionar problemas ambientais ele deve ser utilizado como parte integrante de um processo de tratamento.

Henn *et al.* (2009) estudaram um sistema composto por biodigestor seguido de lagoa de armazenamento em escala real. O efluente final apresentou como remoção média 95% de DBO, 98% DQO e 95% de ST. Concluem os autores que esta tecnologia como forma de tratar e armazenar dejetos de suínos e utilizá-los como biofertilizantes para as lavouras está consolidada.

Além destes tratamentos citados para tratamento de dejetos de suínos, existem muitos outros, inclusive sistemas alternativos, como o sistema de tanque coberto desenvolvido por Belli Filho & Martin (1996 *apud* HENN, 2005). O sistema consiste em um tanque fechado para estocagem de dejetos, com recirculação de biogás (rico em metano) e sistema de tratamento de gases odorantes, para reduzir os odores causados pela distribuição de dejetos. Com isso a carga orgânica é reduzida e o gás sulfídrico (grande responsável pelo mau odor) eliminado, conservando o teor do nitrogênio e o fósforo, e assim preservando o valor fertilizante.

A recomendação técnica para o manejo dos dejetos líquidos é o armazenamento e tratamento em esterqueiras ou lagoas para posterior uso em lavouras como fertilizante (OLIVEIRA, P.A.V., 2001). Segundo o autor os trabalhos de pesquisa desenvolvidos na área de manejo de efluentes da suinocultura indicam que nenhum tratamento de dejetos em uso no Brasil, é capaz de tratar o resíduo final a ponto de que este seja lançado diretamente nos cursos d'água.

## **2.6 Legislação Ambiental Aplicada na Suinocultura**

A criação de suínos, como qualquer outra atividade que possa causar poluição ambiental, precisa seguir as normas legais que protegem o ambiente. Existem as normas federais e as normas estaduais. As federais são genéricas e as estaduais mais específicas, voltadas a determinada atividade. O Estado de Santa Catarina possui normas legais que devem ser seguidas pelos que exercem atividades poluidoras. Se a atividade constar na lista de atividades consideradas potencialmente causadoras de poluição de porte razoável, ela vai depender de licenciamento pelo órgão público ambiental para iniciar a atividade.

Em Santa Catarina, a FATMA (Fundação do Meio Ambiente) é o órgão público do estado responsável pela emissão de licenciamentos ambientais para as atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental, dentre elas a suinocultura em sistema confinado.

A suinocultura está enquadrada entre as atividades consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental, conforme a Portaria da FATMA nº 01/04. As atividades listadas nesta portaria, divididas em pequeno, médio e grande porte, precisam de licença da fundação.

O mestre de Direito Ambiental Fiorillo (2003) esclarece que o licenciamento ambiental é um instrumento preventivo de proteção do meio ambiente. Isto porque é um procedimento realizado antes, durante e após a implantação do empreendimento para que a atividade se instale observando, desde o início, as normas legais e técnicas (CONAMA 237/97).

O Licenciamento Ambiental é definido pelo artigo 1º, inciso I, da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 237 (1997) como:

“procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso”.

Já a licença ambiental, de acordo com o Milaré (2000) é o documento do procedimento de licenciamento, com prazo de validade definido, em que o órgão ambiental estabelece regras, condições, restrições e medidas de controle ambiental a serem seguidas pela empresa ou atividade. Ao receber a Licença Ambiental, o empreendedor assume os compromissos para a manutenção da qualidade ambiental do local em que se instala.

Dentro do procedimento de licenciamento, estas atividades listadas na Portaria da FATMA nº 01/04 precisam de Licença Ambiental Prévia (LAP), Licença Ambiental de Instalação (LAI) e Licença Ambiental de Operação (LAO). Já as atividades enquadradas com menor porte do que o chamado pequeno não precisam de licenças, recebem uma simples Autorização Ambiental (AuA), como no caso das pequenas pocilgas, para verificação de seu sistema de controle de poluição.

A resolução 237 (CONAMA, 1997) explica sobre as licenças ambientais. A resolução cita que a LAP é concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento, aprovando sua localização. Já a LAI autoriza a instalação do empreendimento ou atividade, de acordo com as especificações constantes dos projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental. O órgão ambiental pode dispensar a LAI quando emitir a LAP, se junto com esta foi apresentado projeto completo de tratamento de efluentes. A última licença ambiental é a de operação (LAO), que autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta nas licenças anteriores. A LAO precisa ser renovada no prazo previsto na licença concedida pelo órgão ambiental, para verificação do funcionamento dos controles ambientais.

A mesma resolução ressalta que quando a atividade a ser licenciada for de significativo impacto, ou seja, tiver potencial de provocar elevado nível de poluição, é necessário que seja feito um estudo prévio de impacto ambiental – EIA. Com esse estudo é feita a verificação do grau de impacto e das medidas que podem e devem ser adotadas para que sejam evitados, controlados ou diminuídos. Também é preciso o respectivo relatório de impacto sobre o meio ambiente (RIMA). Este é um resumo do que contém o EIA, para fins de melhor entendimento pela população, com termos menos técnicos, compondo o EIA/RIMA, conforme Resolução Conama 237/97 e Constituição Federal art. 225. O EIA/RIMA será discutido em audiência pública e, se aprovado pelo órgão público ambiental, será licenciado o projeto ou atividade, com as etapas normais do processo – LAP/LAI/LAO.

O órgão ambiental definirá a necessidade do EIA/RIMA para licenciar a suinocultura, levando em consideração o tamanho do projeto e sua possível agressão

ao meio ambiente. Se concluir que o projeto não tem potencial para ocasionar um impacto ambiental muito grande, dispensa o EIA/RIMA e vai exigir outros estudos técnicos e projetos para o licenciamento.

Os riscos ambientais do empreendimento devem ser levados em conta, para o estabelecimento de medidas preventivas de controle de poluição no projeto.

Para o licenciamento ambiental, o criador de suínos do estado de Santa Catarina precisa atender as normas técnicas da FATMA, que estão na Instrução Normativa número 11 de 2004 (IN 11/04). Esta Instrução é específica para a suinocultura e visa levantar os dados da propriedade, do rebanho, do volume e do local de destino dos dejetos, bem como da localização da instalação em relação aos afastamentos previstos pelo Código Florestal e pelo Código Sanitário.

Quanto à localização das instalações, o Código Florestal (Lei 4.711/65), considera de preservação a vegetação defensiva, nas faixas marginais dos cursos d'água. A localização das instalações deve obedecer ao limite de 30 metros, no mínimo, para águas correntes e de 50 metros para lagoas e lagos. Nas nascentes, ainda que intermitentes, e nos chamados olhos d'água, a faixa marginal de preservação permanente também deve ser de um raio de 50 metros.

O Código Florestal (BRASIL, 1989) define a variação da largura da faixa marginal de preservação permanente em cada margem do rio. A largura da faixa varia de acordo com a largura do rio desde o seu nível mais alto em faixa marginal. Em termos práticos, a granja suinícola, para poder operar dentro do que estabelece a atual legislação, deve atender aos aspectos apontados na Tabela 6.

**Tabela 6-Variação da faixa marginal de preservação em relação à largura dos rios.**

<b>Largura do Rio (metros)</b>	<b>Faixa em cada margem (metros)</b>
<10	30
10 a 50	50
50 a 200	100
200 a 600	200
> 600	500

Fonte: Código Florestal (1989), adaptado pela autora.

Por sua vez, o Código Sanitário da Secretaria Estadual de Saúde (Lei 6.310/83) determina que as instalações devem estar afastadas no mínimo 20 metros das residências e de divisas de propriedades, 10 metros distantes das estradas municipais e 15 das estaduais ou federais.

Recentemente as faixas marginais de rios e nascentes foram alteradas por legislação estadual, diminuindo a metragem, mas sua legalidade está sendo discutida, pelo que não será considerada neste trabalho.

Além disso, segundo a Instrução Normativa nº11 (FATMA, 2004), as granjas devem possuir um sistema de armazenamento (esterqueiras, bioesterqueiras, lagoas, etc.) que possibilitem que os dejetos fiquem armazenados por no mínimo 120 dias antes de serem lançados no solo quando não houver tratamento dos dejetos. Esse prazo teria por finalidade garantir, por meio de processos anaeróbios, a decomposição do material carbonáceo, a transformação de compostos nitrogenados e a adsorção do fósforo, além da redução dos microrganismos patogênicos.

As unidades de produção de suínos também devem possuir uma área agrícola útil em condições de realizar a reciclagem dos dejetos. Para tanto, a Instrução Normativa-11 (FATMA, 2004) estabelece que a aplicação máxima de dejetos deve ser de 50 m<sup>3</sup> de dejetos/ha/ano. Caso o produtor não possua essa área, deverá dispor,

comprovadamente, de áreas de terceiros ou tratar os efluentes para reduzir os parâmetros químicos e biológicos e atingir os padrões da legislação.

No caso dos padrões de emissão dos efluentes líquidos, deve ser observada a classe do curso d'água que servirá de corpo receptor de acordo com o Decreto Estadual 14.250/81, de 05 junho de 1981. Ele regulamenta os padrões de qualidade da água, classificando-as em três classes segundo sua utilização. De acordo com esse decreto devem ser atendidas as condições de redução de 80% de DBO ou o efluente deve ser lançado com até 60mg/l de DBO e não conferir aos cursos de água características em desacordo com os critérios e padrões de qualidade da água. Além disso, o decreto inclui cálculos para os padrões de emissão de efluentes líquidos segundo a capacidade de autodepuração dos cursos de água.

Quanto aos padrões de emissão e a proteção da qualidade ambiental, das instalações de armazenamento e tratamento de dejetos, o citado Decreto Estadual 14.250, em seu artigo 9º, ressalta a que as estruturas ou depósitos de armazenagem de substâncias capazes de proporcionar riscos aos recursos hídricos deverão ser dotados de sistemas de segurança e prevenção de acidentes, localizados a uma distância mínima de 200 metros de corpos d'água; a FATMA pode exigir ou autorizar distância menor, dependente de estudos técnicos.

O Decreto nº 14.250/81 ainda trata sobre o destino final dos resíduos no Artigo 21. Ele cita que os resíduos não podem ser descartados e depositados em propriedade pública ou particular e que o solo só deve ser usado como destino final de resíduos se a disposição for feita de forma correta.

No entanto, de acordo com Miranda (2005) é difícil para os criadores atender as condições do Decreto 14.250 e da Instrução Normativa 11. Isso porque os parâmetros da legislação são muito restritivos, pois os dejetos suínos possuem uma carga orgânica elevada, e os custos de implantação e manutenção dos sistemas de tratamento dos dejetos são elevados. Por esse motivo o autor comenta que muitas propriedades suinícolas não possuem a autorização de funcionamento, pois elas precisariam se adequar à legislação. Para isso seriam necessários elevados recursos financeiros, o que comprometeria a atividade dos pequenos produtores.

Miranda *et al.* (2006) recomendam que seja feita uma revisão técnica da Instrução Normativa da FATMA nº11 com relação aos volumes de dejetos produzidos, do tempo de armazenamento e da quantidade de dejetos aplicadas no solo em função de cada cultura. Isso porque eles constataram em campo que esses valores podem ser alterados. Com relação aos volumes de dejetos, eles podem ser maiores do que os calculados pela norma, pelo acréscimo de águas da chuva, pela água utilizada na lavagem das instalações, água de perda de bebedouros e outros fatores. Com relação às chuvas, é proposto que no cálculo de volume de armazenamento seja adicionado um volume de segurança para que não haja transbordamento dos tanques de armazenagem, caso chova.

Também comentam Miranda *et al.* (2006) que o tempo de armazenamento é sempre muito discutido, pois a necessidade do tempo de armazenamento para estabilização dos dejetos pode variar conforme cada cultura. Contudo, o tempo de 120 dias garante que a matéria orgânica será estabilizada, não importando qual em qual cultura que será aplicado o dejetos.

Alves (2007) observa que não existe no Brasil uma legislação específica para a suinocultura. O que existe são normas fixadas pelos órgãos ambientais para regular o procedimento de licenciamento da atividade. No restante, devem ser observadas as

normas gerais que valem para qualquer outra atividade com capacidade de causar poluição do meio ambiente, como normas para esgotos domésticos. Por isso, para solucionar problemas de poluição ambiental apresentados no oeste catarinense o Ministério Público propôs um Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta, que será abordado a seguir.

