

Andréa Regina de Britto Costa Lopes

Recursos hídricos e uso da terra na bacia do Rio do Peixe/SC,
mapeamento das áreas de vulnerabilidade e risco de contaminação do
Sistema Aquífero Serra Geral

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em
Geografia, Departamento de Geociências, Centro de
Filosofia e Ciências Humanas da Universidade
Federal de Santa Catarina, para obtenção do grau de
Doutor em Geografia.

Orientador Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe

Florianópolis, 2012

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Lopes, Andréa Regina de Britto Costa
Recursos hídricos e uso da terra na bacia do Rio do
Peixe/SC, mapeamento das áreas de vulnerabilidade e risco
de contaminação do Sistema Aquífero Serra Geral [tese] /
Andréa Regina de Britto Costa Lopes ; orientador, Luiz
Fernando Scheibe - Florianópolis, SC, 2012.
317 p. ; 21cm

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa
de Pós-Graduação em Geografia.

Inclui referências

1. Geografia. 2. Sistema Aquífero Guarani/Serra Geral.
3. Uso da terra. 4. Vulnerabilidade e risco de
contaminação. 5. Bacia do Rio do Peixe. I. Scheibe, Luiz
Fernando. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

Andréa Regina de Britto Costa Lopes

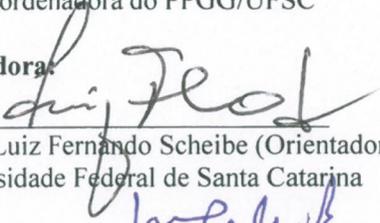
**RECURSOS HÍDRICOS E USO DA TERRA NA
BACIA DO RIO DO PEIXE/SC, MAPEAMENTO DAS
ÁREAS DE VULNERABILIDADE E RISCO DE
CONTAMINAÇÃO DO SISTEMA AQUÍFERO
SERRA GERAL**

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do
Título de “Doutor em Geografia”, e aprovada em sua forma
final pelo Programa de Pós-graduação em Geografia.

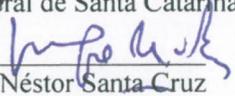
Florianópolis, 01 de junho de 2012.

Prof. Dra. Ruth Emilia Nogueira
Coordenadora do PPGG/UFSC

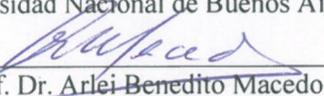
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe (Orientador)
Universidade Federal de Santa Catarina



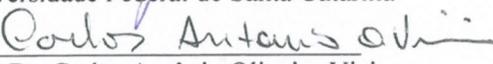
Prof. Dr. Jorge Néstor Santa Cruz
Universidad Nacional de Buenos Aires



Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo
Universidade de São Paulo



Prof. Dr. Joel Robert Georges Marcel Pellerin
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Carlos Antônio Oliveira Vieira
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico aos moradores da Bacia do Rio do Peixe.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer às várias pessoas e instituições que me auxiliaram no desenvolvimento desta pesquisa. Seria difícil mencionar a todos, entretanto sou especialmente grata ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina. Ao Programa REUNI/CAPES, pela concessão da bolsa de estudo (2008 e 2009) e pela oportunidade de participar, como Assistente de Ensino, nas disciplinas de Sensoriamento Remoto, Fotointerpretação I e Fotointerpretação II, Geologia I, Geologia II e Climatologia Dinâmica e Geográfica no Curso de Graduação em Geografia, nesta Instituição.

Ao CTHidro/CNPq¹ pela concessão da bolsa de estudo (2010 e 2011). À Rede Guarani/Serra Geral, em especial à Prof. Dra. Maria de Fátima S. Wolkmer, pelo apoio incondicional, pela indicação de leituras e financiamento dos trabalhos de campo, curso de aperfeiçoamento, seminários e encontros científicos.

Agradeço ao Dr. Luiz Fernando Scheibe, por sua orientação, pelas aulas diárias de Geologia, Geomorfologia, Hidrogeologia, Epistemologia e Análise Ambiental. E pela confiança e oportunidade de integrar o Projeto Rede Guarani/Serra Geral, sob sua coordenação.

Agradeço, de forma muito especial, ao Dr. Jöel R. G. M. Pellerin pelo exemplo de trabalho e dedicação, pelas orientações e revisões no processamento das imagens, tratamento dos dados, pelas indicações de leituras, trabalhos de campo, revisão de artigos e supervisão dos estágios do Programa REUNI/CAPES (2008 e 2009) em Fotointerpretação I, Fotointerpretação II e Sensoriamento Remoto.

