

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL -
PPGEC**

VALCI FRANCISCO VIEIRA

**MAPEAMENTO DO RISCO DA POLUIÇÃO SUINÍCOLA EM
ÁGUAS SUPERFICIAIS COMO SUBSÍDIO AO ORDENAMENTO
TERRITORIAL:**

UM ESTUDO DE CASO EM BRAÇO DO NORTE/SC

Área de Concentração: Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial - CTM

Florianópolis, dezembro de 2006

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
PPGEC**

**MAPEAMENTO DO RISCO DA POLUIÇÃO SUINÍCOLA EM
ÁGUAS SUPERFICIAIS COMO SUBSÍDIO AO ORDENAMENTO
TERRITORIAL:**

UM ESTUDO DE CASO EM BRAÇO DO NORTE/SC

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) para a obtenção do Grau de Mestre em Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial

Mestrando: Valci Francisco Vieira

Orientador: Dr. Francisco Henrique de Oliveira

Co-orientador: Dr. Ivan Luiz Zilli Bacic

Área de Concentração: Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial (CTM)

Florianópolis, dezembro de 2006

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL – PPGEC**

**MAPEAMENTO DO RISCO DA POLUIÇÃO SUINÍCOLA EM
ÁGUAS SUPERFICIAIS COMO SUBSÍDIO AO ORDENAMENTO
TERRITORIAL:**

UM ESTUDO DE CASO EM BRAÇO DO NORTE/SC

Esta dissertação foi considerada aprovada para a obtenção do Grau de Mestre em Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Florianópolis, dezembro de 2006.

Coordenador do PPGEC: Dr. Glicério Trichês

Professor Orientador: Dr. Francisco Henrique de Oliveira

Professor Co-Orientador: Dr. Ivan Luiz Zilli Bacic

BANCA:

Professor: Dr. Ricardo ad-Vincula Veado - UDESC

Professora: Dra. Edna Lindaura Luiz - UNESC

Professor: Dr.-Ing. Jürgen Wilhelm Philips – UFSC

DEDICATÓRIA

Dedico a DEUS por ter me dado forças, fé e persistência para alcançar a conclusão desta dissertação de mestrado. Também a minha esposa Sandra e ao meu filho Gabriel.

AGRADECIMENTOS

A Deus e à minha esposa Sandra e meu filho Gabriel, por terem suportado comigo estes momentos difíceis, felizes e de ausência.

Aos meus pais pela vida que me deram.

Ao meu orientador, Dr. Francisco Henrique de Oliveira, pela orientação, ajuda e disponibilização da estrutura do GEOLAB/UDESC para realização deste trabalho.

Ao meu co-orientador e amigo, Dr. Ivan Luiz Zilli Bacic, pela orientação, confiança e paciência em todos os momentos.

Ao chefe da Epagri/Ciram, Hugo José Braga, que não mediu esforços para a realização desta dissertação.

À Epagri, por ter me proporcionado esta oportunidade para meu enriquecimento profissional e pessoal.

Aos técnicos do Laboratório de Geoprocessamento e Mapeamento Ambiental da Epagri, pela compreensão, ajuda, companheirismo, amizade e colaboração, sempre..

Ao meu amigo Luiz Fernando Vianna, por toda ajuda, sugestões e paciência nas atividades de geoprocessamento.

Ao amigo mestrando Adilson de Freitas Zamparetti pelo grande apoio, incentivo e força nos momentos mais difíceis.

Ao colega Denílson, que muito auxiliou na etapa de levantamento de dados em campo e apoio nos trabalhos de escritório.

Ao meu amigo Antonio Lourenço Guidoni pela ajuda em cálculos estatísticos.

Ao colega e amigo Hugo Gosmann pelas discussões referentes à suinocultura.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que de uma forma ou outra contribuíram para a realização de mais uma etapa da minha vida.

RESUMO

A suinocultura do ponto de vista social e econômico é uma atividade de suma importância para a geração de empregos, bem como para a fixação do homem no campo. Entretanto, é considerada pelos órgãos ambientais como uma atividade altamente poluidora. Grande parte dessa poluição tem origem na forma como a criação de suínos se desenvolveu, ou seja, sem planejamento tanto por parte governamental como dos produtores, agroindústrias e abatedouros. As granjas de suínos geralmente são instaladas em áreas inadequadas ambientalmente, sem a observância da legislação ou conhecimento da distância mínima exigida em relação aos cursos d'água, e a preservação das matas ciliares. Neste contexto, a dissertação objetiva avaliar o risco de poluição por dejetos de suínos nas águas superficiais da Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito, em Braço do Norte, SC – utilizando os princípios do cadastro técnico multifinalitário rural. Assim, a pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica da literatura especializada em estudos geoespaciais, geotecnologias e poluição causada pela atividade de suinocultura. Também foi realizado um estudo de caso na área de interesse, por intermédio de pesquisa a campo das granjas suínícolas, análise da legislação e elaboração de mapas temáticos físicos e antrópicos. Utilizou-se o sistema analítico hierárquico *Expert Choice/AHP* para determinar o grau de importância de cada mapa. A metodologia fundamenta-se nos processos de poluição pelo escoamento superficial, mapas temáticos de: declividade, características dos solos, fisiografia, proximidade da rede de drenagem das instalações suínícolas, produção de dejetos, uso do solo e erosão. Utilizou-se de *software* especializado e materiais para estudos geoespaciais, imagem de satélite, fotografias aéreas, levantamento de campo e confecção de mapas e dados do Levantamento Agropecuário Catarinense. O resultado é expresso pela sobreposição dos mapas temáticos quanto aos riscos de poluição, resultando numa carta cadastral síntese na escala de 1:25.000. Esse mapa permitiu avaliar os locais com menor e maior risco de poluição. As áreas mais críticas, encontra-se em fundos de vales, solos não aptos para recebimento de dejetos, áreas com declividade elevada, áreas com uso em agricultura, campo e, sobretudo, instalações suínícolas em desconformidade com a legislação e alta produção de dejetos.

Palavras-Chaves: Dejetos Suínos; Risco de Poluição; Vulnerabilidade; Sistema de Informação Geográfica (SIG); Cartografia Temática; Cadastro Rural.

ABSTRACT

Considering the socioeconomic aspect, swine production is an important activity for creating jobs, and settling farmers in rural areas. However, environment organizations consider this activity as highly polluting. This pollution has been originated mainly due to the lack of a good planning by the government, producers, agroindustries and slaughterhouses. Swine buildings are in general installed on environmentally inadequate areas, without observing legislation or knowing the minimum distance demanded in relation to watercourses, which is necessary for the preservation of riparian vegetation. This dissertation aim to evaluating the pollution risk caused by swine waste in superficial waters of the Subbasin of Coruja/Bonito River, located in Braço do Norte, Santa Catarina – using the principles of Rural Multipurpose Technical Cadastre. The research was developed by means of a literatural review of geospatial studies, geotechnologies and pollution caused by the swine production. A case study was also performed through field research in swine buildings, legislation analysis and elaboration of physical and antropic thematic maps. It was used the Analytic Hierarquic Process (AHP) – Expert Choice – in order to establish the importance degree for each map. The methodology is based on processes of pollution caused by runoff, and the following thematic maps: slope degree, soils characteristics, fisiography, and eloseness of the streams buildings, waste production, soil use and erosion. Specialist software and materials for geospatial studies were used, as well as satellite images, aerial photography, field survey and maps production as well as data from the Santa Catarina Agricultural Survey,. The results are shown through the overlapping of the thematic maps related to the pollution risks, resulting in a synthesis chart in 1:25.000 scale. This map allowed to evaluate places with different levels of pollution risk. The most critical areas were base of valleys, soils that are not able to receive the waste, sleep slopes areas, cultivated areas grazing land, and the most important swine buildings in disagreement with legislation and high waste production.

Keywords: pollution risk, water pollution, swine waste, geographic information systems, vulnerability, thematic cartography, rural cadastre.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Contextualização e Tema	1
1.2 Problema da Pesquisa.....	5
1.3 Pesquisas Realizadas.....	6
1.3 Objetivos	8
1.3.1 Objetivo Geral.....	8
1.3.2 Objetivos Específicos	8
1.4 Justificativa.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Instrumentos de Análise para a Realização de Planejamento Ambiental.....	12
2.1.1 Diagnóstico	12
2.1.2 Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Geoprocessamento.....	13
2.1.3 Análise espacial em um SIG.....	15
2.1.4 Cadastro Rural	16
2.1.5 Cartografia Temática	18
2.1.6 Ordenação do Espaço Territorial	20
2.2 Aspectos Gerais da Suinocultura.....	22
2.2.1 Sistemas de Processo Produtivo	22
2.2.2 Manejo e Utilização dos Dejetos de Suínos.....	24
2.2.3 Implicações Ambientais Resultantes do Processo Produtivo	28
2.2.4 A Suinocultura em Santa Catarina e sua Relevância Econômica.....	30
2.2.5 Sustentabilidade na Suinocultura.....	31
2.3 Legislação Ambiental e Suinocultura	33
2.3.1 Áreas de Preservação e Reservas Legais nas Propriedades Rurais	34
2.4 Avaliação, Vulnerabilidade e Risco de Poluição na Água e Solo.....	44
2.4.1 Avaliação, Vulnerabilidade e Risco.....	44
2.4.2 Estudos Semelhantes e Variáveis Consideradas	47
3 MÉTODOS EMPREGADOS NA PESQUISA.....	51
3.1 Instrumentos e Procedimentos Metodológicos.....	53
3.2 Materiais e Meios de Apresentação dos Resultados	54
3.3 Elaboração dos Mapas Temáticos	55
3.4 Método Analítico Hierárquico <i>Expert Choice</i>	59
3.5 Mapa Síntese de Risco	60
3.6 Considerações Referentes aos Mapas Temáticos e às Variáveis Seleccionadas... 61	61
4 ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DO RISCO DE POLUIÇÃO SUINÍCOLA NA BACIA DO RIO CORUJA BONITO.....	64
4.1 O Município de Braço do Norte: Aspectos Gerais.....	64
4.2 A Suinocultura em Braço do Norte e na Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito.....	66
4.2.1 Localização da Sub-bacia do Rio Coruja/Bonito.....	68
4.2.2 Características Físicas da Sub-Bacia	70
4.3 Avaliação dos Riscos de Poluição na Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito.....	74
4.3.1 Tipos de Produção	76
4.4 Análise dos Resultados segundo as Variáveis Seleccionadas.....	78
4.4.1 Proximidade das Pocilgas e Dejetos aos Recursos Hídricos	78
4.4.2 Sistemas de Armazenamento e Tratamento.....	82

4.4.3 Declividade	85
4.4.4 Análise Segundo os Tipos de Solos e Fisiografia.....	88
4.4.5 Análise do Uso do Solo	93
4.4.6 Erosão dos Solos	95
4.5 Carta Síntese de Risco	98
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	101
5.1 Considerações Finais	101
5.2 Recomendações	105
6 REFERÊNCIAS.....	108
7 APÊNDICES E ANEXOS.....	117

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APPs	Áreas de Preservação Permanente
CEPA	Centro de Estudos de Safras e Mercados
CIDASC	Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTM	Cadastro Técnico Multifinalitário
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DBO5	Demanda Bioquímica de Oxigênio para 5 dias
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Epagri	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FATMA	Fundação de Amparo à Tecnologia e ao Meio Ambiente
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA	Associação Cartográfica Internacional
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LAC	Levantamento Agropecuário Catarinense
LAI	Licença Ambiental de Instalação
LAO	Licença Ambiental de Operação
LAP	Licença Ambiental Prévia
MDT	Modelo Digital de Terreno
MNT	Modelo Numérico de Terreno
SNUC	Sistema Nacional de Conservação
SPSs	Sistema de Produção de Suínos
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
USLE	<i>Universal Soil Loss Equation</i> (equação universal de perdas de solos)

LISTAS DE TABELAS

<i>Tabela 1 - Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas dos suínos.</i>	<i>25</i>
<i>Tabela 2 – Oferta e demanda de carne suína em Santa Catarina (1996 a 2000), em toneladas.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabela 3 - Distância das pocilgas em relação à rede de drenagem.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabela 4 - Áreas e percentagens das classes de declividades.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabela 5 - Tipos de solos, fisiografia X Granjas de suínos</i>	<i>91</i>
<i>Tabela 6 - Perdas de solos na sub-bacia do rio coruja/bonito.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabela 7 - Resultado da sobreposição dos mapas temáticos, quanto ao risco de poluição por dejetos de suínos.....</i>	<i>98</i>

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1 - Exemplos de análise espacial.....</i>	<i>16</i>
<i>Quadro 2 – Resumo da legislação de interesse dos suinocultores.....</i>	<i>40</i>
<i>Quadro 3 - Características físicas da bacia hidrográfica do rio Coruja/Bonito.....</i>	<i>70</i>

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Instalação de granja e sistema de tratamento de dejetos de suínos, conforme legislação vigente. Fonte: Adaptado de FATMA, 1997.	41
Figura 2 - Fluxograma da metodologia.	52
Figura 3 - Mapa da Localização da área de estudo.....	69
Figura 4 - Frequência de Precipitação e Evaporação na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Coruja/Bonito.	72
Figura 5 - Mapa de distribuição do efetivo por propriedade.	75
Figura 6 – Tipos de produção de suínos na Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito.....	77
Figura 7 – Mapa da distribuição das pocilgas e sistemas de tratamento em relação à rede de drenagem.....	79
Figura 8 – Pocilgas e tratamentos de dejetos próximos à rede de drenagem	80
Figura 9 - Granja em estado de conservação precário com escoamento dos resíduos na	81
Figura 10 - Esterqueira transbordando e inadequadamente construída, com buraco aberto no solo sem revestimento contra a infiltração.	83
Figura 11 - Sistema de tratamento inadequado, com revestimento de lona completamente deteriorada pela ação do tempo. Ao fundo escoamento de dejetos para o rio.....	84
Figura 12 – Pocilga danificada com saída de dejetos diretamente nos rios.....	84
Figura 13 - Espalhamento dos dejetos por meio do sistema de moto-bomba	86
Figura 14 – Mapa da área de estudo com sobreposição das granjas de suínos em relação à declividade.....	87
Figura 15 – Paisagem de Fundo de vale aluvial coluvial sem a presença da mata ciliar,	90
Figura 16 - Mapa dos tipos de solos da Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito com a sobreposição das granjas.....	92
Figura 17 – Uso do solo.....	93
Figura 18 – Mapa do uso do solo ba Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito	94
Figura 19 - Vista de uma Encosta erosional–coluvial (Eec) com culturas anuais e	

pastagens.....	95
Figura 20 - Mapa de perdas dos solos	97
Figura 21 – Mapa síntese de risco da poluição suinícola.	100

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e Tema

Durante toda a história da humanidade até o advento da sociedade moderna e contemporânea, observa-se um mesmo fenômeno, a preferência do homem para se estabelecer próximo dos rios, riachos, cachoeiras e outras fontes de água. Isso ocorre porque na vizinhança das águas normalmente encontram-se as melhores terras para o plantio e a criação de animais, facilitando o desenvolvimento da agricultura e da pecuária devido ao fato de haver água em abundância.

Nas sociedades e culturas antigas, as terras eram comumente exploradas até os recursos naturais se esgotarem. Depois disso, ocorria à migração, a procura por novas terras, ainda conservadas, iniciando-se, novamente, o mesmo processo. É evidente que nessa época inexistia uma preocupação ambiental, pois prevalecia a crença de que os recursos naturais eram inesgotáveis.

Todavia, o crescimento da população e a necessidade de aumento na produção de alimentos, fator acelerado pelo surgimento da Sociedade Industrial e Científica, fizeram com que surgisse a preocupação social com o modo de exploração do meio ambiente, bem como a idéia de que os recursos naturais não são inesgotáveis.

Nas últimas décadas, a cultura de exploração até o esgotamento dos recursos naturais vem sendo substituída pela cultura de rotatividade e preservação, visando garantir a produtividade da terra em longo prazo. Grande parte dos produtores rurais estão se conscientizando da necessidade de renovação e preservação dos recursos naturais, mesmo que devido, somente, à redução dos lucros de sua produção causada pelos impactos ambientais que podem gerar custos adicionais para o produtor agroindustrial, entre os quais se incluem às pesadas multas advindas de legislações ambientais que tendem a se tornar cada vez mais severas. Porém, a degradação ambiental, em virtude do uso inadequado do meio ambiente, vem crescendo e é um fator considerado de alto risco social e comercial na atualidade, gerando situações de difícil controle.

Coutinho (2001) salienta que a ocupação desordenada da área rural e o uso incorreto de seus recursos vêm causando sérios problemas sociais, econômicos e

ambientais em diferentes regiões do Brasil e no mundo. Muitas vezes, tendo em vista o crescimento econômico e a própria sobrevivência, o agricultor explora sua propriedade de modo inadequado, transpondo a capacidade de sustentação do sistema envolvido.

Roppa (2006) também, afirma que o crescimento contínuo da população mundial tem feito com que os pesquisadores se questionem acerca de como serão produzidos os alimentos no futuro. Em quais regiões restará extensões de terra e disponibilidade de água para a produção de alimentos à base de proteínas vegetais e animais? Quais serão os alimentos que poderão ser produzidos em grande escala? Entre outras urgentes questões que se fazem contemporaneamente, que exigem urgentes respostas.

É nesse contexto que se torna relevante a abordagem da situação da suinocultura no Estado de Santa Catarina, buscando levantar em um estudo de caso específico, na Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito. Pretende-se averiguar quais as possibilidades de riscos ambientais causados pela suinocultura catarinense de mercado.

A origem da criação de suínos no Brasil, e em Santa Catarina, é caracterizada pelo uso de animais de raças comuns, destinados à produção de gordura animal. Na forma inicial de produção suinícola catarinense, os suínos eram criados soltos, em pequenas quantidades, tendo em vista a subsistência; nessa forma não ocorria poluição e esgotamento de recursos naturais por excesso de dejetos, desperdício de água e elementos químicos adicionados na dieta, tal como aponta Votto (1999) em seu estudo sobre a criação de porcos soltos no Planalto Serrano. Então, o solo conseguia absorver a quantidade de dejetos excretados pelos animais, pois não havia a necessidade de superprodução e incrementos de tecnologias modernas de produção para atendimento de mercados internos e externos.

Posteriormente ao surgimento da agroindústria e do crescimento da economia de mercado consumidor, iniciou-se a produção em massa para o abate. Na década de 1970, principalmente no Oeste de Santa Catarina, foi introduzido o sistema integrado de produção de suínos, o qual mais tarde, também seria implantado no Sul do Estado. O método consiste numa parceria entre indústria e produtores, no qual a primeira fornece os animais, os insumos, a assistência técnica e a coleta da produção e ao segundo compete à construção das instalações, o fornecimento da mão-de-obra para a produção e o cuidado dos animais.

Nesse sistema de parceria, os animais são criados em confinamento, por meio do uso de alta tecnologia para o alcance de eficiência na produção. As características

fundamentais desse sistema de criação intensiva são as seguintes: caráter empresarial; confinamento dos animais em instalações projetadas possibilitando o controle das condições ambientais; animais de elevado potencial genético; intensa reposição de reprodutores; regime profilático contra principais doenças; programas de alimentos específicos para cada fase da vida do animal (VOTTO, 1999).

Com o passar dos anos, verificou-se que esse modelo de produção é altamente poluidor, por concentrar grandes quantidades de animais, alimentação em grandes quantidade e desperdício de água e elevado volume de dejetos. A poluição decorre principalmente do armazenamento e manejo incorretos dos resíduos da produção. Para evitar isso, seria necessário que os produtores efetuassem investimentos ambientais; eles entretanto, na maior parte das vezes, não possuem condições financeiras para tomar as medidas cabíveis.

Na década de 1980 e, sobretudo, na década de 1990, devido a evidências da poluição das águas, mau cheiro, proliferação de mosquitos e problemas de saúde, surgiram as pressões da sociedade e de órgãos ambientais para que produtores e agroindústrias tomassem medidas para amenizar o problema da poluição decorrente do desenvolvimento da suinocultura.

Cabe destacar que as conseqüências negativas da produção de suínos se estendem, principalmente, sobre a água potável. Quando tratados incorretamente, os dejetos de suínos representam um fator com potencial de poluição significativamente elevado. O planejamento da suinocultura de confinamento, juntamente com a observância da legislação ambiental e de outras legislações correlacionadas, tornaram-se condições necessárias para a preservação dos recursos hídricos, solo e ar e para que o produtor e a agroindústria suinícola catarinense adquiram maior credibilidade no Mercado Mundial. Este último exige, cada vez mais, cuidados e normas de preservação ambiental na produção de suínos e em quaisquer outros produtos industriais que coloquem em risco o meio ambiente e os recursos naturais.

A partir disso, o governo brasileiro, além de tentar fazer cumprir a legislação e incentivar o planejamento da produção, introduziu tecnologias capazes de, não somente diminuir os impactos ambientais específicos, mas também, re-aproveitar certos produtos dos dejetos suínos. Juntamente com os órgãos financiadores, o Governo Federal passou a realizar investimentos em pesquisas e implantações de tecnologias no setor, como a de produção de biogás e produção em cama sobreposta. Todavia, o uso de tecnologias por si

próprias e seus custos relativamente altos não têm solucionado o problema da poluição das águas e no solo, no caso da suinocultura. Assim, passou-se, também, a discutir a realização de outras medidas de desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, destaca-se na atualidade a discussão dentro dos órgãos governamentais em torno da realização de um zoneamento ou ordenamento para a atividade de suinocultura.

Segundo Perdomo, citado por (ECOPRESS 2006) a capacidade poluidora dos dejetos de suínos, em termos comparativos, é muito superior a de outras espécies, pois enquanto a DBO (demanda bioquímica por oxigênio) per capita de um suíno com 85 kg de peso vivo-varia de 189 a 208 g/animal/dia, a doméstica é de apenas 45 a 75 g/habitante/dia.

O pesquisador da Embrapa assegura que países como Holanda, Inglaterra, Dinamarca, Alemanha, Bélgica e França, tradicionais produtores de suínos da União Européia, apresentam problemas ambientais muito mais graves que o Brasil, a ponto de limitarem o avanço da expansão da atividade. Os Estados Unidos possuem área com níveis de contaminação alarmantes, e a Holanda, por exemplo, terceiro maior exportador de alimentos, tem um rebanho suíno de 16 milhões de cabeças, concentrado num espaço pequeno e com lençol freático superficial (ECOPRESS, 2006).

Segundo Bley Jr. (2000), produtores da região sul da Holanda estão transportando dejetos por duzentos quilômetros até regiões agrícolas não produtoras de suínos no oeste, já que na sua região foi constatada contaminação das águas subterrâneas por nitratos e fosfatos originados da disposição constante e prolongada de dejetos nos solos agrícolas. O custo do transporte de dejetos nesse país é subsidiado pelo governo. Na Alemanha, conforme ainda Bley Jr., o monitoramento de Nitrogênio e Fósforo nos solos demonstra saturação. As granjas coletivas da parte oriental estão sendo privatizadas e se tornaram a única saída para a ampliação dos plantéis.

Nesses países, existe a exigência de processos de manejo, tratamento e utilização muito rigorosos e custosos; no entanto, os subsídios por parte dos governos não são suficientes para implementar todas as medidas necessárias para minimizar a poluição. Comparativamente no Brasil não há um nível de contaminação tão alto como o alcançado pela suinocultura internacional, como os problemas causados pelos nitratos na Europa e fósforo nos EUA (ECOPRESS, 2006).

1.2 Problema da Pesquisa

A suinocultura do ponto de vista social e econômico é uma atividade de suma importância como geradora de empregos e fixadora do homem no campo. É considerada, entretanto, pelos órgãos ambientais, com base em trabalhos de pesquisa, como uma atividade altamente poluidora, sendo que hoje em dia com base na lei de crimes ambientais de nº 9.605/98, o produtor pode ser responsabilizado criminalmente por eventuais problemas causados ao meio ambiente, à saúde dos homens e animais.

Entre as causas dos problemas desta atividade, está o crescimento desordenado, com instalações de granjas de suínos em áreas perigosas ambientalmente, sem conhecimento da legislação, e conseqüentemente sem a devida observância de exigências como por exemplo da distância mínima exigida nas construções em relação aos cursos d'água. Além disto, normalmente o manejo dos dejetos é inadequado como: excesso de água para a limpeza das pocilgas, desperdício de água pelos bebedouros dos suínos, entrada de água da chuva para os sistemas de tratamento e descarte de efluentes ou rompimentos de instalações precárias ou até mesmo transbordamento dos sistemas de tratamento, poluindo as águas superficiais.

É neste contexto, que se torna importante uma avaliação do risco de poluição da suinocultura, utilizando-se de geotecnologias, considerando aspectos ambientais e antrópicos para um ordenamento físico espacial desta atividade.

1.3 Pesquisas Realizadas

Vários trabalhos acadêmicos têm sido realizados sobre a questão da poluição causada por dejetos de suínos no Estado de Santa Catarina, bem como em outros estados.

Bezerra (2002) desenvolveu um modelo para a gestão da propriedade suinícola, buscando reduzir os impactos ambientais. Para tanto, procurou mostrar a realidade da suinocultura, como uma atividade presente na maioria das pequenas propriedades rurais da bacia do rio Toledo, no estado do Paraná. O trabalho constatou que, embora trazendo benefícios para o produtor, a criação de suínos nessa bacia não utiliza práticas que garantam um destino adequado aos dejetos. Foi realizada uma coleta de dados em campo sobre a qualidade da água e sistemas alternativos existentes. A comparação dos sistemas permitiu fazer um paralelo entre esterqueiras com e sem revestimento, bioesterqueira, cama sobreposta e biosistema integrado. A tecnologia do biosistema integrado prevê o tratamento dos dejetos de suínos para a produção de biogás, biofertilizantes e o cultivo de algas para a alimentação de peixes, é essencial para a intervenção tecnológica no processo de produção, agregando maior valor à propriedade. A pesquisa concluiu que a implantação do biosistema integrado caminha para a redução da poluição e do desperdício, bem como para a minimização dos impactos ambientais causados por dejetos de suínos.

Simioni (2001) constatou que o sistema de produção adotado pela suinocultura em Santa Catarina tem gerado impactos ambientais nas regiões produtoras devido à concentração do rebanho suíno e a característica poluidora dos dejetos, associado ao manejo inadequado. O estudo objetivou a avaliação da capacidade de suporte em Cu e Zn dos principais solos do Oeste de Santa Catarina, expostos a utilização de dejetos de suínos como fertilizante e fornecimento de subsídios para o estabelecimento de uma legislação ambiental para limites desses metais pesados nos solos. Foram selecionados três solos (Cambissolo háplico eutroférico, Nitossolo vermelho eutroférico e Latossolo vermelho distroférico) e aplicados dezesseis (16) tratamentos com concentrações variáveis de Cu e Zn. Os resultados demonstraram que até o momento da pesquisa não há efeitos dos tratamentos de Cu e/ou Zn sobre as culturas. Entre os solos, foram observadas diferenças significativas na resposta das plantas à aplicação dos tratamentos, no controle da disponibilidade desses elementos e na absorção de Cu e Zn pelas plantas. Na avaliação das águas percoladas dos vasos as concentrações encontradas foram muito baixas. No balanço de entradas e saídas de Cu e Zn do sistema, observou-se que as retiradas são insignificantes

diante das entradas, havendo, com isso, um processo muito forte de acumulação no solo. O trabalho destacou a necessidade de medidas em nível dos sistemas de produção de suínos, a fim de diminuir o alto poder poluente dos dejetos. Concluiu-se que, dessa forma, danos ambientais irreversíveis, como a contaminação de ecossistemas com metais pesados, poderão ser evitados, sob pena de inviabilizar certas explorações agrícolas nas regiões de alta densidade de suínos.

Henn (2005) realizou uma pesquisa que faz parte de um projeto, com diversos subcomponentes, intitulado Validação de Tecnologias para o Manejo, Tratamento e Valorização dos Dejetos de Suínos em Santa Catarina Pequenas e Médias Produções que associa proposições tecnológicas, educação sanitária e ambiental com um meio ambiente equilibrado. A pesquisa constatou que a crescente evolução dos índices de desempenho e melhoria do padrão sanitário, obtido nos últimos anos, coloca a produção catarinense de suínos no patamar de competitividade internacional. O setor de produção da suinocultura demanda anualmente $25 \times 10^6 \text{ m}^3$ de água e são gerados $16 \times 10^6 \text{ m}^3$ de efluentes. No entanto, é um setor com baixa qualidade ambiental, pois polui as águas, os solos, emite maus odores e proporciona uma proliferação descontrolada de insetos ocasionando, nas regiões suinícolas, desconforto ambiental. Além disso, coloca em risco a sustentabilidade e a própria expansão da suinocultura como atividade econômica. O objetivo da pesquisa foi estudar a fase de início de funcionamento de dois sistemas de manejo integrantes do tratamento e do armazenamento de dejetos em escala real, implantados em uma pequena propriedade produtora de suínos, localizada no município de Braço do Norte, SC, no distrito de Pinheiral, na sub-bacia hidrográfica do rio Coruja/Bonito. Por meio de análises físico-químicas das amostras de entrada e saída dos sistemas, foram monitorados parâmetros de performance da digestão anaeróbia como a temperatura, o pH, o potencial redox, a acidez total, a DBO₅, a DQO, sólidos totais (ST), sólidos fixos (SF), sólidos voláteis (SV), sólidos sedimentáveis e nutrientes como nitrogênio e fósforo. As eficiências médias de remoção foram bastante satisfatórias: o biodigestor removeu 92% de DBO₅, 92% de DQO, 88% de ST e 92% de SV, na seqüência, a esterqueira 2 removeu 75% de nitrogênio amoniacal, 75% de NTK e 77% de P. Já a esterqueira 1 removeu 82% de DQO e 74% de P. A tecnologia implantada na propriedade respondeu por alta remoção das cargas poluidoras.

Também cabe citar a Embrapa Suínos e Aves em Concórdia, SC, a Universidade Federal de Santa Catarina, por intermédio do Departamento de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, juntamente com a Epagri, que vêm trabalhando há anos com

pesquisas na área de controle da poluição da suinocultura, desenvolvendo diversas tecnologias e sugestões para tratamento, armazenamento e destino dos dejetos de suínos. Citam-se aqui as lagoas de tratamento de dejetos, a criação de suínos em cama sobreposta e o biogás.

Os estudos realizados mostraram bons resultados; reflexo do andamento positivo das pesquisas, diante do problema sério de poluição existente. Porém, conforme já comentado, a tecnologia existe, mas sozinha, não resolve o problema. É importante que se adote um conjunto de medidas para resolver ou minimizar a poluição por dejetos de suínos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar o risco de poluição das águas superficiais da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Coruja/Bonito, Braço do Norte, SC, causada pela produção suinícola, tomando por base a legislação pertinente, o Levantamento Agropecuário Catarinense (LAC), Tecnologia de Sistema de Informações Geográficas (SIG), e o Cadastro Técnico Multifinalitário.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Mapear, elaborar e compilar mapas temáticos de uso do solo, tipos de solo, rede de drenagem, sistema viário, instalações suinícolas, produção de dejetos de suínos, erosão dos solos, declividade e geração de submapas do território considerado.
- b) Caracterizar as propriedades suinícolas conforme cadastro do LAC e atualizações de campo na Sub_Bacia do Rio Coruja/Bonito em Braço do Norte.
- c) Selecionar critérios para análise espacial das propriedades suinícolas baseados na Legislação Ambiental (Código Florestal n°. 4.771, Resolução do CONAMA n°. 302, Decreto n°. 14.250/81-SC e afins) aplicada ao meio rural, objetivando definir critérios para análise espacial das propriedades.
- d) Elaborar um mapa temático síntese com as qualificações de riscos de poluição na Sub_Bacia do Rio Coruja/Bonito.

1.4 Justificativa

O planejamento da suinocultura, tendo em vista o desenvolvimento sustentável, pressupõe o conhecimento da atividade. Dessa forma, a expansão da atividade, por meio do sistema confinado de criação, somente pode e deve ocorrer nas regiões onde haja condições ambientais favoráveis para receber os dejetos gerados.

Segundo Franco & Tagliari (1994), com os 3,35 milhões de cabeças suínas produzindo dejetos, equivalentes aos excrementos de 15 milhões de pessoas, o Estado de Santa Catarina chegou ao fundo do poço em termos ambientais: 90% das correntes hídricas da região suinícola estão contaminadas. Para tornar mais caótica a situação, o desmatamento excessivo reduziu para menos de 50% a quantidade de água disponível. Em 2005, o Estado de Santa Catarina, por intermédio do Instituto CEPA, divulgou resultados na publicação denominada Dados Preliminares do LAC (2002/2003) que o total de efetivos de suínos no estado de Santa Catarina é de 5.579.975 animais. Portanto, um aumento em 66 % do efetivo em 9 anos.

De acordo com Jardim (2006), embora os criadores efetuem investimentos significativos em recursos com elevado grau de eficiência produtiva, o mesmo não ocorre no controle da emissão de poluentes e no uso dos dejetos. A forma de armazenamento e de utilização tradicionalmente empregada evidencia um distanciamento das exigências da legislação ambiental.

Os alarmantes índices de contaminação dos recursos naturais, como ocorre no caso da contaminação por coliformes fecais, que chega a atingir 95% das fontes de abastecimento de água de alguns municípios, dos elevados níveis de nitratos e da proliferação do mosquito borrachudo, indicam que grande parte dos efluentes da produção é conduzida diretamente aos cursos de água, sem serem tratados de modo adequado (JARDIM, 2006).

Devido aos problemas gerados pela suinocultura, muitas áreas requerem atenção: a perda da qualidade do ar, a degradação dos recursos hídricos e do solo, o desconforto da população com a proliferação de insetos e os problemas de saúde como alergias, hepatite, câncer, entre outras doenças, são fatores presentes nas principais microrregiões produtoras de suínos no País. Reconhecendo esses problemas, a EMBRAPA de Concórdia, SC,

decidiu implantar o projeto "Tratamento e Aproveitamento de Dejetos Suínos" (JARDIM, 2006).

Na região Oeste de Santa Catarina, um suíno na fase adulta, dependendo do sistema de criação ao qual está submetido, produz de 6 a 8 litros de dejetos por dia, representando de 21 mil a 25 mil toneladas de dejetos produzidos diariamente. Mais de 80% das propriedades possuem esterqueiras, porém não mais de 50% dos produtores utilizam adequadamente os dejetos na fertilização das lavouras. Há, portanto, em torno de 10 mil a 13 mil toneladas de dejetos sendo despejados diariamente nos rios e córregos da região ou depositados sem quaisquer cuidados na propriedade, contaminando os mananciais de água usados para consumo humano e animal. (BALDISSERA, 2002).

Como pontuado anteriormente, a suinocultura confinada implica grande produção de dejetos. É, portanto, uma atividade de grande potencial poluidor e de degradação ambiental. O volume de dejetos produzidos transforma-se em grande potencial poluidor do solo, ar, águas superficiais e subterrâneas, além de se constituir como um processo causador de doenças.

Todavia, a suinocultura é uma atividade substancial sob o ponto de vista econômico e social, sendo apontada como instrumento de fixação do homem no campo. É por meio dessa atividade que milhares de famílias obtêm a renda necessária para assegurar a sua sobrevivência.

Sendo assim, tomando o aspecto poluidor da produção de suínos confinados em massa e a relevância econômica dessa atividade, torna-se importante estudar formas de conciliar ambos os aspectos, garantindo a continuação da realização dessa atividade por parte das famílias e, ao mesmo tempo, assegurando a qualidade do meio ambiente. Justifica-se, dessa forma, a presente pesquisa, pois parte da avaliação da propriedade, visando assim, contribuir juntamente com outras pesquisas, como subsídio poderá contribuir para a adoção de práticas pautadas no desenvolvimento sustentável da suinocultura e também para a realização do ordenamento desta atividade.

Na sociedade atual, é fundamental o desenvolvimento de soluções para reduzir os índices de poluição decorrentes de determinadas atividades humanas, tendo em vista assegurar a qualidade de vida das gerações futuras e a manutenção de um meio ambiente equilibrado.

Sabendo-se que a água é o elemento do meio ambiente mais prejudicado pela quantidade de suínos produzidos em sistema confinado e sendo as bacias hidrográficas

consideradas unidades básicas de planejamento do uso, conservação e recuperação dos recursos hídricos, optou-se pela análise da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Coruja/Bonito-SC. A opção por essa região está fundamentada na presença de uma elevada produção de suínos em sistema intensivo de criação, responsável por uma produção de dejetos equivalente a 621 m³/dia.

Portanto, essa área apresenta um potencial poluidor muito grande em relação à água potável, tanto às águas superficiais dos rios, córregos, lagoas, etc; quanto à água que se encontra nos lençóis subterrâneos.

De acordo com a EPAGRI (2000), o Município de Braço do Norte, onde se localiza o Rio Coruja-Bonito, possui a segunda maior concentração de suínos/km² do planeta, perdendo somente para a região da Bretanha, na França. Em virtude disso, a área em estudo tem sido objeto de diversas pesquisas realizadas por instituições governamentais.