### 2.7.1 Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta – TAC

Para amenizar os problemas de poluição causados pela suinocultura no oeste catarinense, o Ministério Público de Santa Catarina (MPSC, 2008) reuniu os principais agentes envolvidos na problemática, como: o Poder Público Federal, Estadual e Municipal, empresas, instituições públicas e privadas, entidades de classe dos produtores e agroindústria. Junto com esses agentes, o MPSC formulou uma proposta de conduta a ser seguida pelos produtores e pelas agroindústrias, e fez com que assinassem um documento em que se comprometeram a adotar medidas de controle de poluição. Assim, foi assinado um Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta (TAC). Esse Termo é o acordo previsto na lei da Ação Civil Pública (7.347/85), que o Ministério Público pode assinar para que os poluidores ajustem, acertem, suas condutas conforme exige a legislação ambiental.

O TAC é uma medida preventiva extrajudicial para proteção de interesses que visa alcançar mais rapidamente o objetivo de adequação ou correção da conduta do que se pretenderia com uma ação judicial (MIRANDA, 2005; MONTIBELLER, 2003). De acordo com Miranda (2005), além de evitar a ação judicial o TAC ainda dá oportunidade para os interessados participarem da definição de prazos e cronogramas da implementação das obrigações assumidas.

Palhares & Jacob (2007) afirma que Santa Catarina foi o primeiro estado a utilizar o TAC para suinocultura. O autor ainda comenta que a intenção do Termo proposto e assinado pelo MPSC é adequar as propriedades rurais que trabalham com suinocultura na microrregião do Alto Uruguai, no oeste de SC, que ao todo abrange 19 municípios.

Miranda (2005) observa que, se com a assinatura do Termo ocorrer a preservação dos recursos hídricos da região e que, apresentando resultados positivos, a medida deverá aplicada em outras regiões do estado. Com efeito, o MPSC, posteriormente, firmou Termos de Ajustamento de Conduta com o mesmo objetivo em outras microrregiões produtoras de suínos, com a mesma finalidade, ou seja, adequação da atividade poluidora às normas de controle ambiental.

O primeiro TAC foi assinado em dezembro de 2002. O Termo prevê que os suinocultores terão que adequar suas propriedades, no prazo estabelecido, respeitando a legislação ambiental para obter o licenciamento da FATMA. São previstas algumas responsabilidades por parte dos produtores, como: o suinocultor deverá arcar com as despesas de licenciamento; reflorestar a mata ciliar; construir e reformar as estruturas de tratamento e armazenamento dos dejetos; adequar seu plantel de acordo com a área agrícola disponível ou buscar áreas de terceiros para depositar o excedente de dejetos gerados na sua propriedade.

Já as agroindústrias devem elaborar e encaminhar projetos técnicos aos órgãos de fiscalização (FATMA) e fornecer assistência técnica aos seus integrados. Portanto, para as agroindústrias o Termo é a garantia da manutenção da oferta de matéria-prima e de uma imagem ambiental positiva, ao mesmo tempo em que se comprometem a favorecer o cumprimento da legislação ambiental pelo produtor.

Acrescenta Miranda (2005) que o TAC beneficia diversos agentes, como suinocultores, agroindústrias, prefeituras, a FATMA, técnicos de pesquisa e extensão rural pública ou privada, o Consórcio Lambari<sup>2</sup>, e até o Ministério Público. Isso porque todos estão envolvidos, direta ou indiretamente, com a responsabilidade de proteção do meio ambiente: os particulares, com a implantação de controles de poluição e os órgãos públicos com a fiscalização do cumprimento da legislação ambiental. Assim, através deste documento, cada um assume a sua responsabilidade conforme as suas atribuições.

Segundo o mesmo autor as medidas de regulação ambiental, normas técnicas e legais, que afetam a atividade suinícola precisam ser revisadas ou atualizadas, porquanto se forem aplicadas na íntegra, milhares de propriedades deverão ser interditadas, pois a maioria na região não atende de forma integral a legislação ambiental e sanitária. Portanto, a legislação precisa se adequar para não se tornar inaplicável às condições efetivas do mundo real. Esta posição, entretanto, não é defendida pela maioria dos autores na área ambiental. Mestres do Direito Ambiental como Milaré (2000) e Fiorillo (2003), insistem pela aplicação das normas ambientais como se encontram, tendo em vista o princípio da prevenção, no sentido de que as normas devem ser cumpridas para proteger o meio ambiente e não serem alteradas para adequar as atividades poluidoras.

O que se percebe na prática, todavia, é que as pressões de vários setores produtivos são muito fortes para alteração de leis, com objetivo de adaptar a situação de fato prejudicial ao meio ambiente, às normas legais. Entretanto, estes movimentos provavelmente não irão prosperar, pela constante vigilância do Ministério Público e das Organizações não-governamentais ecológicas sobre as normas ilegais que são aprovadas e que prejudicam o meio ambiente.

## **2.7 Microrregião de Estudo**

O IBGE divide o Brasil e os estados em Meso e Microrregiões, para auxiliar no planejamento e execução de políticas públicas. Conforme o IBGE (2008), a microrregião de Curitibanos faz parte da Mesoregião Serrana de Santa Catarina. Fazem parte dessa microrregião os municípios: Abdon Batista, Brunópolis, Campos Novos, Curitibanos, Frei Rogério, Monte Carlo, Ponte Alta, Ponte Alta do Norte, Santa Cecília, São Cristóvão do Sul, Vargem e Zortéa. O Anexo 1 apresenta um mapa de Santa Catarina com a divisão municipal.

Para auxiliar no planejamento dos recursos hídricos, em Santa Catarina existe a Política Estadual de Recursos Hídricos, estabelecida em legislação (MPSC, 1994). Esta norma dispõe que as Bacias Hidrográficas (BH) constituem unidades básicas de planejamento do uso, conservação e recuperação dos recursos hídricos. O Anexo 2

---

<sup>2</sup> O Consórcio Lambari, criado em 2001, é o Consórcio Intermunicipal de Gestão Ambiental do Alto Uruguai Catarinense. Ele atua em nível de bacias hidrográficas, com gestão ambiental participativa, através de grupos constituídos por voluntários, profissionais ligados à administração, vereadores, etc. Esses grupos elaboram diagnósticos dos principais problemas regionais, realizam seminários, cursos, trilhas ecológicas e outras atividades de educação ambiental (PILLON, 2002).



apresenta um mapa do estado de Santa Catarina dividido em Bacias Hidrográficas e com a microrregião de Curitibanos selecionada com polígono preto.

O Estado de Santa Catarina possui três grandes Bacias Hidrográficas, são elas: Bacias Hidrográficas do rio Iguaçu, do Sudeste e do rio Uruguai. As Bacias Hidrográficas também possuem subdivisões, as Regiões Hidrográficas (RH).

A microrregião de Curitibanos está localizada na Bacia Hidrográfica do rio Uruguai, na Região Hidrográfica do Planalto de Lages e, grande parte, na sub-bacia hidrográfica do rio Canoas, classificado como classe 2 de acordo com a Portaria 024/79 da FATMA. Além disso, alguns municípios da microrregião abrangem uma parte da sub-bacia do Rio do Peixe, do Rio Iguaçu e do Rio Itajaí-Açu.

A EPAGRI ainda divide as sub-bacias em microbacias para facilitar o monitoramento dos recursos hídricos. O Anexo 3 mostra as microbacias de cada município da microrregião e a área de lavoura temporária, o número das propriedades que produzem suínos e o total de cabeças de suínos em cada microbacia, conforme dados do LAC (EPAGRI, 2003).

Além destes recursos hídricos superficiais, existem na microrregião águas subterrâneas formadoras do Aquífero Guarani e do Aquífero Serra Geral (ANA, 2008). O Aquífero Serra Geral recobre o Guarani. A Figura 5 mostra o mapa com os Aquíferos localizados na América do Sul e em um Perfil Hidrológico em Santa Catarina. Por estar mais próximo da superfície, as águas da Serra Geral são muito utilizadas em todo o meio oeste e oeste (RGSR, 2009).

De acordo com ANA (2008) o Aquífero Guarani é importante, pois está presente em quatro países: Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai. Além disso, é maior no Brasil e atravessa o subsolo de oito estados: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

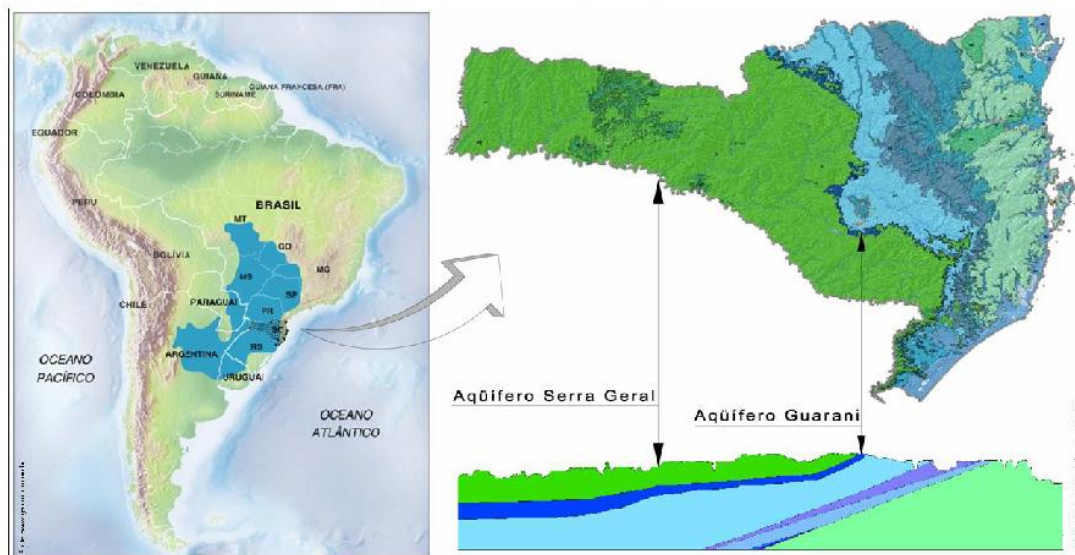


Figura 5- Mapa e Perfil Hidrológico de Santa Catarina.

Um dos problemas de deterioração do aquífero são as fontes de poluição pontuais e difusas (ANA, 2008). A criação de suínos na sua área de abrangência, regiões e microrregiões, contribui para agravar as fontes de poluição.

Um problema da microrregião de estudo em relação ao fator poluição é a topografia. Alguns municípios possuem um relevo muito acidentado que dificulta a

incorporação dos dejetos suínos ao solo, sendo os mesmos carregados facilmente das encostas para os mananciais d'água. (GASPAR, 2003).

A microrregião é uma grande produtora agrícola, com destaque na produção de milho, alho, feijão, soja, trigo, maçã, caqui, tangerina e pêssego (IBGE, 2008). Além disso, a atividade agropecuária apresenta destaque não somente na produção de suínos, mas também no setor de bovinocultura de leite. A Tabela 7- Número de Suínos e Bovinos na Microrregião do ano 2000 a 2007. mostra a evolução dos rebanhos de suínos e bovinos entre 2000 e 2007, na microrregião.

**Tabela 7- Número de Suínos e Bovinos na Microrregião do ano 2000 a 2007.**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Suínos</b>	77.556	91.970	96.309	101.766	79.586	84.090	83.985	160.980
<b>Bovinos</b>	166.575	161.025	167.118	177.397	166.377	177.300	172.171	178.229

Fonte: IBGE (2008), adaptada pela autora.

Percebe-se que, neste período, o rebanho bovino permanece praticamente o mesmo, variando entre 161 mil a 178,3 mil cabeças. Já o rebanho suíno aumenta 208% durante os anos, passando de 77,5 mil a 161 mil cabeças, sendo que o maior aumento de suínos ocorreu no ano de 2007.

### **3. O MOVIMENTO DE EXPANSÃO PARA A MICRORREGIÃO**

No decorrer deste trabalho mostrou-se que a produção de suínos no oeste e sul de Santa Catarina atingiram proporções alarmantes. Embora seja uma atividade sustentável do ponto de vista econômico, a sustentabilidade ambiental ficou totalmente comprometida.