À Dra. Magaly Mendonça, pela oportunidade do Estágio de Docência durante o doutorado, na disciplina Climatologia Dinâmica e Geográfica, e, ainda, por todo o carinho, incentivo e amizade. Ao Dr. Ewerton V. Machado, por seu carinho e pela indicação das muitas leituras, ao longo da graduação, do mestrado e do doutorado. À Dra. Janete J. de Abreu, pelo incentivo, pelas sugestões valiosas e pelos trabalhos compartilhados ao longo do doutorado.

¹ Processo CNPq Nº 556644/2009-3. Projeto de pesquisa selecionado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, através do Edital MCT/CNPq/CT-Hidro nº 22/2009, sob o Título: Recursos Hídricos e Uso da Terra na Bacia do Rio do Peixe, Santa Catarina.

Ao Dr. João J. Bigarella, pelas referências disponibilizadas. Aos professores Dr. Luiz P. Martini - CCA/UFSC e Dr. Edison Tomazolli - CFH/UFSC, pelas indicações de leitura e pelos trabalhos em laboratório. Ao Dr. Arthur S. Nanni – Laboratório de Análise Ambiental e Dr. Carlos Vieira - Laboratório de Geoprocessamento, pelo conhecimento compartilhado e por todo o apoio disponibilizado no processamento dos dados, a partir dos *softwares* QGis e *ArcGis*, respectivamente. Agradeço, ainda, ao prof. Dr. Juan A. A. Flores, por todo o incentivo.

À Secretaria de Vigilância Sanitária do Estado de Santa Catarina - Gerência em Saúde Ambiental – GESAM, em especial à Margaret Grandó, Michele M. Teles e geógrafos Francisco C. Portela e Sérgio R. de Brito pela pronta disponibilização dos dados referentes à qualidade da água.

À Agência Nacional das Águas, em especial o Sr. Dalvino França - Diretor de Planejamento, pela oportunidade de realizar o curso “Monitoramento, Enquadramento e Classificação das Águas Subterrâneas”, ministrado por aquela instituição. À Epagri/Ciram, à CPRM/SIAGAS, em especial aos geólogos Bráulio R. Caye, José L. Flores Machado e Marcos A. Freitas, pelo referencial de suas publicações, pesquisas e trabalhos de campo. À FATMA – Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina, e demais pesquisadores e agências de pesquisa, empresas públicas e privadas, fontes desta pesquisa.

À amiga e doutoranda Márcia de V. Cesa, pelo companheirismo nas pesquisas, nos trabalhos, cursos e minicursos que compartilhamos juntas. Aos colegas de Laboratório - LAAM, em especial Tábata Bevilaqua, Leônidas Descovi Filho, Elaine Dorighello Tomás e Gedalva Filipini, pelo convívio, incentivo, pela ajuda e pelas valiosas sugestões. Às amigas Fernanda Buth e Judith Müller Lohn, pelo cuidado na revisão do texto. Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento desta tese,

Muito Obrigada.

A Geografia é a área do conhecimento que tem o compromisso de tornar os lugares e suas dinâmicas mais compreensíveis e dar explicações para as transformações territoriais, e de apontar soluções para as incongruências e incompatibilidades espaciais (SANZIO, 2005:168).

Cio da terra

*Debulhar o trigo
Recolher cada bago do trigo
Forjar no trigo o milagre do pão e se fartar de pão*

*Decepar a cana
Recolher a garapa da cana
Roubar da cana a doçura do mel, se lambuzar de mel*

*Afagar a terra
Conhecer os desejos da terra
Cio da terra a propícia estação e fecundar o chão*

*Debulhar o trigo
Recolher cada bago do trigo
Forjar no trigo o milagre do pão e se fartar de pão*

*Decepar a cana
Recolher a garapa da cana
Roubar da cana a doçura do mel, se lambuzar de mel*

*Afagar a terra
Conhecer os desejos da terra
Cio da terra a propícia estação e fecundar o chão*

*Música: Cio da Terra (1976)
Autoria: Música e letra: Milton Nascimento e Chico Buarque de
Hollanda*