Portanto, a atualização do cadastro das propriedades locais, com a sua devida caracterização, identificação e mapeamento das mesmas, permitirá a avaliação de risco da poluição na sub-bacia, tomando por base os aspectos físicos, jurídicos, cartográficos, imagens de satélite e técnicas de geoprocessamento. Ter-se-á dessa forma uma importante avaliação, que apontará o risco da poluição das propriedades envolvidas com a criação de suínos em relação ao meio físico, na região de estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Instrumentos de Análise para a Realização de Planejamento Ambiental

A análise de um determinado ambiente natural, tendo em vista o planejamento de uso, conta com diversos instrumentos que podem ser empregados no intento de proporcionar um conhecimento real acerca da problemática local. Neste capítulo, destacam-se a realização do Diagnóstico, a utilização de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Geoprocessamento, a Análise Espacial, o Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM), a Cartografia e a Ordenação do Espaço Territorial.

2.1.1 Diagnóstico

A realização do diagnóstico, de acordo com Santos (2004), representa o caminho adequado para compreender as potencialidades e as fragilidades de uma determinada área de estudo, a evolução histórica de ocupação e as pressões do homem sobre os sistemas naturais. Também esclarece sobre os acertos e os conflitos do uso da terra e os impactos passados, presentes e futuros.

Caubet & Frank (1993) propõem a elaboração de vários diagnósticos (energia, recursos naturais não renováveis, poluição ambiental, etc.), denominados por eles de diagnóstico integral, resultando em conclusões que evidenciam os problemas prioritários da unidade de planificação.

Beltrame (1994), trabalhando com diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas, destaca que os fatores antrópicos apresentam influência marcante sobre o estado de conservação física em que se encontra uma determinada área. No entanto, entende-se que o estudo de tal influência, pela importância que apresenta, merece outros diagnósticos específicos, tais como sócio-econômicos, água, fauna, solo, etc.

De acordo com LEFF (2001 p.68).

para poder implementar políticas ambientais eficazes é necessário reconhecer os efeitos dos processos econômicos atuais sobre a dinâmica dos ecossistemas. É preciso avaliar as condições ideológicas, políticas,

institucionais e tecnológicas que determinam a conservação e regeneração dos recursos de uma região, os modos de ocupação de um território, as formas de apropriação e usufruto dos recursos naturais e de divisão de suas riquezas, bem como, o grau e as maneiras de participação comunitária na gestão social de suas atividades produtivas.

Sendo assim, por meio do diagnóstico de ambientes naturais, os órgãos tomadores de decisão têm em mãos um documento básico para identificar as riquezas e problemas de um território, fornecendo subsídios para o ordenamento e planejamento do espaço geográfico.

2.1.2 Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Geoprocessamento

O primeiro sistema a reunir as características básicas de um SIG foi implementado no Canadá, em 1964, sendo chamado de “*Canadian Geographic Information System*”. Em seguida, foram desenvolvidos os sistemas “*New York Landuse and Natural Resources Information Systems*” (1967) e “*Minnesota Land Management Information System*” (1969) (TEIXEIRA *et al.* 1992).

Com a invenção do computador, as tarefas antes realizadas manualmente, tais como representação gráfica do mundo real (rios, vegetação, formação geológica, cruzamento de mapas, integração de dados de diversas fontes, atualização das informações, etc), passaram a ser automatizada por sistemas computacionais.

Portanto, o surgimento do SIG está diretamente ligado ao advento da era do computador. O SIG é um sistema que permite a realização de operações de consulta e manipulação de dados geográficos. Para se estruturar um SIG, é preciso ter uma visão multidisciplinar (Sensoriamento Remoto, Geodésia, Cartografia, Geografia, Matemática), incluindo várias áreas do conhecimento.

Dessa maneira, um SIG deve permitir a aquisição de dados diversos, a recuperação e a análise dos mesmos, para obter respostas simples e precisas ou, até mesmo, análises mais complexas a fim de gerar novas informações. Esse sistema tem também a capacidade de separar em camadas diferentes temas e permitir a edição de dados, dispondo de recursos para medidas de dimensões lineares, superfície e saída de produtos em diversas escalas.

O SIG é um banco de dados geocodificado que armazena, gerencia, recupera e processa informações digitais georeferenciadas, originadas de imagens, mapas, dados estatísticos e descritivos. O ambiente computacional permite analisar dados de forma integrada, com o objetivo de obter soluções rápidas e precisas para problemas relacionados ao comportamento espacial de dados (GTZ, 1994; ASSAD e SANO, 1993).

Para Burrough (1986), um SIG compreende um conjunto de ferramentas para aquisição, armazenamento, recuperação, transformação e saída de dados espaciais. Esses dados geográficos descrevem objetos do mundo real em termos de posicionamento com relação a um sistema de coordenadas, de seus atributos e das relações topológicas existentes entre esses objetos.

No entender de Rodrigues (1990), modelos do mundo real compreendem entidades tais como rios, bacias, redes viárias e de infra-estrutura, áreas desmatadas, formações geológicas, jazidas e propriedades, cuja caracterização é parte integrante de qualquer processo de modelagem adotado. O conjunto de estratégias de aquisição e processamento de informações espaciais e de tecnologias de desenvolvimento e aplicação de sistemas que utiliza tais informações denomina-se geoprocessamento.

O domínio do geoprocessamento abrange métodos que podem ser abordados de acordo com a estrutura funcional que os organiza conforme o seu emprego, tanto na aquisição, geocodificação e processamento de dados, quanto no desenvolvimento e aplicação de sistemas computacionais. Os sistemas destinados ao processamento de dados referenciados espacialmente são comumente referidos como Sistemas de Informação Geográfica e empregados na manipulação de dados de diversas fontes, possibilitando a recuperação e o cruzamento de informações, bem como a realização dos mais diversos tipos de análise sobre os dados.(ALVES, 1990).

Teixeira *et al.* (1992) acrescentam que, em um contexto mais amplo, os SIG's incluem-se no ambiente tecnológico convencionalmente chamado de geoprocessamento, cuja área de atuação envolve a coleta e tratamento da informação espacial, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações. A tecnologia ligada ao geoprocessamento envolve equipamentos (hardware e software) com diversos níveis de sofisticação destinados à implementação de sistemas com fins didáticos, de pesquisa acadêmica ou aplicações profissionais e científicas nos mais diversos ramos das geociências.

Nesse sentido, Carvalho *et al.* (2000) *Apud* MORAES & SOUZA, (2003) afirmam que o SIG é uma tecnologia do geoprocessamento que permite integrar dois tipos de

operações efetuadas com base de dados,. as operações convencionais, tais como captura, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados e aquelas operações que possibilitam a visualização e análise geográfica oferecidas pelos mapas.

De maneira bem simples e objetiva, pode-se dizer que um SIG é um programa de computador, que permite dar entrada de dados de diversas fontes (fotos aéreas, imagens satélites, relatórios, mapas), permitindo manipulação, visualização em diferentes escalas, análises geográficas do mundo real e confecção de *layout* para os mapas.

Neste trabalho, o SIG será utilizado para entrada de dados via digitalização, tabelas e operações de cruzamentos de mapas temáticos, análises espaciais e *layouts*.

2.1.3 Análise espacial em um SIG

Em um processo de tomada de decisão com base em SIG, é necessário contar com dados espaciais para gerar novas informações do mundo real. A qualidade das decisões tomadas depende da confiabilidade dos dados que ingressam no sistema para ser usado em análises espaciais.

A ênfase da análise espacial é mensurar propriedades e relacionamentos dos dados espaciais que, por sua vez, são definidos como quaisquer dados que possam ser caracterizados no espaço, em função de algum sistema de coordenadas. A idéia central consiste em incorporar o espaço à análise que se deseja fazer. Essa análise subdivide-se, segundo a sua forma geométrica, em: análise de superfícies (geoestatística), análise de redes, análise de padrões pontuais e análise de dados em áreas. (DRUCK *et al.* 2004).

As funções que possibilitam a realização de análise espacial são justamente as que distinguem um SIG de outros tipos de sistemas de informação. Tais funções fazem uso dos atributos espaciais e não espaciais das entidades gráficas armazenadas na base de dados espaciais, objetivando fazer simulações (modelos) sobre os fenômenos do mundo real, seus aspectos ou parâmetros. As operações de consulta e manipulação de dados geográficos constituem a essência de um SIG, ao diferenciar o Geoprocessamento de tecnologias como Cartografia Automatizada e Projeto Auxiliado por Computador (INPE, 2005).

O aspecto mais essencial dos dados tratados por meio de um SIG reside na natureza dual da informação. Isso significa que um dado geográfico possui uma localização geográfica (coordenadas em um mapa) e atributos descritivos (podendo ser representados num banco de dados convencional). Outro aspecto de significativa relevância é que os

dados geográficos inexistem sozinhos no espaço, ou seja, há importantes relações entre os diversos dados. (INPE, 2005).

No Quadro 1, são descritos alguns exemplos dos processos de análise espacial típicos de um SIG:

Quadro 1 - Exemplos de Análise Espacial

Análise	Pergunta	Exemplo
Localização	Onde está...?	Quais as áreas com declividade acima de 45°
Tendência	O que mudou...?	Este solo era produtivo há 5 anos?
Padrões	Qual o padrão....?	Qual a distribuição da cólera numa Cidade?
Modelos	O que acontece se...?	Qual o impacto no clima se desmatarmos a Amazônia?
Condição	O que está...	Qual a população desta cidade?
Roteamento	Por onde ir.. ?	Qual é o melhor traçado para uma estrada de ferro?

Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2005).

2.1.4 Cadastro Rural

O Cadastro Técnico Rural no Brasil foi criado pela Lei nº 4.504/64, mais conhecida como Estatuto da Terra, e o Sistema Nacional de Cadastro Rural foi instituído pela Lei nº 5.868/72, por sua vez regulamentada pelo Decreto nº 72.106/73. Conforme explicitado na Lei, o Sistema Nacional de Cadastro Rural tem como finalidade proporcionar a integração e sistematização da coleta, pesquisa e tratamento de dados e informações acerca do uso e posse da terra. (SEIFFERT, 1996).

Determina o art. 1º, da Lei nº 5.868/72, que o cadastro no Sistema Nacional de Cadastro Rural compreende o seguinte: Cadastro de Imóveis Rurais; Cadastro de Proprietários e Detentores de Imóveis Rurais; Cadastro de Arrendatários e Parceiros Rurais; Cadastro de Terras Públicas.

De acordo com Seiffert (1996), entre os objetivos primordiais, o sistema propõe realizar o levantamento sistemático de imóveis rurais no intento de reconhecer as condições que vigoram na estrutura fundiária, com objetivos de:

- levantar os dados e elementos de orientação da política agrícola, a ser implementada pelos órgãos federais, estaduais e municipais;

- fornecer dados e informações necessárias à formulação do Plano Nacional e Regional de Reforma Agrária e Colonização;
- proporcionar dados indispensáveis à aplicação do critério de lançamentos fiscais e tributos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

O Cadastro propõe também a obtenção de dados para a realização da análise microeconômica e para a orientação da assistência técnica e crédito ao produtor rural. A implementação da estrutura e dos levantamentos cadastrais é de responsabilidade do INCRA, podendo este, valer-se de convênios para sua execução, por meio de Órgãos Regionais, Estaduais e Municipais, casos em que estes receberão assistência técnica e financeira do governo federal (SEIFFERT 1996).

Conforme esclarece Silva (1982), o Cadastro Técnico constitui-se como uma radiografia da estrutura agrária de um país, uma vez que tem como objeto o imóvel rural. Constitui-se ainda em um repositório de dados de cada imóvel rural, relativos ao relevo, às pendentes, à drenagem, aos solos e às outras características ecológicas, que permitem avaliar a capacidade de uso atual e potencial e fixar uma classificação das terras para os fins de realização de estudos micro-econômicos.

Loch (1989) afirma que esse cadastro representa uma forma lógica e padronizada para avaliação das características regionais, identificando e solucionando os problemas de demarcação fundiária, uso do solo, titulação de propriedades, tributação territorial e predial, uso racional do solo, além de outros aspectos que envolvem a avaliação de uma área.

Para Lima, Cordini & Loch (2000), o Cadastro Técnico Multifinalitário, em nível rural e urbano, é um conjunto de informações gráficas, descritivas e tabulares de uma porção da superfície terrestre, contendo as propriedades imobiliárias corretamente georeferenciadas, possibilitando o conhecimento detalhado sobre todos os aspectos levantados.

O Cadastro pode também ser entendido como um inventário público de dados, organizados de maneira metódica, relacionados a parcelas territoriais de uma certa região ou município, pautado na medição de seus limites. (KAUFMANN & STEUDLER, 1998).

Em suma, o Cadastro Técnico Multifinalitário proporciona a identificação das divisas de um imóvel juntamente com seus proprietários, visando definir sua situação dentro da rede territorial brasileira, assegurando, desse modo, a exata localização das

divisas da propriedade. O cadastro também vincula dados técnicos ao registro imobiliário no intento de proporcionar embasamento técnico total à garantia do direito de propriedade.

2.1.5 Cartografia Temática

Os mapas sempre tiveram significativa relevância para as civilizações, destacando-se seu uso na realização de cadastros de propriedades, como acontecia na Idade Média, quando a cobrança de impostos era efetuada com base na concepção de mapas de propriedades que continham os desenhos referentes às características físicas delas, entre outras informações.

A Associação Cartográfica Internacional (ICA, 1973 *Apud* JOAQUIM, CAMPOS e SILVA, 2004, p. 8) apresenta a seguinte definição para o termo Cartografia:

[...] é um conjunto de operações científicas, artísticas e técnicas que, tendo por base os resultados das observações obtidas pelos métodos diretos, indiretos ou subsidiários de levantamento ou exploração de documentos existentes, destinam-se à elaboração e a preparação de mapas e outras formas de expressão, assim como a sua utilização.

De modo simplificado, Joly (1990) conceitua a cartografia como a arte de conceber, de levantar, de redigir e de divulgar os mapas.

Já para Oliveira (1987), a Cartografia constitui-se em um método científico destinado a expressar fatos e fenômenos observados sobre a superfície a ser mapeada.

O mapa pode ser entendido como uma representação espacial com as características da Terra ou de outros planetas. É a maneira de representar o mundo real de maneira abstrata.

De acordo com Oliveira (1983), um mapa compreende a representação gráfica, comumente em uma superfície plana e em determinada escala, das características naturais e artificiais terrestres ou subterrâneas, ou, ainda, de outro planeta do sistema solar.

Conforme Poveda (2006), um mapa pode ser conceituado como uma representação do entorno, o que, por evidência, pressupõe um conceito amplo que engloba não somente os elementos visíveis da superfície terrestre, mas qualquer classe de fenômenos que apresentam uma variabilidade espacial. Os espaços naturais protegidos, os estados físicos da água, o consumo de azeite de oliva, são exemplos possíveis e susceptíveis, entre muitos outros, de serem representados em um mapa.

Já o mapa temático diz respeito àquele possuidor de um tema específico, que se utiliza de bases cartográficas preexistentes. Portanto, os mapas temáticos tratam de demonstrar as características estruturais da distribuição espacial, utilizando a cartografia como suporte, de um fenômeno geográfico particular. (POVEDA, 2006).

Segundo Oliveira (1983), mapa temático é a representação sobre fundo básico (topográfico, geográfico ou hidrográfico), de sínteses de pesquisas e estudos geográficos, e de outros temas. Como exemplos de mapas temáticos, tem-se o mapa geomorfológico, o mapa de uso das terras, o mapa de propriedades agrícolas.

A cartografia temática pode ainda ser definida como aquela que, fazendo uso de um suporte de cartografia básica ou derivada, desenvolve algum aspecto concreto de uma informação ou incorpora alguma informação adicional específica (CARTOGRAFIA TEMÁTICA, 2006).

No que diz respeito à cartografia agrícola, pode-se salientar que o mapa sobre a vegetação e os aspectos fitoclimáticos de uma determinada região contribuem significativamente para identificar a distribuição natural da flora, constituindo-se esta como um indicativo das condições ecológicas de um território. Por isso, os mapas temáticos possuem um grande valor de prognóstico, principalmente se combinados com outras fontes de informação, ou seja, têm grande utilidade para a avaliação de extensões de terras com diferentes finalidades em termos de produção. (CARTOGRAFIA TEMÁTICA, 2006).

Os mapas temáticos são compostos por alguns elementos fundamentais, quais sejam: uma base geográfica ou mapa base e uma capa de conteúdo específico ou temático. O usuário deverá ser capaz de integrar esses elementos visuais e mentalmente, durante a leitura do mapa. O mapa base proporciona informação espacial sobre o que referencia o conteúdo próprio, correspondente a um certo tema específico.

Portanto, o mapa base deverá estar corretamente desenhado e incluir exclusivamente a quantidade de informação indispensável para transmitir a mensagem. Assim, o mapa base pode ser entendido como uma imagem mais ou menos sintética do território, cuja finalidade é indicar geograficamente o conteúdo temático do mapa. Em relação ao conteúdo temático, é importante também ser legível e simplificado (POVEDA, 2006).

Em virtude do espaço limitado disponível na superfície sobre a qual se constrói o mapa, o número de objetos representados deve ser limitado. Portanto, tradicionalmente,

cada mapa procura centrar sua atenção sobre uma determinada característica do território (mapas de estradas, geológicos, climatológicos, etc.).

Encontrar relações entre a característica apresentada em um mapa e em outro é uma tarefa, muitas vezes, difícil de ser concretizada. A cartografia é uma ferramenta de comunicação, da qual o cartógrafo extrai informação espacial do mundo real e constrói uma mensagem que envia por meio do desenho gráfico do mapa temático. (POVEDA, 2006a).

Dentro desse contexto, considera-se o mapa como uma modalidade de representação gráfica, com linguagem bidimensional de comunicação visual. Sua especificidade reside no fato de ele estar essencialmente vinculado ao âmago da relação entre significados dos signos, como acontece na matemática e não atrelado ao cerne da relação entre o significado e o significante dos signos, característica fundamental da linguagem polissêmica. (BERTIN, 1973).

Nas últimas décadas, sob a influência de recursos tecnológicos, verifica-se que o conceito de cartografia passa a considerar a realização dos mapas, não somente de maneira analógica, mas em meio digital também, que, segundo vários autores, é chamado de cartografia automatizada, cartografia digital ou até mesmo de computação gráfica.

2.1.6 Ordenação do Espaço Territorial

A história evidencia que as civilizações antigas, e mesmo algumas mais recentes, exploravam os recursos ambientais até esgotá-los e daí partiam para outras aéreas, inexistindo a conscientização de uma exploração sustentável. Cada indivíduo explorava o território de acordo com sua vontade, não havendo a preocupação com planejamento, até porque prevalecia a crença de que os recursos eram infinitos. Nesse sentido, o ordenamento do espaço territorial se presta para o estabelecimento de regras e de um convívio equilibrado com a natureza.

Benatti (2003, p. 1) chama a atenção para a seguinte colocação:

É interessante notar que, na literatura internacional, a categoria utilizada é ordenamento territorial; no Brasil, desde a década de 1980, a burocracia estatal utiliza a expressão “zoneamento ecológico econômico”, que se consolidou na década seguinte como designação oficial.

Portanto, no Brasil, o ordenamento do espaço territorial foi denominado de zoneamento ecológico econômico, expressão comumente encontrada nos documentos oficiais referentes ao planejamento ambiental. Uma das ferramentas que o poder público pode dispor para esse planejamento e para o ordenamento das atividades humanas são os zoneamentos. Atualmente, encontra-se em discussão pelo Governo Federal e Estados, através do Ministério da Integração Nacional o documento base para a definição de uma política Nacional de Ordenamento Territorial – PNOT.

Para Kohn (2006), o objetivo do processo de zoneamento de um território é organizá-lo ou dividi-lo em zonas homogêneas, em conformidade com seus potenciais de uso e ocupação. O zoneamento de um território visa ainda otimizar suas capacidades socioeconômicas e produtivas, por intermédio do uso/ocupação racional de suas potencialidades. Ademais, em certos casos, são asseguradas as condições para impedir que determinadas porções territoriais mais vulneráveis sejam preservadas ou utilizadas somente para processos que estejam de acordo com as limitações físicas, biológicas, sócio-econômicas e culturais desses territórios.

O zoneamento territorial é responsável por definir as Áreas com algum tipo de restrição de uso ou que não devem ser ocupadas, as quais se situam dentro desse espaço territorial a ser protegido e compreendem aquelas áreas necessárias à preservação dos recursos e das paisagens naturais, visando salvaguardar o equilíbrio ecológico.

As APPs são espaços tanto de domínio público quanto de domínio privado, limitando constitucionalmente o direito de propriedade, levando-se sempre em consideração a função ambiental da propriedade. No entanto, a desapropriação da área de preservação permanente é desnecessária, visto que ela não inviabiliza por completo o exercício do direito de propriedade. (JURIS AMBIENTE, 2006).

Machado (1999 p.129) afirma que o “zoneamento consiste em dividir o território em parcelas nas quais se autorizam determinadas atividades ou interdita-se, de modo absoluto ou relativo, o exercício de outras atividades”.

O zoneamento constitui-se como uma das ferramentas mais relevantes que o Estado possui para adoção de medidas mitigadoras para o planejamento sustentável. Na realização do zoneamento ou do ordenamento territorial, primeiramente é preciso fazer um diagnóstico que fornecerá a real situação da paisagem.

Ressalte-se, por fim, que o zoneamento territorial tem adquirido maior relevância à medida que cresce a importância atribuída à Gestão Ambiental. Segundo Lanna (1995)

Apud POLETTE (2000), a Gestão Ambiental é estabelecida por intermédio do processo de articulação das ações dos diversos agentes sociais que interagem em um dado espaço, tendo em vista garantir, com base em princípios e diretrizes previamente acordados, a adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais – naturais, econômicos e sócio-culturais – às especificidades do meio ambiente.

2.2 Aspectos Gerais da Suinocultura

A suinocultura geralmente compreende o processo produtivo de suínos em grande quantidade para a comercialização, embora também possa englobar a produção efetuada em pequena escala somente para consumo familiar. Conforme Sobestiansky *et al.* (1998), um sistema de produção de suínos é comumente conhecido como “granja de suínos”, sendo formado por um conjunto inter-relacionado de componentes ou variáveis organizadas cuja finalidade fundamental é a produção de suínos.

2.2.1 Sistemas de Processo Produtivo

O processo produtivo em uma granja de suínos depende da interação de diversos fatores envolvidos. Os principais componentes desse sistema compreendem os seguintes: o homem, as edificações e equipamentos, os animais, a alimentação, a água, os contaminantes e o manejo de rebanho. Sobestiansky *et al.* (1998, p.13) salientam que “o desempenho depende da harmonia das variáveis [...], as quais determinam a capacidade de produção do sistema”.

Dessa forma, a presença de bons reprodutores, ótimo ambiente e técnicas modernas de criação de suínos não asseguram por si só o sucesso de um empreendimento. O ambiente deve envolver todas as condições e influências externas que afetam o desenvolvimento, respostas e crescimento animal.

Um sistema de produção de suínos pode ser extensivo ou intensivo. No sistema extensivo, os suínos são criados soltos, coexistindo com a exploração de florestas adultas ou pomares de árvores adultas e de casca grossa. Nesse caso, inexistente a preocupação com a produtividade ou economicidade, sendo mais uma forma de cultura extrativa ou de subsistência. Os suínos de diferentes idades costumam conviver em um mesmo espaço, disputando o mesmo alimento (SOBESTIANSKY *et al.* 1998).

No que tange ao sistema extensivo de produção, Brasil (2002) sustenta que este tipo de sistema revela a preferência por um produto final de melhor qualidade. A melhoria não está relacionada somente à carne consumida, mas também à interação desse método de criação ao ambiente natural. Nesse caso, é levada em conta a própria condição de vida do animal e a capacidade de assimilação do meio ambiente, poupando os produtores dos problemas associados à produção de dejetos em quantidades excessivas. Tal equilíbrio confere ao sistema a característica de maior sustentabilidade e menor impacto negativo.

A produção intensiva compreende a atividade que acumula capital, trabalho e efluentes em um espaço relativamente restrito. Tem-se aqui uma preocupação com a produtividade e a economicidade, podendo ser para subsistência, produzir parte da renda ou ser a fonte da renda familiar.

De acordo com Sobestiansky *et al.* (1998), os sistemas intensivos de criação de suínos podem ser classificados em três subsistemas:

- sistema de criação ao ar livre - é caracterizado por manter os animais em piquetes, nas fases de reprodução, maternidade e creche, cercados com fios e/ou, telas de arame eletrificadas com corrente alternada. As fases de crescimento e maturação ocorrem em confinamento. Este sistema possui bom desempenho técnico, baixo custo de implantação e manutenção, número reduzido de edificações, facilidade na implantação e na ampliação da produção e mobilidades das instalações;
- sistema de criação misto ou semiconfinado - neste sistema, utilizam-se piquetes para manutenção permanente ou intermitente para algumas categorias e confinamento para as demais. Este sistema pressupõe um investimento inicial maior do que o sistema ao ar livre e menor do que o confinado, dependendo do número de categorias animais previstas para serem manejadas em confinamento;
- sistema de criação confinado - é o sistema objeto deste estudo e compreende o processo de produção efetuado em sua totalidade sobre piso e sob cobertura. As fases da criação podem ser desenvolvidas em um ou em vários prédios, e a necessidade da área de criação é mínima, a não ser a área do solo usada para a produção de alimentos. O investimento em custeio e equipamentos é significativamente elevado.

Conforme Testa *et al.*(1996), em Santa Catarina, as criações orientadas pelo sistema de confinamento de elevada tecnologia são encontradas entre os produtores que participam do sistema de integração às agroindústrias. Portanto, este é o sistema tradicional de confinamento mais praticado no Estado.

O sistema confinado possibilita a mecanização do fornecimento de ração e da limpeza, com a conseqüente economia de mão-de-obra e aumento dos investimentos iniciais. Nesse sistema, a produção, armazenagem e destino dos dejetos precisa merecer tanta atenção quanto as demais questões relacionadas à criação.

Entretanto, muitas vezes, os produtores não investem suficientemente em tecnologias, devido à falta de alcance orçamentário e porque, ao deixar de investir em tecnologias de armazenagem e destino dos dejetos, não se interfere nos bons níveis de produção do sistema de confinamento (SOBESTIANSKY *et al.*1998).

Nesse sentido, Brasil (2002) atesta que o emprego reduzido de tecnologia e a presença de condições menos eficientes de manejo atribuem a esse sistema uma maior potencialidade de impactos ambientais. Em tais condições, os animais são geralmente criados em instalações simples, com sistemas de armazenamento e tratamentos precários e pouco eficientes.

Sobestiansky *et al.* (1998) acrescentam ainda que o conceito de confinamento abrange uma grande variação nos tipos de edificações, nos tipos de equipamentos e nos materiais empregados, tanto para a edificação quanto para os equipamentos. Conforme o investimento efetuado nas edificações e equipamentos, o nível de poluição decorrente dos dejetos suínos pode ser maior ou menor.

2.2.2 Manejo e Utilização dos Dejetos de Suínos

O manejo dos dejetos suínos é algo de substancial relevância dentro do sistema de produção, uma vez que a exploração da suinocultura é considerada, pelos órgãos de fiscalização ambiental, como uma atividade de grande potencial poluidor. Os dejetos animais não tratados, lançados nos mananciais e no solo, podem resultar em desequilíbrios ambientais profundos (SOBESTIANSKY *et al.* 1998).

Os dejetos do sistema produtivo de confinamento de suínos são compostos por fezes, urina, resíduos de rações, excesso de água dos bebedouros e água utilizada na limpeza das baias (COUTINHO, 2001).

Com relação à quantidade total de dejetos líquidos produzidos, ela varia em conformidade com o desenvolvimento ponderal dos animais. Do mesmo modo, o volume de dejetos líquidos produzidos também depende do manejo da estação do ano, do tipo de bebedouro e do sistema de higienização adotado, bem como da frequência e volume de água empregada, do número e da categoria de animais (SOBESTIANSKY *et al.* 1998).

A produção média de dejetos de suínos em diferentes fases produtivas, é mostrada na Tabela 1:

Tabela 1 - Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas dos suínos.

Categoria de Suínos	Esterco* (kg/animal/ dia)	Esterco (+ urina kg/ animal/dia)	Dejetos líquidos (l/ animal/dia)
Suínos de 25-100 kg	2,30	4,90	7,00
Porcas em Gestação	3,60	11,00	16,00
Porcas em Lactação	6,40	18,00	27,00
Machos	3,00	6,00	9,00
Leitões desmamados	0,35	0,95	1,40
média	2,35	5,80	8,60

*Considerando esterco com cerca de 40% de matéria seca.

Fonte: Oliveira (1993 p. 12).

Como visto na Tabela 1, o consumo diário de água, expresso por categoria de suínos, é alto, torna-se, portanto, muito importante à preocupação na redução e desperdício para diminuição da poluição, custo de armazenamento, tratamento e distribuição.

A composição química e física dos dejetos depende do sistema de manejo utilizado e dos aspectos nutricionais. É possível identificar grandes variações na concentração dos elementos componentes, dependendo da diluição a qual foram submetidos e do sistema de armazenamento. Sobre este assunto, será dado outras informações na p.45.

O processo de manejo dos dejetos suínos é, de acordo com Sobestiansky *et al.* (1998), formado pelas seguintes etapas: decantação, peneiramento, centrifugação e armazenamento.

No processo de decantação, ocorre o armazenamento de um determinado volume dos dejetos líquidos em um reservatório, por determinado período de tempo, para que a fração sólida em suspensão decante, podendo-se então separar a fase líquida da sólida.

Na etapa seguinte, procede-se o peneiramento cujo objetivo é obter duas frações bem distintas dos dejetos, a saber: uma líquida e outra sólida, com a finalidade de facilitar o processamento dos dejetos.

O processo de centrifugação é desenvolvido por intermédio do uso da força gravitacional que inside nas partículas em suspensão dos dejetos. Nesse processo, uma significativa quantidade de matéria em suspensão é sedimentada, proporcionando uma concentração nos sedimentos da maior parte dos fosfatos, do cobre e do nitrogênio orgânico. Já o nitrogênio amoniacal e o potássio são concentrados na fase líquida, pois se constituem como elementos muito solúveis (SOBESTIANSKY *et al.* 1998).

No que tange ao armazenamento dos dejetos suínos, este se constitui como uma importante etapa do manejo, cuja finalidade é o tratamento para posterior utilização dos dejetos. Os principais métodos de armazenamento são as esterqueiras, as bioesterqueiras e as lagoas de estabilização.

O sistema de esterqueira é formado por uma câmara que serve como unidade de estocagem de dejetos, a qual deve apresentar dois compartimentos para recebimento do esterco. Os dejetos são conduzidos em fluxo descendente diretamente ao tanque. Enquanto um compartimento vai sendo preenchido com dejetos, o outro permite a degradação biológica (PERDOMO, 1998). Este é o sistema empregado com maior freqüência na suinocultura do Estado, por seu baixo custo.

A bioesterqueira, segundo Perdomo (1998), compreende um sistema de armazenamento constituído por uma câmara de fermentação anaeróbia, com capacidade para um tempo de retenção de 45 dias e de um depósito de dejetos, conectado à câmara de fermentação, com capacidade para mais 90 dias de armazenamento, formando um tempo de retenção de, no mínimo, 135 dias. A bioesterqueira apresenta maior capacidade de manter o valor fertilizante dos dejetos, reduzir o mau cheiro e diminuir, assim, proliferação de moscas, assim como possibilitar o uso do biogás.

As lagoas de estabilização, por sua vez, são mais indicadas para os grandes e médios produtores, os quais se dedicam de modo mais acentuado às etapas de crescimento e terminação de suínos, consideradas as fases mais poluidoras do processo de criação. Esse tipo de armazenamento permite o tratamento mais adequado de altas quantidades de dejetos, porém exige grandes áreas planas para sua construção e maiores investimentos em dinheiro e mão-de-obra (PERDOMO, 1998).

Em relação aos sistemas de armazenamento, Brasil (2002 p.140), ainda, acrescenta que:

A simples construção da esterqueira representa, para grande parte dos criadores, a garantia de estar dentro das exigências dos órgãos de fiscalização ambiental e, conseqüentemente, a garantia de desenvolvimento da atividade. Saber da real eficiência do sistema utilizado para o tratamento dos dejetos em suas propriedades, não constitui-se em preocupação comum aos suinocultores.”

“Da mesma forma que a esterqueira e a bioesterqueira não podem ser consideradas suficientes para solução do problema ambiental decorrente da suinocultura, as lagoas de estabilização aparecem como alternativa de tratamento dos dejetos, mas não são suficientes para encerrar-se as preocupações a respeito do problema de contaminação por dejetos suínos

Em relação a esse assunto, Gosman (1998) declara que a eficiência das esterqueiras e bioesterqueiras, no processo de degradação da matéria orgânica e preservação do potencial de fertilização, deve ser entendida apenas como um sistema de armazenamento. Isso significa que o tratamento dos dejetos suínos não está completo pelo simples fato de passar por uma esterqueira ou por uma bioesterqueira, visto que a redução do poder poluente dos resíduos não atende às exigências dos órgãos de controle e fiscalização ambiental.

Para que os dejetos suínos possam ser utilizados como fertilizantes em plantas é necessário que ocorrer a transformação das moléculas orgânicas por meio da decomposição biológica. Conforme Coutinho (2001), esse processo, no qual ocorre a transformação de um elemento que faz parte de um composto orgânico em um elemento mineral simples que poderá ser útil para as plantas, já que estas somente absorvem nutrientes sob esta forma, é denominado de mineralização.

Já nos dejetos líquidos, o teor de matéria seca é comumente baixo e a maior parte do nitrogênio se encontra na forma mineral, passível de ser utilizado pelas plantas. Entretanto, é importante que a aplicação dos dejetos no solo respeite um prazo de retenção na esterqueira em torno de 120 dias, tendo em vista a sua estabilização e redução do poder poluente.

Outra importante forma de utilização dos dejetos suínos é por meio da produção do biogás. Coutinho (2001) explica que uma criação com 12 matrizes produz, em média, 1m³ de dejetos líquido por dia. O aproveitamento total desses dejetos pressupõe a existência de um biodigestor de 25 m³, o qual produz em média de 7,5 a 12m³ de biogás e 1 tonelada de biofertilizante, para um tempo de retenção hidráulica de 35 dias.

Votto (1999, p. 51) assegura que “a produção de biogás a partir de dejetos suínos apresenta bom potencial energético”. A estimativa é de que cada metro cúbico de dejetos equivale a 27,5 litros de óleo diesel, considerando-se ainda que há uma redução do potencial poluidor daqueles resíduos.

Além da utilização como fertilizantes e na produção do biogás, o uso dos dejetos suínos na alimentação animal é outra possibilidade, uma vez que eles apresentam valores nutricionais elevados para ruminantes. De acordo com Votto (1999), em torno de um quarto dos nutrientes contidos na ração consumida pelos suínos é perdido na forma de dejeções. No entanto, em relação a esse uso dos dejetos, é necessário considerar que representa uma alternativa ainda incipiente nas condições brasileiras e que carece de um número maior de estudos técnicos detalhados para que se possa declarar a sua viabilidade em condições de campo.

Em suma, o grande desafio da produção de suínos na atualidade, conforme esclarece Sobestiansky *et al.* (1998), reside no desenvolvimento de um sistema capaz de harmonizar o emprego de dejetos como fertilizante e de reduzir o grau de poluição ambiental e que seja compatível com a realidade econômica da atividade e dos produtores.

Também Votto (1999) salienta que a solução dos problemas de contaminação da água pelos dejetos da criação de suínos encontra-se diretamente ligada à implementação de maneiras eficazes de seu manejo e utilização.

2.2.3 Implicações Ambientais Resultantes do Processo Produtivo

As modificações tecnológicas, que caracterizaram o mundo contemporâneo em termos de produção agropecuária, principalmente depois da Segunda Guerra Mundial, têm gerado impactos relevantes no processo de trabalho agrícola, no ambiente rural e nas próprias relações sociais desse meio. Muitas vezes, a modernização da agricultura com fins exclusivamente econômicos constitui-se como a causa de graves prejuízos ambientais e sociais (VOTTO, 1999). Para Leff (2001 p.87), esses padrões produtivos geram, por sua vez, níveis de poluição de rios, lagos e mares que afetam a produtividade sustentada de recursos naturais nos ecossistemas terrestres e aquáticos.

O desenvolvimento da atividade da suinocultura segue a tendência das exigências dos mercados mundiais, que conduzem à especialização e concentração para alcançar o aumento da produtividade. Os sistemas confinados de produção de suínos possibilitam o

aumento da escala de produção e diminuem o número de pessoas envolvidas, produzindo um número elevado de animais em pequenas áreas. Essas características pressupõem um maior investimento e especialização por parte dos produtores (BRASIL, 2002).

Todavia, um aspecto negativo da crescente tendência para a adoção de sistemas confinados de criação de suínos é sua contribuição para a produção de quantidades maiores de dejetos. A inadequação dos sistemas de manejo e armazenamento termina por conduzir ao lançamento dos dejetos em rios, sem tratamento adequado. Conforme Oliveira (1995 *apud* BRASIL, 2002), a atividade é desenvolvida e incentivada sem se dar a relevância devida ao impacto ambiental e social resultante dos dejetos produzidos pelos animais.