Com efeito, o oeste do Estado abrange um território pequeno e de relevo acidentado, com vales e montanhas, o que facilitou a divisão em pequenas propriedades e produção agrícola familiar. A criação de suínos ganhou expressão no sistema integrado produtor-indústria, no qual as grandes empresas de carnes e embutidos prestam assistência técnica ao produtor, fornecem leitões e adquirem o suíno criado. Isso fez a produção suína crescer em ritmo vertiginoso, pela alta produtividade do setor e pelos resultados econômicos. Este processo, altamente produtivo e com sustentação econômica, resultou em excessiva concentração de produtores na região.

Esta concentração de suinocultores ao longo das bacias hidrográficas dos rios Uruguai e do Peixe ocasionou problemas ambientais graves, com elevado índice de poluição de recursos hídricos e do solo.

Assim é que a excessiva produção suína, com concentração de pequenos e médios produtores na região oeste, provocando contaminação ambiental, especialmente a possibilidade de contaminar o Aquífero Guarani, resultou em intervenção do Ministério Público para exigir a adoção de medidas corretivas e de recuperação ambiental.

Desta forma, conscientes da excessiva concentração da produção suinícola no oeste, produtores e agroindústrias procuraram outras regiões para expandir a produção. Assim, a atividade expandiu-se para o norte, microrregião de Canoinhas, e para o meio-oeste, microrregião de Curitibaanos, área esta de nosso estudo.

Opiniões verbais colhidas durante a visita técnica e viagens a Campos Novos e Curitibaanos indicam que a implantação da suinocultura na microrregião decorre, ainda, de outros fatores além da pressão exercida pela fiscalização ambiental. Estes

fatores seriam principalmente: a microrregião possui solo menos acidentado, o que facilita a criação de suínos; tem grandes áreas agrícolas para plantação de produtos de lavoura temporária, como milho, feijão, alho, soja e aveia; é mais próxima que a região oeste da infra-estrutura de estradas federais (BR's 282, 101 e 116), de portos (Itajaí e Navegantes) e dos grandes mercados consumidores do litoral; e também dos incentivos governamentais e financeiros para a atividade.

#### **4. METODOLOGIA**

Para alcançar os resultados pretendidos, este estudo utilizou os métodos dedutivo e comparativo, em conjunto. Assim, formulada a questão geral da poluição provocada pela suinocultura, comparando as situações em regiões diferentes, foi possível caracterizar o problema como um todo.

O processo de investigação com a aplicação desses métodos utilizou diversas técnicas como instrumentos para atingir os resultados. As técnicas para a realização deste trabalho foram: levantamento de dados, análise de relatórios técnicos, pesquisa em livros e legislação, viagem de campo e bibliografia referencial.

Foram levantados dados do IBGE (2008) sobre o número de suínos e de área de lavoura temporária na microrregião de Curitiba. Com esses dados foi possível calcular o volume de dejetos produzidos por ano em cada município da microrregião.

Além disso, foram utilizados os registros do Levantamento Agropecuário Catarinense da Suinocultura (LAC) através de dados da EPAGRI. Esse estudo informa a área de agricultura e a quantidade de suínos produzidos por microbacias da microrregião. Através desses dados podem ser verificadas quais as microbacias hidrográficas devem ser monitoradas. Porém, os últimos dados do estudo estão bastante desatualizados, pois são do ano de 2003.

Também foram realizadas visitas pessoais a algumas empresas suinícolas da microrregião, para conhecer os tratamentos utilizados e verificar se estão cumprindo a legislação ambiental catarinense. Através dos dados adquiridos acima foi possível:

- Mapear a produção de suínos na região e avaliar sua densidade;
- Calcular a quantidade de dejetos em cada uma das granjas visitadas para exemplificar como deve ser realizado o cálculo para cada fase do suíno e verificar se a capacidade de aplicação dos dejetos está de acordo com a legislação vigente;
- Comparar a destinação dos dejetos suínos com o previsto pela legislação ambiental para suinocultura de Santa Catarina.

##### **4.1 Cálculo da Quantidade de Dejetos Produzidos por Ano**

A avaliação da quantidade de dejetos produzidos por ano pelos suínos é necessária para verificar a capacidade que a área de produção e disposição de dejetos comporta. Estes cálculos fornecerão dados para análise das situações das granjas.

Para calcular a quantidade de dejetos produzidos por suíno por ano é necessário utilizar a Tabela 4- Média diária de volume de dejetos por diferentes categorias de suínos) do item 2.3 deste trabalho (OLIVEIRA, 1993).

Através da tabela citada é possível calcular a quantidade, em litros, de dejetos gerados diariamente de acordo com a categoria do suíno. Dividindo-se este valor por mil encontra-se a quantidade de dejetos gerados em metros cúbicos (m<sup>3</sup>). Multiplicando-se este valor por 365 encontra-se quantos m<sup>3</sup> de dejetos são gerados

em um ano. A Equação 1 demonstra o cálculo para chegar na quantidade, em m<sup>3</sup>, de dejetos líquidos (*DI*) suínos gerados por ano.

$$DI = n^{\circ} \text{ suínos} \times y \times \frac{1m^3}{1000l} \times \frac{365\text{dias}}{1\text{ano}} \quad \text{Equação 1}$$

Sendo:

*DI*: Dejetos líquidos, em m<sup>3</sup>, gerados por ano;

*n*<sup>o</sup> de suínos: quantidade de suínos;

*y*: quantidade de dejetos gerados por suíno, em litros por dia.

Como no item da legislação ambiental deste trabalho, a Instrução Normativa 11 (FATMA, 2004) estipula que a quantidade máxima de dejetos que pode ser aplicada em, no máximo, 50m<sup>3</sup>/ha/ano. Portanto, depois de calcular a quantidade de dejetos produzidos em um ano, divide-se este valor pela área de lavoura temporária da região de estudo e verifica-se se o valor produzido de dejetos atende, ou não, a legislação vigente.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Visita às Granjas

Foram realizadas visitas em duas granjas na microrregião, uma de alta tecnologia e outra de baixa tecnologia de tratamento dos dejetos.

#### 5.1.1. Granja de Alta Tecnologia de Tratamento de Dejetos

A visita à granja de alta tecnologia de tratamento, localizada no município de Campos Novos, foi realizada no dia 06 de março de 2009.

A granja aproximadamente 100 hectares de área total e hoje está com um pouco mais de 5.550 matrizes (fêmeas reprodutoras), 55 machos e 15.550 leitões. A empresa produz cerca de 11.200 animais por mês. Uma porca tem 2 gestações por ano, 115 dias de gestação, e produz, geralmente, 12 leitões cada, ao todo são 24 leitões por ano por porca. Uma porca geralmente tem 7 partos, no máximo 9, depois é abatida. O local de gestação e a maternidade são consideradas como sítio 1. No 110<sup>o</sup> dia a porca vai para maternidade e depois de 21 dias o leitão é desmamado e vai para creche (sítio 2). Depois de 60 dias o leitão terá mais ou menos 25kg e vai para o campo, ou para engorda ou para reprodução, em municípios como: Campos Novos, Herval Velho, Brunópolis, Curitibaanos e outros municípios, geralmente na microrregião. Após 5 dias do parto a porca tem condições de ter outra gestação.

Em outubro de 2008 ficou pronta a nova Estação de Tratamento de Efluente desta granja. A água pluvial do telhado das baias e a água que lava os cochos de comida e bebida são armazenadas em uma lagoa (Figura 6) e é usada na lavagem das calhas das creches.

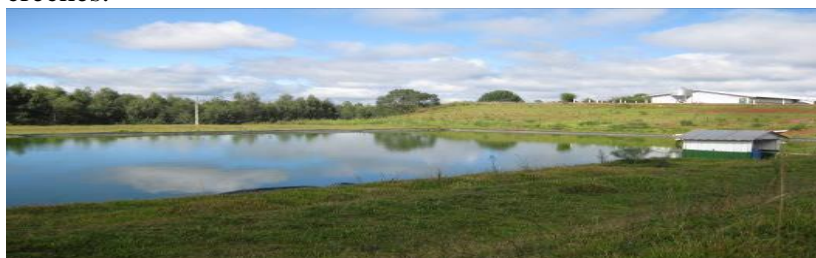
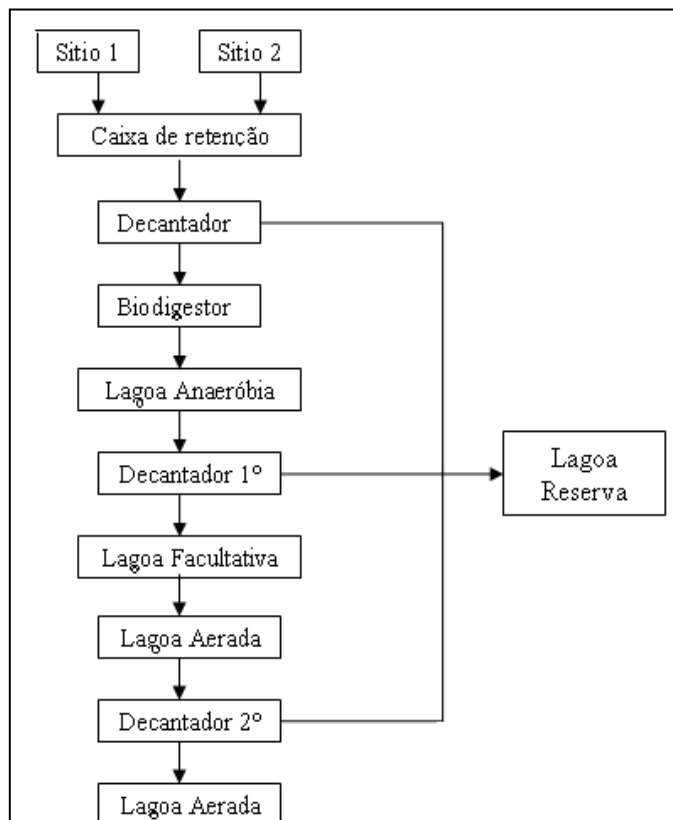


Figura 6- Lagoa de Água Pluvial

A Figura a seguir é o Fluxograma da Estação de Tratamento da Granja (Figura 7).



**Figura 7- Fluxograma da Granja de Alta Tecnologia de Tratamento de Dejetos**

Os efluentes dos sítios 1 e 2 juntam-se na caixa de retenção (Figura 8) para que haja a mistura, homogeneização e redução da velocidade dos efluentes. Desta caixa o efluente vai para o decantador (Figura 9), que é dividido em células. Nele o efluente líquido é separado dos sólidos através de drenos. O sólido vai para lagoa uma lagoa reserva enquanto o líquido é encaminhado para tratamento.



**Figura 8- Caixa de Retenção**



**Figura 9- Decantador**

Primeiramente o líquido vai os 3 biodigestores (Figura 10), que são ligados em série. A empresa Agcert investiu no biogás, vai vender os créditos de carbono e ceder algumas cotas para a granja. O gás gerado é levado por um compressor para aquecer as camas das creches e possui 90% de eficiência de queima, porém às vezes produz mais do que necessita e esse gás é queimado em queimadores (Figura 11).



**Figura 10- Biodigestores**



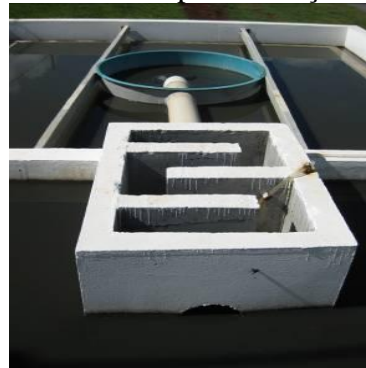
**Figura 11- Queimadores de gás**

Dos biodigestores o efluente é encaminhado para a primeira lagoa, que é anaeróbia (Figura 12). Esta lagoa possui três metros de profundidade.

O efluente vai então, para tratamento físico-químico no decantador primário (Figura 13). Essa etapa é toda automatizada e nela são adicionados polímero e sulfato de alumínio para coagulação e floculação e hidróxido de sódio para correção do pH.



**Figura 12- Lagoa Anaeróbia**



**Figura 13- Decantador Primário**

No fundo do decantador ficam os sólidos, que são encaminhados para lagoa reserva (Figura 14), enquanto o líquido é encaminhado para uma lagoa facultativa. A Lagoa Facultativa (Figura 15) possui 1,3 metros de profundidade e os sólidos que vão para a mesma são recolhidos e vão ou passam por um processo de compostagem ou são recolhidos pelos produtores das propriedades próximas para utilizar em lavoura. Não foi comentado pelo técnico quanto tempo ficam os sólidos na lagoa até serem retirados.