RESUMO

Esta tese tem como objeto aprofundar o entendimento da interação entre recursos hídricos e uso da terra na Bacia do Rio do Peixe (BRP), Santa Catarina. Esta bacia compreende 27 municípios e foi selecionada por apresentar complexo e significativo desenvolvimento econômico com base na agricultura, pecuária e indústria e por registrar ao longo das últimas décadas um aumento do uso das águas do Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral (SAIG/SG). A escolha visa subsidiar o projeto Rede Guarani/Serra Geral (MIC1) quanto ao mapeamento das áreas de vulnerabilidade e risco de contaminação das águas do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG). A metodologia incluiu o resgate de dados primários e secundários junto ao IBGE, SIAGAS/CPRM, EPAGRI/CIRAM, EMBRAPA, INPE, trabalhos de campo e a utilização de produtos e técnicas de geoprocessamento. As bases cartográficas foram trabalhadas na escala de 1:250.000. O método de avaliação da vulnerabilidade adotado refere-se ao GOD – que pondera: Grau de confinamento da água subterrânea; Ocorrência de estratos de cobertura e Distância até o lençol freático, com modificações. A análise dos aspectos físicos revelou significativo número de feições estruturais, cujo adensamento pode implicar em áreas de maior vulnerabilidade e conseqüente risco de contaminação, devido aos usos da terra e ao expressivo número de granjas de suínos e aviários existentes na região. Os resultados mostram que a qualidade dos recursos hídricos superficiais encontra-se comprometida em decorrência dos tipos de uso da terra e da ausência de tratamento de efluentes. No entanto, a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos está dentro dos padrões legais. Um fator regional de complicação para a exploração das águas subterrâneas é a presença natural, em fraturas do SASG, de óleo residual. Em relação aos principais tipos de uso da terra, os dados das imagens de satélite para o ano de 2008 revelaram para a BRP 39,3% de áreas ocupadas por florestas; 30,5% de áreas de solo exposto associado a atividades agrícolas, 10,7% de cultivos diversos; 9,2% de pastagens; 8,5% de reflorestamento; 0,9% de áreas urbanas e 0,3% de corpos d'água superficiais. No mapeamento da vulnerabilidade intrínseca, as áreas de alta vulnerabilidade são aquelas mais densamente fraturadas, com solos de profundidade inferior a 60 cm e teor de argila menor que 35%. Já as áreas de vulnerabilidade moderada/moderada alta são as

áreas com densidade de lineamentos moderada, com profundidade de solo variando de 60 cm a 150 cm e teor de argila de 35% a 60%. Áreas classificadas como de vulnerabilidade baixa a muito baixa apresentam densidade de lineamentos de moderada a moderada baixa, solos de profundidade superior a 150 cm e teor de argila maior que 60%. O mapa de Potencial de Risco considerou os principais tipos de uso da terra, classificando-os como de grau baixo, moderado ou alto. Finalmente, o Mapa de Risco de Contaminação é produto do cruzamento do mapa de Vulnerabilidade Intrínseca com o mapa de Potencial de Risco. As áreas de risco moderado alto, alto e muito alto deverão merecer atenção especial para proteção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos da BRP.

Palavras-Chave: Sistema Aquífero Guarani/Serra Geral, Uso da terra, Vulnerabilidade, Risco de Contaminação, Bacia do Rio do Peixe.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to improve the understanding of the relation between water resources and land use on the Rio do Peixe Basin (BRP), in the state of Santa Catarina, Brazil. This basin comprehends 27 municipalities and was selected as the object of this study due to its complex and significant economic growth, based on agriculture, animal husbandry and industrial activity. It was also chosen because, in the last decades, an increase in the use of water from the Guarani/Serra Geral Integrated Aquifer System (SAIG/SG) has been registered. This choice also aims at aiding the Rede Guarani/Serra Geral Project (M1C1) in the mapping of areas of vulnerability as well as of areas of risk of water contamination in the Serra Geral Aquifer System (SASG). Methodology included the gathering of primary and secondary data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the Groundwater Information System/ Mineral Resources Research Company (SIAGAS/CPRM), Santa Catarina's Agricultural and Rural Extension Research Enterprise (EPAGRI/CIRAM), the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA) and the Brazilian National Institute for Space Research (INPE), along with field research and the use of geoprocessing products and techniques. Cartographic bases were worked on a scale of 1:250,000. The method adopted for assessing vulnerability refers to GOD - who ponders: degree of confinement of Groundwater; Occurrence of strata cover and Distance to the water table, with modifications. The analysis of physical aspects revealed a significant number of structural features, the densification of which may cause the areas to be more vulnerable and consequently increase the risk of contamination, especially considering the significant number of chicken and pig farms that exist in the region. The results show that the quality of surface water resources is compromised due to the different types of land use and the lack of treatment of effluents. However, the quality of groundwater resources is within legal standards. The natural presence of residual oil in some areas of the SASG constitutes a regional complication factor in the exploration of underground water. Regarding the main forms of land use, satellite image data for the year of 2008 show that the Rio do Peixe Basin has 39.3 % of its area covered by native forests, 30.5% of exposed soil areas associated with agricultural activities, 10.7% covered by various kinds of cultivations, 9.2% are