Votto (1999) afirma que o processo poluidor resultante da suinocultura em confinamento, desenvolvida no Oeste do Estado de Santa Catarina, tem ocorrido tanto de modo acidental e involuntário, quanto de forma deliberada e, inclusive, premeditada.

No que concerne à suinocultura efetuada de modo acidental e involuntário, suas causas estão relacionadas à falta de eficiência do sistema de manejo de dejetos, seja em virtude de precariedade das instalações, seja por despreparo do produtor, ou, ainda, pela conjunção de ambos os fatores.

Nesse sentido, Votto (1999 p. 39) esclarece que:

O manejo da água na produção de suínos é um dos principais pontos de deficiência do controle da poluição hídrica causada por uma criação em confinamento. A redução do desperdício de água utilizada na produção é condição básica para facilitar o armazenamento, tratamento e utilização dos dejetos suínos.

Além disso, o armazenamento é um dos aspectos mais relevantes do manejo dos dejetos suínos a fim de que sua utilização possa ser concretizada nos momentos, na frequência e com a qualidade indispensável às demais práticas agrícolas.

No caso da poluição provocada de modo deliberado, o problema é evidenciado a partir do momento em que, mesmo existindo sistemas de armazenamento, os suinocultores empregam sistemas de canalização aberta ou por tubos para extravasar as esterqueiras diretamente nos corpos d'água.

As motivações para a tomada desse tipo de atitude irresponsável situam-se, segundo Votto (1999), na facilitação do trabalho ou, em certos casos, na dependência do uso de conjuntos distribuidores das prefeituras municipais. Isso eleva o risco de transbordamento das estruturas de armazenamento em função da pouca frequência com

que é possível realizar a operação como recomendado tecnicamente. Nesse último caso, têm-se graves implicações em termos de degradação ambiental.

2.2.4 A Suinocultura em Santa Catarina e sua Relevância Econômica

A suinocultura catarinense tem significativa relevância no PIB do Estado, e é internacionalmente competitiva. De acordo com Silva (2000), a competitividade da suinocultura catarinense se expressa tanto na fase de produção quanto na de industrialização, apresentando os melhores índices de produtividade do país.

Miranda (2006) esclarece que a relevância desempenhada pela suinocultura na estabilidade da agricultura familiar desenvolvida no Oeste Catarinense é amplamente reconhecida. A oportunidade de produzir grande quantidade de proteína em reduzido espaço físico, juntamente com a tradição das famílias colonizadoras na região, possibilitou uma combinação perfeita entre o setor e os agricultores que desenvolviam suas atividades em módulos pequenos de terra. Dessa maneira, a associação agricultura-suinocultura representou a força propulsora do desenvolvimento econômico e social, que se consolidou efetivamente na década de 1970 na referida região.

O Brasil encontra-se entre os sete países de maior produção mundial de suínos e o Estado de Santa Catarina destaca-se como principal Estado produtor, responsável por cerca de 85% das vendas do setor. No Estado, o Oeste catarinense é a principal região produtora de suínos, diferenciando-se de outras regiões de Santa Catarina em relação ao nível tecnológico e até mesmo pelos motivos que conduziram à implantação da atividade. Desde o princípio, os produtores do Oeste procuraram desenvolver a atividade tendo em vista a comercialização, enquanto em outras regiões foi desenvolvida, inicialmente, para o sustento das famílias (BRASIL, 2002).

Silva (2000 p.38), em relação à evolução da suinocultura em Santa Catarina na última década, acrescenta que:

[...] foram incorporadas ao processo produtivo novas tecnologias em instalações, equipamentos e manejo, com especial destaque para a sanidade animal, a melhoria genética dos plantéis e a qualidade da carne. A produção na indústria sofre um processo intenso de diversificação em produtos e mercados, o que garante a continuidade de sua liderança. O mercado de suínos está concentrado em cinco grandes empresas, todas com matriz em Santa Catarina. Essas empresas detêm mais de 60% dos abates e de 70% dos negócios suinícolas do País.

A suinocultura situa-se em segundo lugar em termos de relevância na composição do valor bruto da produção agrícola estadual, participando com 9,8% do valor total em termos de produção. A cada ano, movimenta em torno de R\$ 2,2 bilhões na economia estadual, empregando, diretamente, em torno de 65 mil e, indiretamente, mais de 140 mil pessoas.

A Tabela 2, apresenta a oferta e a demanda da carne suína no Estado de Santa Catarina:

Tabela 2 – Oferta e demanda de carne suína em Santa Catarina (1996 a 2000), em toneladas

SITUAÇÃO	1996	1997	1998	1999	2000
Estoque inicial	10	3	5	5	3
Produção	571	513	562	586	624
Importação	10	9	8	0	0
Suprimento interno	591	525	575	591	627
Exportação	50	55	68	70	80
Venda nacional	445	373	407	417	444
Consumo estadual	93	92	95	96	98
Per capita/kg	19	19	19	21	21
Estoque final	3	5	5	8	5

Fonte: ICEPA/SC (Apud SILVA, 2000)

Como se observa, a importação de carne suína nos anos de 1999 e 2000 obteve índice igual a zero, enquanto ocorreu na produção e crescimento no consumo estadual.

2.2.5 Sustentabilidade na Suinocultura

O meio ambiente compreende um conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas diversas formas de expressão. É formado por componentes físicos e biológicos, tais como: solo, clima, recursos hídricos, ar, nutrientes, entre outros organismos. Considera-se ainda parte do meio ambiente o meio sócio-cultural e sua relação com os modelos de desenvolvimento implementados pelo homem. Dessa maneira, meio ambiente é a comunidade total de organismos, junto com o ambiente físico e químico no qual vivem (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002).

Com base nesse conceito abrangente de meio ambiente, a noção de desenvolvimento sustentável vem ganhando espaço na sociedade contemporânea, na qual

crece a preocupação com a conciliação entre o desenvolvimento econômico e a preservação dos recursos naturais.

O homem é capaz de provocar modificações no encadeamento natural do meio ambiente. Dentro de um ecossistema, ocorrem inúmeras relações de interdependência entre todos os elementos que o formam. Vesentini (1996) sustenta que as alterações em qualquer dos elementos de um ecossistema, tal como erosão dos solos, extermínio de algumas espécies animais, poluição dos rios, etc., acabarão ocasionando mudanças em todo o ecossistema, havendo a possibilidade inclusive de afetar até mesmo os ecossistemas vizinhos.

A adoção do desenvolvimento sustentável visa evitar, entre outras coisas, justamente a degradação ambiental. Bezerra *et al* (2000) afirmam que o desenvolvimento sustentável deve expressar tanto o desenvolvimento social quanto o econômico, mantendo-os constantes e equilibrados, de modo que se tenha estrutura de distribuição das riquezas e com disposição de ponderar a fragilidade e a interdependência. Leff (2001) declara que o desenvolvimento sustentável perpassa pela educação ambiental, resultando em ações populares de forma articulada e com uma visão multidisciplinar, gerando, dessa forma, uma nova racionalidade produtiva, permitindo minimizar os danos ambientais.

Bordenave & Rocha, (2002) apontam três princípios que fundamentam a sustentabilidade, a saber:

- o ritmo de utilização dos recursos renováveis deve situar-se abaixo de sua capacidade de regeneração;
- o ritmo de uso dos recursos não-renováveis não pode exceder o ritmo necessário para encontrar outros recursos que substituam os não renováveis;
- o ritmo das emissões poluentes não pode exceder a capacidade de sua assimilação pelo meio ambiente.

No que diz respeito especificamente à suinocultura, Miranda (2006) escreve que, embora exista uma preocupação legítima, por parte dos agentes públicos e privados, na redução significativa da poluição resultante dos dejetos suínos, as medidas até agora adotadas apresentam-se como insuficientes para enfrentar de modo adequado as origens do problema.

Essas origens estão relacionadas à ausência de controles mais rígidos na distribuição espacial da atividade, o que, por sua vez, geralmente envolve a falta de uma

grande estrutura de distribuição dos dejetos, que muitas vezes não é adequada às necessidades de determinadas regiões.

Desse modo, Miranda (2006) propõe as seguintes sugestões para caminhar na direção de uma suinocultura sustentável: incentivar programas de educação ambiental que possam esclarecer aos suinocultores a necessidade de adoção de técnicas mais adequadas de manejo; assegurar aos órgãos responsáveis pela fiscalização ambiental as condições necessárias para a realização do seu trabalho; efetuar um diagnóstico ambiental das bacias hidrográficas mais problemáticas em termos de poluição, objetivando realizar um balanço dos nutrientes totais aportados e a capacidade de reciclagem dos mesmos pelas diversas culturas vegetais existentes.

2.3 Legislação Ambiental e Suinocultura

A Constituição Federal de 1988, em seu art. 225, dispõe que ter um meio ambiente equilibrado e preservado constitui um direito de todos, sendo o meio ambiente um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida.

Baseando-se nessa determinação constitucional, infere-se que a preservação do meio ambiente é obrigação de todos os indivíduos. Portanto, todas as atividades desempenhadas pelo homem desempenha deveriam estar em conformidade com a regra constitucional do meio ambiente equilibrado.

De acordo com o disposto na Constituição Federal, também no Estado de Santa Catarina, o meio ambiente equilibrado é apresentado como um bem comum. Assim dispõe a lei estadual:

Art. 181 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo-se ao poder público à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Art. 182 - Incumbe ao Estado, na forma da Lei:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do Estado e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

III - proteger a fauna e a flora, vedadas as práticas que coloquem em risco a sua função ecológica, provoquem a extinção da espécie ou submetam animais a tratamento cruel;

IV - definir em todas as regiões do Estado, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e

supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção; [...]

Outra importante referência em termos de legislação ambiental é a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que criou uma Política Nacional do Meio Ambiente. Os objetivos da política ambiental são traçados no art. 2º da referida lei: a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, tendo em vista garantir condições de desenvolvimento sócio-econômico, interesses da segurança nacional e proteção da dignidade humana.

Além desses objetivos gerais, a Lei nº 6.938/81, em seu art. 4º, traça também objetivos específicos, tais como: compatibilizar o desenvolvimento econômico com a preservação; determinar critérios e padrões de qualidade ambiental; instituir normas sobre o uso e manejo dos recursos ambientais; desenvolver pesquisas e tecnologias voltadas para o uso racional de recursos naturais; propagar a tecnologia de manejo e promover a conscientização pública da necessidade de preservação; manter e preservar recursos naturais, entre outros.

Não existe uma lei específica voltada para a regulamentação da atividade da suinocultura. As exigências legais existentes dizem respeito somente ao licenciamento, à localização das construções, aos padrões de produção de efluentes e à disposição de dejetos.

A fundamentação legal dessa atividade está, assim, pautada em leis e decretos federais, estaduais, resoluções do CONAMA, portarias, resoluções e normas da FATMA, responsável pelo controle ambiental.

2.3.1 Áreas de Preservação e Reservas Legais nas Propriedades Rurais

O Código Florestal (Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965) alterado pelas Leis nº 7.511, de 07/07/1986 e nº 7.803, de 18/07/1989, estabelece a manutenção de faixas de vegetação marginal próximo aos corpos d'água, consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP).

Acerca da preservação de certas áreas, torna-se relevante transcrever o que determina o art. 2º, do Código Florestal:

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:
 - 1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - 2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - 3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - 4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
 - 5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
- c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;
- d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
- e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;
- [...]
- h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação. (CÓDIGO FLORESTAL, LEI N° 4.771/15/09/65, ART. 2°, 1965).

A Resolução nº 302, de 20 de março de 2002, do CONAMA, dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

Um reservatório artificial é a acumulação não natural de água destinada a quaisquer de seus múltiplos usos, nesse caso, as APPs são formadas pela área marginal ao redor do reservatório artificial e suas ilhas, com a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e garantir o bem estar das populações humanas (art. 2º).

Outra forma de preservação do meio ambiente são as Reservas Legais que se diferenciam das APPs. Da mesma maneira que as florestas e outras formas de preservação permanente, a Reserva Legal decorre de normas legais que limitam o direito de propriedade.

A diferença entre as propriedades está pautada no critério da dominialidade, pois a Reserva Legal dos arts. 16 e 44 do Código Florestal incide somente sobre o domínio privado, enquanto as APP incidem sobre o domínio privado e público.(JURIS AMBIENTE, 2005).

A Reserva Legal é protegida por lei ordinária e pela própria Constituição da República. Nem o proprietário privado, nem qualquer órgão da Administração Pública, com exceção dos casos em que se obtenha consentimento expresso da lei federal, podem consentir na diminuição e na supressão da Reserva Legal.

Dentro de uma propriedade rural, a Reserva Legal, excetuada a Área de Preservação Permanente, é necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas (art. 1º, § 2º, inciso III, Lei nº 4.771/65), correspondendo a 20% da área da propriedade rural com floresta ou outras formas de vegetação nativa não localizada na Amazônia Legal, nem em áreas de campos (art. 16, inciso III).

A vegetação da reserva legal em hipótese alguma pode ser suprimida, podendo apenas ser usada sob regime de manejo florestal sustentável (SOS MATA ATLÂNTICA, 2005).

Analisando a legislação estadual, existem outras limitações legais, que atingem a localização possível das granjas suinícolas. Nesse sentido, tem-se o Decreto nº 14.250, de 5 de junho de 1981, que regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e à melhoria da qualidade ambiental. Esse decreto define, entre outros, a classificação e utilização dos corpos d'água, os padrões de classificação e os padrões de emissão de efluentes líquidos.

O art. 9º, do Decreto nº 14.250/81, determina:

Art. 9º - As construções de unidades industriais, de estruturas ou de depósitos de armazenagem de substâncias capazes de causar riscos aos recursos hídricos, deverão ser dotados de dispositivos dentro das normas de segurança e prevenção de acidentes, e localizadas a uma distância mínima de 200 (duzentos) metros dos corpos d'água.

Parágrafo 1º - Verificada a impossibilidade técnica de ser mantida a distância de que trata este artigo ou de serem construídos dispositivos de prevenção de acidentes, a execução do projeto poderá ser autorizada desde que oferecidas outras medidas de segurança (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, DECRETO Nº 14.250/81, ART 9º, 1981).

Como se observa, a legislação estadual, visando assegurar a proteção dos mananciais de água, determina que as construções nas quais se desenvolverão atividades potencialmente poluidoras de recursos hídricos devem ficar distanciadas 200 metros dos corpos d'água.

Esse mesmo decreto, tendo em vista proteger e melhorar a qualidade ambiental, estabelece regras para proteger o solo e controlar a produção e lançamento de resíduos sólidos. O art. 21, do Decreto n.14.250/81, estabelece que:

Art. 21 - O solo somente poderá ser utilizado para destino final de resíduos de qualquer natureza, desde que sua disposição seja feita de forma adequada, estabelecida em projetos específicos, ficando vedada a simples descarga ou depósito, seja em propriedade pública ou particular.

A FATMA exige que os dejetos de animais não podem ficar expostos no solo devido à proliferação de insetos, liberação de odores e escoamento superficial (FIESC, 1999). No que tange aos padrões de emissão de efluentes, merece destaque o art. 19, do Decreto n.14.250/81:

Art. 19 – Os efluentes somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água interiores, lagunas, estuários e a beira-mar desde que obedeçam as seguintes condições:

[...]

XI – no caso de lançamento em cursos de água, os cálculos de diluição deverão ser feitos para o caso de vazão máxima dos efluentes e vazão mínima dos cursos de água;

XII - no cálculo das concentrações máxima permissíveis não serão consideradas vazões de efluentes líquidos obtidas através de diluição dos efluentes;

[...]

XIV – DBO 5 dias, 20° (vinte graus Celsius) no máximo de 60 mg/l (sessenta miligramas por litro). Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20° C do despejo em no mínimo 80 % (oitenta por cento); e

XV – os efluentes líquidos, além de obedecerem aos padrões gerais anteriores, não deverão conferir ao corpo receptor características em desacordo com os critérios e padrões de qualidade de água, adequados aos diversos usos benéficos previstos para o corpo de água.

Em Santa Catarina, o órgão responsável pela autorização de licenciamentos ambientais para as atividades consideradas potencialmente poluidoras, entre elas a

suinocultura em sistema de confinamento, de acordo com a Portaria Intersecretorial nº 01/2002, é a FATMA.

O licenciamento fornecido pela FATMA passa pelas seguintes etapas:

- Licença Ambiental Prévia (LAP): etapa na qual se faz a consulta de viabilidade, o empreendedor da obra pergunta à FATMA se é viável construir aquele tipo de obra num determinado local. Com base na consulta à legislação, a FATMA responde se o empreendimento é viável ou não, e com que condições legais. A LAP não autoriza a construção da obra, somente atesta sua viabilidade naquele local.
- Licença Ambiental de Instalação (LAI): após concedido o LAP, o empreendedor precisa apresentar à FATMA o projeto físico e operacional da obra, evidenciando de que maneira atenderá às condições e restrições impostas pela LAP. Somente com a expedição da LAI é que pode-se começar as obras.
- Licença Ambiental de Operação (LAO): findadas as obras, a FATMA retorna ao local para nova vistoria, no intento de constatar se o empreendimento foi construído em conformidade com o projeto apresentado e licenciado, principalmente no que tange ao atendimento das condições e restrições ambientais. Se estiver tudo certo, a FATMA emite a LAO, para que o empreendimento comece a funcionar.

Merece destaque também o Código Sanitário da Secretaria Estadual de Saúde (Lei nº 6.320, de 20 de dezembro de 1983), cujo art. 27, *caput*, determina:

Art. 27. Toda pessoa proprietária de ou responsável por estabelecimento industrial, comercial ou agropecuário, de qualquer natureza, deve cumprir as exigências regulamentares para que, por sua localização, condição, estado, tecnologia empregada ou pelos produtos de sua atividade, não ponha em risco a saúde e a vida dos que nela trabalhem ou o utilizem.

Em relação à legislação estadual de proteção ao meio ambiente vigente, Miranda (2006) escreve que ela considera a suinocultura uma atividade com grande potencial de degradação ambiental. Por isso, estabelece uma série de exigências que objetivam prevenir ou corrigir as conseqüências negativas possíveis do setor sobre o ambiente.

Em outros termos, para que um produtor possa obter licença para criar suínos, necessita atender a dois requisitos fundamentais: um deles está relacionado à localização das instalações e depósitos de armazenamento dos dejetos e outro diz respeito ao padrão de lançamento dos despejos no ambiente.

No Quadro 2, pode-se observar resumidamente a legislação de aplicação na suinocultura e, na Figura 1, verifica-se como fica um sistema de produção de suínos espacializado aplicando a legislação vigente.

Quadro 2 - Resumo da Legislação para a produção suinícola.

RESTRICÇÕES QUANTO A LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES SUINÍCOLAS, EM RELAÇÃO ÀS DISTÂNCIAS MÍNIMAS EXIGIDAS POR LEI:		Código Florestal 4.771/65 e Leis 7.511/86 e 7.803/79	Resoluções CONAMA n° 04/85, 302 e 303/02	Dec. Estadual n° 14.250/81	Código Sanitário 12.342/78
Fundiário	Divisa de Terreno				20 m
Edificações	Casas				20 m
Estradas (além da faixa de domínio)	Estradas Municipais				10 m, além da faixa de domínio.
	Estradas Estaduais/Federal				15 m, além da faixa de domínio.
Rios (desde o seu nível mais alto, Art. 2º, a)	até 10 m	30 m			
	de 10 m a 50 m	50 m			
	de 50 m a 200 m	100 m			
	de 200 m a 600 m	200 m			
	acima de 600 m	500 m			
Lagos, Lagoas e Reservatórios Artificiais (em área rural)	Artificial (não utilizado para abastecimento público ou geração de energia e com área de até 5 ha). Não inclui Faixa Ciliar		15 m	15 m	
	Artificial (acima de 2 ha).		100 m		
	Natural (até 5 ha)		50 m	50 m	
	Com vegetação defensiva a erosão		100 m	100 m	
Nascentes/Fontes (art.2, b) ainda que intermitente e nos chamados “olhos d’agua”		50 m			

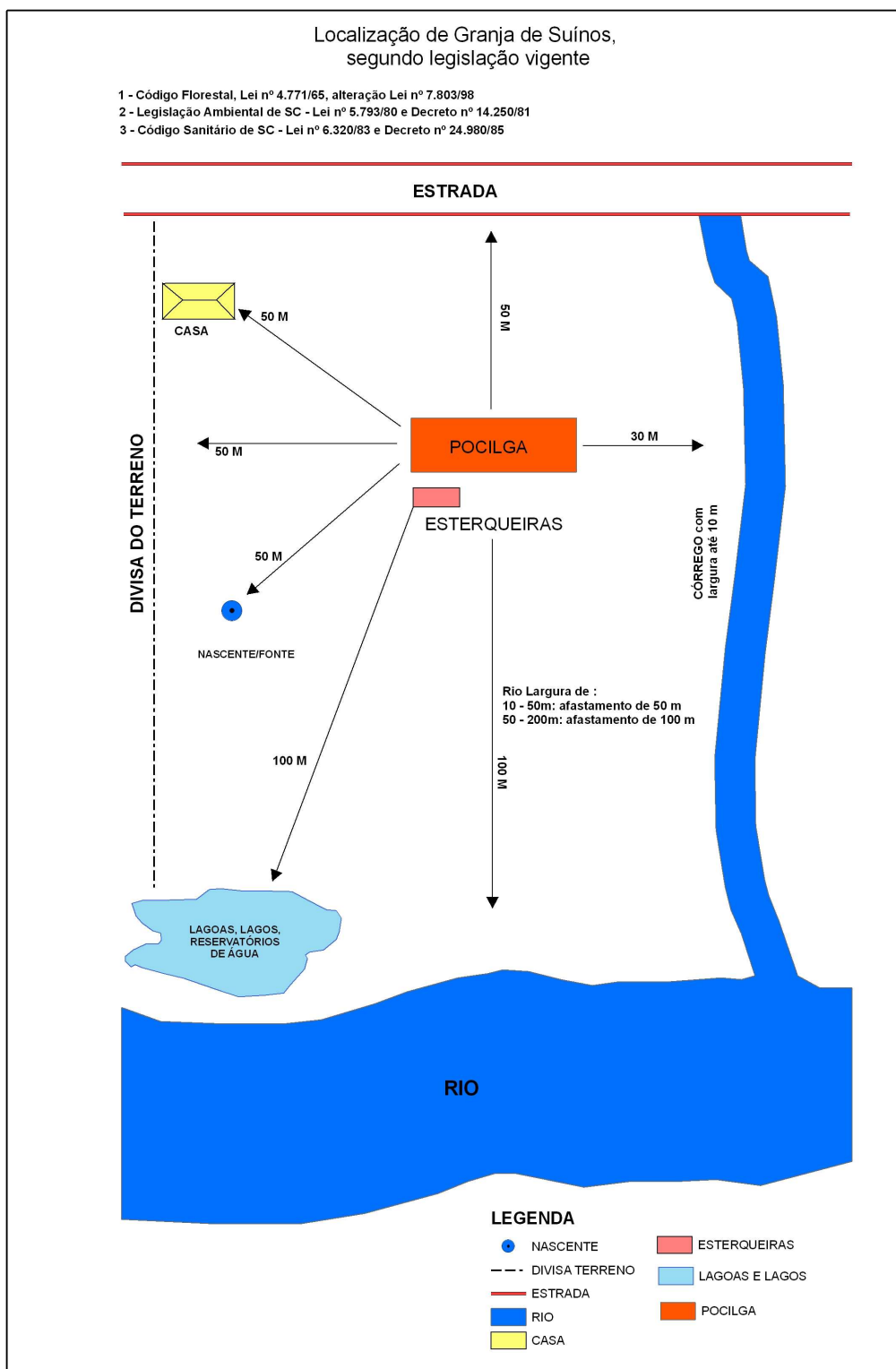


Figura 1 - Instalação de granja e sistema de tratamento de dejetos de suínos, conforme legislação vigente. Fonte: Adaptado de FATMA, 1997.

Importa salientar que as APPs são fundamentais pelo fato de assegurarem a proteção da mata ciliar, das áreas declivosas, bem como a conservação de nascentes. A preservação de tais áreas é fundamental em termos de equilíbrio ambiental.

A intervenção humana em área de mata ciliar é proibida pela legislação federal, pois causa uma série de danos ambientais. A mata ciliar compreende a extensão vegetal situada ao longo da margem de rios e lagos que visa protegê-los contra o assoreamento.

As matas ciliares servem de barreira física, regulando os processos de troca entre os ecossistemas terrestres e aquáticos, além de assegurar as condições propícias à infiltração. Sua presença reduz de modo significativo a possibilidade de contaminação dos cursos de água por sedimentos, resíduos de adubos e defensivos agrícolas, levados pelo escoamento superficial da água no terreno (LIMA, 1998).

Todavia, de acordo com Martins (2001), além do intensivo processo de urbanização em determinadas áreas, as matas ciliares também sofrem pressão antrópica em virtude de uma série de fatores, tais como: construção de hidrelétricas; abertura de estradas em regiões com topografia acidentada; e implantação de culturas agrícolas e pastagem.

Ribeiro (1998) salienta que o ecossistema mata ciliar se comporta como excelente consumidor e tampão de nutrientes presentes no escoamento advindo de agrossistemas vizinhos.

A mata ciliar, também denominada de floresta ribeirinha, é caracterizada pela grande heterogeneidade ambiental, gerada por fatores físicos e bióticos. Como fatores físicos, ressaltam-se as variações topográficas, edáficas e a influência do regime de cheias do rio, resultando em deposição e retirada de sedimentos. Os fatores bióticos compreendem a influência das áreas vegetadas vizinhas e a função de corredor de vegetação dessas áreas, o que conduz a um trânsito maior de polinizadores e dispersores, bem como a uma maior possibilidade de trocas gênicas com áreas mais remotas. Essa complexidade de fatores resulta em um mosaico vegetacional, de grande heterogeneidade florística e alta diversidade (BERTANI *et al.* 2001).

No entender de Merten & Minella (2002), as áreas consideradas “ecologicamente frágeis”, envolvendo áreas declivosas, nascentes e margens dos rios, áreas de recarga dos aquíferos, entre outras, deveriam ser consideradas como áreas de preservação permanente, uma vez que muitas dessas regiões são bacias vertentes do complexo sistema formador da drenagem de grandes rios, que fornecerão água para o abastecimento dos centros urbanos.

Dessa maneira, tais áreas naturais deveriam ser preservadas, ou então exploradas por sistemas agroflorestais com baixo impacto ambiental, que prezem a matéria orgânica do solo e a manutenção da água no sistema, pela infiltração das águas da chuva. Um ambiente pode ser ecologicamente frágil, porém com nenhum ou com baixo nível de degradação, determinado pelo sistema de exploração (MERTEN & MINELLA, 2002).

No entanto, a pressão econômica sobre os agricultores os conduz a explorar intensivamente essas áreas; sendo que a contaminação da água é potencializada quando práticas agrícolas conflitivas são praticadas em desacordo com o potencial de uso das terras, como ocorre, por exemplo, no caso de agricultores que cultivam solos em áreas declivosas e frágeis. Nesses casos, o processo de erosão hídrica é sério e a contaminação dos recursos hídricos ocorre em virtude da grande quantidade de sedimentos que chegam até os corpos de água (MERTEN & MINELLA, 2002).

As APPs devem englobar também a proteção dos mananciais de água, que podem ser superficiais e subterrâneos. Os superficiais são diretamente dependentes, mesmo em curto prazo, do comportamento das bacias hidrográficas. Já os subterrâneos também o são, mas com variações de tempo, sendo que os aquíferos freáticos podem ser influenciados em curto prazo e os artesianos em prazos às vezes muito longos.

Os mananciais brasileiros, em sua maior parte, estão concentrados em águas superficiais ou em poços de pequena profundidade, dependendo, portanto, de manejo das bacias hidrográficas coletoras e processadoras da água de chuva que chega até elas (GOMES *et al.* 2006).

Gomes *et al.* (2006) afirmam que a relevância da bacia hidrográfica no contexto brasileiro dos recursos hídricos é tal que a Lei nº 9.433/97, mais conhecida como Lei das Águas, garantiu a ela a primazia de unidade básica de planejamento. E mesmo que a referida lei não trate especificamente das águas subterrâneas, os conhecimentos hidrológicos reafirmam a relevância da bacia também nesse aspecto. Os mananciais, para serem fontes permanentes de água, precisam ser gerenciados de modo adequado, respeitando as condições naturais, econômicas e sociais das bacias que os suportam.

Pelo que foi visto, sobre a importância da mata ciliar, os governantes, os órgãos ambientais e a sociedade de maneira geral, ainda não perceberam ou não deram o grau de importância da mata ciliar para a preservação da água, erosão e sobrevivência de várias espécies.

O não cumprimento da legislação tem como causa a pouca eficiência do órgão ambiental do estado (Fatma) e dos poucos funcionários disponíveis para este serviço. Muitas propriedades não possuem a autorização de funcionamento, pois para tal, precisariam se adequar à legislação, o que demanda em elevados recursos financeiros, comprometendo a atividade dos pequenos produtores da sub-bacia.

2.4 Avaliação, Vulnerabilidade e Risco de Poluição na Água e Solo

2.4.1 Avaliação, Vulnerabilidade e Risco

Roper (1999 p.14) da escola americana e Gómez & Merelo (2000 p.39) da escola espanhola. (*Apud* Caudas 2003 p.10) definem avaliação de risco como:

“Processo de avaliar as ameaças e vulnerabilidades de um ativo, de modo a formalizar uma opinião sobre a probabilidade de ocorrência de um dano ou perda, e seu conseqüente impacto, que servirá como referencial para uma tomada de decisão positiva.”

“É o processo pelo qual se faz uma valoração quantitativa e qualitativa dos fatores de risco, que incidem sobre uma determinada atividade”.

A vulnerabilidade, segundo Leone *et al.* (1995) *Apud* HADLICH (1997), compreende um grau de perdas potenciais decorrentes de um fenômeno suscetível de ocasionar danificações materiais, prejuízos corporais e disfuncionamento. As ações externas influenciam as condições iniciais de um sistema. A proporção dessa influência depende das características intrínsecas e extrínsecas do próprio sistema. Assim, a vulnerabilidade de um solo, por exemplo, depende das características desse solo e do modo como as ações externas atingem o solo.

A vulnerabilidade dos solos à contaminação envolve tanto fatores ambientais quanto parâmetros do solo, e essa vulnerabilidade de contaminação deve ser estabelecida com base na consideração da capacidade do solo para armazenar ou permitir a mobilização dos contaminantes. Assim, a vulnerabilidade tem por base um sistema, articulado em torno de um grande número de variáveis naturais e sociais, cuja dinâmica no tempo e no espaço pode implicar situações mais ou menos perigosas para uma sociedade exposta (HADLICH, 1997).

Considerando essa concepção de vulnerabilidade, pode-se falar também em risco. Este é definido com base na possibilidade de manifestação de um fenômeno danoso no qual existem elementos suscetíveis a serem danificados.

Segundo Castro (2005), “risco pode ser tomado como uma categoria de análise associada a priori às noções de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos materiais, econômicos e humanos”.

Ainda segundo Castro (2005), pode-se dizer que risco “refere-se, à probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço”.

O risco acompanha, via de regra, um adjetivo que o qualifica de: risco ambiental, risco social, risco tecnológico, risco biológico, risco financeiro e tantos outros.

Para os riscos naturais, Deyle *et al.* (1998), citado por Castro *et al.* (2005), consideram três níveis de avaliação: a identificação dos perigos, a avaliação da vulnerabilidade e a análise de risco.

Portanto, os estudos ligados à identificação de riscos ambientais devem considerar variáveis que tratem tanto dessa possibilidade da exposição quanto da gravidade dos efeitos segundo os elementos expostos. Isso significa que o risco depende da vulnerabilidade e dos elementos expostos. Todavia, conforme explica Velásquez (1995) *Apud* HADLICH, (1997), sua avaliação não é simplificada, em virtude da diversidade destes elementos e da complexidade das inter-relações entre os fenômenos.

O meio físico, que compreende a água, diversos tipos de solo, relevo, vegetação e hidrografia, é significativamente vulnerável à poluição quando se exerce a atividade da suinocultura. A poluição por meio de dejetos no meio físico ocorre, sobretudo, em virtude das adições de dejetos (fertilizantes naturais) serem muito superiores às quantidades necessárias para plantas e solos.

Os principais processos de poluição envolvem a lixiviação (contaminação dos lençóis freáticos), o escoamento superficial e a erosão para contaminação das águas superficiais, sendo esta última forma de poluição o objeto deste estudo.

Para Gustavo & Jean (2002) essa poluição pode ser causada de forma pontual ou difusa. A poluição pontual ocorre por exemplo, onde grandes quantidades de dejetos são produzidos e lançados diretamente no ambiente ou aplicados nas lavouras. Já a poluição difusa é aquela causada principalmente pelo deflúvio superficial, a lixiviação e o fluxo de macroporos relacionados com as propriedades do solo.

De acordo com Araújo e Ferreira (2003), a aplicação de efluentes de suinocultura no solo contendo concentrações elevadas de certos metais pesados pode apresentar três consequências negativas: a interferência no desenvolvimento das plantas em virtude da presença de cobre, zinco e níquel; a intoxicação de animais que ingerem as plantas contaminadas com metais como o chumbo, o cobre, o molibdênio, o cádmio e o mercúrio; e a contaminação das águas subterrâneas por meio da lixiviação.

Os micronutrientes geralmente presentes no efluente compreendem o cobre e o zinco. Esses são adicionados comumente nas rações dos porcos de engorda sob a forma de sais com a finalidade de elevar a eficiência alimentar presente nas dietas e controlar a disenteria dos animais. A maior parte desses metais pesados é excretada, registrando-se concentrações situadas entre 45 e 60 mg/l de zinco e cobre.

A introdução de cobre e zinco no solo resulta em riscos de toxicidade que dependem dos volumes de efluente de suinocultura aplicados e da concentração dos metais da maior ou menor tolerância da cultura a níveis elevados desses metais, bem como das características do solo (ARAÚJO & FERREIRA, 2003).

Os principais impactos sobre o solo, conforme Araújo e Ferreira (2003), são os seguintes:

- a. Degradação da estrutura do solo - ocorre quando são aplicados efluentes com altos teores de sódio, que geram a desfloculação e dispersão das argilas.
- b. Colmatação - processo que ocorre nos espaços intersticiais do solo, sobretudo na camada superficial devido à aplicação continuada e excessiva de águas residuais, em particular se forem ricas em sólidos em suspensão. Os níveis da colmatação manifestam-se por meio do desequilíbrio entre a quantidade de matéria orgânica aplicada ao solo e a capacidade deste em garantir a sua decomposição por via biológica,
- c. Aplicação e doses elevadas de matéria orgânica – conduzem a um agravamento de certas condições ambientais, visto que, quanto maior a quantidade de matéria orgânica, maior a liberação de CO₂, podendo também resultar em acidificação do solo e das águas,

- d. Alagamento do solo - ocorre quando se excede a sua capacidade de drenagem interna ao serem aplicadas quantidades excessivas de águas residuais ou efluentes.

Diante do exposto, observa-se que: Os fatores de risco ligados à suinocultura são diversos, e que o risco não depende unicamente da vulnerabilidade do meio e da presença de elementos susceptíveis. A possibilidade de ocorrência do fenômeno está subordinada à ação antrópica, pelo uso do solo, aplicação de dejetos nos diferentes tipos de solos, declividade e da proximidade das instalações suinícolas em relação à rede de drenagem, entre outros. Esses fatores são potencializados quando não são respeitadas as determinações legais nas propriedades suinocultoras, ou seja, a vulnerabilidade do meio ambiente aumenta significativamente quando as instalações da propriedade e o tratamento dado aos dejetos suínos não respeitam a legislação vigente e a capacidade do meio em reciclá-los.

Uma vez que existe o risco, cedo ou tarde ele torna-se evidente devido a uma má gestão dos recursos hídricos e má gestão financeira, bem como à falta de local adequado para a disposição dos dejetos. Portanto, medidas precisam ser tomadas para que os prejuízos sejam minimizados ou evitados. Não diferente desta situação encontra-se a Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito, no qual a água, que é um bem de todos, apresenta em vários pontos, riscos de poluição, que vão de muito baixo a muito alto, e comprometem a qualidade ambiental e a saúde da população.

2.4.2 Estudos Semelhantes e Variáveis Consideradas

As variáveis comumente empregadas em estudos anteriores acerca da vulnerabilidade do meio físico compreendem os tipos de solo o relevo, os rios, o uso do solo e a produção de dejetos.

No estudo desenvolvido por Tagliani (2003), sobre a vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros, foram empregados os mapas de vegetação e uso do solo, geologia, áreas protegidas por lei, declividades e capacidade de uso dos solos.

Tagliani (2003) partiu da consideração de que a vulnerabilidade ambiental significa menor ou maior susceptibilidade de um ambiente a um impacto potencial resultante de qualquer uso antrópico, avaliado com base nos seguintes critérios:

- a. Fragilidade estrutural inerente - condicionada por características intrínsecas ao substrato físico (declividade e capacidade de uso dos solos) e que descrevem seus materiais, formas e processos, sintetizando suas relações,
- b. Sensibilidade - condicionada pela proximidade de ecossistemas sensíveis, que sustentam e mantêm funções ambientais diversas. A sensibilidade pode ser avaliada com base na proximidade de recursos hídricos e da comunidade vegetal sob proteção legal,
- c. Grau de maturidade dos ecossistemas - fator condicionado pelo tempo de evolução, determinando a fragilidade relativa dos ecossistemas diante das perturbações antrópicas.