**Figura 14- Lagoa Reserva**



**Figura 15- Lagoa Facultativa**

A próxima lagoa é a Aerada (Figura 16). Na entrada desta lagoa tem uma calha Parshall para medir a vazão. Ao todo são 8 aeradores que possuem uma haste oca e uma hélice. Através dessa haste o ar atmosférico é lançado para baixo. Da aeração o efluente segue para o decantador secundário. Esse decantador possui as mesmas medidas e funções que o primeiro, porém não faz correção de pH.

A última lagoa é a de Polimento (Figura 17). Nesta lagoa existe uma pré-cloração, com cloro em pastilha, na entrada e na saída, com cloro líquido. Metade do efluente tratado volta para reuso na granja e metade dele vai para o rio mais próximo.



**Figura 16- Lagoa Aerada**



**Figura 17- Lagoa de Polimento**

#### 5.1.1.1 Cálculo da Quantidade de Dejetos Produzidos

Para calcular a quantidade de dejetos produzidos por esta granja será utilizado o método descrito no item 4.1, na metodologia.

Através da Tabela 4- Média diária de volume de dejetos por diferentes categorias de suínos) do item 2.3 deste trabalho verifica-se que as fêmeas em reposição, cobrição e gestação produzem 16 litros de dejetos por dia, os machos 9.00 l/dia e os leitões 1.40 l/dia. Conforme dito no item 5.1.1 a granja possui 5.550 fêmeas, 55 machos e 15.550 leitões. Com estes dados é possível calcular a quantidade de dejetos gerada por dia.

A quantidade de dejetos que uma porca fêmea ( $Dl_f$ ), produz por ano, em metros cúbicos é calculada na Equação 2 conforme a Equação 1 apresentada na metodologia.

$$Dl_f = 5.550 \times 16.00l / dia \times \frac{1m^3}{1000l} \times \frac{365dias}{1ano} = 34.412m^3 / ano \quad \text{Equação 2}$$

Já a quantidade de dejetos produzidas pelos machos em 1 dia ( $Dl_m$ ) é calculada pela equação a seguir (Equação 3):

$$Dl_m = 55 \times 9.00l / dia \times \frac{1m^3}{1000l} \times \frac{365dias}{1ano} = 180,67m^3 / ano \quad \text{Equação 3}$$

Finalmente, para calcular a quantidade de dejetos produzidos pelos leitões ( $Dl_l$ ) é calculada pela seguinte fórmula (Equação 4):

$$Dl_l = 15.550 \times 1.40l / dia \times \frac{1m^3}{1000l} \times \frac{365dias}{1ano} = 7.946,05m^3 / ano \quad \text{Equação 4}$$

A quantidade total de dejetos produzidos pela granja anualmente ( $Dl_t$ ) é a soma de todos os suínos (fêmeas, machos e leitões), ou seja, a soma das quantidades de dejetos calculados anteriormente. Esta soma é apresentada na Equação 5.

$$Dl_t = Dl_f + Dl_m + Dl_l = 42.538,73m^3 / ano \quad \text{Equação 5}$$

Os dejetos, como dito antes, são distribuídos em propriedades próximas da granja, pois não poderiam ser utilizados no mesmo terreno. Isso porque, de acordo com a Instrução Normativa 11 da FATMA, a quantidade de dejetos aplicados não pode ultrapassar 50m<sup>3</sup>/ha/ano. O Código Florestal (4.771/65) diz que 20% do terreno rural é área de reserva legal. Então, para ter o valor de área disponível para lançamento de dejetos é necessário descontar esta área de reserva e a área construída de instalações e de Estação de Tratamento de Dejetos (ETE) da área total de 100ha do terreno. Observando os dados da Licença Ambiental de Operação da empresa verifica-se que somente a ETE possui em média 1,5 ha. Como os dados de área construída não foram fornecidos vamos supor que a área para lançamento dos dejetos seria a área total menos a reserva legal e área da ETE, somente para exemplificar como ficaria o cálculo. O volume de dejetos dividido por 78,5 ha (100 hectares

menos 20%, menos 1,5ha da ETE) resulta em 541,9 m<sup>3</sup>/ha/ano. Com esses dados, conclui-se que o volume de dejetos já ultrapassaria o máximo de 50m<sup>3</sup>/ha/ano, mesmo sem considerar as áreas das instalações da criação dos suínos.

#### 5.1.2. Granja de baixa tecnologia de tratamento de dejetos

No dia 25 de abril de 2009 foi realizada uma visita à uma granja de baixa tecnologia de tratamento de efluentes, no município de Curitibaanos. O dono da granja acompanhou a visita e explicou o funcionamento da granja.

A área de granja é de aproximadamente 31,5 hectares e ao todo existem três núcleos, cada um deles com seis chiqueiros (Figura 18). Cada chiqueiro acomoda cerca de 520 porcos (Figura 19). Ou seja, cada núcleo engorda 3120 porcos, em um total de 9360 porcos a cada 100 dias.



**Figura 18- Núcleo com 6 chiqueiros**



**Figura 19-Chiqueiro**

Os suínos entram nos núcleos com 20kg, ficam 100 dias na engorda e saem com 120kg, ou seja, engordam cerca de 1kg por dia. Sendo que cada 2kg de ração são convertidos em 1kg de carne e que aproximadamente 8mil kg de carne são produzidos por dia, eles consomem 16mil kg de ração por dia.

Os dejetos são tratados através de esterqueiras. Cada núcleo possui quatro esterqueiras (Figura 20) de 20metros de diâmetro e 2,60metros de profundidade cada uma, ou seja 816,8 m<sup>3</sup> cada uma. Está prevista a implantação de três biodigestores para tratar os dejetos antes das esterqueiras. Eles ficarão localizados entre as granjas e as esterqueiras e assim, os dejetos irão descer, por gravidade, da granja para os biodigestores e depois para as esterqueiras.



**Figura 20- Esterqueiras**

O dono da granja comentou que os dejetos ficam aproximadamente 30 dias, ou menos, na esterqueira antes de serem coletados com caminhão limpa-fossa e lançados nas lavouras ao redor do terreno. A granja não atende a IN 11 (FATMA, 2004) que diz que o tempo mínimo de armazenamento dos dejetos em granjas que



não possuem tratamento é de 120 dias na esterqueira. Antes de serem coletados, os dejetos são remexidos com um trator para misturar o sólido no líquido e, então, são retirados com o caminhão. Em média uma esterqueira enche 50 caminhões.

A empresa Perdigão, de Videira, manda para a granja os leitões vacinados, um técnico e a ração. Os custos do dono da granja são de construção e manutenção de três caseiros, um para cada núcleo. O trabalho dos caseiros é alimentar os suínos aproximadamente três vezes ao dia levando a ração dos silos (Figura 21), com carrinhos de mão e colocando nos cochos com medidores (Figura 22).



**Figura 21- Silo com ração**



**Figura 22-Cocho de Alimentação para Suínos**

Uma vez por dia os caseiros raspam os dejetos dos suínos para as valas laterais (Figura 23), que vão por gravidade para a esterqueira. Quando saem os suínos já engordados para entrar novos os caseiros lavam todo o chiqueiro e desinfetam. Já os bebedouros não precisam de muitos cuidados, pois a água desce direto da caixa d'água (Figura 24).



**Figura 23- Valas Laterais**



**Figura 24-Bebedouro**

O empresário proprietário informou que o incentivo à criação de suínos na região veio com apoio da prefeitura, que doou alguns hectares de terra para construção. A criação de suínos é lucrativa tanto para o produtor quanto para a prefeitura, que irá lucrar em impostos com a criação e também com a geração de empregos diretos e indiretos. Já para o produtor o investimento com a construção será compensado em cinco anos, aproximadamente, pois cada suíno gera R\$20,00 de lucro por cabeça, ou seja, a cada mês o lucro é de R\$60 mil.

Portanto, o apoio da prefeitura para produção de suínos, tanto no município de Curitiba, como em outros da microrregião, tem gerado aumento na quantidade desses animais na área de estudo.

#### *5.1.2.1. Cálculo da Quantidade de Dejetos Produzidos*

Também com os dados da Tabela 4- Média diária de volume de dejetos por diferentes categorias de suínos) do item 2.3 verifica-se que para a categoria de suínos com 25 a 100kg, que é o caso desta granja, a produção de dejetos por dia é de 7,0 litros. Sendo que a granja cria 9360 suínos em seus núcleos o cálculo de dejetos gerados anualmente ( $Dl_s$ ), é dado pela fórmula a seguir (Equação 6).

$$Dl_s = 9360 \times 7.00l / dia \times \frac{1m^3}{1000l} \times \frac{365dias}{1ano} = 23.915m^3 / ano \quad \text{Equação 6}$$

Essa quantidade de dejetos não poderia ser disposta na própria granja, pois também ultrapassaria o valor máximo permitido pela legislação, de 50m<sup>3</sup>/ha/ano. Como a área da granja de aproximadamente 31,5 hectares de área total foram reduzidos os 20% de área de reserva legal (BRASIL, 1965), resultando no valor de 30,87ha, e calculada o volume de dejetos por área. A quantidade de dejetos por hectare por ano seria de 774,7m<sup>3</sup>. Mesmo sem descontar a área construída das instalações o volume de dejetos por área de terreno já apresentaram valores bem acima do máximo de 50m<sup>3</sup>/ha/ano da IN 11 (FATMA, 2004).

## 5.2. Avaliação da Expansão para a Microrregião de Curitibaanos

Um das formas de comprovação do cumprimento da legislação ambiental é a verificação se a quantidade de dejetos produzidos na região está de acordo com a Instrução Normativa n°11 (FATMA, 2004). Ela limita que a quantidade máxima de dejetos produzidos não deve ultrapassar 50 metros cúbicos por hectare por ano.

A Tabela 8 e Tabela 9 são preparadas com dados do ano de 2003, ano do LAC, e de 2007 adquiridos no site do IBGE (2008). Com estes dados foram calculadas as duas últimas colunas das tabelas. As colunas “Dejetos” indicam a quantidade de dejetos por suíno, calculadas através da Tabela 4 do item 2.3 (OLIVEIRA, 1993), considerando que cada suíno produz cerca de 8,6 litros por dia de dejetos, e calculados conforme a Equação 1.

O valor de dejetos foi, então, dividido pela quantidade máxima de 50m<sup>3</sup>, que são permitidos por hectares em um ano, de acordo com a IN 11 (FATMA, 2004) e resultou na coluna “Área para IN”. Já a última coluna “Taxa real de aplicação” é o resultado da divisão do volume de dejetos dividido pela “Área de lavoura temporária”. Com este valor de taxa real é possível comparar com o valor máximo estipulado pela IN (FATMA, 2004) de 50m<sup>3</sup>/ha/ano e verificar se o volume de dejetos por área está atendendo à norma legal.

**Tabela 8- Volume de Dejetos Suínos por Hectare de Lavoura Temporária no Ano de 2003.**

Município	Área de lavoura temporária (ha)	Suínos	Dejetos (m <sup>3</sup> /ano)	Área para IN (ha)	Taxa real de aplicação m <sup>3</sup> /ha/ano
Abdon Batista	4.265	3.440	10798,16	215,96	2,53
Brunópolis	7.940	5.570	17484,23	349,68	2,20
Campos Novos	80.396	71.000	222869	4457,38	2,77
Curitibaanos	15.774	2.530	7941,67	158,83	0,50
Frei Rogério	5.696	3.440	10798,16	215,96	1,90
Monte Carlo	2.247	2.056	6453,784	129,08	2,87
Ponte Alta	2.355	720	2260,08	45,20	0,96
Ponte Alta do Norte	344	795	2495,505	49,91	7,25
Santa Cecília	2.953	1.760	5524,64	110,49	1,87
São Cristóvão do Sul	1.500	1.570	4928,23	98,56	3,29
Vargem	5.623	3.705	11629,995	232,60	2,07
Zortea	8.204	5.180	16260,02	325,20	1,98
<b>Microrregião</b>	<b>137.297</b>	<b>101.766</b>	<b>319443,47</b>	<b>6388,87</b>	<b>2,33</b>

Fonte: IBGE, 2008, adaptada pela autora.