pastures, 8.5% are reforestation areas, 0.9% are urban areas and 0.3% are surface bodies of water. In the intrinsic vulnerability mapping the areas of high vulnerability are the ones that are the most densely fractured, where the soil has less than 60 cm in depth and less than 35% of clay in its composition. Areas of moderate/moderate high vulnerability are the ones that are mildly fractured, with soils that vary from 60 cm to 150 cm in depth and from 35% to 60% of clay in their composition. Areas of low to very low vulnerability present moderate to low moderate density of fractures, with soils over 150 cm in depth and over 60% of clay in their composition. The Potential Risk Map considered the main forms of land use mapped through satellite images and classified as of low, moderate or high degree of risk. Finally, the Contamination Risk Map is a product of the combination of the Intrinsic Vulnerability Map and the Potential Risk Map. The areas of moderately high, high and very high risk deserve special attention for the protection of the surface and underground water resources from the Rio do Peixe Basin.

Keywords: Guarani/Serra Geral Aquifer System, Land Use, Vulnerability, Contamination Risk, Rio do Peixe Basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo – limites e municípios que compõem a Bacia do Rio do Peixe/SC	26
Figura 2 - Mapa Geológico simplificado da Bacia do Paraná. ...	52
Figura 3 - Simulação gráfica para a região Oeste de Santa Catarina, das possíveis fraturas que interceptariam as águas dos SAG e SASG.....	54
Figura 4 - Localização da área do Sistema Aquífero Guarani e respectiva extensão.	55
Figura 5 - Perfil geológico sentido Leste – Oeste, presente na Figura 3.	56
Figura 6 - Seção geológica esquemática NW-SE da Bacia do Paraná.....	81
Figura 7 - Altimetria da Bacia do Rio do Peixe/SC: escala original 1:250.000.....	85
Figura 8 – Modelo Numérico do Terreno da Bacia do Rio do Peixe/SC.	86
Figura 9 - Precipitação média no Brasil, de acordo com as isoietas anuais de 1961 e 1990.....	90
Figura 10 - Classificação dos tipos de solo (profundidade, grau de pedregosidade e potencial agrícola) na Bacia do Rio do Peixe/SC.	96
Figura 11 - Fluxograma das etapas do processo de levantamento e classificação da cobertura e uso da terra.....	113
Figura 12 - Localização dos poços cadastrados no SIAGAS/CPRM até 2010, nos municípios da BRP.....	123
Figura 13 - Distribuição da população absoluta na BRP	136
Figura 14 - Distribuição da produção de suínos na BRP.....	138
Figura 15 - Distribuição da produção de aves na BRP	139
Figura 16 - Distribuição da produção de bovinos na BRP	140
Figura 17 - Distribuição do total de indústrias na Bacia do Rio do Peixe	141
Figura 18 - Produção pecuária de suínos nas bacias dos Rios do Peixe, Canoas e Pelotas/SC	142
Figura 19 - Produção pecuária de aves nas bacias dos Rios do Peixe, Canoas e Pelotas/SC	143
Figura 20 - Produção pecuária de bovinos nas bacias dos Rios do Peixe, Canoas e Pelotas/SC	144