Em seu estudo, Tagliani (2003) considerou que, para gerar o mapa de vulnerabilidade, a declividade não poderia ser empregada como um fator de análise em toda a extensão da área de estudo. Ela só tem relevância na região oeste, na transição da Planície Costeira para o Escudo Cristalino, devido às características bastante variáveis do relevo. Assim, decidiu elaborar dois mapas separados: um para a região oeste, considerando os fatores declividades, solos, proximidade dos recursos hídricos e da vegetação e idade, e outro para a região das restingas litorâneas (Rio Grande e São José do Norte), considerando apenas os quatro últimos fatores.

Embora o processo erosivo dependa de uma série de fatores conjugados, como chuva, tipos de solos, manejo, entre outros, a declividade é um dos mais importantes no processo de escoamento superficial e fundamental para uma avaliação de risco de erosão. Dessa forma, tem-se que, quanto maior a declividade da área, maior a vulnerabilidade ambiental. Áreas com declividades acima de 10% representam, conforme explica Pejon (1992) *Apud* TAGLIANI (2003), uma condição significativamente favorável ao escoamento superficial.

No que diz respeito ao solo, a definição das classes em mapas de capacidade de uso agrícola envolve uma diversidade de critérios, como a susceptibilidade à erosão, profundidade do solo, relevo, permeabilidade, drenabilidade, entre outros. Os quais potencializam ou restringem não somente o uso agrícola, mas outros usos no geral.

Ao avaliar o impacto ambiental causado pelos dejetos de suínos no município de Frederico Westphalen, Rubert & Giotto (2004) consideraram a avaliação das seguintes variáveis: distância dos corpos hídricos, declividade da área construída, tipo de esterqueira,

tipo de instalações, destino dos dejetos e quantidade de dejetos gerados. As áreas de maior ocorrência das instalações das fontes produtoras de suínos para o município de Frederico Westphalen foram identificadas por meio da sobreposição dos arquivos vetoriais de pontos georreferenciados contendo as coordenadas de cada pocilga cadastrada.

Na realização desse estudo, Rubert & Giotto (2004) inferiram que a declividade do terreno compreende um dos fatores mais relevantes na locação de uma pocilga, visto que o escoamento dos dejetos dispostos de forma não adequada pode acelerar o processo de vazão e alcançar rapidamente as fontes de água. Mais da metade da área do município estudado encontra-se na classificação de ondulado (13 a 20%) a fortemente ondulado (20 a 45%). A declividade em uma unidade de manejo de suínos possui importância substancial na velocidade de escoamento superficial e, desse modo, com fortes implicações no processo de erosão dos solos. Além disso, os tipos de solo encontrados no município de Frederico Westphalen são caracterizados por serem solos rasos, com boa estruturação, permeabilidade e retenção de umidade.

Entre as principais consequências das grandes quantidades de dejetos lançados ao solo, comumente considerada como uma forma “prática e econômica” de se retirar tais resíduos das instalações, há os seguintes prejuízos econômicos diretos aos agricultores:

- a. menos opções para a diversificação das atividades agropecuárias devido à redução do número de espécies possíveis de serem cultivadas, tendo em vista a diferente suscetibilidade de cada espécie aos desequilíbrios químicos ocasionados no solo;
- b. queda na produtividade de cereais, advinda do excesso de nitrogênio, que causa o acamamento, sobretudo de cereais de inverno, dificulta a colheita e, por conseguinte, diminui a quantidade de produto colhido por área;
- c. intoxicação de animais, decorrente do acúmulo excessivo de certos nutrientes na forragem, como o cobre;
- d. menor preço de venda de produtos, em virtude do acúmulo de metais pesados, ou pela desproporção entre as partes vegetativas e reprodutivas ou de reservas, provocada pelo excesso de nitrogênio no solo (SEGANFREDO, 1999).

Ruberto & Giotto (2004) identificaram ainda que a distância média das pocilgas em relação a rede de drenagem corresponde a 166,3 metros. Constatou também que 73,4 % das pocilgas estão situadas a uma distância inferior a 200 metros da rede de drenagem

(rios, córregos, açudes, nascentes, etc.). Isso significa uma maior concentração de dejetos dispostos em área crítica.

Como se observa, o potencial poluidor da suinocultura é significativamente elevado, o que pressupõe a tomada de uma série de medidas preventivas, ligadas, sobretudo, à adoção de uma estrutura adequada, destinada à produção.

3 MÉTODOS EMPREGADOS NA PESQUISA

Na definição de Andrade (1999 p.13), toda pesquisa científica se caracteriza pela aplicação de um conjunto de procedimentos sistemáticos, fundamentados nos processos do raciocínio lógico, visando obter soluções para problemas propostos na prática produtiva cotidiana.

Gil (1999 p.54) afirma que a pesquisa científica, investigativa e exploratória, deve ter por finalidade principal o desenvolvimento de conceitos e idéias para a formulação e resolução de problemas colocados aos seres humanos em suas atividades. Geralmente as abordagens científicas envolvem levantamento bibliográfico e documental, bem como, um estudo de caso.

Nesta pesquisa, utilizaram-se de critérios atribuídos aos estudos científicos por este e outros autores de metodologia da pesquisa científica, aplicando uma metodologia especial de estudos geoespaciais e geoprocessamentos que possibilitou a apresentação e análise dos dados em um alto nível de confiabilidade, assim como, permitiu a elaboração de novas informações sobre o objeto de estudo.

A pesquisa apresenta e analisa essencialmente dados quantitativos e cartográficos, colocando-os sob a forma de quadros, tabelas, gráficos e, especialmente, mapas temáticos; porém, também se operou com dados qualitativos e descritivos.

Os cruzamentos dos dados quantitativos e qualitativos, referendados na literatura especializada, contextualizam ainda mais o território e o problema enfocado: fazer o levantamento dos riscos de poluição dos rios em uma região suinícola em que os índices de poluição e degradação são geralmente, altos.

Sendo um estudo de caso, a pesquisa é, essencialmente, de análise indutiva, partindo de uma situação particular, tentando aplicar critérios gerais de avaliação e determinação da problemática.

Porém, a análise também é dedutiva, porque pode deduzir novos dados sobre a área de estudo e sobre o problema da poluição por produção suinícola em geral. O estudo de caso específico é aclarado pelo que pode ser deduzido da fundamentação teórica e da legislação ligada ao assunto.

A Figura 2 mostra o fluxograma dos procedimentos utilizados para a obtenção da carta final de risco de poluição por dejetos de suínos em águas superficiais.

Fluxograma da metodologia

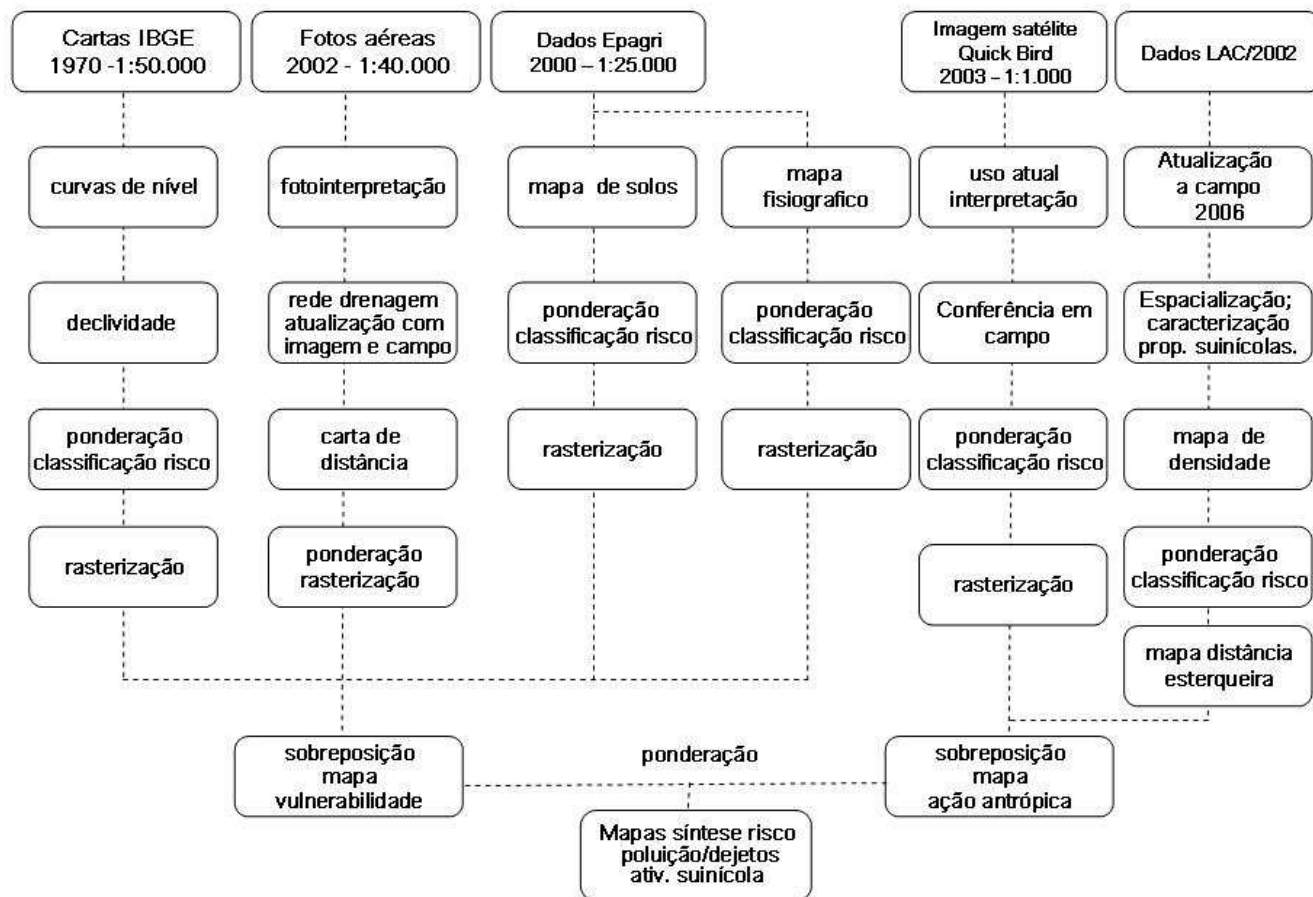


Figura 2 - Fluxograma da pesquisa

3.1 Instrumentos e Procedimentos Metodológicos

Como instrumental de coleta, elaboração, registro e análise de dados, a pesquisa utilizou de geotecnologias que vêm sendo empregadas nas pesquisas geográficas e ambientais porque permitem usar as informações qualitativas, quantitativas, cartográficas, fotográficas e descritivas em *Software (SIG)*; capazes de fazer o máximo de sobreposição e detalhamento sobre os dados obtidos. Dessa forma, possibilitou a elaboração de quadros, tabelas, mapas e gráficos, formulação de prescrições técnicas e de problemas pendentes que devem ser levantados sobre a situação de preservação, ou outra, de uma determinada área territorial. Além dos SIGs, comentados no capítulo 2, como modalidade de armazenamento, elaboração e edição de dados, a pesquisa se serviu de matérias e dados elaborados e editados pela Epagri, DNPM e empresas ligadas às pesquisas, à gestão e ao controle das atividades agropecuárias. Um dos documentos importantes a que se refere esta pesquisa é o LAC, que se constituiu num importante material para essa investigação. O LAC foi elaborado por empresas vinculadas à Secretaria do Estado de Santa Catarina da Agricultura e Desenvolvimento Rural, tais como, Epagri, 2000 e pela CIDASC. Essas empresas, na elaboração do LAC, receberam, ainda, o apoio do IBGE e do Instituto CEPA (Centro de Estudos de Safras e Mercados), sendo estes últimos, também, fontes de dados para esta pesquisa.

Entre outras informações, o LAC levantou todas as propriedades suinícolas e sua localização geográfica no Estado. Esse trabalho foi executado por entrevistadores treinados para registrar todos os dados por meio da aplicação de questionário em meio digital e aparelhos GPS. Tais dados se encontram armazenados em um banco de dados em gerenciador *oracle* no Instituto CEPA.

Para a caracterização das propriedades suinícolas, foi feita uma viagem a campo para atualização dos dados do LAC. Para tanto, visitaram-se todas as propriedades suinícolas da Sub-Bacia, onde levantou-se o efetivo de suínos por propriedade, tipo de produção, sistema de produção, localização das instalações em relação a rede de drenagem e fisiografia, também foi efetuado o georeferenciamento das pocilgas e seus sistemas de tratamentos com auxílio de aparelho GPS, para posterior sobreposição na imagem de alta resolução.

3.2 Materiais e Meios de Apresentação dos Resultados

Para elaboração dos mapas temáticos, a interpretação de imagens de satélite tem sido um procedimento utilizado por várias ciências, e não é diferente nas áreas de recursos naturais. Por isso, boa parte das análises temáticas possui como fonte básica a imagem de satélite *Quick Bird* e as cartas topográficas do IBGE em meio digital.

Os documentos geográficos e ambientais, bem como, os instrumentos de processamento e edição de dados, empregados na realização do estudo de caso desta pesquisa são:

- a. Cartas Topográficas do IBGE em meio digital e em meio analógico na escala 1:50000, folha SH-22-X-B-I-2 Grão Pará e folha SH-22-X-B-I-4 Tubarão com base no aerolevante de 1970.
- b. Imagem do satélite *Quick Bird* ortoretificada com as bandas 1,2,3 e 4 com resolução de 2 metros, e na banda PAN com resolução de 60 centímetros de fevereiro de 2003.
- c. Fotos aéreas do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) na escala 1:40000 coloridas de 2002,. Vão da AEROIMAGEM S.A.
- d. *Software* de geoprocessamento ArcGis, ArcView/Spatial Analyst 9.0 e 9.1 da ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc.) Califórnia, USA.
- e. *Software* de geoprocessamento Ilwis versão 3.2 e 3.3 do ITC (International Institute for Geo-Information Science), Enschede, Holanda.
- f. *Software* para hierarquização das variáveis, modelo AHP/Expert Choice 9.50⁰².
- g. Processador de texto Microsoft Word, Access e Planilha Excel 2002.
- h. Os *Hardwares* utilizados foram: Plotter HP 750C tamanho A0; microcomputador AMD Sempron (tm) 2400 + 1.66 Ghz, 480 MB de RAM e estereoscópio de espelho de mesa.

Para a apresentação dos resultados, além do formato analógico, os mapas temáticos, gerados para análise, estão todos em formato compatíveis; por exemplo, *shape*, podendo ser visualizados com o *software ArcExplorer 4.0* - ESRI - este software é de livre-distribuição e há outros compatíveis, como por exemplo: AutoCad Map e Microstation entre outros.

3.3 Elaboração dos Mapas Temáticos

Os mapas temáticos, em sua elaboração, seguem os seguintes métodos:

A delimitação da área de trabalho, feita nas cartas topográficas do IBGE em meio digital e fotografias aéreas, carregando-as na tela do computador e delimitando com o cursor os divisores de água através de *software* ArcGis, sendo que após ter sido efetuada a edição, calculou-se a área da Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito, totalizando 5.200 ha.

O mapa do sistema viário foi extraído das cartas topográficas, com atualização do uso da imagem de satélite e posterior conferência a campo; as vias foram classificadas como *pavimentadas, sem pavimentação e caminhos*.

O mapeamento da rede de drenagem, por meio de fotointerpretação de fotografias aéreas na escala de 1:40.000 de 2002, deu-se selecionando todas as fotos aéreas da área de estudo e, posteriormente, foi feito o preparo das aerofotos para observação estereoscópica. O Primeiro passo foi a determinação do ponto central da foto. Para esse passo, utilizaram-se das marcas fiduciais, marcando-se o ponto principal com uma pequena + (cruz).

Em seguida, com o auxílio do equipamento estereoscópio, transferiu-se o ponto central da primeira foto para a segunda e vice-versa; este procedimento foi aplicado em todas as fotos da área de estudo. O terceiro passo foi à marcação da linha de vôo, por meio de uma régua, unindo-se os pontos centrais com os transferidos, marcando desta forma a linha de vôo.

O último passo, foi à delimitação do retângulo útil para fotointerpretação. Este procedimento, foi feito com uma régua para encontrar o ponto mediano do segmento de reta formada pelas aerobases. A partir deste ponto traçou-se uma linha perpendicular em toda a extensão da foto e a seguir, usando-se o estereoscópio, transferiu-se esta perpendicular para a foto seguinte. A operação foi repetida sucessivamente em todas as aerofotos. (Panichi et al. 1994).

A definição da área útil para fotointerpretação foi importante, pois, nessa área, a foto apresenta a menor distorção dos objetos do modelo real. Feita a preparação das fotos, passou-se a delimitar todos os cursos de água da bacia e posterior rasterização, importação no sistema *SIG ILWIS* para ortoretificação das fotografias aéreas e posterior atualização no *SIG ArcGis*, sobre a imagem *Quick Bird* e, por fim, digitação via tela do computador por

meio do *mouse*, gerando um arquivo vetorial com os cursos d'água. As lagoas ou açudes também foram reconhecidos e delimitados via digitação sobre a imagem de satélite e posterior conferência em campo.

O Modelo Digital de Terreno (MDT), ou Modelo Numérico de Terreno (MNT), com base no qual se fez uma representação da superfície terrestre em 3D, para se obter o mapa de declividade, foi gerado considerando-se as curvas de nível das cartas do IBGE, escala 1:50000 com equidistâncias entre as curvas de 20 em 20 metros.

A ocupação do solo é uma das variáveis importantes para o ordenamento do território. O seu dinamismo torna-se útil com aplicação de Sistema de Informações Geográficas (SIG), visto que possibilita o acompanhamento da evolução temporal e apoio da decisão.

Para a confecção do mapa de uso do solo, foi empregada a imagem de satélite *Quick Bird* que, carregada no computador, foi interpretada visualmente, diretamente na tela, com base nos padrões identificados pelas variações do objeto em forma, tamanho, volume, cor, textura.

Por intermédio dessa interpretação, foi feita a delimitação dos polígonos por meio de digitalização via *mouse* e posterior conferência a campo, classificando-se o uso das terras nas seguintes classes, conforme Panichi *et al.* (1994): Floresta nativa (F), Capoeiras (Cpo), Reflorestamento (Fr), Campo (Cam), Culturas anuais (Ca) e Área urbanizada (H).

Os mapas de solos e fisiografia foram compilados e ajustados com o uso da imagem de satélite *Quick Bird* via comandos do SIG a partir dos dados da EPAGRI (2000).

Apesar de existirem outros métodos para o cálculo do volume de dejetos, por falta de dados, optou-se por utilizar dados de Konzen (1983 p.19) considerando que cada animal produz em média cerca de $0,27 \text{ m}^3$ de dejetos por mês.

Com relação ao mapa de perdas de solo (Erodibilidade¹) - Sedimentos são transportados, juntamente com nutrientes e agroquímicos que contaminam as águas superficiais, ocorrendo quando a quantidade de água na superfície do solo ultrapassa a capacidade de infiltração ou quando a intensidade de chuva é maior que a velocidade de infiltração. Souto & Crestana (2000) *Apud* MACHADO (2002 p.50). Portanto, solos que apresentam maior erodibilidade propiciam maior escoamento superficial; com isso maior

¹ Para maiores detalhes sobre a equação universal de perdas de solo, Erosão e Conservação do Solo, ver Pundek (1994), Bertoni. J.; Lombardi, Neto, F. (1999).

erosão. Dessa maneira, foi avaliada a quantidade de solos por perdas de erosão em t/ha/ano na área de estudo, por meio da equação universal de perdas de solos. Para a avaliação das perdas de solos, são considerados o clima por intermédio da precipitação, tipos de solos, declividade, comprimento de rampa, uso do solo e práticas conservacionistas.

O mapa de perdas de solo por erosão hídrica foi calculado pela equação universal de perdas de solos *USLE* como segue, no entanto, este não foi considerado na obtenção da carta síntese de risco por dejetos de suínos, pois as informações foram contempladas em outros temas.

$A = R K L S C P$ onde:

A – perda de solo calculada por unidade de área, tonelada hectare ano (t/ha.ano);

R – fator de erosividade da chuva (MJ.mm/ha.h.ano); onde: MJ significa megajoule, mm milímetro, ha hectare, h hora. Para este estudo foi utilizado o valor calculado para o município de Braço do Norte de 6091, conforme PUNDEK (1994).

K – fator erodibilidade do solo (t.ha.h./ha.MJ.mm); onde: t. Tonelada, ha hectare, MJ megajoule e mm milímetro. Sua determinação requer experimentos de campo em condições locais. Para a área de estudo, utilizou-se de fatores calculados e citados por Bertoni & Lombardi Neto (1999); PUNDEK (1994); Guerra *et al* (1999) citado por AGOSTINHO (2005).

LS – fator topográfico – este parâmetro reflete as influências da declividade e comprimento de rampa, calculado via software de geoprocessamento, utilizando como base as cartas topográficas do IBGE 150.000 com equidistâncias das curvas de 20 metros bem

como a fórmula $LS = 0,00984 * (L)^{0,63} * (S)^{1,18}$ sendo que LS – fator topográfico, L – comprimento de rampa em metros e S – declividade do terreno em porcentagem.

C – fator de uso e manejo; influencia nas perdas de solo. Se uma área for mantida continuamente descoberta, ou cultivada, e considerando os diferentes estágios da cultura, as perdas de solos serão reduzidas ou aumentadas devido à proteção deles. Talvez, este seja o parâmetro mais difícil de se calcular e, também, requer a realização de experimentos para a obtenção do valor que possui como máximo 1 para solo exposto. No entanto, utilizou-se de valores médios calculados para outras bacias citados por BRITO et al. (1998); Bertoni & Lombardi Neto (1990) determinaram com base em dados experimentais, valores de perdas de solo por erosão laminar em função dos diferentes fatores de uso e manejo do

solo, conforme adaptação feita por Lemos & Ferreira (2003); Domingos (2006) & Donzelli et al. (1992) *Apud* Junior (1997).

P – fator de prática conservacionista: tem como valor máximo 1,0. Este valor 1 expressa a completa ausência de práticas conservacionistas. Na área de estudo, foram identificadas, segundo o LAC e verificação em campo, algumas práticas conservacionistas, como de plantio direto, curvas de nível, cultivo mínimo e praticas tradicionais e assim sendo, será utilizado como fator $P = 0,5$, definido seguindo dados de Bertoni & Londardi Neto (1995 p.266; 1985, p.280).

A equação “ $A = R K L S C P$ ” foi simulada no SIG, tendo como fonte de dados os mapas temáticos da área de estudo como, os de uso da terra, solos, comprimento de rampa, declividade e chuva, bem como dados da pesquisa e de estudos anteriores.

3.4 Método Analítico Hierárquico *Expert Choice*

Para avaliação do grau de importância das variáveis consideradas nos mapas temáticos, foi utilizado o método de hierarquização. Segundo a sua importância, obtendo-se grades de valores, quanto maior o valor obtido, maior o risco de poluição. Tanto as variáveis escolhidas, quanto os limites de cada variável foram discutidos em entrevistas e com 7 (sete) pesquisadores e técnicos da área de solos, suinocultura e geoprocessamento e material bibliográfico.

As variáveis foram estruturadas pelo Software *AHP/Expert Choice* cujo objetivo é auxiliar na tomada de decisão e na construção de consensos, fornecendo uma avaliação por intermédio de pesos atribuídos às variáveis inseridas. Este processo de mensuração de variáveis pode ser feito coletivamente, de maneira participativa.

De forma resumida, pode-se afirmar que na utilização do *AHP/Expert Choice* os passos são: definição de objetivo, identificação das variáveis, ordenamento das variáveis, estruturação do modelo no sistema, classificação e ponderação, diminuindo a subjetividade na decisão.

Após a elaboração dos mapas temáticos, foram estabelecidos os valores de importância para as variáveis quanto ao risco de poluição através do software *AHP/Expert Choice*. Posteriormente, foram todos convertidos para o formato *raster*, estando assim prontos para a realização da sobreposição, gerando a carta final de riscos de poluição, onde estão assinaladas as áreas que apresentam maior ou menor risco de poluição hídrica superficial por dejetos de suínos. Exemplos de aplicação do *Expert Choice AHP*, neste trabalho, podem ser verificados nos apêndices B, C e D.

3.5 Mapa Síntese de Risco

O mapa síntese de risco, foi elaborado em escala 1:25.000, uma vez que esta foi a maior escala compatível com os dados básicos utilizados.

Dessa forma, o mapa de síntese de risco foi classificado em cinco classes a saber: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto. Esta classificação, deu-se pelo resultado da sobreposição dos mapas temáticos elaborados e ponderados, conforme seu grau de importância quanto ao risco de poluição em águas superficiais. Para se ter uma idéia da classificação, pode-se exemplificar que a classificação de risco ‘muito baixo’, foi combinada em função de fatores com risco muito baixo de poluição, como, por exemplo, nos casos em que a distância da rede de drenagem e das instalações é superior a 120 metros, bem como no caso de solos aptos para recebimento de dejetos, uso atual com floresta, a fisiografia em Eec2 (Encosta erosional coluvial 2), uma densidade de dejetos com 0 metro cúbico e declividade em torno de 0 a 8%. Assim, à medida que esses parâmetros foram ficando críticos o risco foi aumentando até chegar na classificação de ‘muito alto, como por exemplo, no caso da proximidade das instalações suínícolas à rede de drenagem, solos classificados como não aptos para recebimento de dejetos, fisiografia classificada como fundo de vale, o uso do solo com culturais anuais e densidade de dejetos acima de 50 m³/ha/mes.

Para a obtenção do mapa síntese de risco, gerado via SIG, foram seguidas as etapas abaixo:

- na primeira sobreposição dos mapas temáticos, considerou-se os fatores físicos conforme a fórmula a seguir, obtendo-se como resultado o mapa físico de riscos.

$$\text{Mapa [físico]} = (([\text{DECLIVIDADE}] * p) + ([\text{SOLOS}] * p) + ([\text{FISIOG}] * p) + ([\text{DIST_RIO}] * p))$$

- Na segunda sobreposição, para obter o mapa de risco da poluição suínícola por ação antrópica, foram considerados os mapas temáticos abaixo:

$$\text{Mapa [antrópico]} = (([\text{dist_esterqueira}] * p) + ([\text{densidade_dejetos}] * p) + ([\text{uso_solo}] * p))$$

- Na terceira sobreposição, foi obtido o mapa síntese de risco de poluição por dejetos de suínos, gerado a partir do cruzamento do mapa físico, com o mapa antrópico, de acordo com a seguinte fórmula:

- $[mapa_síntese] = (([físico] * p) + ([antrop] * p))$

p = peso atribuído ao mapa temático

Com relação à legislação pertinente à suinocultura, foi contemplada na análise do estudo de caso e também foi espacializada e sobreposta ao mapa final de risco de poluição.

3.6 Considerações Referentes aos Mapas Temáticos e às Variáveis Seleccionadas

Os mapas temáticos e as classes consideradas para avaliação de risco de poluição, como já mencionado, foram seleccionados a partir de conversas com pesquisadores/técnicos da área, embasadas na fundamentação conceitual e reforçada em alguns itens julgados necessários, considerando critérios como: Ação poluidora, especialmente, nas águas; disponibilidade de dados e pesquisas a campo para elaboração de mapas temáticos para cruzamentos.

Assim, os temas seleccionados foram: uso do solo, tipos de solos, declividade, fisiografia, erosão dos solos, distância das esterqueiras a rede de drenagem e densidade de dejetos por hectare. Seguem nos itens abaixo, comentários a respeito das variáveis que foram consideradas a para a elaboração das cartas temáticas:

a) Área Agrícola (Uso Do Solo) - Um dos fatores que deveria ser considerado para a criação de suínos é o produtor possuir área agrícola para distribuição de dejetos produzidos nas granjas. Sendo assim, o mapa de uso do solo com a identificação dos tipos de uso, revelou as áreas com maior ou menor risco para recebimento de dejetos. As classes mapeadas foram Capoeira (Cpo), Campo (Cam), Culturas anuais (Ca), Floresta (F), Reflorestamento (Fr).

b) Características dos Solos e Fisiografia - A colocação de dejetos no solo deve se dar em função das características deles, quanto ao relevo, pedregosidade, profundidade, textura e drenagem. O Mapa de solos foi espacializado e classificado de acordo com as classes de risco para recebimentos de dejetos adotadas por SOUZA (2005), e IAP (2001, p.36). Nesta variável, os tipos de solos e fisiografia, foram compilados do Inventário de Terras da Sub_Bacia do Rio Coruja/Bonito, município de Braço do Norte, elaborados pela EPAGRI (2000).

c) Declividade - A declividade onde se encontra a pocilga também é importante, pois o manejo dos dejetos de forma não adequada pode aumentar o risco de poluição e atingir facilmente a rede de drenagem. Segundo a legislação (Código Florestal 4.771 alterado pela LEI n°. 7.803), áreas com declividades superiores a 45° ou 100% não podem apresentar qualquer tipo de ação antrópica.

Porém, dependendo da atividade no uso do solo, a legislação passa a ser relativa, como por exemplo, em aplicações de resíduos líquidos no solo, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental do RS, FEPAN no documento Critérios Técnicos para o Licenciamento Ambiental de Novos Empreendimentos Destinados à Suinocultura, determina que somente em áreas com declividade menor ou igual a 30° podem receber resíduos líquidos da suinocultura.

Para a mensuração dos efeitos da declividade, do ponto de vista da disseminação dos dejetos de suínos no solo, foram adotados os critérios propostos por SOUZA *et al.* (2005) conforme anexo 1 e 2.

Em áreas declivosas, o risco de poluição será maior e à medida que a declividade diminui, as áreas vão se tornando menos críticas.

Diante do exposto, as classes de declividades a serem consideradas são: Nulo - (0 a 3%) e (3 a 8%) relevo plano uniforme, ou dissecado e suave, ondulado uniforme; Ligeiro – (8 a 13%), relevo suave ondulado, dissecado/ondulado uniforme; Moderado – (13 a 20%), relevo suave ondulado; Forte (20 a 45 %), relevo forte ondulado; Muito forte (> 45%), relevo montanhoso ou escarpado; conforme Souza et al. (2005).

d) Proximidade das Instalações Suinícolas dos Rios e Produção dos Dejetos. A proximidade de instalações físicas (granjas, esterqueiras) próximas aos rios, surge como risco de poluição, pois os dejetos podem atingir os cursos d'água rapidamente, devido ao sub dimensionamento das esterqueiras, estado precário de manutenção, chuvas intensas e até mesmo pela facilidade dos produtores se livrarem do problema.

Nesta variável, devido ao fato da sub-bacia hidrográfica ter somente rios de até 10 metros de largura, iniciou-se a classificação conforme a Lei n°. 4771/65, alterada pela Lei n°. 7.803/89, quanto aos critérios de distância das instalações físicas até a proximidade dos rios e acrescentadas novas classes: 1) 0 – 30m; 2) 30 – 60m; 3) 60 – 90m 4) 90 - 120m; 5) > 120m

e) Mapa de densidade de dejetos. A grande concentração de animais e, conseqüentemente a grande produção de dejetos são fatores determinantes na poluição do

meio físico. Segundo instrução normativa da Fatma IN-11, a quantidade máxima de dejetos a ser aplicada no solo ao ano é de 50 m³ por hectare, dividindo este valor por 12, tem-se uma dosagem mensal de 4,16 m³/ha/mês. Assim sendo, foi elaborado um mapa de densidade de suínos por hectare. Quanto maior a densidade de dejetos, maior o risco de poluição.

f) Legislação - Com relação à legislação, foram utilizadas no estudo de caso e foram feitos os *buffers* de distância aos rios e açudes e foram sobrepostos aos modelos de dados, (mapa de risco de poluição), permitindo analisar as áreas ocupadas em APP (Área de Preservação Permanente).

São esses os principais fatores, com suas variáveis específicas ligadas à disseminação dos dejetos suinícolas, direta, ou indiretamente, nas águas superficiais e no solo da Sub_Bacia do Rio Coruja/Bonito, que foram considerados para a avaliação e mapeamento dos riscos de poluição.

No capítulo 4, apresenta-se o estudo de caso, com uma caracterização descritiva e quantitativa da Sub_Bacia do Rio Coruja/Bonito.

4 ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DO RISCO DE POLUIÇÃO SUINÍCOLA NA BACIA DO RIO CORUJA BONITO

Neste capítulo apresenta-se o estudo de caso com a caracterização geográfica da área que se constitui objeto de estudo, iniciando-se com alguns aspectos gerais do município de Braço do Norte, buscando-se destacar a relevância da suinocultura para a economia do município. Na seqüência, são abordadas as características da Sub_Bacia do Rio Coruja/Bonito e a análise do risco de poluição por dejetos suinícolas.

4.1 O Município de Braço do Norte: Aspectos Gerais

O município de Braço do Norte está localizado a 166 quilômetros da capital do Estado de Santa Catarina, Florianópolis. Situa-se na região Sul do Estado e sua economia está pautada na prática da suinocultura, com, segundo dados de Santa Catarina (2005) o rebanho total é de 158.522 possuindo 5 suínos por habitante, na agricultura e na fabricação de molduras e porta-retratos. A atividade de fabricação de molduras e porta-retratos rendeu a Braço do Norte o título de Capital sul-americana da Moldura. (SUL-SC, 2006).

A colonização de Braço do Norte se deve-se aos imigrantes alemães e italianos. Registros de fatos históricos apontam que o primeiro morador fixou sua residência no local em 1839. Com a chegada dos primeiros imigrantes alemães, por volta de 1870, teve início o desenvolvimento da região.

Em 1875, chegaram os italianos e, no ano seguinte, os portugueses. Em 1877, o agrimensor Carlos Othon Schalappal começou a demarcação de terras no local. A emancipação do município de Braço do Norte, situado na microrregião de Tubarão, ocorreu em 22 de outubro de 1955 (SUL-SC 2006). Atualmente, o município conta com uma população estimada pelo IBGE de 30.770 habitantes

Além de ser considerada a capital da moldura e ser grande produtor de suínos, a indústria destaca-se por possuir um parque industrial diversificado e competitivo, produzindo doces e geléias, bebidas, produtos alimentícios diversos, sobressaindo-se os derivados de suínos e do leite. Produz ainda máquinas e equipamentos, produtos de uso domésticos (esmaltados, higiene e limpeza), confecções e plásticos (PREFEITURA MUNICIPAL DE BRAÇO DO NORTE, 2006).

Na agricultura de Braço do Norte, predomina o cultivo de fumo, batata-inglesa, batata-doce, feijão, cana de açúcar, mandioca, melancia, milho, laranja, repolho e tomate. Na pecuária, prevalece a suinocultura que tem os mais altos índices de produtividade e qualidade de carcaça produzidos no país, destacam-se também a criação de gado de corte e gado leiteiro. A piscicultura e avicultura, também, são atividades desenvolvidas no município.

De acordo com dados da EPAGRI (2000), na área de transformação de carnes, o município de Braço de Norte, em 2000, possuía 11 abatedouros e/ou frigoríficos com Inspeção Sanitária Estadual de carne bovina e suína. A produção destes situa-se em torno de 176 toneladas mensais de derivados de carnes suínas e bovinas. A piscicultura é uma atividade recente na região, mas, o município apresenta elevado potencial para seu desenvolvimento e em 2000 já comercializava mais de 200 toneladas/ano.

A estrutura fundiária do município se caracteriza pela presença maciça da pequena propriedade rural: 92% das propriedades possuem menos de 50 hectares (EPAGRI, 2000).

A área territorial do município é de 223,91 Km². A precipitação pluviométrica alcança uma média anual de 1.500 mm.

O relevo é formado por variações de altitudes, com uma topografia significativamente acentuada, com vales, montes e colinas; na margem do rio Braço do Norte e no centro da cidade é plano.

O solo pode se definido como rico e fértil. A vegetação é a típica litorânea e de encostas serranas, com remanescentes da mata nativa. A Bacia Hidrográfica de Braço do Norte é constituída por rios e córregos, sendo o principal deles o Rio Braço do Norte (PREFEITURA MUNICIPAL DE BRAÇO DO NORTE, 2006).

4.2 A Suinocultura em Braço do Norte e na Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito

A suinocultura é uma importante fonte de renda desenvolvida nas comunidades situadas na Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito, estando presente na maior parte das pequenas propriedades rurais da região. Por esse fato, constata-se que dejetos da suinocultura têm sido fonte de uma grande quantidade de poluição dos recursos hídricos da sub-bacia considerada (HADLICH, 2004; EPAGRI, 2000).

No entender de Brasil (2002), a maioria dos problemas de contaminação de águas, no Município de Braço do Norte, decorre da criação de animais, cujos dejetos acabam sendo lançados nos rios. Os efeitos comprometem a qualidade de vida da população, o meio ambiente e o desenvolvimento das demais atividades produtivas.