**Tabela 9- Volume de Dejetos Suínos por Hectare de Lavoura Temporária no Ano de 2007.**

Município	Área de lavoura temporária (ha)	Suínos	Dejetos (m <sup>3</sup> /ano)	Área para IN (ha)	Taxa real de aplicação m <sup>3</sup> /ha/ano
Abdon Batista	6.361	2.914	9147,05	182,94	1,44
Brunópolis	9.020	2.950	9260,05	185,20	1,03
Campos Novos	86.558	136.162	427412,52	8548,25	4,94
Curitibanos	20.975	3.000	9417,00	188,34	0,45
Frei Rogério	5.806	1.478	4639,44	92,79	0,80
Monte Carlo	2.610	2.233	7009,39	140,19	2,69
Ponte Alta	2.182	1.019	3198,64	63,97	1,47
Ponte Alta do Norte	439	395	1239,91	24,80	2,82
Santa Cecília	2.399	3.200	10044,80	200,90	4,19
São Cristóvão do Sul	1.162	520	1632,28	32,65	1,40
Vargem	6.205	1.733	5439,89	108,80	0,88
Zortea	8.267	5.376	16875,26	337,51	2,04
Microrregião	151.984	160.980	505316,22	10106,32	3,32

Fonte: IBGE, 2008, adaptada pela autora.

Pode ser observado com as Tabelas 8 e 9 que houve bastante variação da número de suínos nos municípios. Enquanto alguns municípios reduziram a quantidade de animais outros aumentaram consideravelmente, como o município de Santa Cecília, que aumentou em 82% a quantidade de suínos entre os anos analisados e ainda reduziu sua área de lavoura. Esta variação do município pode ser verificada pela taxa real de aplicação, que passou de 1,87 para 4,19.

O município de Campos Novos aumentou sua área de lavoura em aproximadamente 8% enquanto cresceu 91% a quantidade de animais e sua taxa real de aplicação passou de 2,77 para 4,94.

No município de Curitibanos houve um aumento da área de lavoura de 33%, enquanto o número de suínos cresceu apenas 18%. Porém, este município aumentou sua produção neste ano de 2009 com a instalação de uma empresa que irá produzir 140.000 suínos por ano e também com a instalação da granja de baixa tecnologia de tratamento que vimos acima. Portanto, o valor da taxa real de aplicação deste município deve ter aumentado no presente ano.

Também foi verificado que enquanto a área de lavoura temporária da microrregião de Curitibanos aumentou 10% a quantidade de suínos cresceu 58% (Tabelas 8 e 9). Logo, o crescimento da área disponível de lavoura para lançamento de dejetos suínos não cresceu na mesma proporção que a geração de dejetos.

Portanto, mesmo com o volume de dejetos produzidos estando dentro da capacidade suporte do solo, a composição dos dejetos (nitrogênio, fósforo, metais pesados e outros) pode estar acima do máximo que o solo e os recursos hídricos podem suportar. Quando ultrapassado esse limite o impacto provocado pelos nutrientes é difícil de ser revertido.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo principal deste trabalho foi voltado à análise do movimento recente de expansão da suinocultura no estado, bem como seus reflexos no meio ambiente. A microrregião de Curitiba foi a área onde se concentrou o estudo, pois a atividade está em implantação e crescimento no meio-oeste.

Os aspectos ambientais e sanitários que envolvem essa atividade foram o foco principal dos levantamentos realizados, com o objetivo de chegar a conclusões sobre a situação real e potencial.

Vale ressaltar que o estado de Santa Catarina é o maior produtor de suínos confinados do país. Esta situação, apesar de ser benéfica do ponto de vista econômico-financeiro, levou a uma concentração exagerada de criadores no oeste e sul, que superou em muito a capacidade suporte, poluindo solo, água e ar. A atividade produtiva tradicional adotou sistemas de tratamento e utilização de dejetos de suínos de forma inadequada. Por motivos mais econômicos do que por falta de orientação técnica, os efluentes foram utilizados diretamente na agricultura ou lançados em corpos d'água, sem controle de quantidade. Esta situação impactante foi um dos fatores da expansão da atividade para outras regiões.

Na microrregião objeto deste estudo, as unidades produtoras de Curitiba e de Campos Novos mantêm instalados sistemas de controle de poluição na forma das condições das licenças ambientais expedidas pela FATMA, que prevê monitoramento permanente do efluente. Porém, a granja de baixa tecnologia não mantém o dejetos pelo tempo mínimo de 120 dias na esterqueira, não atendendo às normas vigentes. Além disso, a granja de alta tecnologia foi implantada recentemente e seu tratamento de efluentes ainda não está estabilizado, não podendo ser comprovada, ainda, sua real eficiência.

Conforme demonstrado no decorrer deste trabalho, a quantidade de dejetos nos municípios da Microrregião de Curitiba ainda está bem abaixo do limite da capacidade suporte. Portanto, se o armazenamento, tratamento e disposição destes dejetos forem corretos, a princípio, estará garantida a qualidade ambiental da região em relação à suinocultura. Entretanto, é necessário que haja um monitoramento permanente para evitar que o limite seja ultrapassado.

O meio ambiente tem uma capacidade suporte natural de absorver certa capacidade de poluentes. Entretanto, essa capacidade não pode ser ultrapassada porque pode provocar degradação ambiental. Daí a necessidade de controle da quantidade de dejetos utilizados na produção agrícola.

Sendo assim, somente o cálculo do volume de dejetos suínos não garante que a capacidade do solo da microrregião não é ultrapassada, pois a suinocultura geralmente ocorre junto com a criação de outros animais na mesma microrregião, como gado e ave. Desta forma, a utilização daqueles dejetos como adubo agrícola deve levar em conta estes fatores, pois esterco de gado e ave podem ocorrer na mesma área, mesmo de forma aleatória e sem quantificação. Assim sendo, seria importante considerar a criação destes animais para se ter a correta quantidade de dejetos no local de estudo.

Deve ser levado em conta, ainda, que a tabela referencial da média do volume de dejetos suínos gerados na fase da vida de cada suíno, utilizada no cálculo do volume de dejetos gerados em uma certa área, está bastante desatualizada, pois é do ano de 1993. Portanto, existe a necessidade de novos estudos técnicos para

formulação de dados atualizados. Em razão das novas formas de manejo introduzidas na criação de suínos, provavelmente houve redução nos valores apresentados na tabela.

Outra variante que deve ser considerada para saber o real impacto dos dejetos no meio ambiente é a concentração de nutrientes nos dejetos suínos, que podem degradar o meio ambiente, com difícil recuperação. Por esse motivo, existe a necessidade de prevenção, com constante monitoramento dos recursos hídricos, para verificar se estes nutrientes estão em excesso nos mesmos.

Há necessidade, portanto, de efetivo controle da produção e utilização dos dejetos nesta nova microrregião produtora de suínos. É importante que sejam aplicados métodos de controle de poluição eficientes, decorrentes de pesquisas técnicas permanentes, para que não ultrapasse sua capacidade suporte. Assim, o desenvolvimento sustentável será beneficiado e também será evitado que o Ministério Público tenha que intervir no futuro, também aqui, para fazer com que a legislação ambiental seja cumprida pelos produtores. Embora não exista legislação específica para a suinocultura, as normas técnicas dos órgãos ambientais devem ser cumpridas para garantir a manutenção da qualidade ambiental.

Os estudos apresentados no decorrer deste trabalho mostram que diversas tecnologias vêm sendo estudadas e utilizadas para tratamento dos dejetos suínos. Muitas delas têm apresentado resultados satisfatórios em relação à eficiência de remoção de compostos dos dejetos, como DBO, DQO, nitrogênio, fósforo, matéria orgânica, entre outros.

A utilização de lagoa facultativa seguida de duas lagoas anaeróbias mostrou-se adequada para remoção de DBO, encontrando eficiência de 95% este parâmetro nos dejetos.

O uso de lagoas de maturação em série mostra-se uma excelente alternativa para eliminar bactérias patogênicas, vírus entéricos, protozoários e ovos de helmintos, atingindo 100% de eficiência de remoção.

O filtro de pedras de fluxo ascendente para tratamento dos dejetos suínos, recebendo o efluente de um tanque de aeração, apresentou eficiência de remoção de 27% de DBO, 46% de DQO, 45% de Sólidos Suspensos Totais e 61% de Nitrogênio.

Já as lagoas de aguapés apresentaram valores bastante satisfatórios de remoção, principalmente do parâmetro fósforo (99,9%), mostrando-se bastante eficiente para o polimento de efluentes de lagoas de estabilização.

O uso de biodigestor seguido de lagoa de armazenamento mostrou um efluente com remoção média 95% de DBO, 98% DQO e 95% de ST. Estes valores comprovam que o biodigestor é uma ótima alternativa para tratar e armazenar dejetos suínos e utilizá-los como biofertilizantes nas lavouras.

Em complemento aos estudos tecnológicos, também é fundamental que haja assistência técnica ao produtor, grande ou pequeno, por profissionais técnicos da área ambiental e sanitária, tanto na elaboração de projetos de controle de poluição, como nas demais fases de licenciamento e de funcionamento da granja.

Os profissionais da área de saneamento e meio ambiente devem ficar alertas, em especial quanto aos processos de gestão ambiental e controle preventivo de poluição da atividade de suinocultura, não somente em regiões de Santa Catarina, mas em qualquer local onde se pratica a atividade. O presente estudo pretende contribuir para que outros trabalhos e pesquisas sejam elaborados com esta finalidade.

Este trabalho buscou avaliar o impacto ambiental da atividade levando em conta os sistemas de tratamento de efluentes, sua disposição final e a capacidade suporte da área abrangida. Estes dados, resultados de levantamentos em estudos técnicos, pesquisa de campo e análises de relatórios, permitiram apresentar algumas recomendações básicas como resultado da pesquisa.

Tendo em vista todo o conteúdo deste estudo e sua conclusão, e com o objetivo de contribuir para a melhoria das condições ambientais na atividade de criação de suínos, apresentamos algumas recomendações ou sugestões que consideramos básicas:

- Além das condicionantes da licença ambiental, seria importante realizar um monitoramento permanente do uso dos dejetos no solo;
- O monitoramento da qualidade dos recursos hídricos próximos à criação de suínos seria importante para verificação da concentração de nutrientes presentes nos dejetos suínos que podem atingir estas águas;
- A assistência técnica ao pequeno produtor de suínos, fornecida pelos órgãos públicos, deve ser incentivada e colocada à disposição de forma permanente;
- Seria necessário que o Estado colocasse à disposição do pequeno produtor de suínos, recursos financeiros para que este possa utilizar os métodos de controle de poluição e de tratamento de dejetos mais eficientes em sua atividade;
- E, por fim, o aproveitamento dos dejetos de suínos para fins agrícolas, industriais, energéticos, entre outras tantas mais aplicações que favoreçam o desenvolvimento sustentável, deve ser incentivado em qualquer região onde exista produção de suínos.

## 7. REFERÊNCIAS

ABIEPCS –Associação Brasileira das Indústrias Processadoras e Exportadoras de Carne Suína. **Estatísticas de Consumo Mundial da Carne Suína**. Disponível em: <[www.abiepcs.org.br](http://www.abiepcs.org.br)>. Acesso em: 20 fev. 2009.

\_\_\_\_\_. **Relatório Anual de 2008**. 22p. Disponível em: <[www.abiepcs.org.br](http://www.abiepcs.org.br)>. Acesso em: 20 out.2008.

ALVES, R. G. C. M. **Tratamento e Valorização de Dejetos da Suinocultura Através de Processos Anaeróbios**: Operação e Avaliação de Diversos Reatores em Escala Real. p. 172. Dissertação (Doutorado em Engenharia Ambiental), UFSC, Florianópolis, 2007.

ANA- Agência Nacional de Águas. **Bacias hidrográficas**. Disponível em <<http://www.ana.gov.br/Bacias>>. Acesso em: 20 out. 2008.

\_\_\_\_\_. **Projeto Aquífero Guarani**. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/guarani/sistema/descricao.htm>>. Acesso em 13 nov. 2008.

ARAÚJO, I. S. **Avaliação de lagoas facultativa aerada e de maturação, em escala real, como etapas secundária e terciária de sistema de tratamento de dejetos suínos**. p. 237. Dissertação (Doutorado em Engenharia Ambiental), UFSC, Florianópolis, 2007.

ASSIS, F. O. **Poluição Hídrica por Dejetos de Suínos: um estudo de caso na área rural do município de Quilombo, Santa Catarina**. p. 182. Dissertação (Mestrado em Geografia), UFPR, Curitiba, 2006.

BARTHEL, L. **Lagoas de Alta Taxa, Maturação e Aguapés em Sistema de Tratamento de Dejetos Suínos**: avaliação de desempenho e dinâmica planctônica. p. 175. Dissertação (Doutorado em Engenharia Ambiental), UFSC, Florianópolis, SC, 2007.

BAVARESCO, A. S. L. **Lagoas de Aguapés no Tratamento Terciário de Dejetos de Suínos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), UFSC, Florianópolis, SC, 1998.

BELLI FILHO, P. **Gestão Ambiental dos sistemas de produção de suínos para o sul do Brasil**. In: FRANKENBERG, C.L.C; RAYA-RODRIGUES, M.T; CANTELLI, M. (Org.) Gerenciamento de Resíduos e Certificação Ambiental. Porto Alegre: EDIPUCPR. 399p., 2000.

\_\_\_\_\_. P. *Stockage e odeurs des dejections animales, cas du lisier de porc*. Thèse de Doctorat de L'Université de Rennes I. France, 1995.

BELLI FILHO, P. *et al.* **Tecnologias para o tratamento de dejetos de Suínos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 5, n. 1, p.166-170,2001.

BEZERRA, S. A. **Gestão Ambiental da Propriedade Suinícola**: um modelo baseado em um biosistema integrado. p. 270. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), UFSC, Florianópolis, 2002.

BEZERRA, M. C. L.; BURSZTYN, M. **Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis; Consórcio CDS/UnB/Abipti, 2000.223p.

BONETT, L. P.; MONTICELLI, C. J. (Ed.). **Suínos: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1998. 243 p. (Coleção 500 Perguntas 500 Respostas).

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução Conama 237**. 19 de dezembro de 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 09 nov. 2008.

BRASIL, D. M. **Apontamentos sobre o valor do prejuízo ecológico: Alguns Parâmetros da suinocultura em Braço do Norte**. 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia). UFSC, Florianópolis, 2002.

BRASIL. Presidência da República. Comissão Interministerial para Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **O desafio do desenvolvimento sustentável: relatório do Brasil para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Brasília: Cima, 1991.

BRASIL. Presidência da República. **LEI N° 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal. Alterado pela Lei 7.803 de 18 de junho de 1989.

BRISSAUD, F.; TOURNOUD, M. G.; DRAKIDES, C.; LAZAROVA, V. **Mixing and impact on faecal coliform removal in a stabilization pond**. Water Science and Technology. v. 48 n.2 p. 75-80. 2003. Disponível em: <<http://www.iwaponline.com>>. Acesso em: 09 nov. 2008.

CASAGRANDE, L. F. **Avaliação Descritiva de Desempenho e Sustentabilidade entre uma Granja Suinícola Convencional e outra Dotada de Biosistema Integrado (B.S.I.)**. p. 125. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). UFSC, Florianópolis, 2003.

CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R.; VIEIRA, F. C. B. **Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.38, n.6, p.729-35, jun.2003.

DARTORA, V. **Manejo de Dejetos Suínos**. BIPERS - Boletim Informativo de Pesquisa-EMBRAPA Suínos e Aves e Extensão - EMATER/RS. n. 14, 30 p., 2002.

DARTORA, V. *et al.* **Manejo de dejetos de suínos**, Boletim Informativo de Pesquisa-Embrapa Suínos e Aves e extensão. EMATER/RS, ano 7, BIPERS no 11 março/1998, Concórdia-SC.

DE HANN, C.; STEINFELD, H.; BLACKBURN, H. **Livestock & Environment: Finding a balance**. 1995. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/resources/documents>> Acesso em: 08 de out. 2008

DIESEL, R. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos**, Boletim Informativo Pesquisa & Extensão- BIPERS, Ano 10, n.14, Embrapa Suínos e Aves e Extensão-EMATER/RS, 2002.



EPAGRI- Empresa de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural do Estado de Santa Catarina/CIRAM- Centro Integrado de Informações de Recursos Ambientais. **Inventário das terras da sub-bacia hidrográfica do rio Coruja/Bonito**. Florianópolis: EPAGRI/CIRAM, 2000. 112 p.

\_\_\_\_\_. **Levantamento Agropecuário Catarinense**. Florianópolis: EPAGRI, 2003.

FATMA – Fundação do Meio Ambiente (do Estado de Santa Catarina). **Instrução Normativa 11**. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br>>. Acesso em 09 nov. 2008.

\_\_\_\_\_. **Portaria Intersetorial 01/92**. Aprova a Listagem das Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br>. Acesso em 09 nov.2008.

\_\_\_\_\_. **Portaria Intersetorial nº 01/2004**. Aprova a Listagem das Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br>. Acesso em 09 nov.2008.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 024/79**. Enquadra os rios do estado conforme a classificação do decreto. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br>>. Acesso em 09 nov. 2008.

FIORILLO, C. A. P. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 4ª edição ampliada. 404p. São Paulo. Saraiva, 2003.

GASPAR, R. M. B. L. **Utilização de Biodigestores em Pequenas e Médias Propriedades Rurais com Ênfase na Agregação de Valor**: um estudo de caso na região de Toledo-PR. p. 106. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), UFSC, Florianópolis, 2003.

GAYA, J. P. **Indicadores Biológicos no Solo como uma Alternativa para o Uso Racional de Dejetos de Suínos como Adubo Orgânico**. p 140. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas). UFSC, Florianópolis, 2004.

GOSMANN, H. A. **Estudos comparativos com bioesterqueiras e esterqueiras para armazenamento e valorização dos dejetos suínos**. 126p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis,1997.

GOSMANN, H. A. BELLI FILHO, P.; CASTILHOS, A. B. de; PERDOMO, C. C. **Manejo dos Dejetos de Suínos com Bioesterqueira e Esterqueira Convencional**. 19o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu, 1997.

HADLICH. G. M. **Poluição Hídrica na Bacia foz Rio Coruja-Bonito (Braço do Norte, SC) e Suinocultura: uma Perspectiva Sistêmica**. p. 274. Dissertação (Doutorado em Geografia). UFSC, Florianópolis, 2004.

HENN, A. **Avaliação de Dois Sistemas de Manejo de Dejetos em uma Pequena Propriedade Produtora de Suínos – Condição de Partida**. p. 157. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). UFSC, Florianópolis, 2005.

HENN, A; BELLI FILHO, P. PHILIPPI, L. S. **Gestão Ambiental através do Manejo e do Tratamento de Dejetos em uma Pequena Propriedade Suinícola**. SIGERA- I Simpósio

Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais Ordenamento Territorial das Produções Animais e Políticas Públicas Relacionadas ao Gerenciamento dos Resíduos de Animais. 11 a 13 de Março de 2009. Florianópolis, SC.

HIGARASHI, M. M. **Sistemas de tratamentos de dejetos suínos**. In: Pork World, ano 2, n13, Mai-Jun 2003.

HIGARASHI, M. M.; KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V. **Gestão Ambiental na Suinocultura**. In: MIRANDA, Claudio Rocha. Redução da Carga Poluente: sistemas de tratamento. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p.119-148.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados: Quantidade de suínos produzidos, população e área de lavoura temporária**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 out. 2008.

KONZEN, E. A. **Valorização Agronômica dos Dejetos Suínos: utilização dos dejetos suínos como fertilizantes**. In: I Ciclo de Palestras Sobre Dejetos suínos no Sudoeste Goiano. 1997. Anais... Rio Verde, GO: 1997.

KUNZ, A.; PALHARES, J. C. P. **Créditos de carbono e suas conseqüências ambientais** (2004). Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/artigos/2004>>. Acesso em: 26mar.2009.

KUNZ, A.; PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. **Biodigestores: avanços e retrocessos** (2004). Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 26 out. 2008.

MEDRI, W. **Modelagem e otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos**. 1997. 205 p. Tese (Doutorado Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

MILARÉ, E. **Direito do Ambiente: doutrina, prática, jurisprudência, glossário**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2000.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Conama 306**, de 5 de julho de 2002. Estabelece os requisitos mínimos e o termo de referência para realização de auditorias ambientais. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 14 out. 2008.

MIRANDA, C. R. **Aspectos ambientais da suinocultura brasileira**. In: SEGANFREDO, Milton Antonio. Gestão Ambiental na Suinocultura. p.15-36. In: Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2007.

\_\_\_\_\_. **Avaliação de Estratégias para Sustentabilidade da Suinocultura**. p. 264. Dissertação (Doutorado em Engenharia Ambiental Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental). UFSC, Florianópolis, 2005.

MIRANDA, C. R.; BONÊS, G.; PALHARES, J. C. P. **Anais de Avaliação do Termo de Ajustamento de Conduta da Suinocultura AMAUC/Consórcio Lambari**. Concórdia, SC, 2006. Disponível em: <<http://www.consorciolambari.com.br>>. Acesso em 17 mai. 2009.

MONTEIRO, L. W. S. **Avaliação do Desempenho de Dois Sistemas em Escala Real para o Manejo de Dejetos Suínos: Lagoa armazenamento comparada com biodigestor seguido de**

lagoa de armazenamento. p. 146. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). UFSC, Florianópolis, 2005.

MONTIBELLER, P. B. **Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta: o Ministério Público como órgão legítimo e interveniente.** p.83. Dissertação (Bacharel em Direito). UNIVALI, Biguaçu, 2003.

MPSC- Ministério Público de Santa Catarina. **LEI ESTADUAL Nº 9.748/1994.** Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mp.sc.gov.br>>. Acesso em 17 mai. 2009.

\_\_\_\_\_. **Termo de Compromisso de Ajustamento de Condutas -Programa AMAUC – Consórcio Lambari.** Centro das Promotorias da Coletividade de Santa Catarina, 2008.

OLIVEIRA, J. L. R. **Utilização de filtros no polimento de lagoas de estabilização aplicadas aos dejetos suínos.** p. 99. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). UFSC, Florianópolis, 2008.

OLIVEIRA, P. A. V. (Org.). **Manual de manejo e utilização dos dejetos suínos.** Santa Catarina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 1993.

\_\_\_\_\_. **Produção e aproveitamento do biogás.** In: Oliveira, P. A. V. Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 109 p.

\_\_\_\_\_. **Produção e manejo de dejetos de suínos.** In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Jaboticabal - SP. SBZ. Piracicaba - SP : FEALQ, 2001. p. 164-177.

OLIVEIRA, P. A. V.; SILVA, A. P.; PERDOMO, C. C. **Aspectos contrutivos na produção de suínos visando aos aspectos ambientais de manejo.** In: SEGANFREDO, OLIVEIRA, M.A. **Gestão Ambiental na Suinocultura.** In: Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2007.p.179-215.

PAIVA, D. P. **Controle de Ratos na Suinocultura Industrial.** In: SEGANFREDO, Milton Antonio. **Gestão Ambiental na Suinocultura.**In:Brasília:Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2007. p.253-258.

\_\_\_\_\_. **Manejo de dejetos e controle de insetos.** In: Dia de campo sobre manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia:Embrapa Suínos e Aves,1994.p.47.

\_\_\_\_\_. **O borrachudo:** noções básicas de biologia e controle. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 48 p. Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica, 23.

PALHARES, J. C. P.; JACOB, A. D. **Impacto Ambiental da Suinocultura nos Recursos Hídricos.** Associação Brasileira de Criadores de Suínos, 2007. Disponível em: <<http://www.porkworld.com.br/>>. Acesso em: 23 out. 2008.

PERDOMO, C. C. **Sugestões para o manejo, tratamento e utilização de dejetos suínos.** Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, 2000. Instrução técnica para suinocultor, n.12. Disponível em: <<http://www.suino.com.br/>> Acesso em: 12 abr. 2009.