O poder poluente dos dejetos suínos, em volume, é de 10 a 12 vezes maior que o esgoto humano, sendo em alguns aspectos, 100 vezes mais poluente, como é o caso da demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Comparados com seres humanos e considerando-se o rebanho suíno situado em torno de 69.000 cabeças na bacia do Rio Coruja/Bonito, avalia-se que essa população produz um volume de dejetos proporcional a 600.000 mil pessoas (EPAGRI, 2000).

A grande maioria dos produtores (66%) situados na sub-bacia do Rio Coruja/Bonito, desenvolve a produção do tipo ciclo completo.

Nesse sistema, numa única unidade produtora são desenvolvidas todas as etapas de desenvolvimento dos animais, desde o acasalamento dos reprodutores até a engorda e venda para o abate. Esse tipo de produção de ciclo completo é o que produz a maior quantidade de dejetos e apresenta o grau de risco de poluição mais elevado (BRASIL, 2002).

Ao se levar em conta que o Município de Braço do Norte possui a segunda maior concentração de suínos do planeta, os problemas ambientais decorrentes dessa atividade na região atingem dimensões preocupantes, evidenciando a necessidade de medidas urgentes para reduzir a poluição.

Nesse sentido, os produtores, agroindústrias e outras entidades e organizações governamentais e não-governamentais ligadas, direta ou indiretamente, ao desenvolvimento e à expansão da suinocultura, precisam de maior conscientização acerca das conseqüências em termos de volume e de potencial de poluição dos dejetos suínos

acumulados em pequenas áreas. Os suinocultores necessitam de apoio e condições para solucionarem seus problemas. A contaminação do solo e da água, que no final da década de 1960 era insignificante, na década de 1980, revelava resultados alarmantes (EPAGRI, 2000).

O problema com os borrachudos, detectados na área da Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito, é resultado do desequilíbrio ecológico, pois a larva desse inseto se desenvolve na água corrente poluída. À medida que aumenta a poluição dos rios pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), aumenta a concentração de matéria orgânica nos rios que se constituem como a principal fonte de alimentação das larvas de borrachudos. Ademais, os peixes predadores das larvas, que necessitam de mais oxigênio dissolvido na água, acabam morrendo, rompendo-se o equilíbrio ecológico.

A maior parte das esterqueiras existentes na área de estudo possuem problemas relacionados à construção e dimensionamento, não atendendo às especificações com relação à capacidade de armazenamento.

A proximidade das granjas e esterqueiras com os cursos d'água, a declividade do terreno, as características do solo e seu uso, potencializam os riscos de poluição que são agravados com os transbordamentos dos dejetos que, então, alcançam a rede de drenagem de forma muito rápida.

4.2.1 Localização da Sub-bacia do Rio Coruja/Bonito

A Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito, que pertence à Bacia do Rio Tubarão, localiza-se no Sudeste de Santa Catarina, tendo como principal município, em sua região, Braço do Norte, cidade que possui diversas atividades industriais urbanas e agropecuárias, bem como, uma considerável produção suinícola com uma grande parte das unidades de produção não preenchendo as condições mínimas de distância e preservação das águas. Além disso, a existência do Vale do Rio Coruja Bonito em “V” faz com que os terrenos possuam altos índices de declividade, ampliando, desse modo, os riscos de contaminação das águas do rio e afluentes.

A área total da sub-bacia do Rio Coruja/Bonito corresponde a 52 km², a altitude máxima é 540m e a mínima 40m; localiza-se na parte sudeste-leste do município de Braço do Norte, região sul de Santa Catarina. As nascentes do rio Coruja situam-se próximo à comunidade de Pinheiral e o rio segue atravessando grande parte da área rural do município. Próximo à foz, onde já é chamado de Rio Bonito, atravessa o perímetro urbano

A área é formada por uma rede de drenagem composta pelo Rio Coruja-Bonito e seus tributários e pertence à bacia hidrográfica do Rio Tubarão, tendo sua foz no Rio Braço do Norte (EPAGRI, 2000).

A Figura 3, representa a área de estudo denominada de sub-bacia do Rio Coruja/Bonito, situada entre as coordenadas geográficas sul 28°10'13" de latitude, oeste 49°03'54" de longitude e sul 28°18'22" de latitude e oeste 49°09'50" de longitude.

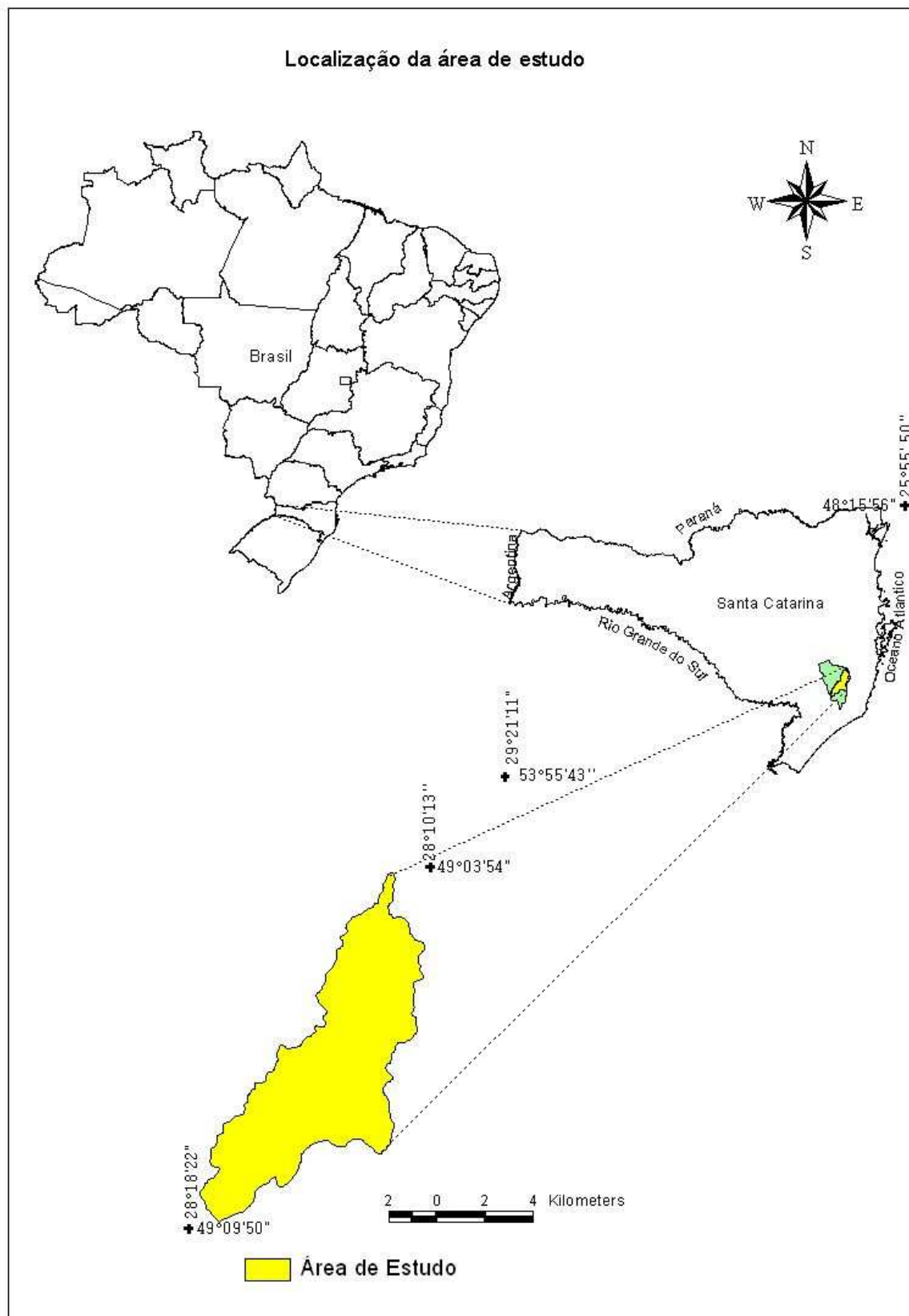


Figura 3 - Mapa da Localização da área de estudo

4.2.2 Características Físicas da Sub-Bacia

Conforme observado anteriormente, na Sub-Bacia do rio Coruja/Bonito, o rio é encaixado, o vale é em formato “V” e grande parte das encostas é íngreme, com limitações de uso agrícola em virtude da declividade acentuada. Por meio das cartas do IBGE, percebeu-se que as declividades são maiores na parte central/jusante da bacia (comunidade de Santo Antônio), e são menores próximo às cabeceiras/parte central (comunidades de Pinheiral e Baixo Pinheiral) e parte urbana (comunidade de Rio Bonito) (HADLICH, 2004).

As análises da declividade, ao longo da sub-bacia, foram também identificadas pela EPAGRI (2000) por meio do sistema de curva hipsométrica da bacia. No Quadro 3, são evidenciadas algumas características físicas do Rio Coruja/Bonito.

Quadro 3 - Características físicas da bacia hidrográfica do rio Coruja-Bonito

Parâmetro	Atributo
Área de drenagem	52,0 km ²
Perímetro da bacia	44,36 km
Coefficiente de compacidade	1,72
Comprimento axial da bacia	15,9 km
Fator de forma	0,20
Comprimento do rio principal	24,60 km
Comprimento total dos cursos d'água	135,9 km
Densidade de Drenagem	2,61 km/km ²
Índice de sinuosidade do curso d'água	36,21%
Ordem da bacia (segundo Sthraler)	4 ^a
Extensão média do escoamento superficial	0,095 km
Declividade média	19,32%
Altitude máxima	540 metros
Altitude média	303,8 metros
Altitude mínima	40 metros
Tempo de concentração	5 horas

Fonte: EPAGRI (2000)

O sistema de drenagem do Rio Coruja/Bonito é significativamente desenvolvido, tendo-se por base a ordem e a densidade de drenagem. O índice de sinuosidade do curso principal d'água permite classificar o rio como divagante, dando uma noção de

heterogeneidade do embasamento rochoso, evidenciando possibilidade de ocorrência de áreas de deposição e prováveis áreas de erosão dos cursos d'água. O índice de compacidade distante da unidade e os valores de fator de forma baixo indicam áreas não sujeitas a enchentes persistentes (EPAGRI, 2000).

A Sub-bacia Rio Coruja/Bonito apresenta três situações físicas diversas. Uma delas, a das áreas suave-onduladas que ocorrem em cotas abaixo de 80 metros, engloba em torno de 13% da área e possui declividade média de 8%. Estas são áreas com potencial para uso com agropecuária. Sugere-se manutenção de canais e drenos, mantendo e/ou ampliando o fluxo natural de drenagem.

Outra situação encontrada diz respeito às terras entre as cotas de 80 a 300 metros, que abrangem cerca de 27% da área e com declividade média ao redor de 30%, o que representa a condição mais crítica com relação ao processo de drenagem. Estas são áreas que apresentam elevado risco de degradação, com restrições para culturas anuais, aptidão regular para fruticultura e boa para pastagens e reflorestamentos.

A área que ocorre entre as cotas de 320 e 520 metros apresenta valor de declividade média e corresponde a cerca de 60% do total. Portanto, estas terras apresentam moderada suscetibilidade a erosão, pressupondo medidas adequadas de conservação e manejo, tendo em vista o controle de erosão, de modo a intensificar a infiltração das águas pluviais, impedindo ou minimizando a ação da drenagem externa. Nestas áreas, está situado um grande número de nascentes deste complexo hídrico, merecendo especial atenção no sentido de preservação da cobertura atual e recuperação das áreas degradadas (EPAGRI, 2000).

Os solos predominantes na bacia são o Nitossolo, com horizonte B textural e baixa fertilidade, podendo ser álicos; o Cambissolo, com profundidade variável; e o Neossolo Litólico, caracterizados por serem raso e normalmente pedregosos. Esses tipos de solo, em sua maior parte, apresentam restrições para a produção agrícola, sobretudo, quando associados a declividades acentuadas (EPAGRI, 2000).

A precipitação total anual média da região da Bacia do Rio Coruja/Bonito é de 1.471 mm, com a seguinte distribuição: 32,0% no verão, 23,0% no outono, 20,0% no inverno e 25,0% na primavera. Comumente ocorrem meses em que a precipitação insuficiente ocasiona prejuízos na produção agrícola. Os meses mais chuvosos são janeiro, fevereiro e março, sendo fevereiro o mês com maior precipitação média mensal, com valor de 167,8 mm (EPAGRI, 2000).

Com base nesses índices de precipitação, tem-se que os maiores índices de erosividade na região da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Coruja/Bonito ocorrem em janeiro, fevereiro e março. Dessa forma, os devidos cuidados necessitam serem tomados em relação ao manejo do solo e espalhamento de dejetos sobretudo nessa época.

Os meses de setembro a dezembro apresentam índices de erosividade intermediários e os meses de abril a agosto, os percentuais mais baixos. De forma geral, o manejo adequado da cobertura do solo compreende a prática mais eficiente na redução dos riscos de erosão. Os sistemas conservacionistas de cultivo como o plantio direto, que mantém grande parte dos resíduos na superfície, reduzem os riscos de erosão (EPAGRI, 2000).

Na figura 4, são apresentadas as frequências mensais de precipitação (normais climatológicas para a região), conforme dados da EPAGRI.

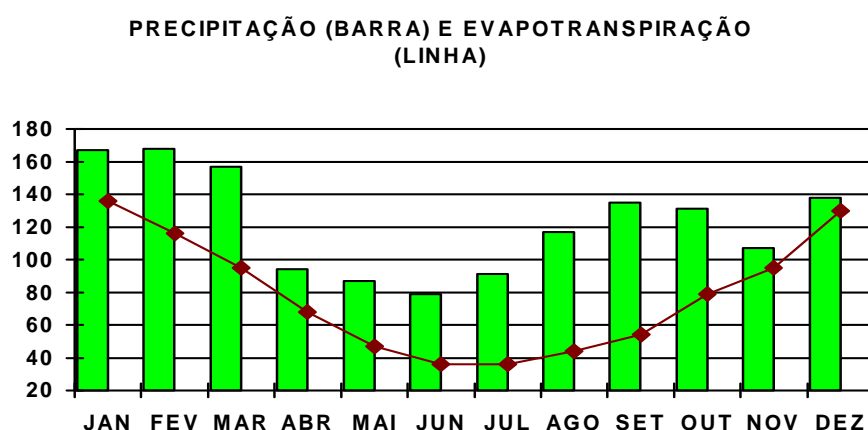


Figura 4 - Frequência de Precipitação e Evaporação na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Coruja/Bonito.

Fonte: EPAGRI (2000)

No ano de 2000, havia na bacia 63 propriedades com granjas de suínos. Muitas dessas propriedades associam a produção de suínos com a produção de gado de leite. As granjas totalizavam 69 mil animais e, considerando a área da bacia (52 km²), obtém-se uma densidade de 1.327 suínos/km², e 593,4 m³ de dejetos de suínos são produzidos diariamente (EPAGRI 2000). Porém, em pesquisas realizadas em 2006, verificou-se que o número de propriedades diminuiu para 49, fato este explicado pela desistência dos produtores em função da sua idade e não interesse dos filhos em continuar a atividade, crise nas exportações para o mercado Russo, principalmente, e também por alguns

produtores ter trocado a atividade, além das pressões ambientais sobre o setor. No entanto, em conversas com os produtores, das granjas que fecham, muitas em momento oportuno voltam a funcionar.

Algumas análises de água evidenciaram a poluição dos recursos hídricos na bacia, mormente no que diz respeito à quantidade de fosfatos, de nitratos, de coliformes fecais e totais, bem como, de sólidos totais e turbidez. Análises realizadas pela EPAGRI (*Apud* HADLICH, 2004), a pedido de produtores rurais, nos anos de 97 a 99, evidenciaram a poluição de recursos hídricos superficiais e subterrâneos por coliformes totais e fecais, em todo o Município, destacando-se comunidades como Rio Bonito e Pinheiral, situadas na bacia em estudo.

Conforme salienta Hadlich (2004), o uso dos rios como receptores finais, direto ou indireto, de dejetos produzidos por meio da atividade agropecuária, gera problemas ambientais importantes e conflitos de uso das águas superficiais, em virtude do comprometimento de sua qualidade.

Dessa forma, o principal conflito local ocorre entre as atividades agropecuárias, representadas principalmente pela suinocultura, e a atividade turística em expansão. A atividade turística engloba proprietários rurais que organizam atividades campestres. Entretanto, apesar do visual atrativo, o turismo rural é prejudicado pelo mau cheiro da água e a grande quantidade de borrachudos que afastam os visitantes. Outras reclamações, tanto dos moradores da sub-bacia quanto da área urbana do Município, estão relacionadas à incidência elevada de borrachudos e ao desagradável odor de dejetos no ar e na água (HADLICH, 2004).

Ressalte-se que não são somente as atividades rurais, as responsáveis por poluírem o rio. O rio Coruja/Bonito próximo à foz, perpassa a área urbana. Como o Município não possui um sistema de coleta de esgoto adequado, muitas habitações lançam o esgoto diretamente no curso d'água.

Segundo EPAGRI (2000), embora a Sub-bacia do Rio Coruja/Bonito esteja localizada numa região econômica e socialmente desenvolvida de Santa Catarina, não foge à regra no que diz respeito aos problemas de caráter ambiental, social e econômico encontrados em diversas regiões do Estado.

O modo como têm sido tratados os recursos naturais, principalmente quanto à má qualidade das águas dos rios em virtude da poluição por dejetos suínos e esgoto doméstico nas redes de drenagem, é preocupante. No caso específico da sub-bacia do Rio

Coruja/Bonito os dejetos da suinocultura têm grande significado quanto à poluição dos recursos hídricos (EPAGRI, 2000).

4.3 Avaliação dos Riscos de Poluição na Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito

Conforme dados do Levantamento Agropecuário Catarinense de 2002/2003 e dados atualizados em campo em julho de 2006, a Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Coruja/Bonito, apresenta um efetivo total de 52.648 suínos, distribuídos em 49 propriedades predominantemente pequenas, com menos de 20 ha em sua maioria. Esta quantidade de animais está distribuída em uma área de 5.258 ha (52 km²), possuindo uma densidade de 1012,46 animais por km².

Esses animais, são criados em sistema confinado, gerando, aproximadamente, 170.000 m³ de dejetos anuais. Os riscos de poluição são visíveis, pois, como se verá, a bacia possui sérios problemas nas instalações de granjas, sistemas de tratamento e condições de solos/fisiografia e declividade para a sustentação dessa atividade, causando ao meio ambiente problemas de poluição nas águas, no solo e no ar por meio dos odores e proliferação de mosquitos.

Na Figura 5 são mostrados espacialmente a distribuição das propriedades e o efetivo de suínos na sub-bacia.

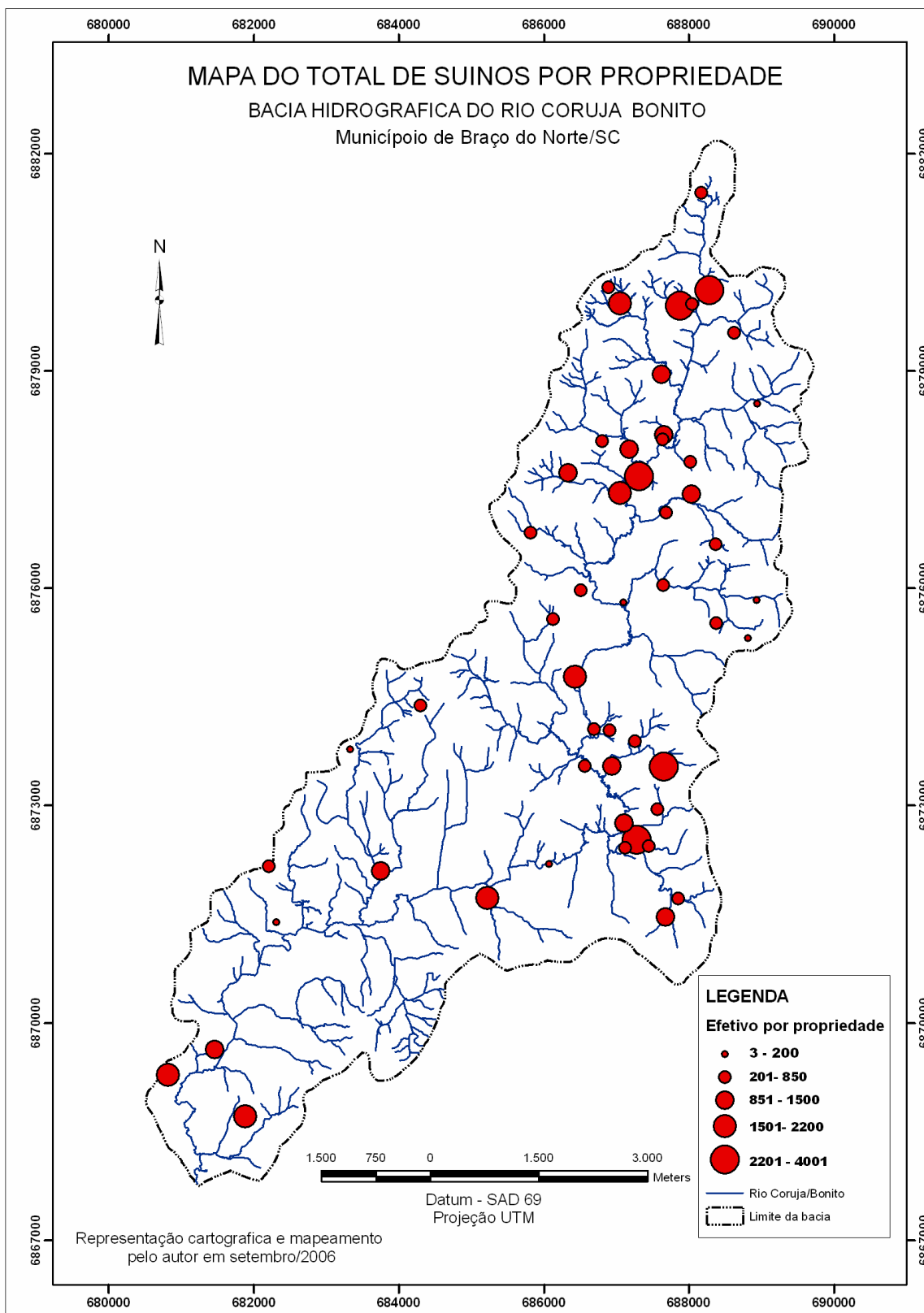


Figura 5 - Mapa de distribuição do efetivo por propriedade.

4.3.1 Tipos de Produção

Os tipos de produção são definidos conforme o produtor considerado efetue uma, algumas ou todas as etapas do ciclo completo de criação suínica.

Segundo a Embrapa (1998 p.19 e 20), a produção suínica pode ser classificada basicamente em:

Ciclo Completo (CC) é a criação que engloba todos os ciclos e que tem como produto o suíno terminado. Esse é o tipo de produção mais usual em todo o país e independe do tamanho do rebanho.

Produção de Leitões (UPL) é a produção que envolve a fase de reprodução e tem por produto final os leitões, estes podem ser leitões desmamados que têm em média 21 a 42 dias (6 a 10 kg) ou leitões para terminação que têm em média 50 a 70 dias (18 a 25 Kg).

Produção de Terminados (TERM) é a que envolve somente a fase de terminação e que tem por produto final o suíno terminado. Segundo EMBRAPA SUÍNOS E AVES (1998, p. 20), o criador adquire o leitão com 20 a 30kg e, portanto, só tem prédio de terminação.

Quando se adquirem leitões desmamados (6 a 10kg) precisa-se ter creche ou local de pré-terminação para abrigar os leitões antes de colocá-los no(s) prédio(s) de terminação.

Para a área em estudo, conforme pode-se verificar na Figura 6, a predominância do tipo de produção é a de ciclo completo (CC), com 66% das granjas de suínos; seu poder poluente é o maior de todos os tipos, em virtude de este modo realizar todo o ciclo.

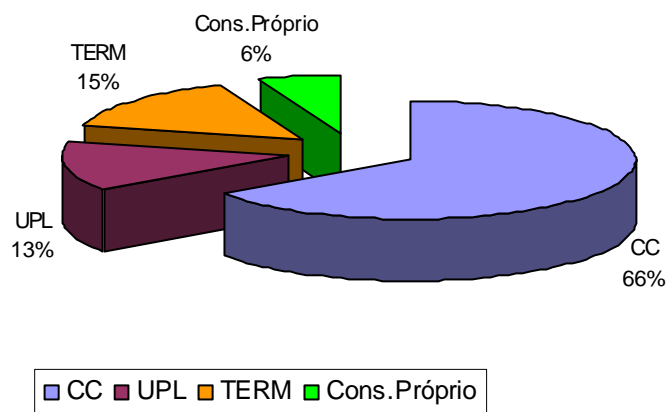


Figura 6 - Tipos de produção de suínos na Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito

Portanto, a maioria dos produtores suinícolas da Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito, efetua o ciclo completo da criação de suínos, o que significa, dado o montante da produção de suínos da sub-bacia considerada, que a atividade suinícola é intensa, como também o é a produção de dejetos oriundos dessa produção.

Noventa e quatro por cento da produção seguem demanda de mercado, trazendo seus riscos crescentes de poluição ambiental. Apenas 6% da produção podem ser enquadrados como de consumo próprio.

4.4 Análise dos Resultados segundo as Variáveis Seleccionadas

4.4.1 Proximidade das Pocilgas e Dejetos aos Recursos Hídricos

Antes de fazer a análise das propriedades em relação à proximidade dos rios, é importante salientar que, durante os trabalhos de campo, foi verificado que a sub-bacia possui uma rica rede de drenagem, porém, com suas margens completamente desmatadas e açudes represando suas águas em desacordo com a legislação. O rio fornece água limpa aos seres humanos e estes a devolvem extremamente poluída.

Com relação à proximidade das pocilgas com a rede de drenagem, verificou-se os resultados apresentados na Tabela 3 e na Figura 7

Tabela 3 - Distância das pocilgas em relação à rede de drenagem

Dist. Rede Dren. (m)	Pocilgas	Sistema Tratamento	Rebanho Total/Cabeças	Total/Dejeto m³/ Mês	Total Dejeto m³/Ano	% Dejeto
0 – 30	22	24	24.764	6.686	80.232	47,03
30 – 60	15	22	17.456	4.713	56.556	33,15
60 – 90	5	11	3.630	980	11.760	6,89
90 – 120	3	2	2.238	604	7.248	4,24
> 120	4	8	4.560	1.231	14.772	8,66
Total	49	67	52.648	14.214	170.568	100

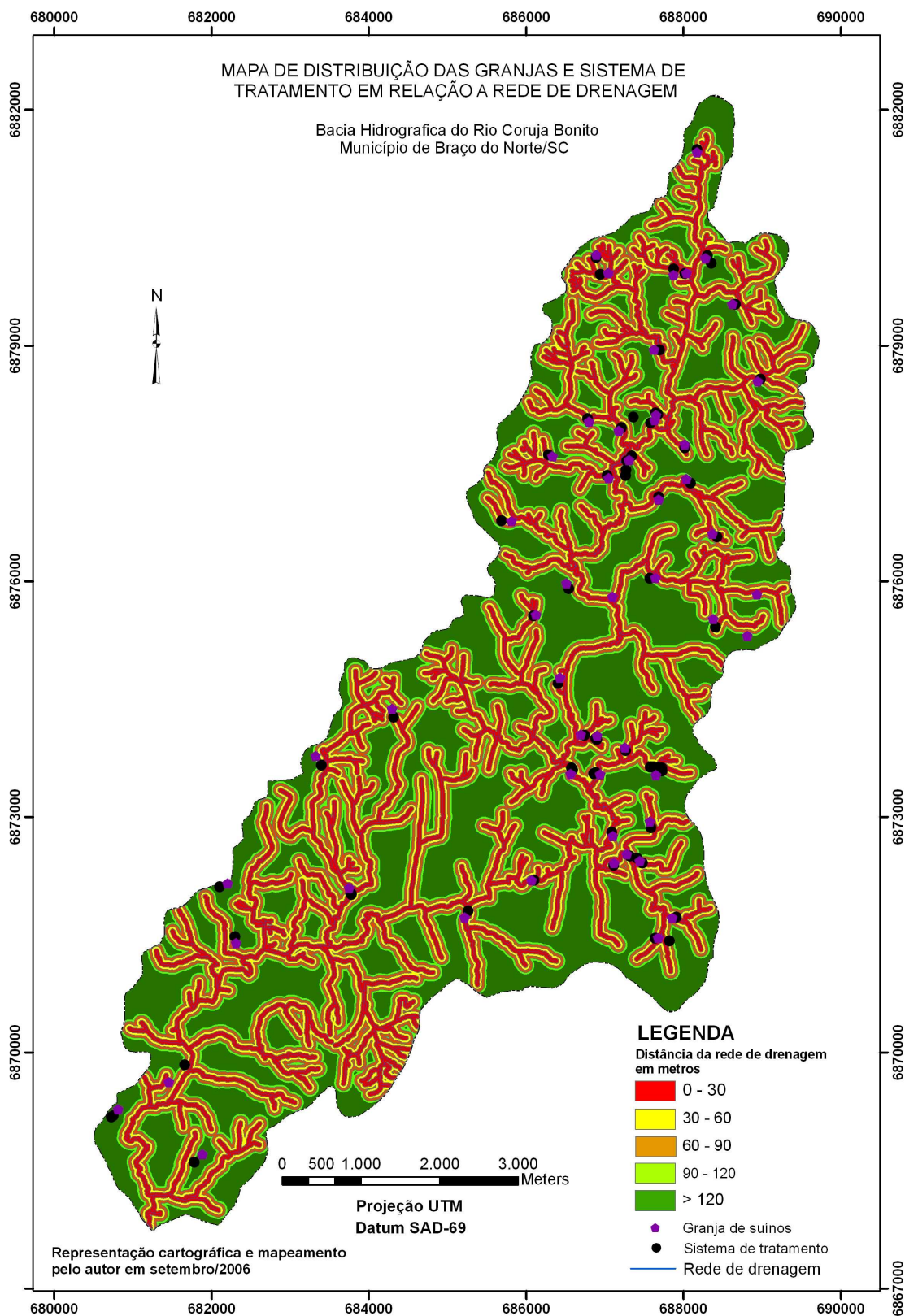


Figura 7 - Mapa da distribuição das pocilgas e sistemas de tratamento em relação à rede de drenagem

Na análise efetuada com relação à distância das pocilgas à rede de drenagem e produção de dejetos, verificou-se que 22 pocilgas e 24 sistemas de tratamento e 6.686 (47%) dos dejetos gerados ao mês estão numa distância de 0 a 30 metros do rio em desacordo com a legislação. Esta prevê que, em rios de até 10 metros de largura, a distância entre a pocilga e o rio deve ser de 30 metros. Portanto, o não cumprimento deste requisito legal, faz com que os riscos de poluição aumentem, pois em caso de chuva, higienização das instalações e transbordamento das esterqueiras ou outro acidente, os dejetos chegam com maior rapidez à rede de drenagem, ocasionando poluição nas águas dos rios, conforme pode ser observado nas Figuras 8 e 9.



Figura 8 - Sistema de tratamentos de dejetos próximos à rede de drenagem

Como pode ser visto na Figura 8, a fragilidade dos sistemas de tratamento de dejetos e sua proximidade com a rede de drenagem são fatos comuns observáveis na área de estudo.



Figura 9 - Granja em estado de conservação precário com escoamento dos resíduos na rede de drenagem que encontra-se bem próxima.

Conforme a Figura 9, a ruptura na lateral da granja facilita o escoamento e limpeza que são facilitados pela rica rede de drenagem da Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito e, também, pela declividade dos terrenos, facilitando o descarte dos efluentes gerados.

Com relação ao intervalo de 30 a 60 metros, foi feito o levantamento de 15 pocilgas, 22 sistemas de tratamento, com rebanho total de 17.456 cabeças, gerando um volume de 4.713m^3 de dejetos ao mês (33,15 %). No intervalo de 60 a 90 foram cadastradas 5 pocilgas, 11 sistemas de tratamento, com rebanho de 3.630 animais, gerando um volume de dejetos de 980m^3 ao mês. Com intervalo de 90 a 120, e > 120 metros de distância, foram localizadas 3 e 4 pocilgas, gerando um volume de dejetos de 604 e 1231m^3 , representando, percentualmente, 4,24 e 8,66 por cento. Portanto, quanto mais próximas as pocilgas estiverem dos rios e maiores quantidades de dejetos gerados, maior o risco de poluição.

Verifica-se, pela tabela 3, que 80,18% dos SPSs, ou granjas de suínos, estão em uma área de proximidade de, no máximo, 60 metros de distância dos rios e afluentes que compõem a Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito, gerando $136.788\text{m}^3/\text{ano}$ de dejetos depositados e tratados numa proximidade muito perigosa com a rede hídrica.

Considerando-se, ainda, a precariedade das pocilgas e dos sistemas de tratamento, em grande parte, irregularmente construídos do ponto de vista técnico e legal, e geralmente danificados, facilitando ainda mais o lançamento de dejetos diretamente nos rios; caracterizam que os riscos são realmente muito altos, além dos aspectos físicos ambientais. Bastariam estes dados, sobre a presença próxima de 80,23% (tabela 3) dos dejetos próximos às águas correntes, para que se determine a Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito como uma área em grave risco ambiental em relação aos recursos hídricos, devido à produção suinícola na área.

Em conversas com os produtores de suínos, eles informaram que há trinta anos, não havia esta preocupação que se tem hoje com dejetos no rio e a proximidade dos mesmos com a rede de drenagem. Na época era até aconselhável a instalação de granjas de suínos próxima aos rios, pois facilitava a lavagem e o descarte dos efluentes rio abaixo².

Contudo, atualmente, as coisas são radicalmente diferentes. Além do excesso de proximidade das pocilgas e de seus dejetos à rede de drenagem, da inadequada conservação das instalações, dos sistemas de tratamento deficitários, dos desmatamentos em larga escala em torno da rede de drenagem considerada, há, ainda, um outro fator que pode aumentar os riscos de poluição hídrica. Esse fator é o manejo inadequado da água que está relacionado com os desperdícios dos bebedouros pelos suínos, (tipo, vazão e pressão), entrada de água da chuva e os excessos no volume dos efluentes, contribuindo para o risco de poluição.

4.4.2 Sistemas de Armazenamento e Tratamento

Por ser o dejetos de suínos altamente poluidor, se faz-se necessário o tratamento antes da sua utilização como fertilizante.

Diversos autores chamam a atenção para o uso indiscriminado de dejetos no solo. O uso de dejetos em excesso é um poluidor e não um fertilizante (SEGANFREDO, 1999).

Na esterqueira, o dejetos deve ser armazenado por 120 dias e só após este período é espalhado sobre as áreas agrícolas. No entanto, na prática não é isso que ocorre. A grande maioria das esterqueiras recebe dejetos diariamente; o suinocultor não tem esse controle,

² Com relação aos dejetos, os mesmos são compostos por urina, fezes, resíduos de rações, excesso de água dos bebedouros, água da chuva e água utilizada na limpeza das granjas.

apenas leva para a lavoura os dejetos quando a esterqueira está cheia ou leva-os quando sente a necessidade de aplicação, conforme a Figura 10.



Figura 10 - Esterqueira transbordando e inadequadamente construída, com buraco aberto no solo sem revestimento contra a infiltração.

Pela Figura 10 pode-se observar uma esterqueira transbordando completamente e sem revestimento interno; bem perto dali, na vegetação, passa a rede de drenagem.

Na bacia, o sistema de tratamento predominante é a esterqueira pois esta é de fácil manejo e de baixo custo. Durante a saída de campo, verificou-se que na bacia existem esterqueiras cobertas para evitar o recebimento de água da chuva, revestidas com lona preta, conforme a Figura 11.



Figura 11 - Sistema de tratamento inadequado, com revestimento de lona completamente deteriorada pela ação do tempo. Ao fundo, escoamento de dejetos para o rio.

Na Figura 11, pode-se verificar uma esterqueira revestida com lona, material frágil que, devido às intempéries do clima, rasga-se deixando os efluentes infiltrarem-se no solo. Ao fundo, há o escoamento de dejetos da granja diretamente no córrego que fica na parte inferior esquerda.

Muitas granjas, com suas esterqueiras mal localizadas e em estado avançado de deterioração, apresentando-as sem revestimento interno e, também, algumas com buracos abertos diretamente no solo, conforme Figura 12, e outras, ainda, com as suas capacidades de recebimento de dejetos esgotadas, pois, é típico na sub-bacia estudada, granjas de suínos muito próximas aos rios e esterqueiras subdimensionadas, completamente cheias escoando o dejetos para os rios.



Figura 12 - Pocilga danificada com saída de dejetos diretamente nos rios

A Figura 12 mostra uma pocilga em péssimo estado de conservação. Podem-se observar vários pontos na lateral com saída de dejetos atingindo os rios.

A mesma situação se repete por toda parte, em termos de suinocultura na Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito. A proximidade das granjas e de seus sistemas de tratamento dos cursos d'água existentes e a precariedade das instalações das granjas e seus sistemas de tratamentos de dejetos, aumentam o risco de poluição das águas.

Diante do exposto, conclui-se que as proximidades das instalações suinícolas nesta sub-bacia é fator ponderal na hora de estabelecer a sobreposição dos mapas.