PERDOMO, C. C. *et al.* **Dimensionamento de sistemas e tratamento (decantador de lagoas) e utilização de dejetos suínos.** Comunicado Técnico n° 234, Embrapa Suínos e Aves, p. 1–5. Concórdia-SC, 1999. Disponível em:<<http://www.suino.com.br/embrapa>> Acesso em: 12 nov. 2009.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G .J. M. M. **Considerações sobre a Questão dos Dejetos e o Meio Ambiente.** Brasília: Embrapa, 1998. 388 p.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G .J. M. M; NONES, K. **Produção de suínos e meio ambiente.** In: Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura, 9. 2001, Gramado, RS. Anais. Concórdia, SC. Embrapa: CNPSA, 2001. p.8-24.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. ; KUNZ, A. **Metodologia sugerida para estimar o volume e a carga de poluentes gerados em uma granja de suínos.** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2003. (Comunicado Técnico, 332). Disponível em: <<http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 12 nov. 2009.

PETZOLD, G. G. **Programa Estadual de Controle dos Borrachudos.** Porto Alegre: EMATER, 1988. 11p. Disponível em:<<http://www.emater.tche.br>>.Acesso em: 12 nov.2008.

PILLON, C. N.; **Embrapa Suínos e Aves, Consórcio Lambari e Termo de Ajuste de Conduta:**unindo a suinocultura ao meio ambiente. Embrapa. Informações Técnicas,2002.

RGSR- Rede Guarani Serra Geral. **Aquífero Guarani e Serra Geral.** Disponível em: <<http://www.rgsg.org.br>>. Acesso em 17 mai. 2009.

ROPPA, L. **2003: um primeiro trimestre de preços baixos na suinocultura mundial.** Campinas: Porkworld, ano 2, n. 13,. p. 102-103, mai-jun/2003. Disponível em: <<http://www.porkworld.com.br>>. Acesso em: 12 nov. 2009.

ROQUETE PINTO, C. L. *et al.* **Utilização de planta aquática Jacinto d'Água para remoção e recuperação de mercúrio de efluentes industriais.** In: 1º SIBESA – Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. (1992: Rio de Janeiro, RJ.). Rio de Janeiro, RJ: 2 Tomo III, p. 290-303, Ed. ABES/ANDIS, 1992.

SANTA CATARINA. **Código Sanitário da Secretaria Estadual de Saúde.** Lei 6.320 de 20 de dezembro de 1983. Regulamentada pelo Decreto 24.980/85 e alterado pelo decreto 4.085/02. Dispõe sobre normas gerais de saúde, estabelece penalidades e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mp.sc.gov.br>>. Acesso em: 9 de nov. 2008.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 14.250, de 05 de junho de 1981.** Regulamenta dispositivos da Lei n. 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e melhoria da qualidade ambiental. Disponível em:<<http://www.pmf.sc.gov.br>>.Acessoem:9 nov 2008.

\_\_\_\_\_. **Mapa do Estado de Santa Catarina com Divisões Municipais.** Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Integração ao Mercosul, 2000. Disponível em:<[www.sc.gov.br](http://www.sc.gov.br)>. Acesso em: 05 de jun. 2009.

\_\_\_\_\_. **Mapa do Estado de Santa Catarina com Divisões Municipais e Sub-bacias Hidrográficas.** Florianópolis: SDS –Secretaria de Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina, 2009.

\_\_\_\_\_. **Resumo do projeto controle da degradação ambiental decorrente da suinocultura em Santa Catarina.** Florianópolis: SDM – Embrapa Suínos e Aves – DAS – EPAGRI – FATMA, 2002. (Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II).

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T. **Aproveitamento dos dejetos de suínos como fertilizante.** In: Dia de campo sobre manejo e utilização de dejetos suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1994, p. 33-36. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 32).

SEGANFREDO, M. A. **A questão ambiental na utilização de dejetos de suínos como fertilizante do solo.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 35p.

\_\_\_\_\_. **Os dejetos de animais podem causar poluição também nos solos de baixa fertilidade e nos solos profundos, como aqueles da região dos Cerrados.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001a. 4 p. (Comunicado Técnico, 292).

\_\_\_\_\_. **Os dejetos de suínos são um fertilizante ou poluente do solo?.** Caderno de Ciência e Tecnologia, Brasília, v.16, n.3, p. 129-141, set. dez., 1999.

\_\_\_\_\_. **Os Dejetos Suínos e seus Riscos Ambientais no Uso Como Fertilizante.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007. Disponível em: <[www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_artigos/artigos\\_t763q2u.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_t763q2u.pdf)>. Acesso em: 26 out. 2008.

SEGANFREDO, M. A.; GIROTTO, A. F. **Custo de armazenagem e transporte de dejetos suínos usados como fertilizantes do solo.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 3. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 374).

SILVA, F. C. M. **Processo Biomassa: busca da reciclagem na gestão ambiental dos dejetos Suinocultura,** Lisboa, n. 47, p. 14-18, out./dez. 2000.

SILVA, S. A.; MARA, D. D. **Tratamentos Biológicos de Águas Residuárias: lagoas de estabilização.** 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1979. 140p.

SINOTTI, A. P. S. **Avaliação do Volume de Dejetos e da Carga de Poluentes Produzidos por Suíno nas Diferentes Fases do Ciclo Criatório.** p. 85. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). UFSC, Florianópolis, 2005.

TESTA, V. M. O. **Desenvolvimento Sustentável do Oeste Catarinense: proposta para discussão,** 1996. 246 p.

VIEIRA, V.F. **Mapeamento do Risco da Poluição Suinícola em Águas Superficiais como Subsídio ao Ordenamento Territorial: um Estudo de Caso em Braço do Norte/SC.** p 137. Dissertação (Mestrado em Gestão Territorial). UFSC, Florianópolis, 2006.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Lagoas de Estabilização.** 2. Ed. Belo Horizonte. DESA-UFMG, 2002. 196p.

VOTTO, A. G. **Zoneamento da poluição Hídrica Causada por Dejetos de Suínos no Extremo Oeste de Santa Catarina.** Dissertação. Florianópolis: UFSC, 1999.

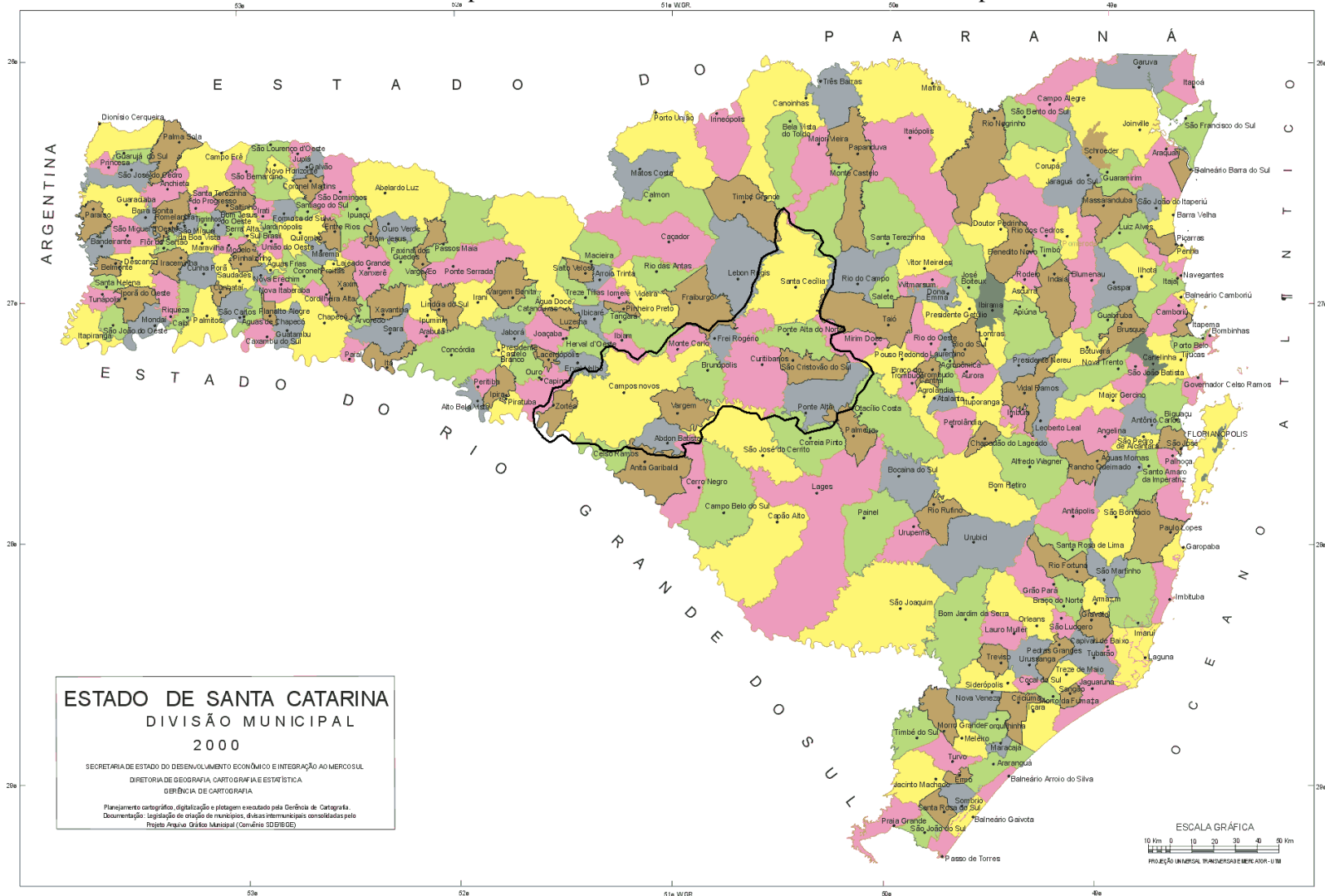
## **ANEXOS**

ANEXO 1: Mapa do Estado de Santa Catarina dividido em Municípios.

ANEXO 2: Mapa do Estado de Santa Catarina com divisões de sub-bacias hidrográficas, com destaque para Microrregião de Curitibanos.

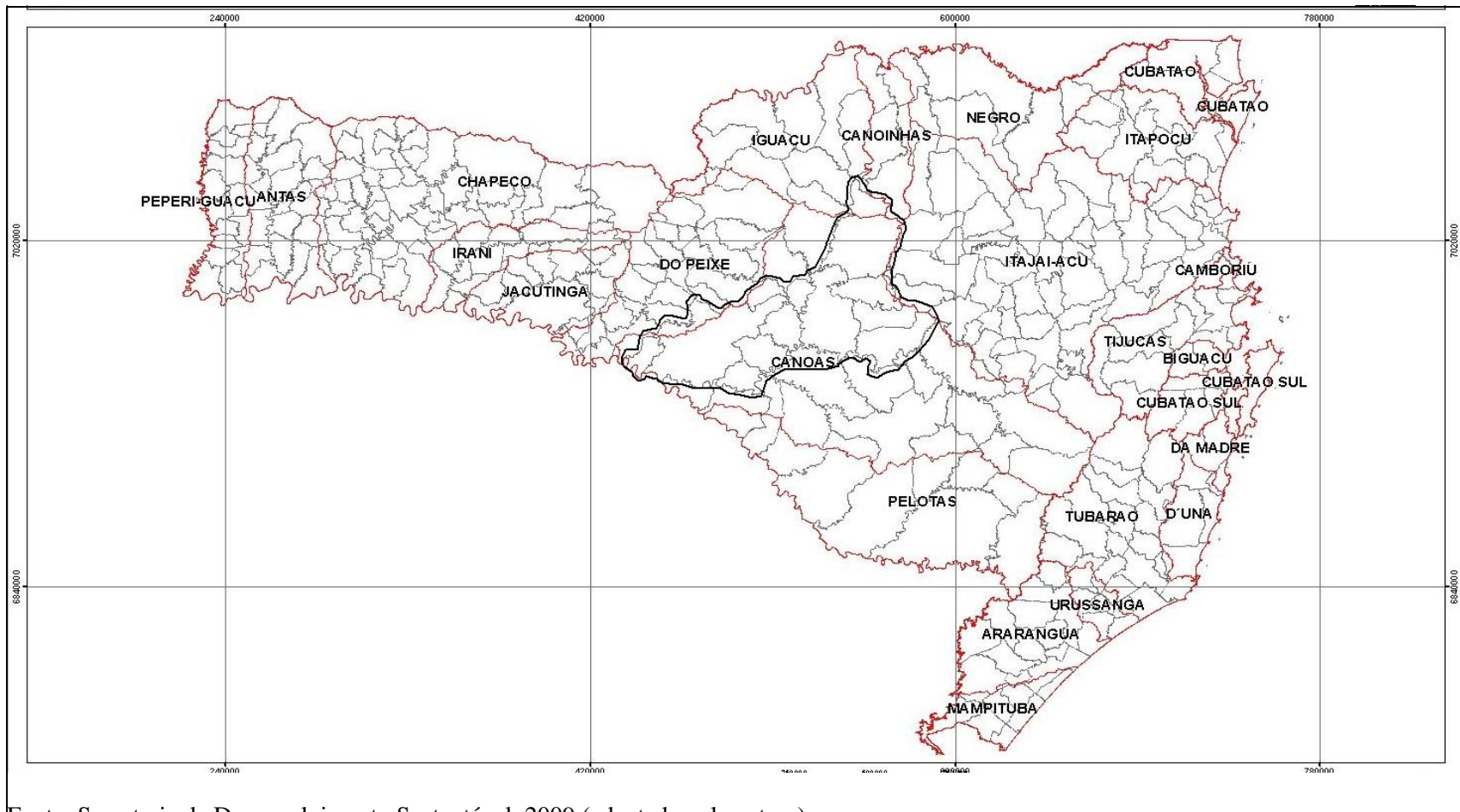
ANEXO 3: Área de lavoura temporária, número de propriedades com suínos e quantidade de suínos nos Municípios da Microrregião de Curitibanos.