4.4.3 Declividade

Como foi descrito no método, o mapa de declividade foi gerado com base nas cartas topográficas do IBGE, 1:50.000, com curvas equidistantes de 20 m. Portanto, com certa limitação para esta análise. A declividade torna-se muito importante na hora da instalação de uma granja de suínos, pois, em caso de vazão ou transbordamento, os dejetos chegam de forma rápida até os cursos d'água. Também têm seu forte papel na erosão dos solos e escorrimento de dejetos que são espalhados no solo.

Para análise desses parâmetros, foram sobrepostos os pontos tomados com GPS das propriedades suinícolas, sobre o mapa de declividade e se estabeleceram os intervalos, conforme Tabela 4 e o mapa de declividade da área de estudo na Figura 14.

Tabela 4 - Áreas e percentagens das classes de declividades

Classes De Declividade (%)	Área Em (Ha)	%	Granjas	Sist Trat.
0 a 8	2.842,47	54	39	47
8 a 13	952,49	18	5	11
13 a 20	881,69	17	4	7
20 a 45	575,08	11	1	2
> 45	6,87	0,1	0	0
Total	5.258,6	100	49	67

As áreas de maior incidência das instalações (39 granjas) estão em locais com declividades de 0 a 8 % em relevo plano uniforme ou dissecado ou em suave ondulado uniforme, representando 54 % da área de estudo. Com 8 a 13 % de declividade, com relevo suave ondulado dissecado e ondulado uniforme, 5 granjas, e 11 sistemas de tratamento, representando 18 % da área de estudo.

Apresentando de 13 a 20 % de declividade, em relevo suave ondulado muito dissecado, estão 4 granjas e 7 sistemas de tratamento, representando 17 % da área. Com declividade de 20 a 45, em relevo muito dissecado e forte ondulado, representando 11 % da área de estudo, há 1 granja e 2 sistemas de tratamento, e, em terrenos com mais de 45%

de declividade não foram encontradas granjas e nem sistema de tratamento, que segundo Bertoni (1985 p.236), “são declives somente trabalháveis mecanicamente por máquinas simples de tração animal, assim mesmo com limitações seríssimas”, portanto deve-se evitar o uso dessas áreas com suinocultura.

Como a maior parte das granjas está em áreas de baixa declividade, poder-se-ia afirmar que esse fator de risco de poluição não é tão alto quanto aqueles representados pela proximidade das pocilgas e dos sistemas de tratamento da rede de drenagem. No entanto, os produtores de suínos espalham os dejetos em áreas com declividade elevada através por exemplo do sistema moto-bomba conforme figura 13. Também é preciso verificar que 46% das granjas e sistemas de tratamento estão na faixa de 8 a 45 % de declividade, 28% estão na faixa de 13 a 45%.

Portanto, pode-se afirmar que a declividade dos terrenos é, também, um fator de risco de poluição na sub-bacia considerada, ainda mais, sabendo-se que as granjas em terrenos de baixa declividade estão praticamente à beira dos rios, córregos e próximos a solos não aptos para recebimento de dejetos. Pode-se concluir então que quanto maior a declividade, maior será o risco de poluição por escoamento de dejetos suínos e, portanto, maior será o peso a ser estabelecido para este mapa.

A Figura 13 mostra um sistema de distribuição de dejetos de suínos por intermédio de captação de sistema moto-bomba elétrica e “aspersores tipo canhão”. Em seguida, é apresentado o mapa de declividade com a sobreposição das granjas de suínos.



Figura 13 - Espalhamento dos dejetos por meio do sistema de moto-bomba

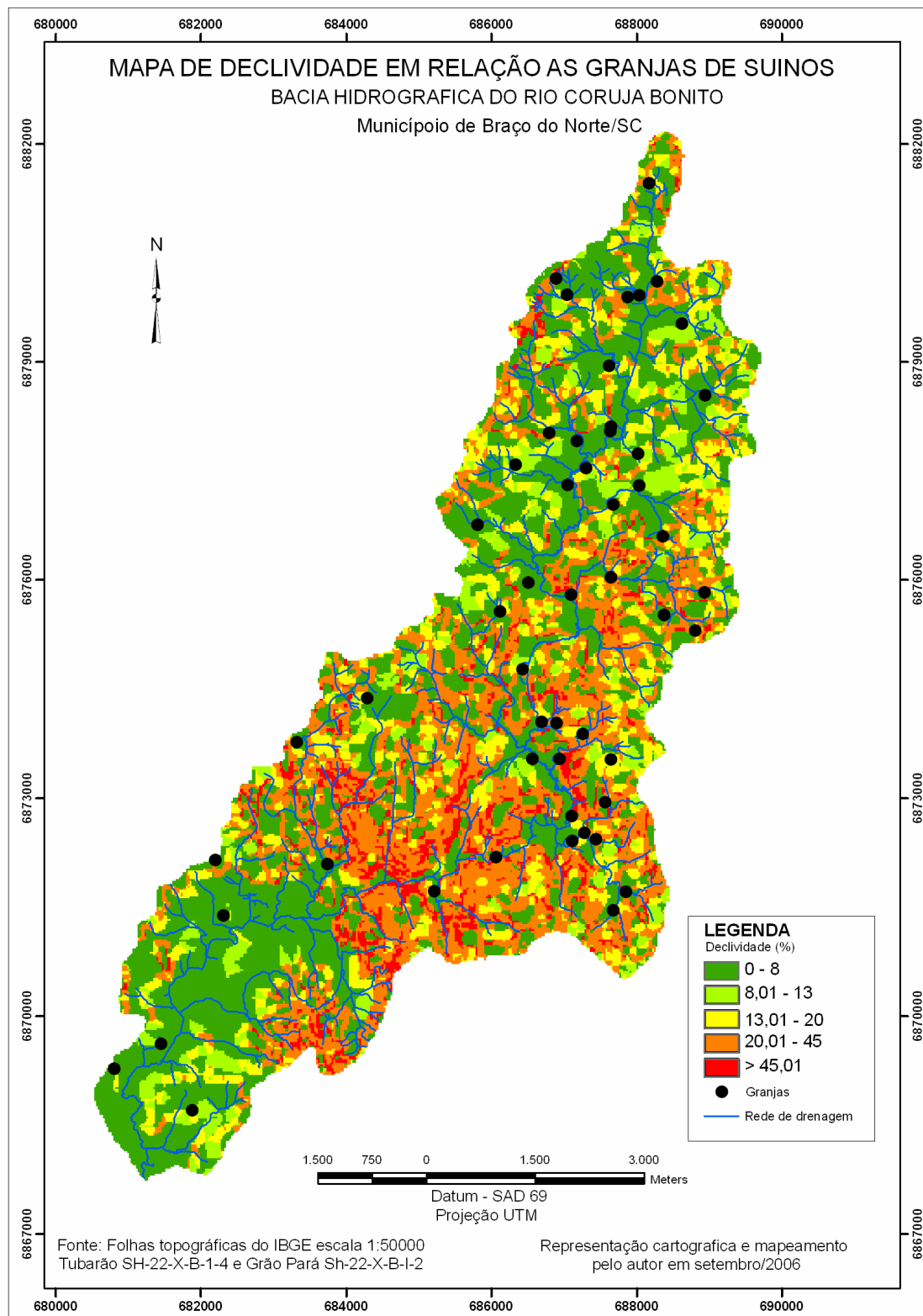


Figura 14 - Mapa da área de estudo com sobreposição das granjas de suínos em relação à declividade

4.4.4 Análise Segundo os Tipos de Solos e Fisiografia

Para a análise e classificação dos tipos de solos e fisiografia quanto ao risco de poluição pelo recebimento de dejetos, utilizaram-se dados da EPAGRI (2000) e da metodologia de SOUZA et al. (2005) e IAP (2001) nos quais entra-se com os parâmetros de solo e relevo, classificando-se as terras em cinco classes de risco ambiental para recebimento de dejetos.

Os tipos de solos e classes fisiográficas mapeados na sub-bacia e conforme tabela 5 foram: NITOSSOLO HÁPLICO Distrófico argissólico (Nxd) foi encontrado nas Encostas (Encosta Erosional-Ee com declividade variando de 35 a 60%, Encosta erosional coluvial 1-Eec1 com declividade variando de 20 a 35% Encosta erosional coluvial 2 – Eec2 com declividade variando de 8 a 20%).

Na Ee as características marcantes são de relevo dominante, forte ondulado a montanhoso, com declividade medida de 45%. São áreas tipicamente erosionais, apresentando características de solos profundos, suscetibilidade à erosão muito forte, pedregosidade forte e bem drenado, hidromorfismo nulo e textura moderada (entre 15 a 35% de argila). Apesar de não existir nenhuma granja nesse tipo de fisiografia, conforme a Tabela 5, os produtores de suínos espalham dejetos com fins de adubagem e descarte nos solos, mas as quantias aplicadas podem não ser as recomendadas, pois não são feitas análises anuais dos solos e não se sabe a capacidade de carga suportada pelos mesmos quanto à fertilização e não há controle também sobre as dosagem de aplicações nas culturas.

De acordo com os parâmetros acima, estas terras foram consideradas de alto risco ambiental devido ao relevo ser acidentado, não se prestando para recebimento de dejetos, pois em épocas chuvosas, o carreamento de material para os rios é intenso, representando um alto risco de poluição por dejetos de suínos. Um outro parâmetro relativo ao solo a considerar é o fato de ele apresentar afloramentos rochosos, dificultando a utilização de equipamentos agrícolas para aplicação de dejetos.

Na classe fisiográfica Encosta erosional coluvial 1 (Eec1), localizando-se logo abaixo das Encostas Erosionais, foram coletados 3 pontos de solos com características físicas muito próximas às das Encostas erosionais, com mesmo tipo de solo, tendo também

como fator limitante o relevo dissecado e forte em pedregosidade. Essas são consideradas terras com alto risco de poluição. Nesse solo e fisiografia foram cadastradas 5 granjas.

A classe fisiográfica Encosta erosional coluvial 2 – (Eec2), também localizada logo abaixo da Encosta erosional, difere basicamente em termos de declividade por ser mais suave em relação à Eec1 (o que propicia condições melhores para uso agropecuário). Foram coletados 2 pontos de solos com as seguintes características: relevo dominante ondulado de 13 a 20 %, com solos moderadamente pedregosos, profundos (1,20 a 2,00m) com textura moderada de 15 a 35% de argila e bem drenados, argilosos profundos permeáveis. Essas terras foram classificadas como sendo de médio risco ambiental para recebimento de dejetos e foram cadastradas 14 granjas de suínos o equivalente a 28, 57 % do total.

Com relação à classe de fisiografia Terraço aluvial – Ta, com o tipo de solo CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico glêico (Cxbd), localizado próximo a foz do rio Coruja/Bonito, Foi coletado um ponto relevante para a classificação quanto ao risco de poluição por dejetos, destacando-se as seguintes características: o relevo dominante é plano; declividade suave ondulado, a profundidade efetiva pouco profundo (60 cm), solo não pedregoso e imperfeitamente drenado, a partir dos 65cm (EPAGRI, 2000 p.57). Essas terras foram classificadas como de alto risco ambiental, devido à profundidade ser moderada (65 cm), e possuir textura moderada (15 a 35%) e, principalmente, por apresentar drenagem imperfeita com permeabilidade lenta entre 30 e 60 cm.

Com relação aos fundos de vales conforme figura 15, ocupando uma área de 25% da bacia, foram classificados, segundo EPAGRI (2000), em Fundo de vale erosional (FVe), Fundo de vale coluvial aluvial (FVca) e Fundo de vale aluvial coluvial (FVac). Com exceção do FVe, Os demais se constituem-se em áreas próximas ao lençol freático, com terrenos planos formados na maioria das áreas de influência dos rios que compõem a sub-bacia. A proximidade com o lençol freático (menos de 60 cm), baixa altitude e áreas sujeitas a inundações e próximas aos rios, determinam as condições de má drenagem.

A Figura 15 mostra o Rio Coruja/Bonito passando em uma paisagem de fundo de vale aluvial coluvial. Como pode ser visto, é rara a presença de mata ciliar ao longo de toda a rede de drenagem. Em vários trechos verificou-se que a falta de mata ciliar, erosão, poluição e a colocação do gado para pastar nestas áreas, fazem com que lentamente o rio vá perdendo sua vazão e, aos pouco sua vida.



Figura 15 - Paisagem de Fundo de vale aluvial coluvial sem a presença da mata ciliar, hoje transformada em pastagens

Nessas paisagens foram coletados 3 pontos de amostragem de solos e classificados como GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico incéptico (GXbd), apresentando as seguintes características predominantes: relevo plano uniforme ou dissecado (0 a 3%) ou suave ondulado uniforme (3 a 8%), sem pedregosidade, com profundidade rasa (0,30 a 0,60 m), com textura arenosa (15% de argila e mais de 70 % de areia) e drenagem imperfeita/lenta. Pela legislação (Código Florestal Lei N° 7803, de 18.07.89), estas terras são consideradas de preservação permanente por ocuparem faixas marginais aos rios, que neste caso, rios com 0 a 10m de largura, devem ser ocupadas com matas ciliares com trinta metros (30m) de largura. Estas terras foram classificadas, por suas características, de alto risco de poluição. Nestas paisagens, e tipo de solos conforme tabela 5 estão instaladas 27 granjas de suínos o que correspondendo a 55 % das granjas.

Por último, o Fundo de vale erosional que possui como características marcantes fundos de vales estreitos, com pouca área de várzeas e que, segundo EPAGRI (2000), os solos são representados por Cambissolos e Neossolos Litólicos, com as seguintes

características: pendentes curtas, pequenas larguras, pedregosidade abundante, apresentando proximidade com os cursos d'água, fortes declividades e tendo como consequência alta velocidade de escoamento das águas, consistindo em áreas de alto risco ambiental e, por isso mesmo, constituem, segundo a legislação vigente, áreas de preservação permanente. As áreas ocupadas por essa paisagem e tipo de solo, apresentam 107 ha correspondente a 2,03% da área, com duas granjas instaladas.

Tabela 5 - Tipos de solos, fisiografia X Granjas de suínos

Tipos de solos/Fisiografia	Risco Poluição	Área (ha)	% Área	Granjas
Nxd/Ee	terras de alto risco	440	8,37	0
Nxd/Eec1	terras de alto risco	1680	31,96	5
Nxd/Eec2	terras de médio risco	1812	34,47	14
Gxbd/Fvca	terras de alto risco	895	17,02	27
Gxbd/Fvac	terras de alto risco	273	5,19	0
*Fve	terras de alto risco	107	2,03	2
Cxbd/Ta	terras de alto risco	49	0,93	1
total		5.256	100	49

Conforme tabela 5 e figura 16 verifica-se que, em relação ao tipo de solo e fisiografia, 34,47% das granjas de suínos se encontram em terrenos de médio risco de poluição por dejetos, isto é, as encostas erosionais de baixa declividade e solos Nxd. A maioria das granjas, em relação ao tipo de solo, apresenta, também, altos riscos de poluição hídrica. De acordo com o método utilizado, não foi classificada nenhuma área de baixo risco de poluição, todos os pontos estudados apresentam riscos de médio a alto.

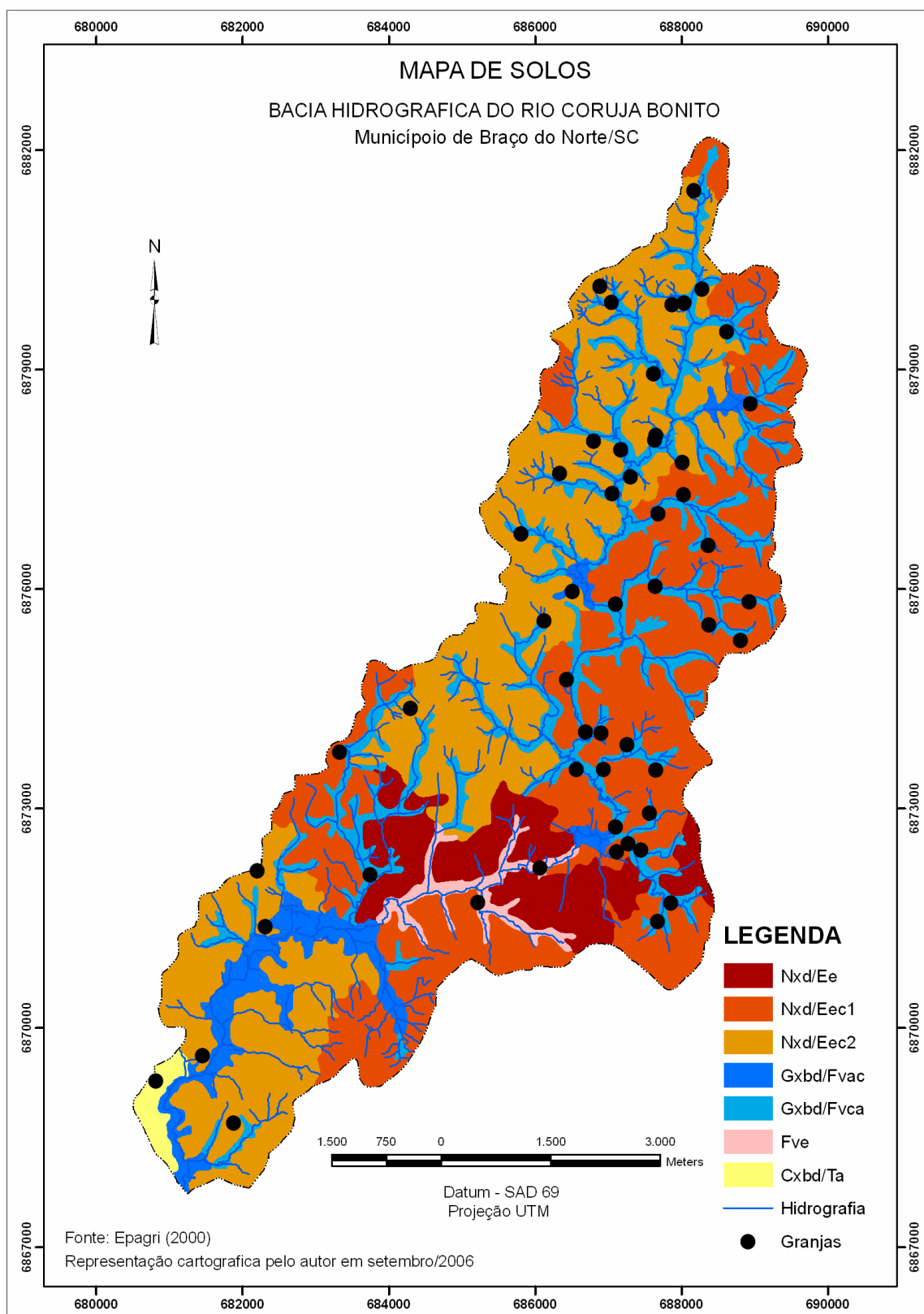


Figura 16 - Mapa dos tipos de solos da Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito com a sobreposição das granjas.

4.4.5 Análise do Uso do Solo

Com relação à análise do mapa de uso do solo, cabe salientar a importância das culturas anuais, campo e reflorestamento numa bacia com criação de suínos, pois são áreas com potenciais para recebimento de dejetos, observando as características fisiográficas dos solos.

Os diversos percentuais de usos do solo na Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito podem ser visualizados na Figura 17; especialmente no mapa de uso do solo na figura 18 e na figura 19, uma vista com paisagem da Encosta erosional coluviais (Eec) com dominância de declividade abaixo de 15% , sendo explorada com culturas anuais e pastagens.

As culturas anuais (Ca) como milho, fumo, feijão representam 18% da sub-bacia, cerca de 50% estão ocupados por campo e pastagens (Cam), a presença de florestas (F) ocupa apenas 19% e, há somente 3% do solo ocupado por reflorestamentos (Fr); a Capoeira (Cpo) ocupa 7% dos usos solos e 3% correspondem à área hurbana (H).

Em relação às práticas de manejo do solo, observou-se, na maioria das propriedades o preparo do solo é feito de maneira convencional, ou seja, com trator e arado e em algumas glebas com cultivo mínimo e plantio direto. Considerando aspectos conservacionistas, o reflorestamento é insuficiente em áreas e em relação ao montante de desmatamento, além de possuir caráter comercial e uso na propriedade. Os pastos sozinhos representam metade do uso do solo da sub-bacia. Esta possui mais de 80% de áreas desmatadas; com as péssimas condições das granjas e das esterqueiras, boa parte do volume de dejetos de suínos acaba, cedo, ou mais tarde, nas águas do Rio Coruja/Bonito.

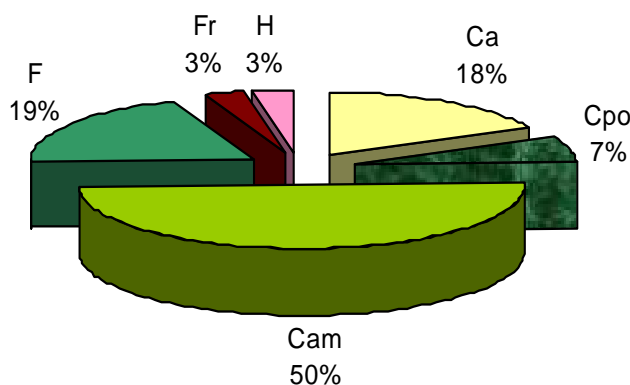


Figura 17 - Uso do solo

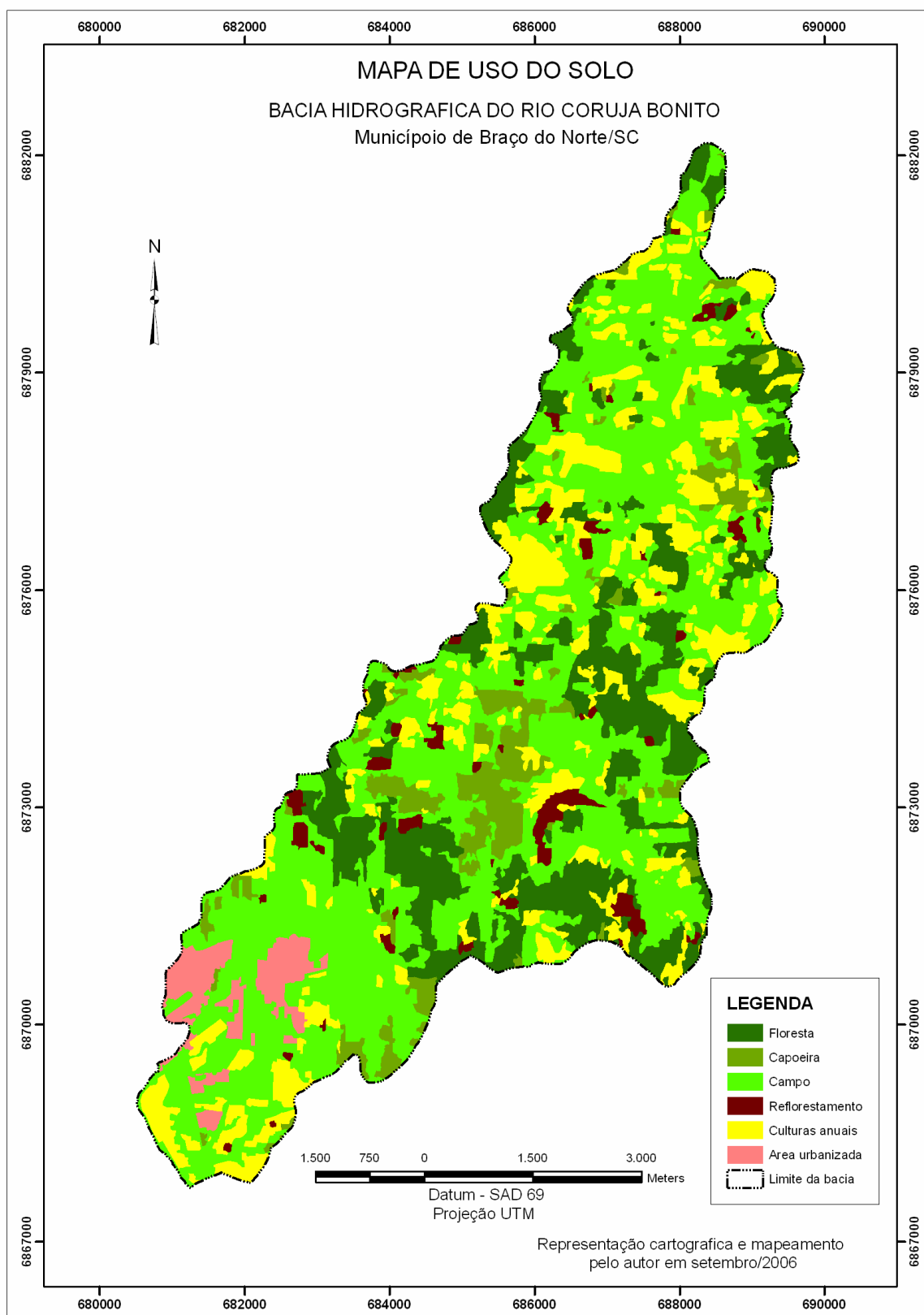


Figura 18 - Mapa do uso do solo ba Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito



Figura 19 - Vista de uma Encosta erosional-coluvial (Eec) com culturas anuais e pastagens.

Verifica-se, conforme figuras 17 e 18, que 81% da área da Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito estão totalmente sob o domínio do efeito antrópico, isto é, 81% do solo encontra-se ocupado pelas atividades humanas. Portanto, a sub-bacia considerada apresenta, somente pela análise do uso do solo, um potencial de risco ambiental muito grande, intensificado, ainda, por todas as outras variáveis apontadas nessa pesquisa que indicam médio e altos riscos de poluição por dejetos suínos.

4.4.6 Erosão dos Solos

A erosão dos solos com conseqüência no assoreamento de cursos d'água, reservatórios, perda da fertilidade, destaca-se como um dos importantes problemas ambientais e econômicos na área de estudo, já que parte deste material contaminado com dejetos de suínos vai parar nos cursos d'água.

Para calcular as perdas, utilizou-se a equação universal de perdas de solos *USLE*, que permitiu estimar a erosão, sob as mais variadas condições de uso e manejo do solo, declividade, comprimento de rampa, tipos de solos, chuva e práticas conservacionistas.

Por meio de cálculos e uso do SIG, possibilitaram-se estimar e identificar espacialmente em que locais da sub-bacia, ocorrem as maiores ou menores perdas de solos.

Cada tipo de solo, possui um potencial tolerável para erosão; diante disto, a perda de solo é considerada muito alta, quando é definida como aquela que está acima do tolerável para os tipos de solo considerados. Para os tipos de solos encontrados na área, está calculado em 7,3 a 9,8 t/ha/ano, conforme PUNDEK (1994 p.114).

Dessa forma, a perda de solos, foi classificada conforme Tabela 6 em cinco classes a saber: de 0 -3 (muito baixo), 3 -5 (baixo), 5 -7 (médio), 7 - 16 (alto) e > 16 (muito alto).

A Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito apresenta perdas de solos entre muito baixo e baixo em 3.273 ha, ocupando (62,27%) e potencial entre médio e alto em uma área de 903 ha, ocupando (17,18 % da área total). As perdas de solos classificadas como muito alto estão distribuídas numa área de 1.079 ha perfazendo 20,53%. Essa perda pode ser visualizada espacialmente na figura 19, na qual os fatores de declividade, comprimento de rampa e uso nas áreas mais escuras, influenciam bastante essas perdas.

Se considerarmos apenas a perda efetiva determinada como sendo aquela que está acima do tolerável para os tipos de solo da sub-bacia, tem-se uma área com erosão correspondendo acima do tolerável em 1.485 ha ou seja 28,25.% da área da sub-bacia.

Tabela 6 - Perdas de solos na sub-bacia do rio coruja/bonito

Perdas de solos (t/ha/ano)	Classes de perdas	Área (ha)	% da área total
0 - 3	muito baixo	2.272	43,23
3,01 - 5	baixo	1.001	19,04
5,01 - 7	médio	497	9,46
7,01 - 16	alto	406	7,72
> 16	muito alto	1.079	20,53
total		5.255	100

Cabe salientar que, em função das limitações de métodos para aplicação na equação da USLE, os resultados devem ser tomados como indicativo ambiental e que necessitam de validações experimentais para confirmação. No entanto, os resultados mostraram que a erosão existe e que precisa de ação de caráter preventivo e corretivo de um bom planejamento da ocupação do solo e utilização de práticas conservacionistas.

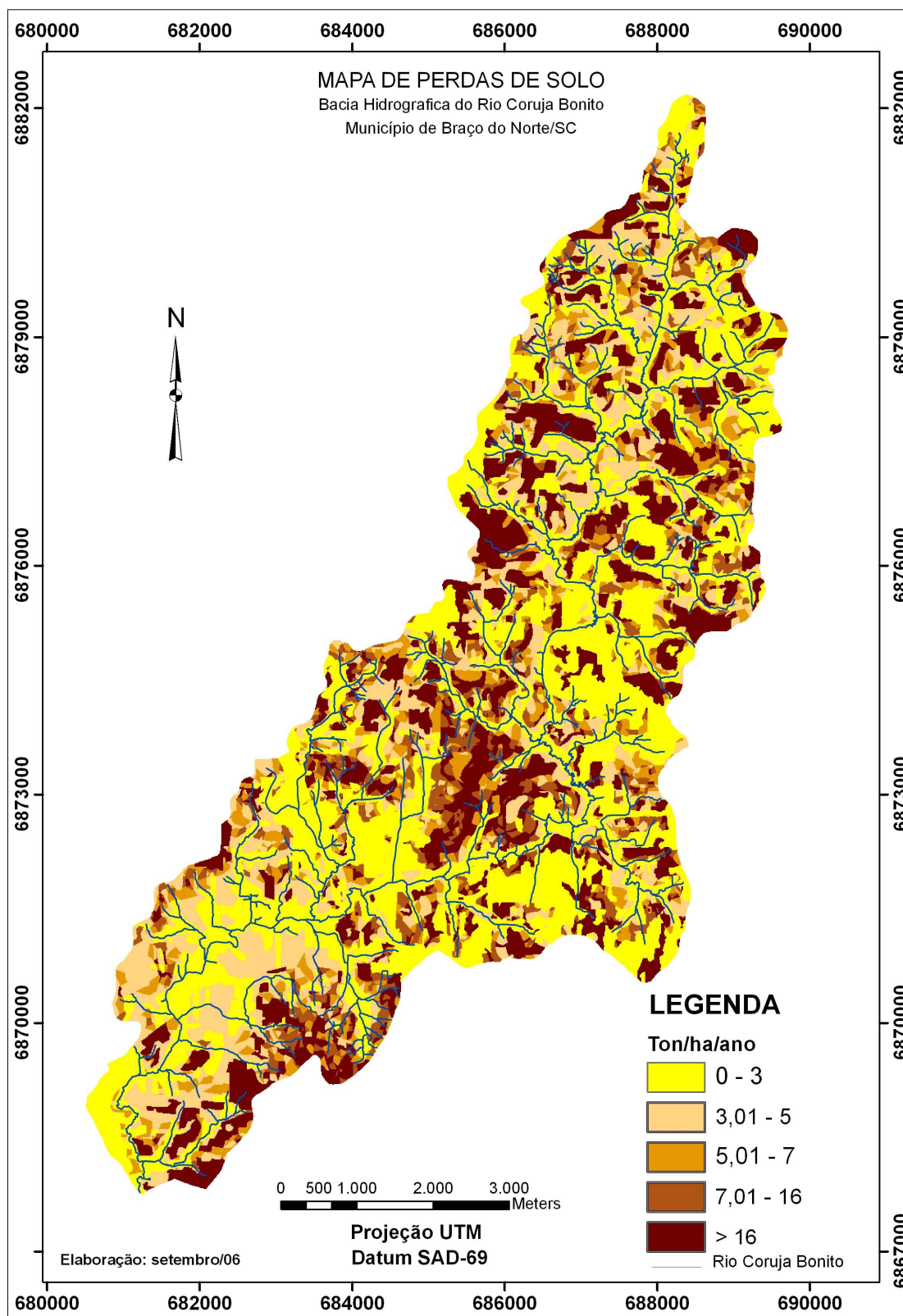


Figura 20 - Mapa de perdas dos solos

4.5 Carta Síntese de Risco

A Carta Síntese de Risco, de poluição por dejetos de suínos em águas superficiais, foi obtida utilizando-se os mapas temáticos elaborados, legislação, análise espacial em SIG e técnicas de processo analítico hierárquico, por intermédio do software AHP (ver Apêndice C).

Os mapas temáticos e suas classes, receberam pesos segundo o grau de importância quanto ao risco de poluição. Quanto maior o valor estabelecido, maior foi classificado o risco de poluição, conforme pode-se verificar no apêndice B.

Após esta etapa, esses valores foram inseridos em uma coluna nos mapas temáticos, via SIG, e posteriormente, convertidos para o formato *Raster*, para sobreposição. Os mapas de tipos de solos, declividade, rede drenagem e fisiografia, após sobreposição, geraram o mapa físico ou de vulnerabilidade e os mapas de uso do solo, densidade de dejetos, distancias das esterqueiras, geraram o mapa de ação antrópica; e a sobreposição destes dois mapas, gerou o mapa síntese de risco na escala 1:25.000, denominado de Áreas de Risco de Poluição por Dejetos de Suínos, recebendo a seguinte classificação quanto ao risco conforme (tabela 7 e figura 20): muito baixo entre (0 – 0,3253), baixo (0,3253 – 0,3918), médio (0,3918 - 0,4534), alto (0,4534 - 0,5504) e muito alto risco de (0,5504 - 0,7515).

Tabela 7 - Resultado da sobreposição dos mapas temáticos, quanto ao risco de poluição por dejetos de suínos

Quantificação do risco	Qualificação do risco	Área (ha)	% da área total
0,123 – 0,3253	muito baixo	554	10,56
0,3253 - 0,3918	baixo	1.435	27,36
0,3918 - 0,4534	médio	1.567	29,88
0,4534 - 0,5504	alto	1.116	21,28
0,5504 - 0,7515	muito alto	572	10,90
total		5.244	100

Apesar de o risco alto e muito alto apresentarem somente 32,18 % da área total da sub-bacia, não significa dizer que as águas superficiais só estão em risco ou poluídas nesta área, pois sabe-se que as águas do rio estão em movimento constante e que a quantidade lançada direta ou indiretamente no rio se espalha ao longo da rede de drenagem e que áreas de risco muito baixo e baixo podem apresentar também parâmetros físicos e químicos

acima do aceitável pela legislação. Assim sendo, monitoramento constante das águas é importante para acompanhamento dos efeitos das medidas a serem tomadas

Conforme descrito no método e devido ao tamanho do mapa síntese de risco por poluição de dejetos suínos em escala 1:25000, foi inserido como apêndice e pode ser visto reduzido na figura. 21.

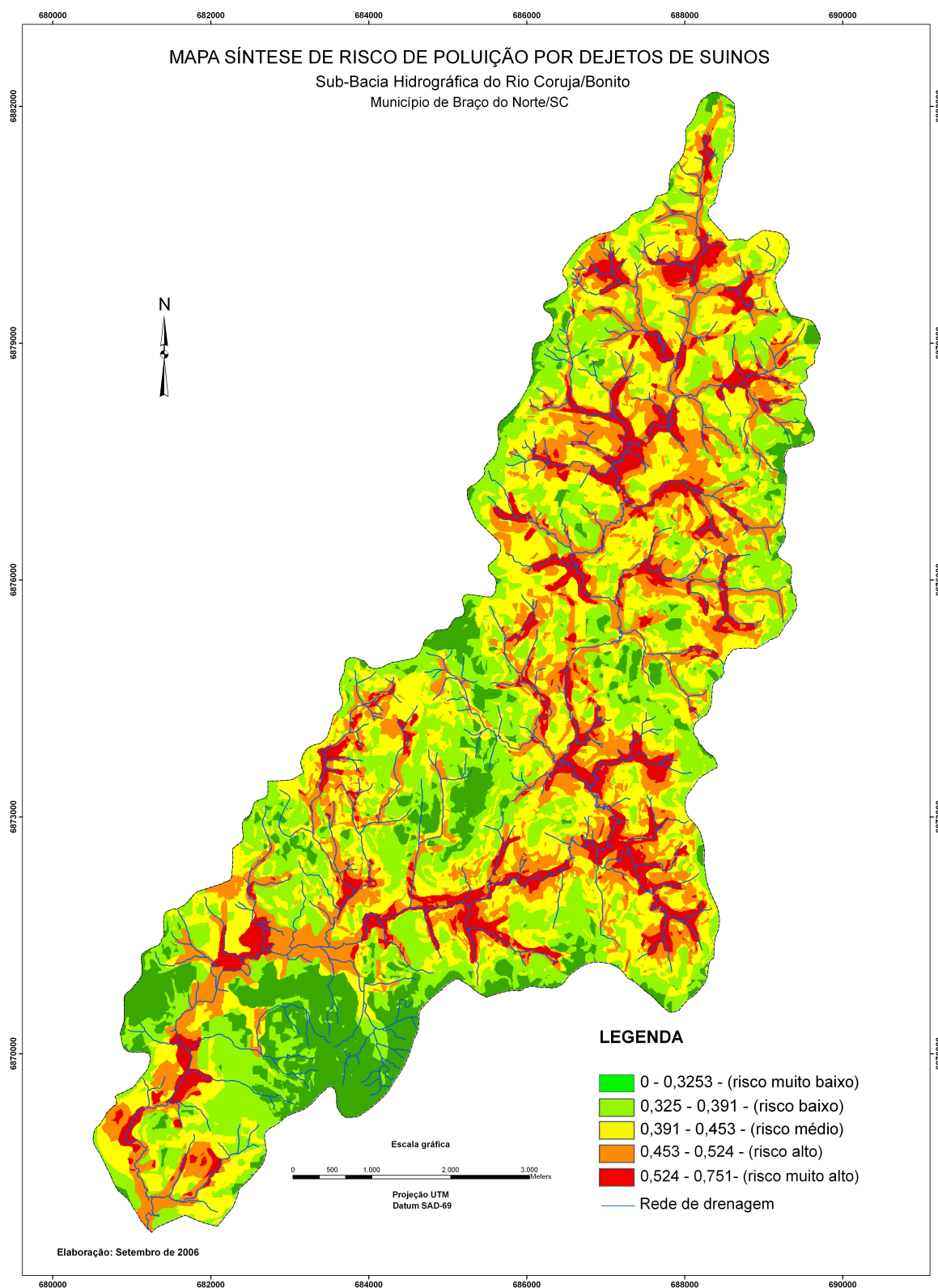


Figura 21 - Mapa síntese de risco da poluição suinícola.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

5.1 Considerações Finais

A produção suinícola trouxe certa prosperidade aos produtores da região da Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito, porém, ocasionou também problemas ambientais. Percebeu-se que desde a implantação do sistema de exploração suinícola na região, em décadas passadas, houve a falta de um cadastro técnico rural ambiental eficiente e detalhado à escala da propriedade rural. Dessa forma, sem conhecer efetivamente o ambiente, seus problemas e potenciais, tornou-se difícil a execução de um planejamento e/ou reordenamento físico territorial, desencadeando num processo atual seriamente comprometedor da rede de recursos hídricos e solos existentes na área. Os dados desta pesquisa mostram algo mais do que riscos de poluição ambiental, revelam a evidência desta poluição. Os riscos de poluição hídrica por dejetos suinícolas, segundo diversas variáveis pertinentes, por meio das técnicas de geoprocessamento, foram levantados e avaliados conforme o objetivo principal desta dissertação.