# ANEXO 1: Mapa do Estado de Santa Catarina com Divisão Municipal.



Fonte: SANTA CATARINA, 2000 (adaptado pela autora).

ANEXO 2: Mapa do Estado de Santa Catarina com divisões de sub-bacias hidrográficas, com destaque para Microrregião de Curitibanos.



Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Sustentável, 2009 (adaptado pela autora).

ANEXO 3: Área de lavoura temporária, número de propriedades com suínos e número de suínos nos Municípios da Microrregião de Curitibanos.



<b>Município</b>	<b>Nome microbacia</b>	<b>Lavoura temporária (ha)</b>	<b>Propriedades com suínos</b>	<b>Total de suínos (cabeças)</b>
<b>Abdon Batista</b>	Não identificada*	525,5	37	291
	Arroio Bonito	273,0	24	489
	Arroio da Barra	1279,6	55	580
	Arroio Solto	442,0	42	378
	Lajeado da Calçada	2502,4	104	799
	Lajeado da Vargem ou Barra Grande	57,0	6	64
	Lajeado Ibicuí		0	
	Lajeado São Pedro	85,0	8	113
<b>Brunópolis</b>	Não identificada*	825,1	22	196
	Arroio do Casemiro	1576,0	27	756
	Arroio dos Galegos	1107,2	9	84
	Lajeado da Fartura	1328,1	19	253
	Lajeado Restingão	158,0	0	
	Rio Butiazinho	913,9	8	77
	Rio Canoas	526,8	8	68
	Rio das Marombas	4,0	1	32
	Rio do Pinto	4545,3	45	393
	Sanga Funda	4,0	0	
<b>Campos Novos</b>	Não identificada*	5004,5	63	3008
	Arroio Araçá	801,4	13	328
	Arroio Bonito		0	
	Arroio Capandoca	1600,7	42	1864
	Arroio da Cruzinha	952,0	3	5984
	Arroio da Grama	1492,0	2	20
	Arroio do Aguão	480,0	1	31
	Arroio do Leco	1724,5	24	181
	Arroio do Pinho	40,0	0	
	Arroio dois Irmãos ou Tamanduá	1133,8	7	82
	Arroio dos Felix	171,5	15	138
<b>Município</b>	<b>Nome microbacia</b>	<b>Lavoura</b>	<b>Propriedades com</b>	<b>Total de suínos</b>

		temporária (ha)	suínos	(cabeças)
<b>Campos Novos</b>	Arroio dos Leites	2058,2	30	392
	Arroio Lambari	223,0	4	531
	Arroio Marmeleiro	31,0	2	3823
	Arroio Monjolinho	18,0	0	
	Arroio Assombrado	253,0	0	
	Arroio Canhada Funda	78,3	2	122
	Arroio Passo do Abílio	69,6	2	165
	Arroio Passo Liso ou da Divisa	1390,0	1	5
	Córrego Gabiroba	2896,8	2	146
	Lajeado Barra Grande ou das Contas	3409,1	4	8081
	Lajeado Caxambu	1204,7	115	1226
	Lajeado da Aranha	90,0	0	
	Lajeado da Divisa	646,7	8	114
	Lajeado da Pedreira	773,8	4	954
	Lajeado do Aguape	1913,7	10	7077
	Lajeado do Agudo	1559,8	26	207
	Lajeado do Curtume	589,2	1	5
	Lajeado do Marco	8,0	0	
	Lajeado do Passo Velho		0	
	Lajeado do Postinho	1130,5	13	147
	Lajeado Ibicuí	362,0	0	
	Lajeado Passo dos Tropeiros ou do Salto	1647,0	10	5074
	Lajeado Raso	1035,5	2	66
	Lajeado Residência		0	
Lajeado Restingão	3100,5	9	1801	
Lajeado Santa Cruz ou Despraiado	623,5	4	49	
Lajeado São José	498,5	25	224	
Lajeado Taipinha	5688,3	5	6921	
Lajeado São José	498,5	25	224	
<b>Município</b>	<b>Nome microbacia</b>	<b>Lavoura</b>	<b>Propriedades com</b>	<b>Total de suínos</b>

		temporária (ha)	suínos	(cabeças)
<b>Campos Novos</b>	Rio Alçado	29,6	0	
	Rio Butiazinho	1245,7	8	137
	Rio Canoas	3212,0	0	
	Rio Cerro Azul	51,0	0	
	Rio do Pinto	316,8	12	90
	Rio Ibicuí	335,0	0	
	Rio Inferno Grande	1581,0	21	191
	Rio Leão	2085,7	46	6368
	Rio Novo/ Córrego Lagoa Vermelha		0	
	Rio Santa Cruz	1650,3	10	3864
	Rio São João	1453,6	26	2331
<b>Curitibanos</b>	Não identificada*	2335,7	36	343
	Arroio Boa Vista	719,2	20	212
	Arroio da Invernadinha dos Macacos/Córrego dos Porcos	10,0	0	
	Arroio da Serraria	1082,8	14	176
	Arroio das Ovelhas/Arroio do Colchete	338,0	7	128
	Arroio do Casemiro	421,5	3	15
	Arroio do Gracílio	117,0	1	66
	Arroio do Passo Ruim	400,0	0	
	Arroio do Portela/Córrego do Sumidouro	493,0	0	
	Arroio dos Galegos	14,0	2	17
	Arroio Passo do Patrocínio	814,4	31	320
	Córrego do Cerrado	854,5	33	358
	Córrego do Pessegueirinho	377,5	12	161
	Lajeado Cambará	357,5	9	106
	Lajeado da Cadeia	2400,9	22	352
	Lajeado da Estância Nova	481,1	1	57
Lajeado Dão Pedro/Lajeado do Toldo	210,0	0		
<b>Município</b>	<b>Nome microbacia</b>	<b>Lavoura</b>	<b>Propriedades com</b>	<b>Total de suínos</b>

		temporária (ha)	suínos	(cabeças)
<b>Curitibanos</b>	Lajeado Voltão	5,0	0	
	Ribeirão Faxinal das Águas ou da Ilha	72,0	0	
	Rio Canoas	129,5	1	4
	Rio Correntes	453,5	3	29
	Rio das Marombas	1611,7	44	445
	Rio Linha Anta		0	
	Rio Raso ou dos Pocinhos	174,3	5	46
<b>Frei Rogério</b>	Não identificada*	422,1	13	412
	Arroio da Serraria	20,0	0	
	Arroio do Passo da Raiz/Arroio do Cara	1200,5	6	62
	Arroio do Potreiro	86,8	2	31
	Arroio dos Polli	411,0	6	64
	Córrego Passa Três	1129,1	14	344
	Rio Butiazinho	1259,5	13	164
	Rio Mansinho	2,0	0	
<b>Monte Carlo</b>	Não identificada*	117,2	18	155
	Arroio dos Leites	523,0	9	125
	Arroio dos Polli	1619,6	69	522
	Lajeado Gavião	3,0	0	
	Lajeado Passo dos Tropeiros ou do Salto	832,0	37	371
	Rio Bonito	45,5	3	18
	Rio Butiazinho	571,5	22	138
<b>Ponte Alta</b>	Não identificada*	534,4	11	45
	Córrego da Barra Grande	138,0	1	29
	Córrego do Cerrado	1175,6	20	202
	Córrego do Meio	2,4	0	
	Ribeirão das Pombas	20,0	0	
	Ribeirão dos Touros	138,3	1	32
<b>Município</b>	<b>Nome microbacia</b>	<b>Lavoura</b>	<b>Propriedades com</b>	<b>Total de suínos</b>

		temporária (ha)	suínos	(cabeças)
<b>Ponte Alta</b>	Rio Canoas	293,5	1	2
	Rio da Ponte Alta do Meio	744,1	13	58
	Rio da Ponte Alta do Sul	853,5	3	17
	Rio das Águas Pretas	46,2	1	30
	Rio do Passo Fundo ou dos Ilhéus	4,0	0	
	Rio dos Cachorros	24,0	1	71
<b>Ponte Alta do Norte</b>	Não identificada*	89,6	1	19
	Arroio da Invernadinha dos Macacos/Córrego dos Porcos	73,2	1	16
	Córrego do Pessegueirinho	9,7	2	110
	Rio Alagado	100,7	5	43
<b>Santa Cecília</b>	Não identificada*	819,4	26	274
	Arroio da Agência	413,1	3	13
	Arroio das Tulipas	21,8	2	242
	Arroio do Areião/Arroio Floresta do Timbó		0	
	Arroio do Portela/Córrego do Sumidouro	254,2	0	
	Arroio Fazendinha e Arroio Sumidouro	37,8	4	20
	Córrego do Polli e Córrego do Açude	59,0	0	
	Córrego Lorenz/Córrego Zoz		0	
	Ribeirão Faxinal das Águas ou da Ilha	458,0	0	
	Ribeirão Caçadorzinho/Córrego da Anta Morta II		4	62
	Ribeirão Passa Dois	88,0	22	227
	Rio Bonito	296,9	21	207
	Rio Canoinhas		0	
	Rio Capador Grande	18,8	0	
	Rio Correntes/Arroio Brumado/Arroio Itambé	19,0	4	25
	Rio Correntes/Arroio Hibbel		0	
Rio Correntes	17,0	1	7	
Rio da Serra		0		
<b>Município</b>	<b>Nome microbacia</b>	<b>Lavoura</b>	<b>Propriedades com</b>	<b>Total de suínos</b>

		temporária (ha)	suínos	(cabeças)
<b>Santa Cecília</b>	Rio Tamanduá	59,8	8	25
	Rio Timbó/Arroio Campo Alto/Arroio Campo do Areião	58,9	5	908
<b>São Cristóvão do Sul</b>	Não identificada*	139,8	4	22
	Córrego do Cerrado	159,6	9	58
	Rio Alagado	192,9	2	154
	Rio Raso ou dos Pocinhos	96,1	0	
<b>Vargem</b>	Não identificada*	734,4	23	390
	Arroio da Barra dos Boavas	91,1	6	76
	Arroio do Miro	565,8	23	191
	Arroio do Pinho	302,7	14	94
	Arroio Salto	87,9	4	28
	Lajeado da Vargem ou Barra Grande	189,3	13	221
	Lajeado Farrapos	118,0	11	128
	Lajeado Goiabeira	8,0	1	4
	Lajeado Restingão	28,0	0	
	Lajeado São Pedro/Lajeado do Toldo	1238,4	54	512
	Rio do Pinto	822,9	32	247
	Rio Inferno Grande	634,7	3	37
	Rio São Lourenço	8,0	1	2
<b>Zortéa</b>	Não identificada*	216,0	15	324
	Arroio Lambari	1027,0	1	18
	Lajeado Barra Grande ou das Contas	2486,9	21	231
	Lajeado do Agudo	810,6	12	138
	Lajeado Restingão	5,0	0	
	Lajeado Santa Cruz ou Despraiado	47,6	2	479
	Rio Uruguai	284,1	20	974

\* Em função de não se dispor das coordenadas geográficas destes estabelecimentos não foi possível identificar as microabacias.

Fonte: Levantamento Agropecuário de Santa Catarina - 2003