Os objetivos específicos de mapeamento das áreas e variáveis geoespaciais também foram alcançados, resultando num mapa final que aponta as áreas de risco pela sobreposição desses mapas.

A partir da geração dos mapas temáticos primários, bem como do mapa de risco, conforme o método aplicado no desenvolvimento do projeto, há a possibilidade de executar um reordenamento territorial prévio. Isso significa utilizar e otimizar, bem como racionalizar o uso e ocupação do solo, considerando parâmetros ambientais de preservação, especialmente aos processos de poluição das águas superficiais.

A escala de execução não atingiu plenamente a necessidade do cadastro, uma vez que o objeto de interesse, ou seja a parcela ficou condicionada ao estudo da sub-bacia. Nesse cenário, recomenda-se que haja continuidade no trabalho tomando por base uma escala maior de estudo, tendo como foco o reordenamento territorial parcelar, o qual influenciará na dinâmica da sub-bacia como um todo.

Por meio da legislação vigente, verificou-se a existência de várias leis passíveis de serem aplicadas a suinocultura, as quais contemplam vários aspectos restritivos quanto a localização da granja de suínos, sistema de tratamento de dejetos, controle da sanidade animal, e qualidade para lançamento de efluentes em cursos d'água, entre outros. No entanto, apresenta falhas em questões físico-ambientais, tais como: em que tipo de solo a

granja pode ser instalada, se o solo e o relevo são aptos para recebimento de dejetos, se a propriedade possui área agrícola e portanto necessidade de fertilizantes naturais por parte do solo (saturação de fertilizantes) em caso de uso prolongado por dejetos.

Em relação aos dados gerais colocados, como em relação às variáveis específicas selecionadas de: proximidade das unidades produtivas e dos sistemas de tratamento aos recursos hídricos, declividade, tipo e uso de solo, verificou-se que o risco de poluição das águas da Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito é altíssimo em varias áreas. Pode-se afirmar que o Rio Coruja/Bonito encontra-se em processo visível a "olho nu" de degradação ambiental; é preciso saber a magnitude dessa degradação e que percentual provam ser da produção suinícola.

Considerando que os dejetos de suínos, possuem alto poder de poluição, a probabilidade de risco 'alto' e 'muito alto' na sub-bacia foi calculado em 32,18% da área total. Esses dados evidenciam que o risco existe e precisa de correção, e se evidenciou pelas coletas e análises da água realizadas por Hadlich em 2001 e 2002, que apontaram que em 36 análises realizadas de coliformes totais, 34 deram resultado superior a 240.000/100ml. Ou seja, os valores estão bem acima do máximo previsto pela legislação das águas em classe 3, que é de 20.000/100ml. Também os valores de DBO, que quantifica a necessidade de O₂ para satisfazer a oxidação bioquímica de matéria orgânica) ficaram acima do previsto pela legislação.

Em termos de proximidade das instalações à rede de drenagem, verificou-se, analisando-se, a Tabela 3, que 37 pocilgas com 46 sistemas de tratamento, ou seja 75 % das granjas, são responsáveis por 88,19% dos dejetos (136.788 t/ano) e estão situadas na faixa de até no máximo, 60m da rede de drenagem e, em grande parte, estão praticamente às margens dos rios da sub-bacia considerada.

Em termos ainda de sistema de tratamento, foi mostrado por meio fotográfico, descritivo e espacial que a maioria das esterqueiras possui construção irregular e estão em péssimo estado de uso, lançando dejetos a céu aberto, os quais são levados pelas chuvas ou por escorrimento natural até os rios.

A lavoura não consegue absorver o grande montante de dejetos de suínos, mesmo porque o sistema de condução desses dejetos é muito reduzido e o custo se eleva com a distância das áreas para recebimento. A consciência dos produtores suinícolas formou-se em uma época em que se aconselhava construir as pocilgas próximas ao rio, quando os problemas ambientais eram menos evidentes.

Com relação à declividade das terras, verificou-se que é de suma importância na hora da instalação de uma granja de suínos e no manejo do dejetos. Apesar de 74 % das granjas e sistema de tratamento estarem em relevo plano uniforme ou em suave ondulado, deve-se tomar o cuidado com as instalações quanto ao seu funcionamento e quando são aplicados dejetos em áreas com declividades superiores. Quanto às demais pocilgas e sistemas de tratamento, o risco do escoamento e solos contaminados se depositarem nos cursos d'água, passam a ser de moderado a muito forte, em virtude de estarem situadas em áreas com declividade entre 8 a 45 %.

Quanto aos tipos de solos, verificou-se que 71,42 % das granjas estão sobre tipos de solo apresentando alto risco de poluição para as águas; e o restante das granjas em solos apresentando riscos médios de poluição hídrica.

Com relação ao risco de poluição de acordo com os tipos de solos e fisiografia para recebimento de dejetos, segundo o método utilizado, concluiu-se que, 1.812 ha - (34,47%) da área apresentam potencial médio de risco ambiental para recebimento de dejetos, e que essa área poderá, ainda, ser menor, caso estudos comprovem que à distância para levar os dejetos até as áreas aptas impliquem em custos que inviabilizem o transporte pelos produtores. As áreas com alto risco de poluição somam 3.444 ha - (65,53%). Assim considerando que na sub-bacia são produzidos, aproximadamente, 170.000 m³ de dejetos anuais e que segundo a legislação a quantidade a ser aplicada no solo é de 50 m³/ha/ano, tem-se um excedente de 79.400 m³ de dejetos, ou seja, (46,70%) o qual deve ser dado um destino adequado.

Na verificação da ocupação, ou do uso e manejo do solo, ficaram evidentes os problemas ambientais, na região da Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito. Com 50% de área ocupada com pastagem e mais 21% usados na agricultura e na habitação, com apenas 3% de reflorestamento; pode-se afirmar que os riscos ambientais são sérios na área em estudo.

Durante os trabalhos de campo, também se verificou, que ha outras atividades que também poluem o rio, como o esgoto doméstico rural, a área urbana, bovinocultura conforme apêndice K e a utilização de agrotóxicos na agricultura. Esses poluentes podem atingir fontes de águas, cursos d'água por meio das chuvas e também os abatedouros que estão presentes em toda a área da bacia, não fugindo à regra das instalações suínícolas, que também estão localizados próximos aos rios e que na maioria também não possuem sistemas de tratamento adequados.

Como consideração final, é preciso enfatizar a necessidade de avaliação do nível de poluição dos recursos hídricos e do solo, com monitoramento da água, capacidade de carga dos solos para recebimento de dejetos e estudos sobre a necessidade de dejetos de suínos como fertilizantes pelas culturas.

Em termos de estratégias ambientais, não se pode simplesmente ir multando pesadamente e fechando as unidades de produção irregulares e poluidoras, porque se trata de produtores médios e pobres, em sua maioria, e o problema social e político seria imenso. É preciso começar pela conscientização do fato que a sub-bacia não pode servir somente aos negócios e que algo precisa ser feito para a limpeza e preservação de suas águas e solo.

A elaboração dos mapas temáticos de uso da terra, solos, rede de drenagem, declividade, instalações suinícolas, densidade de dejetos e erosão dos solos, mostraram-se de suma importância para análise espacial do risco de poluição por dejetos de suínos. A utilização de um sistema de mensuração por análise hierárquica (*Expert Choice/ AHP*), por meio do qual foi definida a grade de valores para as diversas situações possíveis de serem encontradas, com base em variáveis selecionadas, e na sobreposição dos mapas temáticos, por intermédio do SIG, permitiu obter o mapa único classificando as áreas em risco muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto risco de poluição por dejetos de suínos.

5.2 Recomendações

Recomenda-se que o poder público municipal, estadual e federal, tomem medidas eficazes para resolver os graves problemas ambientais apontados pelos indicadores de risco desta pesquisa, assim como é feito em relação à produção. Para isso, é preciso, além de um programa de conscientização, auxiliar os produtores a resolver os problemas de instalações das granjas, dos sistemas de tratamento dos dejetos, produção, manejo, definição ambientalmente correta dos destinos dos efluentes atendendo a legislação ambiental e a sustentabilidade da atividade suinícola.

As instalações de novas pocilgas, com seus sistemas de tratamento ou armazenamento, deverão estar situadas nas distâncias mínimas da rede de drenagem, exigidas por lei. Para as que não se encontram em conformidade, que seja estabelecido um prazo e dadas as condições para se adequarem. Por intermédio de políticas públicas, é preciso haver indenizações das instalações em áreas de preservação permanente, recomposição da mata ciliar e controle das águas das chuvas, pela mudança das instalações atuais, construções de calhas, canaletas, adaptação de telhados e utilização de água em menor quantidade nas pocilgas e cobertura das esterqueiras.

As criações não podem situar-se em locais alagadiços, com lençol freático muito próximo à superfície, em terras com declividade elevadas e em afloramentos rochosos.

Além disso é necessário desenvolver estudos de capacidade de absorção de dejetos no solo, para saber se a bacia suporta novas cargas de dejetos e novas instalações suinícolas. O solo e a água devem ser monitorados, periodicamente, para saber da sua qualidade e potencialidade para o recebimento de dejetos tratados.

Sugere-se também a elaboração de uma legislação específica para suinocultura, estendida a pecuária em geral. A legislação deve indicar zonas proibidas para a aplicação de dejetos. Como, por exemplo, a menos de 100 m das margens de rios, lagoas, zonas úmidas, próximos a povoações ou áreas urbanas, áreas declivosas, conhecimento do tipo de solo etc.

Deverá haver igualmente uma fiscalização mais rígida nas instalações, pois algumas se encontram além da sua capacidade de produção, gerando excesso de dejetos e sem destinos adequados.

Recomenda-se, também, que a criação de suínos seja permitida somente aos produtores que tenham ou consigam dar um destino final aos efluentes brutos ou tratados, ou seja, é preciso possuir área agrícola, campos para descargas dos mesmos ou comprovar destino dos dejetos para outras áreas (vizinhas por exemplo) e, principalmente tecnologias de tratamento adequadas. É necessário que os produtores suinícolas saibam, por meio da pesquisa e extensão, as quantidades necessárias que podem ser aplicadas em cada cultura e as melhores épocas de aplicação dos dejetos, não nos cursos d'água ou em áreas de alto risco ambiental.

Da mesma forma, estudos sejam feitos no Estado, pois este problema não é exclusivo de Braço do Norte, É preciso verificar outras áreas com alta concentração de suínos e recomendar a desconcentração das áreas de riscos ambientais para áreas aptas ambientalmente. Também devem ser feitos estudos para avaliar a poluição causada por outras atividades, como a bovinocultura, a utilização de agrotóxicos, abatedouros e áreas urbanas.

É imperativa a criação de um comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Coruja /Bonito, por meio do qual seria permitida a participação da sociedade civil, poder público e usuários de água para definição de políticas para gestão do recurso hídrico da bacia.

Há obrigatoriamente a necessidade de investimento em Educação Ambiental, através de palestras, vídeos, treinamento e cursos como formas de conscientizar os produtores dos problemas relacionados à suinocultura e ao meio ambiente. Sobretudo, deve-se respeitar a capacidade do meio natural em assimilar os efluentes gerados e não se preocupar tão somente com a qualidade da produção.

Em paralelo as atividades citadas anteriormente, de forma não menos importante, sugere-se enfaticamente a promoção de um reordenamento territorial da atividade suinícola presente na área de estudo. Assim, a geração de um cadastro rural ambiental da Sub-Bacia do Rio Coruja/Bonito torna-se fundamental. Este cadastro não deve ser realizado na forma declaratória, pois já se mostrou pouco eficiente em outras épocas, assim deverá ser realizado um levantamento cadastral pormenorizado das atividades econômicas e suas relações nocivas ao ambiente. Especial ênfase deve ser dada nesta nova etapa do desenvolvimento cadastral, uma vez que a informação geográfica é premissa básica para a organização adequada do uso e ocupação do solo, aliada aos sistemas de informações geográficas e as técnicas cadastrais ambientais, necessárias à gestão da propriedade rural. Dessa forma, o poder público juntamente com o proprietário rural, poderão tomar decisões

de gerenciamento, investimento, e planejamentos futuros calcados do desenvolvimento ambiental sustentável, bem como criar uma sistemática de atualização cadastral eficiente e de interesse aos órgãos ambientais, gestores públicos e proprietários rurais, com ênfase a maximização da produção e ao controle ambiental rural.

Por fim, o cadastro técnico multifinalitário deve contemplar o levantamento e gerenciamento de dados pertinentes á: área do imóvel, áreas plantadas, números de animais, instalações, capacidade de produção e mapas temáticos em grande escala de visualização com possibilidades de desenvolvimento de projetos e estudos voltado de solo, da estrutura fundiária, declividade do solo, uso atual do solo, aptidão do solo, avaliação tridimensional do terreno, entre outros.

Aos moldes dos países desenvolvidos, não se pode deixar de lembrar que os dados levantados num cadastro dessa natureza, é e deve ser de utilidade dos órgãos gestores públicos e/ou privados, e de planejamento físico territorial, assim a integração e compartilhamento dos dados e a criação de uma sistemática de atualização que minimize os custos e beneficie a todos, passa a ser fundamental nas diretrizes da implantação do cadastro técnico multifinalitário.

6 REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, F. D. R. Uso de Análise Emergética e sistema de informações geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas. Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP/Faculdade de Eng. Alimentos – FCA. 2005. Campinas,SP. TESE. Disponível em <http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/Tese-FeniAgostinho.pdf#search=%22tese%20do%20FeniAgostinho%22>. acesso em 28/6/06.

ANDRADE, M. M. de. Introdução à metodologia do trabalho científico. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 1999

ALVES, D.S. Sistemas de Informação Geográfica. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, 1990. **Anais**. São Paulo, p. 66-78,1990.

ARAÚJO, I. F. S. Vulnerabilidade das águas subterrâneas face ao uso de efluentes de suinocultura para fins agrícolas. Instituto Superior Técnico. Licenciatura em Engenharia do Ambiente, 2003.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1993.

BALDISSERA, I. T. Poluição por dejetos de suínos no Oeste Catarinense. Revista Agropecuária Catarinense, Epagri, v. 15, n. 1, p. 11-12, mar. 2002.

BELTRAME, A. da V. Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.

BENATTI, J. H. *Ordenamento territorial e proteção ambiental*: aspectos legais e constitucionais do zoneamento ecológico econômico. Texto integrante da tese de doutorado sobre Direito de propriedade e proteção ambiental no Brasil: apropriação e uso dos recursos naturais no imóvel rural, aprovada em abril de 2003. Artigo impresso.

BERTANI, D. F.; RODRIGUES R. R.; BATISTA J. L. F.; SHEPHERD G. J. Análise temporal da heterogeneidade florística e estrutural em uma floresta ribeirinha. **Revista Brasil Botânico**, São Paulo, v. 24, n. 1, p.11-23, mar. 2001.

BERTIN, J. Sémiologie graphique. Paris, Mouton, 1973.

BERTONI. J.; LOMBARDI, NETO. F. Conservação do Solo. Piracicaba, SP: Editora Livrocere, 1985. 392p.

BERTONI. J.; LOMBARDI, NETO, F. Conservação do Solo. São Paulo: Editora Ícone, 1990.

BEZERRA, M. do C. de L.; FACCHINA M.M.; SUCUPIRA, V. A. B. Gestão dos recursos naturais: subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos recursos Naturais Renováveis: CONSORCIO FUNATURA, 2000.

BEZERRA, S. A. Universidade Federal de Santa Catarina. Gestão ambiental da propriedade suinícola um modelo baseado em um biosistema integrado. Florianópolis, 2002. 251 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

BLEY JR., C. A suinocultura e o meio ambiente. Disponível em: www.cnpsa.embrapa.br/abraves-sc/pdf/Memorias2000/7_CiceroBley.pdf Acesso em: 23 setembro 2006.

BORDENAVE, J. D.; ROCHA, P. D. A dimensão ecológica da educação. Revista de educação. Ano 31, n. 122, p. 32 – 40, jan./mar. de 2002.

BRASIL, D. M. Apontamentos sobre o valor do prejuízo ecológico: alguns parâmetros da suinocultura em Braço do Norte. Florianópolis: 2002, 222f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm> Acesso em: 25 jan. 2006.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm> Acesso em: 25 jan. 2006.

BRASIL. Resolução nº 004, de 18 de setembro de 1985. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/004-85.htm>> Acesso em: 30 jan. 2006.

BRASIL. Resolução nº 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30202.html>> Acesso em: 25 jan. 2006.

SANTA CATARINA. Decreto nº 14.250, de 5 de junho de 1981. Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes a proteção e a melhoria da qualidade ambiental Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=10664&word=anima%20and%20aquatic>> em 27 de novembro de 2005. > Acesso em: 25 jan. 2006.

SANTA CATARINA. Lei nº 6.320, de 20 de dezembro de 1983. Dispõe sobre normas gerais de saúde, estabelece penalidades e dá outras providências. Disponível em: <<http://200.192.66.13/ALESC/PesquisaDocumentos.asp>> Acesso em: 25 jan. 2006.

BURROUGH, P.A. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford: Clarendon Press, 1986.

BRITO, J. L. S.; LIMA, S. do C.; SHIKI, S.; MOREIRA, M. R. Uso do geoprocessamento na estimativa da perda de solos por erosão laminar em Iraí de Minas, MG, in.: Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos Brasil, 1998, INPE, p.501-512.

CALDAS, C. F. Análise de Riscos na Área de Segurança Corporativa: Identificação e desenvolvimento dos fatores relevantes em todas as etapas do processo. Rio de Janeiro 2003. Monografia. (Curso de pós-graduação em gestão de segurança corporativa. Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas. Fundação Getúlio Vargas). Disponível em: http://www.clava.com.br/gifs/artigos_Analise_de_riscos.pdf. acesso em abril de 2006.

CARTOGRAFIA TEMÁTICA. Capítulo IV. Disponível em: <<http://www.cfnavarra.es/obraspublicas/cartografia/catalogo/cartotema1.pdf>> Acesso em: 19 mar. de 2006.

CASTRO, de C. M.; PEIXOTO, M. N. de O.; PIRES DO RIO, G. A. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. IN: Anuário do Instituto de Geociências, UFRJ, Rio de Janeiro vol. 28 p.11-30 2005.

CAUBET, C.; FRANK, B. Manejo ambiental em bacia hidrográfica: o caso do Rio Benedito. Florianópolis. Fundação Água Viva. 1993

COUTINHO, C. I. Planejamento para o manejo de dejetos de suínos. Estudo de caso: Bacia dos Fragosos – Concórdia/SC. Florianópolis: 2001, 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina.

DEMO, P. Metodologia do conhecimento científico. São Paulo: Atlas, 2000.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (eds) "Análise Espacial de Dados Geográficos". Brasília, EMBRAPA, 2004.

DOMINGOS, L. J. Estimativa de perda de solo por erosão hídrica em uma bacia hidrográfica. Vitória 2006: 67 f. Monografia (Bacharel em Geografia), Universidade Federal do Espírito Santo. Disponível em: www.ufes.br/~geoufes/lgu/TesesMonografias.htm - acesso em 10 de julho de 2006.

ECOPRESS. Alerta: Produtores e consumidores finais desconhecem aspecto altamente poluidor da suinocultura. Disponível em: http://www.ecopress.org.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_jornal=2&id_noticia=5802&id_pag=22 Acesso em: 25 setembro 2006.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural do Estado de Santa Catarina. Inventário das terras da sub-bacia hidrográfica do rio Coruja/Bonito. Florianópolis: Epagri/Ciram, 2000.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural. Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. Levantamento Agropecuário de Santa Catarina 2002-2003. Dados Preliminares, Fevereiro de 2005. Florianópolis: Alternativa gráfica LTDA. 2005. 235p

FATMA. Licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br/servico/licenciamento.htm>> Acesso em: 25 jan. 2006.

FIESC - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Suinocultura e avicultura em Santa Catarina. Florianópolis: FIESC/IEL, 1999. (Documento integrante do projeto Pégaso).

FRANCO, H.M., TAGLIARI, P.S. Santa Catarina: prepara-se para enfrentar seu maior problema ambiental. Revista Agropecuária Catarinense, Epagri, v. 7, n. 2, p. 14 – 18, jun. 1994.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1996.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOSMANN, H. A. Estudos comparativos com bioesterqueira e esterqueira para armazenamento e valorização dos dejetos de suínos. 1997. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.

GOMES, M. A.; BORGES S. J.; FRANCO I. C.; CORRÊA J. L. P. Tecnologias apropriadas à revitalização da capacidade de produção de água de mananciais. Disponível em: <http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab_04.pdf> Acesso em: 21 mar. 2006.

GUSTAVO, H. M.; JEAN P. M. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: Um desafio atual para a sobrevivência futura. Revista de Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Emater. Porto Alegre, RS, v. 3, n. 4, p. 33-38, out e dez. 2002.

GTZ. Geographische Informationssysteme. Eschborn, GTZ, 1994.

HADLICH, G. M. Cartografia de Riscos de Contaminação Hídrica por Agrotóxicos: Proposta de Avaliação e Aplicação na Microbacia Hidrográfica do Córrego Garuva, Sombrio, SC. Florianópolis, 1997. Dissertação (Utilização e Conservação de Recursos Naturais. Mestrando em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.)

HADLICH, G. M. Poluição hídrica na bacia do Rio Coruja-Bonito (Braço do Norte, SC) e suinocultura: uma perspectiva sistêmica. Florianópolis, 2004. Tese (Doutorado em Utilização e Conservação de Recursos Naturais. Doutorado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.)

HAGUETTE, T. M. F. Metodologias qualitativas na sociologia. 5. ed. Petrópolis, 1997. Florianópolis, 2004. Tese (Doutorado em Utilização e Conservação de Recursos Naturais, Universidade Federal de Santa Catarina.)

HENN, A. Universidade Federal de Santa Catarina. Avaliação de dois sistemas de manejo de dejetos em uma pequena propriedade produtora de suínos condição de partida. Florianópolis, 2005. 157f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas: análise geográfica. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/analise.htm>> Acesso em: 28 nov. 2005.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. Empreendimentos agropecuários. Suinocultura. In: diram 105.006. Curitiba, Paraná. 2001. 49p.

JARDIM, S. S. Consumidores desconhecem impacto altamente poluidor da suinocultura. Jornal do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.jornaldomeioambiente.com.br/JMA-txt_importante/importante27.asp>. Acesso em: 26 jan.2006.

JOAQUIM, R. C.; CAMPOS R. R. de; SILVA, V. de A. SIG – Sistema de Informações Geográficas. Seminário apresentado para avaliação na Disciplina de Sistema de Apoio a Decisão, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

JOLY, F. A cartografia, Campinas: Papirus, 1990.

JURIS AMBIENTE. Área de Preservação Permanente. Disponível em: <<http://www.jurisambiente.com.br/ambiente/areadepreservacaol.shtm>> Acesso em: 25 jan. 2006.

JUNIOR, G. J. L. D. de A. Aplicação dos Modelos EUPS e MEUPS na Bacia do Ribeirão Bonito (SP) através de Técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. São José dos Campos (2003). Dissertação de Mestrado do curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/pgsere/Araujo%20Jr-G-J-%20L-D-1997/publicacao.pdf#search=%22araujo%20fator%20C%22>. Acesso em 20 de agosto de 2006.

KAUFMANN, J.; STEUDLER, D. Cadastro 2014: A Vision For A Future Cadastral System. FIG Commission. Disponível em: <<http://www.swisstopo.ch/fig-wg71/cad2014/download/cat2014-espanol.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2005.

KOHN, R. O que são e para que servem os zoneamentos ambientais? Disponível em: <http://www.rkmacedo.com.br/Artigos/para_que_servem_os_zoneamentos.htm> Acesso em 26 jan. 2006.

KONZEN, E.A. Manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1983. 32p.

LIMA, O.P.; CORDINI, J.; LOCH, C. O cadastro técnico multifinalitário e o poder público municipal: a base para desenvolvimento sustentável. Florianópolis: COBRAC, 2000.

LEFF, E. Epistemologia ambiental. São Paulo: Cortez. 2001. 239 p.

LEMONS, P. C.; FERREIRA, E. “Análise da relação das áreas de forte risco a erosão com os fragmentos de vegetação nativa arbórea na área de influência da UHE-Funil”. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 abril 2003, INPE, p. 1323 - 1329.

LIMA, P. R. A. Retenção de água de chuva por mata ciliar na região central do estado de São Paulo. 1998, 99f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) Universidade Estadual de Paulista.

LOCH, C. Interpretação de imagens aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais. 2. ed. Florianópolis: ed. da UFSC, 1989.

MACHADO, P. A. L. Direito ambiental brasileiro. 7 ed. rev. e ampl. São Paulo: Malheiros Editores, 1999.

MARTINS, S. V. Recuperação de matas ciliares. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futuro. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 33-38, out/dez 2002.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Saúde ambiental e gestão de resíduos de serviços de saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

MIRANDA, C. R. da. Informe Embrapa: suinocultura sustentável. Disponível em: <http://suinoculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?id=2350&tipo_tabela=negocios&categoria=mercado_interno> Acesso em: 25 jan. 2006.

MORAES, R. M. de; SOUZA, I. C. A. de. Utilização de Sistemas de Informação Geográfica na Análise Espacial de Dados de Saúde Pública na Paraíba entre os anos de 1998 e 2001. Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza. PIBIC/CNPq/UFPB, 2003.

OLIVEIRA, C. de. Dicionário cartográfico. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE 1983.

OLIVEIRA, C. de. Curso de Cartografia moderna. Rio de Janeiro: FIBGE, 1987.

PANICHI, J. de A.V.; BACIC, I. L. Z.; NETO, J. A. L.; CHANIN, Y. M. A.; SEIFFERT, N. F.; VIEIRA, H. J. Metodologia para inventário das terras em microbacias hidrográficas. Florianópolis: Epagri, 1994.

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

POLETTE, M. Gerenciamento costeiro integrado e gerenciamento de recursos hídricos: como compatibilizar tal desafio. In: MUÑOZ, H.R. (org.) Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de águas de 1997. Brasília: Secretaria de recursos Hídricos, 2000, p. 221-39.

POVEDA, M. A. B. Introduccion a la cartografia Tematica, Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartografía, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Topográfica, Campus Sur de la Universidad Politécnica e Madrid. Disponível em: <http://nivel.topografia.upm.es/~mab/apuntesalumnos/2.1_Tematica.pdf> Acesso em: 19 mar. 2006.

POVEDA, M. A. B. Introduccion al Diseno Cartográfico, Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartografía, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Topográfica, Campus Sur de la Universidad Politécnica e Madrid. disponível em: <http://nivel.topografia.upm.es/~mab/apuntesalumnos/Tema_1.pdf> Acesso em: 19 mar. de 2006a.

PUNDEK, M. Utilização prática da equação universal de perdas de solo para as condições de Snata Catarina. in: SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água: Projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas. 2 ed. Rev., atual., e ampl. Florianópolis:Epagri, 1994. 384p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BRAÇO DO NORTE. Disponível em: <<http://www.bracodonorte.sc.gov.br/conteudo/?item=12022&fa=11216&cd=865>> Acesso em: 23 jun. 05.

RIBEIRO, J. F. Cerrado: matas de galeria. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.

RODRIGUES, M. Introdução ao Geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. Anais. São Paulo, p. 1-26 1990.

ROPPA, L. A globalização e as perspectivas da produção de suínos no continente sul-americano. Disponível em: <http://www.acsurs.com.br/index_conteudo.asp?cod=1366> Acesso em: 30 jan. 2006.

RUBERT, C; GIOTTO, E. Geoprocessamento no diagnóstico e espacialização de fontes poluidoras por carga de dejetos de suínos. COBRAC 2004· Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário · UFSC Florianópolis, out. 2004.

SANTOS, R. F. dos. Planejamento ambiental: Teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SEGANFREDO, M. A. Os dejetos de suínos são um fertilizante ou um poluente do solo? Cadernos de ciência e tecnologia. Brasília, v. 16, n. 3, p. 129-141, set./dez., 1999.

SEIFFERT, N. F. Uma contribuição ao processo de otimização do uso dos recursos ambientais em microbacias hidrográficas. Florianópolis, 1996. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.

SILVA, A. P. da. Diagnóstico sócio, econômico e ambiental: Aspectos sobre a sustentabilidade da Bacia Hidrográfica dos Fragosos – Concórdia/SC. Florianópolis: 2000, 247 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina.

SILVA, P. C. da. Curso de Direito Agrário: cadastro e tributação. Brasília: Fundação Petrônio Portella, 1982.

SOBESTIANSKY, J.; WENTZ I.; DA SILVEIRA P.R. S.; SESTI, L.A.C. Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: Embrapa – SPI, 1998.

SOUZA, M. L. de P.; MOTA A. C.; DIONÍSIO A. J.; FOULER R. B.; BLEY JUNIOR C. J. Potencialidade, Aspectos Ambientais e Riscos Associados à Disposição Final de Estercos Suínos Líquidos em Terras das Regiões Oeste e Sudoeste do Estado do Paraná. Disponível em: <http://www.funpar.ufpr.br/pnma/Manual%20T%C3%A9cnico/8-manual%20suínos%20grande-cap%207-novo.pdf>. Acesso em 19 de dezembro de 2005.

SOS MATA ATLÂNTICA. Abrangência da Mata Atlântica Disponível em: <http://www.sosmatatlantica.org.br/?secao=conteudo&id=8_3_7> Acesso em: 24 nov. 05.

SUL-SC. Histórico do município e Braço do Norte. Disponível em: <<http://www.sul-sc.com.br/afolha/cidades/bracon.html>> Acesso em: 23 jun. 05.

TAGLIANI, C. R. A. Técnica para a avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informações. In: **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 abr. 2003.

TEIXEIRA, A. L. A; MORETTI, E.; CHRISTOFOLETTI, A. Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica. Rio Claro, Ed do Autor, 1992.

TESTA, V.M.; NADAL, R. de ; MIOR, L.C. ; BALDISSERA, I.T. ; CORTINA, N. O desenvolvimento sustentável do Oeste Catarinense: (proposta para discussão). Florianópolis: EPAGRI, 1996. 247p. Tipo: LV (630) (T342d)

VESENTINI, J. W. Sociedade e espaço: geografia geral e do Brasil. São Paulo: Ática, 1996.

VOTTO, G. A. Zoneamento da poluição hídrica causada por dejetos suínos no extremo oeste de Santa Catarina. Florianópolis, 1999, 201 f. Dissertação (Mestrado em geografia), Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. Manual Técnico para Utilização Agrícola do Lodo de Esgoto no Paraná. Curitiba, SENEAPR, 1997. 96.p ou SOUZA, Paulo de Luiz Marcos *et al.* Potencialidade, Aspectos Ambientais e Riscos Associados à Disposição Final de Estercos Suínos Líquidos em Terras das Regiões Oeste e Sudoeste do Estado do Paraná. Disponível em: <http://www.funpar.ufpr.br/pnma/Manual%20T%C3%A9cnico/8-manual%20suinos%20grande-cap%207-novo.pdf>. Acesso em 19 de dezembro de 2005.

SIMIONI, J.; Universidade Federal de Santa Catarina. Avaliação dos riscos ambientais pela acumulação de Cu e Zn nos solos fertilizados com dejetos de suínos. Florianópolis, 2001. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.

SKAGGS, R.W.; KHALEEL, R. Infiltration, hydrologic modeling of small watershed. St. Joseph: American Society of Agricultura Engineers, 1982. 432p. Citado por MACHADO, R. E. (2002) Simulação de escoamento e de Produção de sedimentos em uma microbacia hidrográfica utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento. Tese – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” USP São Paulo, área concentração Irrigação e Drenagem 2002

7 APÊNDICES E ANEXOS

Com relação aos apêndices e anexos, com o objetivo de complementar as argumentações, fundamentações e comprovações; estão gravados em cd documentos como: figuras ilustrando o *software* - Analítico Hierárquico *Expert Choice/AHP*, gráficos ilustrando as ponderações estabelecidas aos mapas temáticos, tabelas, fotografia aérea utilizada para interpretação da rede de drenagem, fotografias, a imagem de satélite *quick bird* caracterizando a área de estudo e outros documentos cartográficos elaborados para a obtenção dos resultados desta pesquisa.

ÍNDICE DOS APÊNDICES

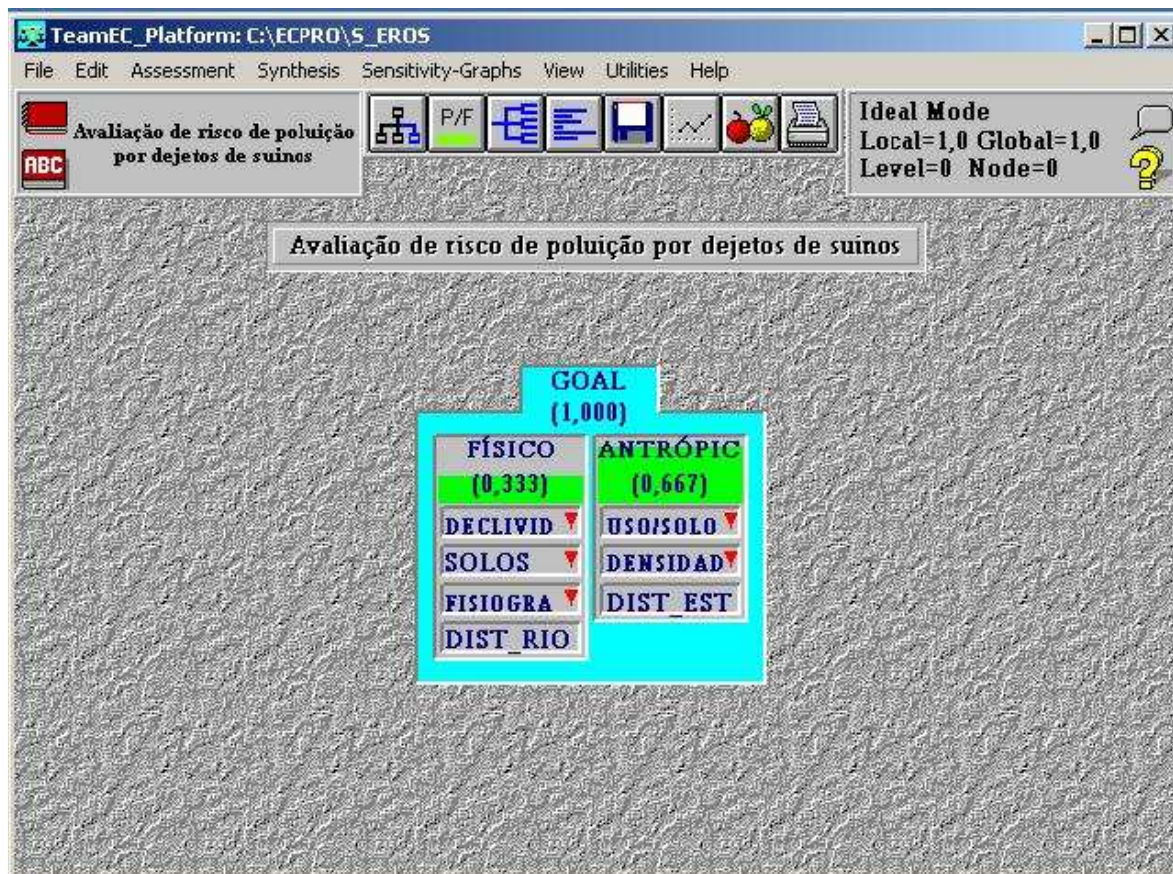
Apêndice A - Tela inicial do software analítico hierárquico Expert Choice – AHP.	120
Apêndice B - Janela do software - AHP, mostrando a ponderação do mapa de fisiografia.	121
Apêndice C - Janela do software - AHP, mostrando a ponderação do mapa de solos.	122
Apêndice D - Janela do software analítico hierárquico Expert Choice – AHP, mostrando a ponderação do mapa de densidade de dejetos	123
Apêndice E - Fotografia aérea ilustrando a interpretação da rede de drenagem	124
Apêndice F - Mapa representando a espacialização dos tipos de solos, quanto ao risco de poluição por dejetos de suínos.	125
Apêndice G - Mapa representando o fator LS (declividade e comprimento de rampa) para cálculo das perdas de solos.....	126
Apêndice H - Mapa representando o fator solos para calculo das perdas.....	127
Apêndice I - Mapa representando o fator uso do solo para cálculo das perdas de solos.	128
Apêndice J - Modelo de instalação física de granja de suíno.	129
Apêndice K - A poluição na sub_bacia por gado de leite.	129
Apêndice L - Unidade produtora de leitões - UPL.	130
Apêndice M - Leitões são transportados para abate em caminhões para os frigoríficos locais ou da região.....	130
Apêndice N - Granja com criação de suínos em cama sobreposta.	131
Apêndice O - O biogás, é uma das alternativas para aproveitamento do dejetos e produção de gás metano (CH ₄)	131
Apêndice P - Paisagem de Fundo de vale erosional.....	132
Apêndice Q - Aspecto de uma paisagem em encosta erosional com declividade média em torno de 45%.	132
Apêndice R - Bomba elétrica para espalhamento de dejetos.....	133
Apêndice S - Aspecto de uma paisagem com encosta erosional coluvial.	133

ÍNDICE DOS ANEXOS

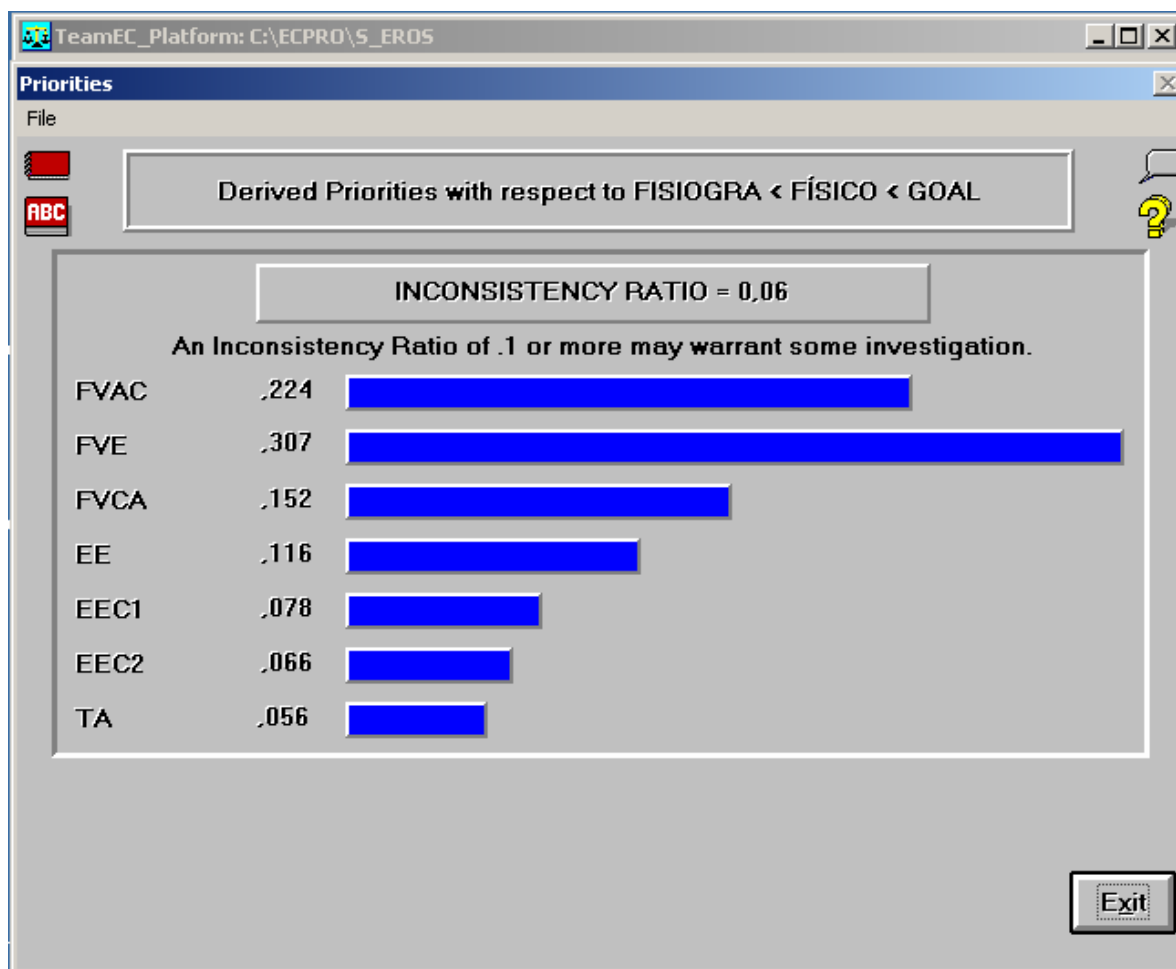
<i>Anexo 1 – Tabela de classificação dos aspectos ambientais das terras.</i>	<i>134</i>
<i>Anexo 2 – Guia para classificação dos solos</i>	<i>135</i>
<i>Anexo 3 – Imagem de satélite quick bird na banda pancromática com resolução de 0,60 centímetros com a sobreposição da rede de drenagem e sistema viário.</i>	<i>136</i>

7.1 APÊNDICES

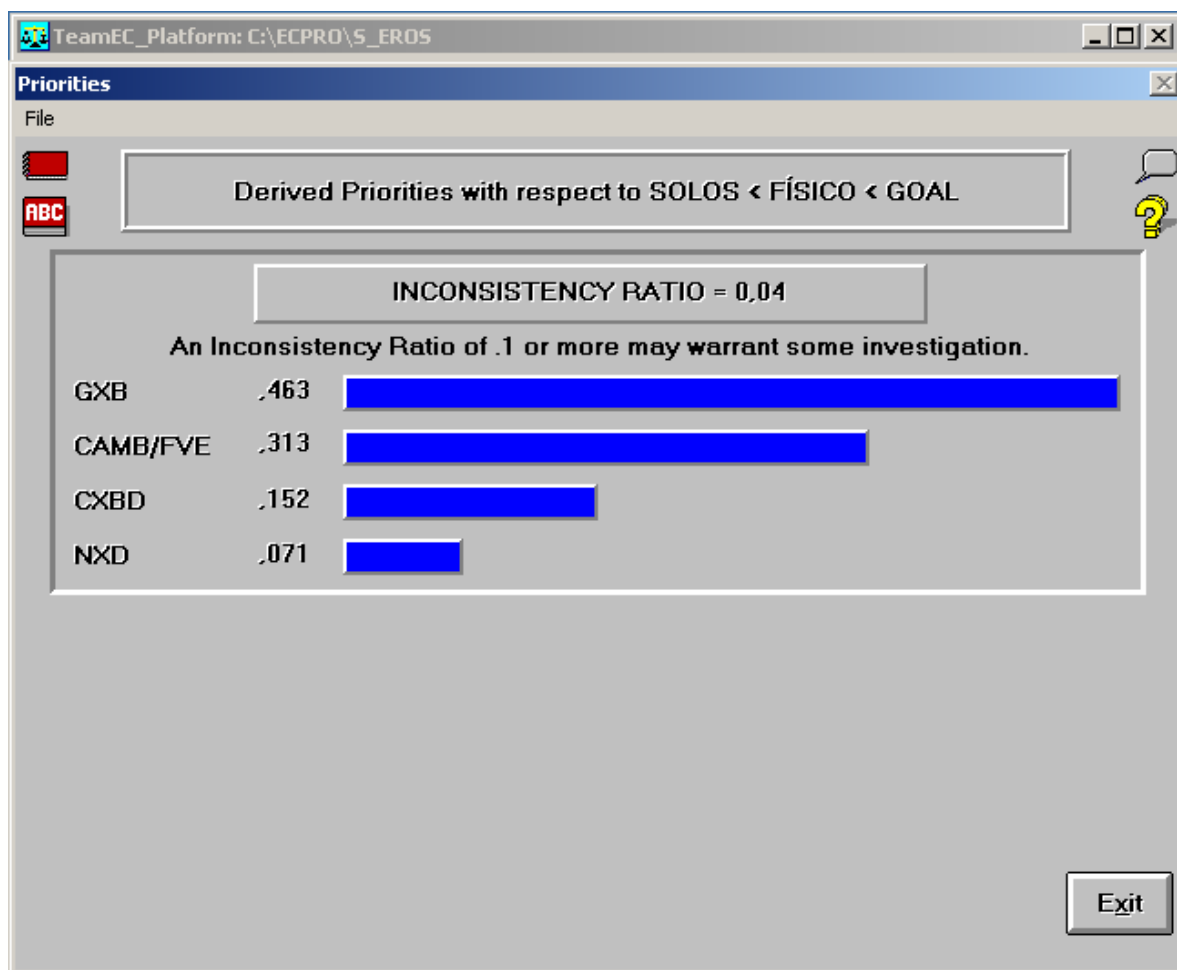
Apêndice A - Figura ilustrando a tela inicial do software analítico hierárquico *Expert Choice – AHP*.



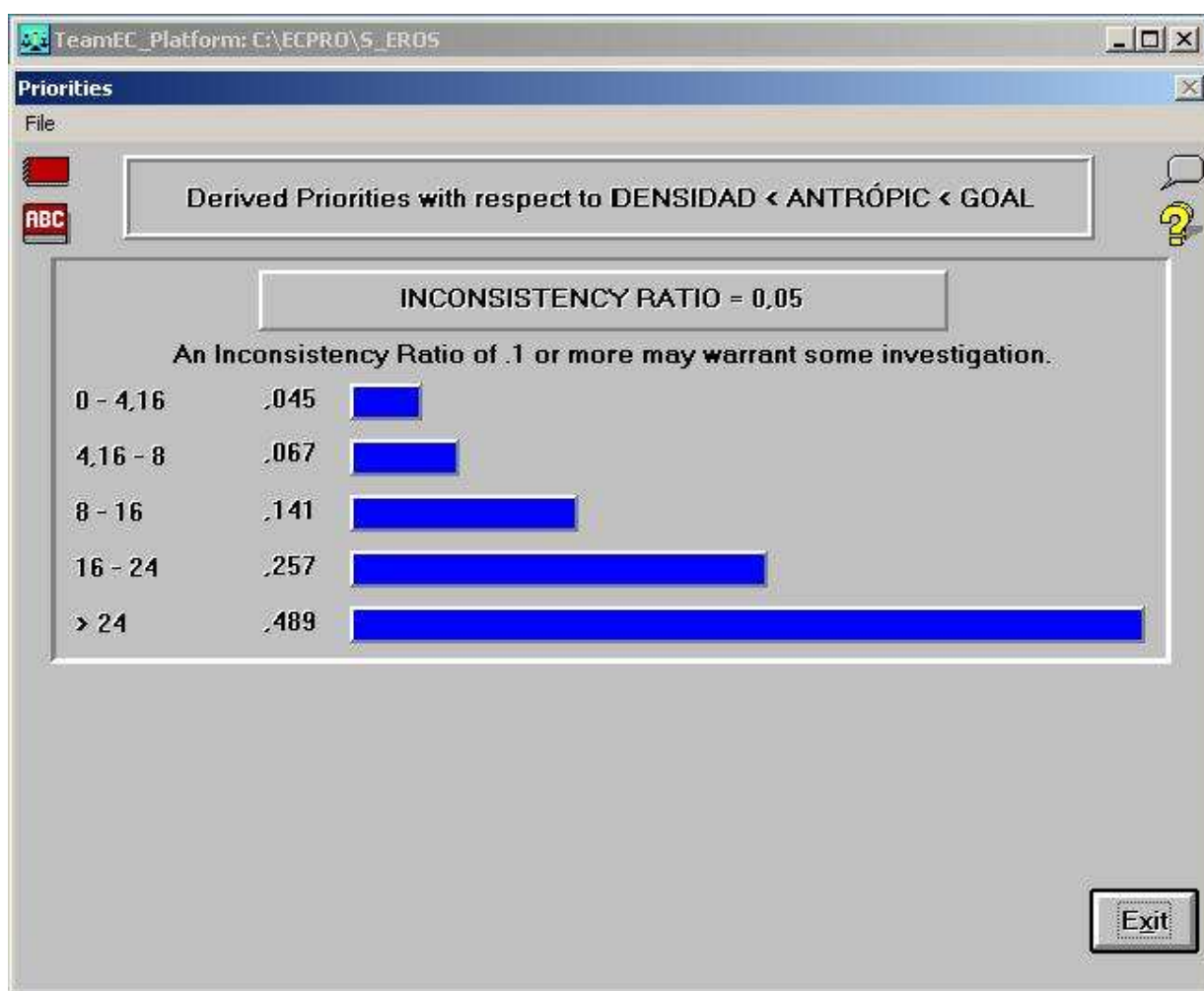
Apêndice B - Janela do software analítico hierárquico *Expert Choice* - AHP, mostrando a ponderação do mapa de fisiografia.



Apêndice C - Janela do software analítico hierárquico *Expert Choice* – AHP, mostrando a ponderação do mapa de solos.



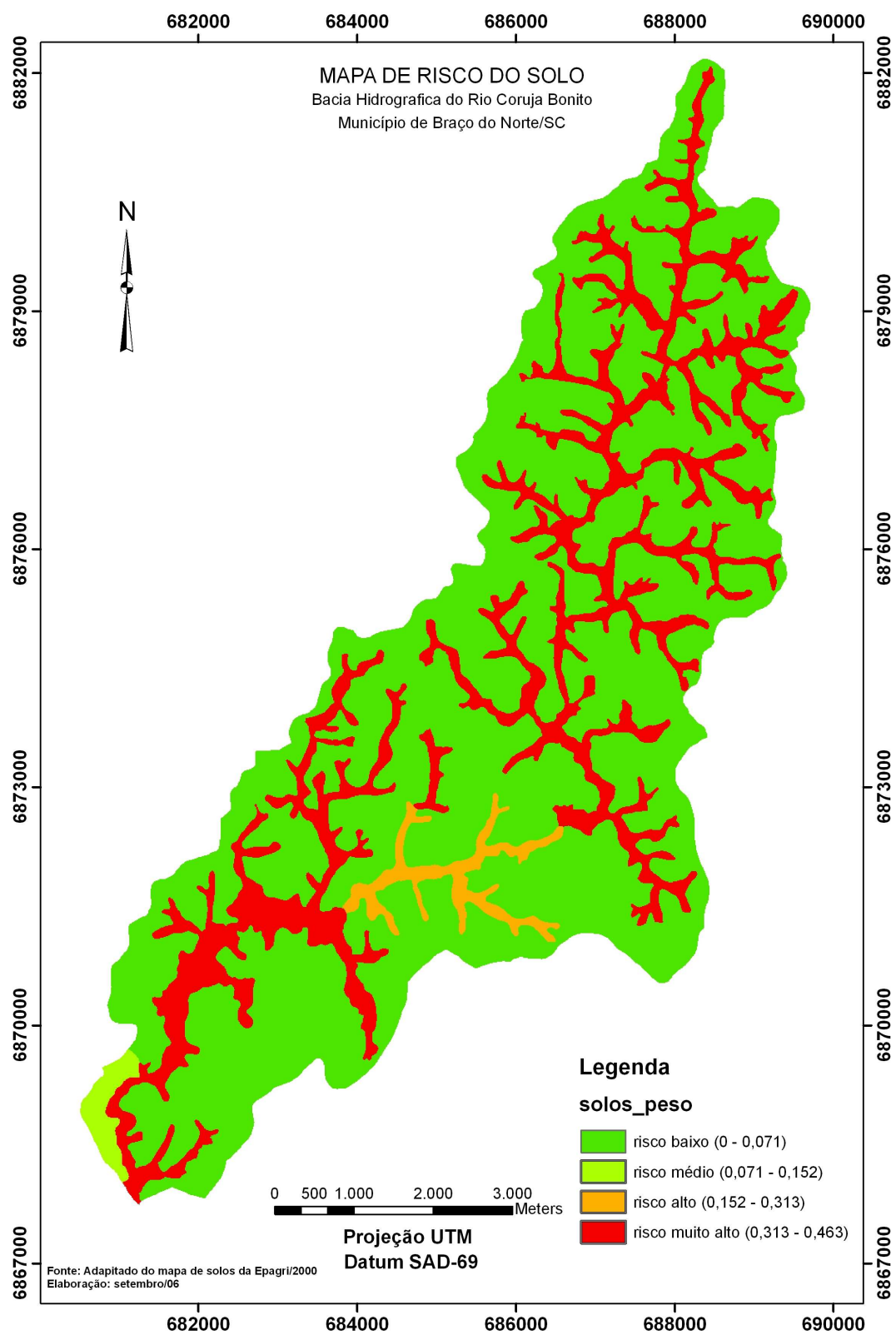
Apêndice D - Janela do software analítico hierárquico *Expert Choice* – AHP, mostrando a ponderação do mapa de densidade de dejetos em metros cúbicos (m3)



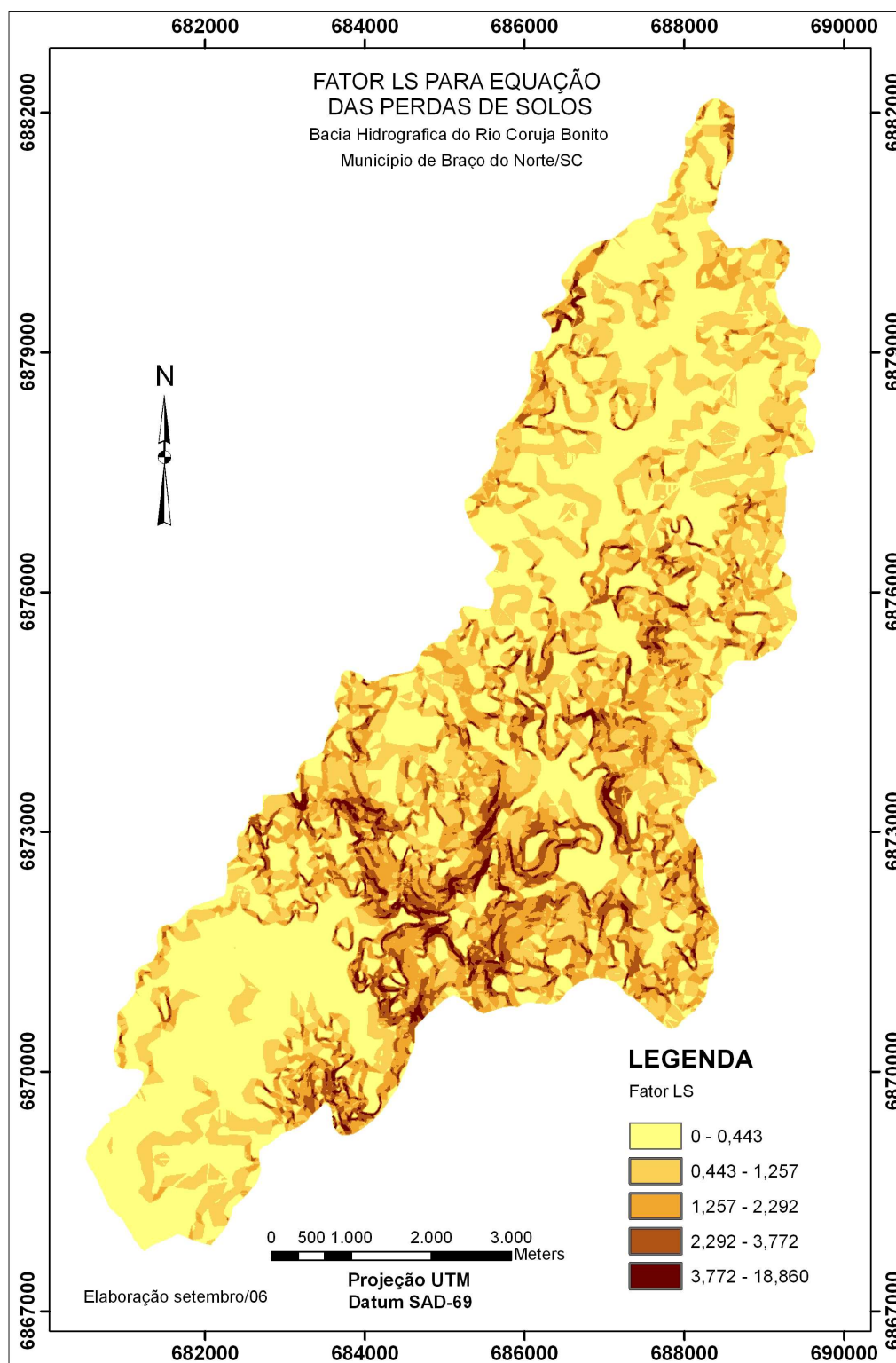
Apêndice E – Uma das fotografias aéreas ilustrando a interpretação da rede de drenagem da su-bacia do rio Coruja/Bonito.



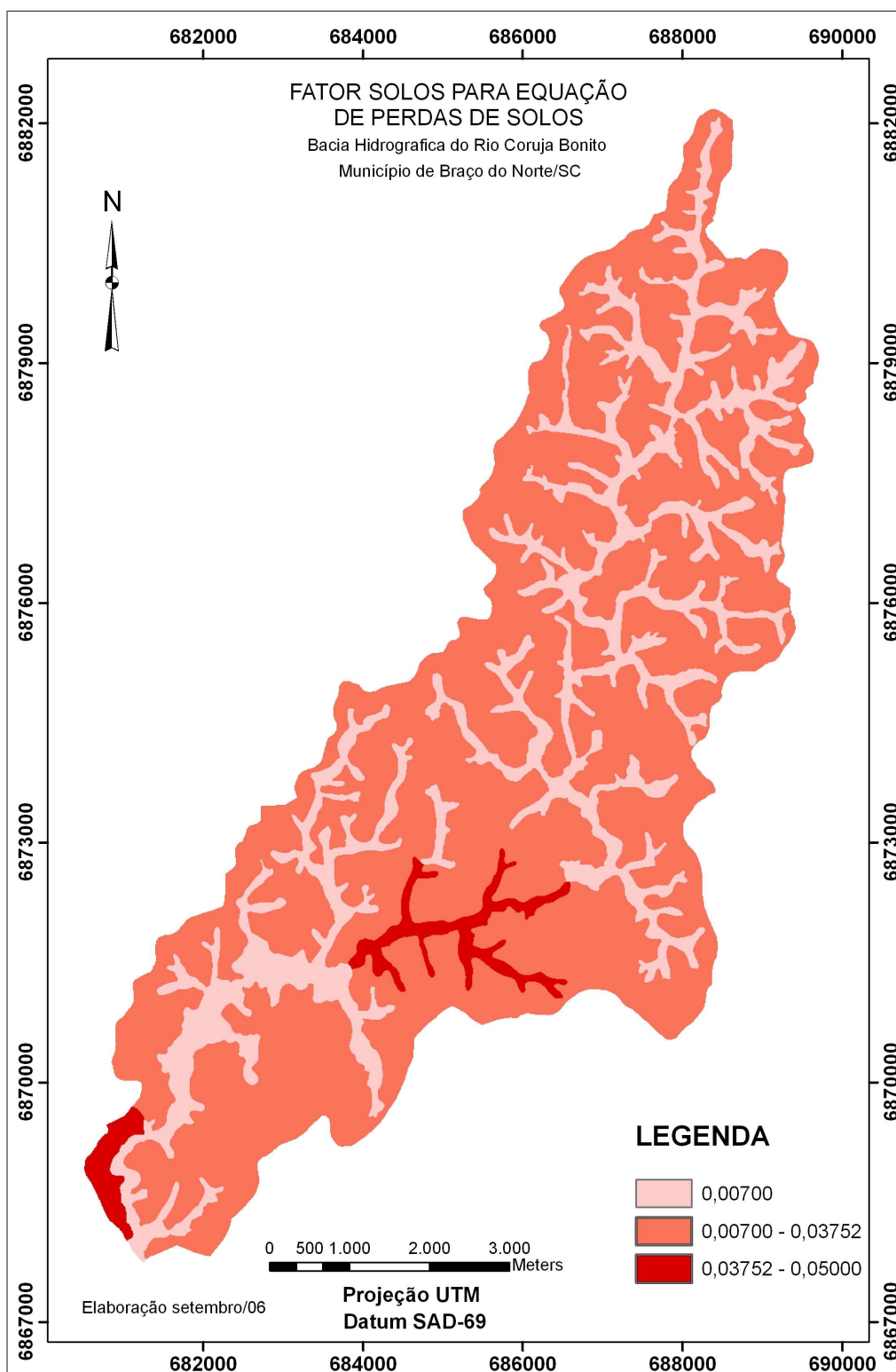
Apêndice F – Mapa representando a espacialização dos tipos de solos, quanto ao risco de poluição por dejetos de suínos, após a ponderação feita no software analítico hierárquico *Expert Choice – AHP*.



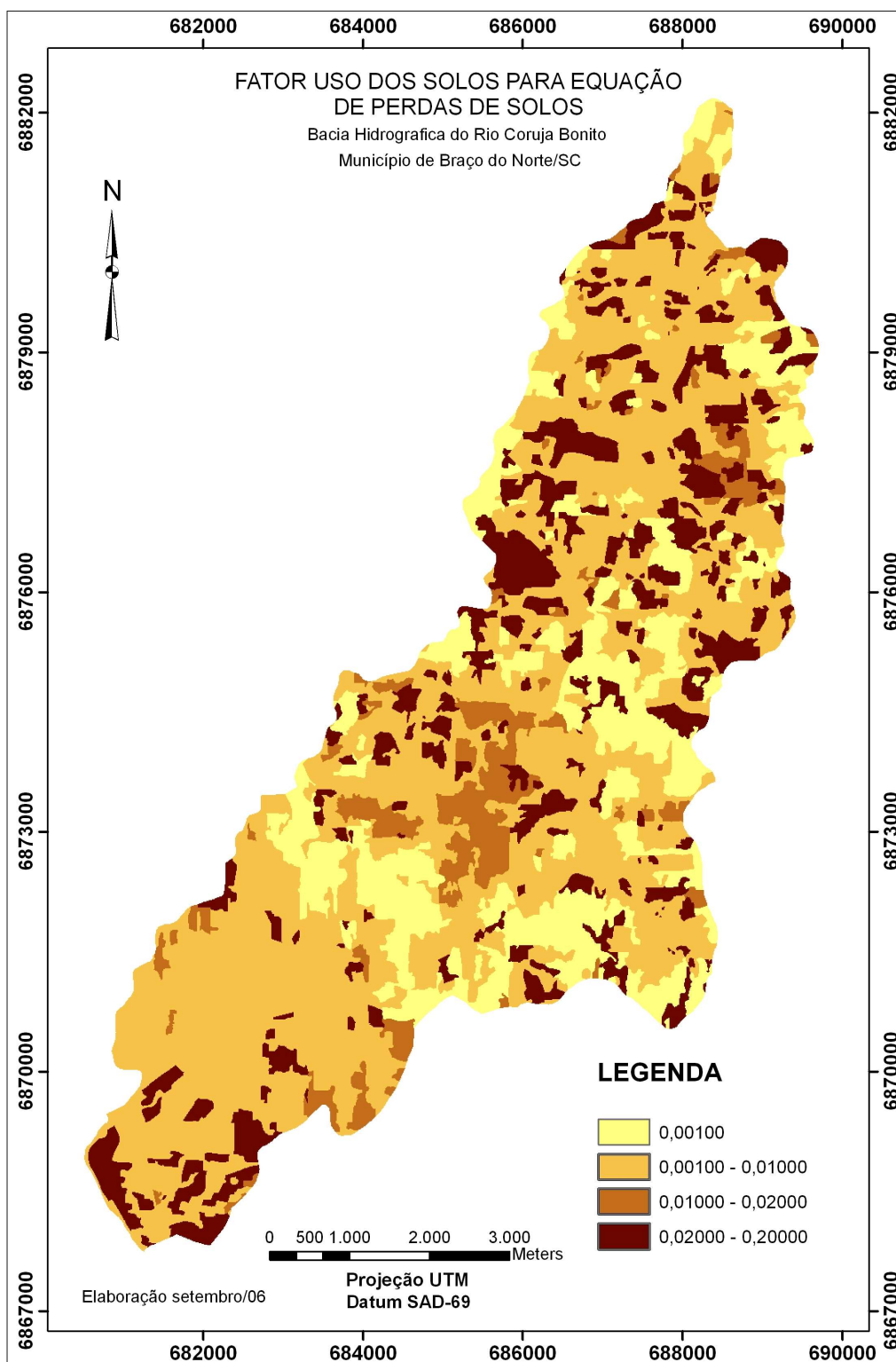
Apêndice G – Mapa representando o fator LS (declividade e comprimento de rampa) para cálculo das perdas de solos.



Apêndice H – Mapa representando o fator solos para calculo das perdas.



Apêndice I – Mapa representando o fator uso do solo para cálculo das perdas de solos.





Apêndice J -- Modelo de instalação física de granja de suíno. Na lateral direita, observamos calha para recebimento dos efluentes onde é levado por gravidade até as esterqueiras.



Apêndice K - A poluição na sub_bacia, não se dá apenas pela criação de suínos; o gado de leite ao se aproximar do estábulo para dormir, excrementa na entrada, urinando e pisoteando, ocorrendo o escoamento para a drenagem que está próxima dali.



Apêndice L - Unidade produtora de leitões - UPL. Neste modelo de criação as matrizes (porcas) ficam num espaço reduzidíssimo. Em aproximadamente 21 dias seus leitões saem para outro espaço denominado creche.



Apêndice M - Os leitões são transportados para abate em caminhões para os frigoríficos locais ou da região.



Apêndice N - Granja com criação de suínos em cama sobreposta, utilizando casca de arroz; observou-se um espaço maior para a criação dos mesmos e apenas uma granja na sub-bacia foi encontrada utilizando esta tecnologia.



Apêndice O - O biogás, é uma das alternativas para aproveitamento do dejetos e produção de gás metano (CH_4) utilizado para aquecimento da granja e uso na residência. Neste processo, ainda há sobra de lodo, que pode ser espalhado nas lavouras. Na área de estudo verificou-se apenas um biogás instalado.



Apêndice P - Paisagem de Fundo de vale erosional



Apêndice Q - Aspecto de uma paisagem em encosta erosional com declividade média em torno de 45%. O risco para colocação de dejetos nestas áreas, é alto em virtude da declividade o dejetos escorre pelo solo, agravando-se em dias de chuva.



Apêndice R - O espalhamento de dejetos nas paisagens (campos, culturas) é feito via moto bomba elétrica, que é levada via tubos. São os chamados “aspersores tipo canhão”.



Apêndice S - Aspecto de uma paisagem com encosta erosional coluvial. Bem ao centro da foto e ao alto (parte escura) foi espalhado dejetos e pode-se perceber o risco de escorrimento do mesmo. Isto se agrava em dias de precipitação na bacia, onde o solo é lavado e levado pelas águas até os vales.

7.2 ANEXOS

Anexo 1 – Tabela de classificação dos aspectos ambientais das terras.

Tabela 3.12 – Parâmetros para avaliar o grau de risco dos principais aspectos ambientais das terras e suas relações com as classes de risco ambiental.

Aspecto Ambiental (Subclasse)	Grau de risco Ambiental	Parâmetros Para a Classificação	Classe de Risco
RE - Relevo	0 - nulo	plano uniforme ou dissecado (0 a 3%) - suave ondulado uniforme (3 a 8)	I
	1 - ligeiro	suave ondula dissecado - ondulado uniforme (8 a 13%)	II
	2 - moderado	suave ondulado m. Dissec. - ondl. I dissec. - ondl. II uniforme (13 a 20%)	III
	3 - forte	ondulado II (13 a 20%) - muito dissecado e forte ondulado (20 a 45%)	IV
	4 - muito forte	forte ondul dissec. - montanhoso ou escarpado (>45%)	V
PE - Pedregosidade	0 - nulo	sem pedregosidade	I
	1 - ligeiro	pedras(2 e 20 cm d.)no solo<15% ou dist. entre matacões (>20cm)<30m ou rochas c/ dist.<100	II
	2 - moderado	pedras(2 e 20 cm d.)no solo de 15 a 50%, dist. entre matacões de 3 a 30m. ou rochas entre 15 e 100m.	III
	3 - forte	pedras(2 e 20 cm d.)no solo de 50 a 70%, dist. entre matacões de 1 a 3m. ou rochas entre 3 e 15m.	IV
	4 - muito forte	pedras(2 e 20 cm d.)no solo de > 70%, dist. entre matacões < 1m. ou rochas entre si < 3m.	V
PR - Profundidade	0 - nulo	muito profundos - > 2m.	I
	1 - ligeiro	profundos - 1,20 a 2,00 m.	II
	2 - moderado	moderadamente profundos - 0,60 a 1,20 m.	III
	3 - forte	rasos - 0,30 a 0,60 m.	IV
	4 - muito forte	muito rasos - < 0,30 m.	V
TE - Textura	0 - nulo	argilosa - de 35 a 60% de argila	I
	1 - ligeiro	muito argilosa - mais de 60% de argila	II
	2 - moderado	media - de 15 a 35% de argila	III
	3 - forte	siltosa - silte >50%, argila <35% e areia >15%	IV
	4 - muito forte	arenosa - 15% de argila e > 70% de areia	V
HI - Hidromorfismo	0 - nulo	gleyzação não observada	I
	1 - ligeiro	gleyzação abaixo de 1,0 m.	II
	2 - moderado	gleyzação entre 0,60 e 1,0 m.	III
	3 - forte	gleyzação entre 0,30 e 0,60 m.	IV
	4 - muito forte	gleyzação acima de 0,30	V
DR - Drenagem	0 - nulo	boa - solos argilosos profundos permeáveis	I
	1 - ligeiro	excessiva - solos arenosos e profundos	II
	2 - moderado	moderada - permeabilidade lenta entre 60 e 100 cm. e de cive >8%	III
	3 - forte	imperfeita - permeabilidade lenta entre 30 e 60 cm. (gley), de cive >8%	IV
	4 - muito forte	pobre e muito pobre - gleyzação na superfície	V

Fonte: IAP (2001, pág. 36).

Anexo 2 – Guia para classificação dos solos

QUADRO GUIA PARA CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS DA ÁREA

CRITÉRIOS DIAGNÓSTICOS (SUBCLASSES)	GRAU DE RISCO AMBIENTAL (UNIDADE)	CLASSE DE RISCO AMBIENTAL DAS TERRAS				
		I	II	III	IV	V
PR- PROFUNDIDADE	0-Nulo	X	X	X	X	X
	1-Ligeiro	-	X	X	X	X
	2-Moderado			X	X	X
	3-Forte				X	X
	4-Muito forte	-	-	-	-	X
TE- TEXTURA	0-Nulo	X	X	X	X	X
	1-Ligeiro	-	X	X	X	X
	2-Moderado	-	-	X	X	X
	3-Forte	-	-	-	X	X
	4-Muito forte	-	-	-	-	X
DR- DRENAGEM	0-Nulo	X	X	X	X	X
	1-Ligeiro		X	X	X	X
	2-Moderado	-	-	X	X	X
	3-Forte	-	-	-	X	X
	4-Muito forte	-	-	-	-	X
PE- PEDREGOSIDADE	0-Nulo	X	X	X	X	X
	1-Ligeiro	-	X	X	X	X
	2-Moderado	-	-	X	X	X
	3-Forte				X	X
	4-Muito forte					X
HI- HIDROMORFISMO	0-Nulo	X	X	X	X	X
	1-Ligeiro	-	X	X	X	X
	2-Moderado	-	-	-	X	X
	3-Forte					X
	4-Muito forte					X
RE- RELEVO	0-Nulo	X	X	X	X	X
	1-Ligeiro		X	X	X	X
	2-Moderado	-	-	X	X	X
	3-Forte	-	-	-	X	X
	4-Muito forte	-	-	-	-	X
RI- RISCO DE INUNDAÇÃO	0-Nulo	X	X	X	X	X
	1-Ligeiro			X	X	X
	2-Moderado	-	-		X	X
	3-Forte	-	-	-		X
	4-Muito forte	-	-	-	-	X

Fonte: Souza et al. (2005)

Anexo 3 – Imagem de satélite *quick bird* na banda pancromática com resolução de 0,60 centímetros com a sobreposição da rede de drenagem e sistema viário.