Figura 21 - Produção agrícola temporária nas Bacias dos Rios do Peixe, Canoas e Pelotas/SC	145
Figura 22 - Produção agrícola permanente nas Bacias dos Rios do Peixe, Canoas e Pelotas/SC	146
Figura 23 - Produção da silvicultura nas Bacias dos Rios do Peixe, Canoas e Pelotas/SC.....	147
Figura 24 - Principais tipos de uso da terra na Bacia do Rio do Peixe/SC	149
Figura 25 - Localização no Estado de Santa Catarina das imagens registradas na Bacia do Rio do Peixe.	151
Figura 26 - Ponto 2 –503680W - 6979983S - Altitude 965m	152
Figura 27 - Ponto 3 – 502003W - 6993037S - Altitude 996m	152
Figura 28 - Ponto 3a - 502003W -6993037S - Altitude 996m.....	153
Figura 29 - Ponto 4 - 464768W – 6977010S - Altitude 741m	153
Figura 30 - Ponto 5 - 468473 W- 6986833 S - Altitude 963m.....	154
Figura 31 - Ponto 6 - 490198 W -7013543S - Altitude 884m	154
Figura 32 - Ponto 7 – 459127 W – 6990186S - Altitude 663m	155
Figura 33 - Ponto 8 – 510033 W - 7042899S - Altitude 1142m ...	155
Figura 34 - Ponto 9 - 497237W - 7041607S - Altitude 936m	156
Figura 35 - Ponto 10 – PIRATUBA.	156
Figura 36 - Ponto 11 - 464672W - 7031826S - Altitude 1136m... 	157
Figura 37 - Ponto 12 - G233 - 458783W - 7022776S - Altitude 974m.....	157
Figura 38 - Ponto 13 - 432782W – 6987147S - Altitude 903m	158
Figura 39 - Ponto 14 - 432931W – 6985301S - Altitude 823m	158
Figura 40 - Ponto 15 - 461625W - 7024490S - Altitude 991m	159
Figura 41 - Ponto 17 – 495703W - 7051557S - Altitude 1107m ..	159
Figura 42 - Ponto 18 – 495703W - 7051557S - Altitude 1107m ..	160
Figura 43 – Ponto 19 - G217 - 497009W – 7052505S – Altitude 1187m.....	160
Figura 44 - Ponto 20 - 497009W - 7052505S - Altitude 1187m... 	161
Figura 45 - Ponto 21 - 457543W - 7018018S - Altitude 916m	161
Figura 46 - Ponto 22 - 450569W - 6964364S - Altitude 851m	162
Figura 47 - Ponto 23 - 465592W – 7023998S - Altitude 953m	162
Figura 48 - Ponto 25 – 505169W – 6997234S - Altitude 1033m. 	163
Figura 49 - Ponto 26 – 467178W - 7015766S - Altitude 848m	163
Figura 50 - Ponto 27 - VIDEIRA - 482576W - 7013501S. Altitude 762m.....	164

Figura 51 - Ponto 28 - JOAÇABA – 451026W - 6994117S Altitude 672m	164
Figura 52 - Ponto 29 – CAPINZAL	165
Figura 53 - Ponto 30 - HERVAL D' OESTE.....	165
Figura 54 – Ponto 31 – OURO - 439508W - 6975731S - Altitude 471m	166
Figura 55 - Ponto 32 – JOAÇABA.....	166
Figura 56 - Ponto 33 – CAÇADOR – 499572W – 7036889S - Altitude 968m.....	167
Figura 57 - Ponto 34 - SALTO VELOSO - 458897W – 7023280S - Altitude 969m.....	167
Figura 58 – Textura dos solos na Bacia do Rio do Peixe/SC... 169	
Figura 59 - Profundidade dos solos na Bacia do Rio do Peixe/SC	170
Figura 60 - Vulnerabilidade com relação à textura do solo na Bacia do Rio do Peixe/SC.....	172
Figura 61 - Vulnerabilidade com relação à profundidade dos solos da Bacia do Rio do Peixe/SC.	173
Figura 62 - Vulnerabilidade dos solos considerando textura e profundidade na Bacia do Rio do peixe/SC.	175
Figura 63 - Principais lineamentos na Bacia do Rio do Peixe, SC.	177
Figura 64 - Densidade dos principais lineamentos na Bacia do Rio do Peixe/SC.....	178
Figura 65 - Mapeamento da vulnerabilidade intrínseca considerando densidade de lineamentos e classe de solo (textura e profundidade) na Bacia do Rio do Peixe/SC.....	180
Figura 66 - Potencial de Risco de contaminação dos recursos hídricos subterrâneos pelos tipos de uso da terra na BRP/SC.	182
Figura 67 - Mapeamento do risco, considerando mapeamento da vulnerabilidade e tipos de uso da terra na Bacia do Rio do Peixe/SC.....	184
Figura 68 - Mapeamento do risco de contaminação das águas subterrâneas nos municípios integrantes da Bacia do Rio do Peixe/SC.....	185

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Caracterização do acesso ao esgotamento sanitário na área rural do Brasil entre os anos de 1992 e 2009	29
Gráfico 2 - Perfil Leste - Oeste e espessura das Formações Guarani e Serra Geral (1).....	57
Gráfico 3 - Perfil: Espessura das Formações Guarani e Serra Geral (2).....	57
Gráfico 4 - Perfil das Formações Guarani e Serra Geral (3).....	58
Gráfico 5 - Precipitação pluviométrica anual em Caçador e Videira/SC.	89
Gráfico 6 - População se urbana ou rural - Bacia do Rio do Peixe/SC	103
Gráfico 7 - Intoxicações por agrotóxicos na BRP 2004 a 2009	110
Gráfico 8 - Índice de Qualidade da Água - IQA na Bacia do Rio do Peixe/SC.....	127
Gráfico 9 - Totais de coliformes totais e termotolerantes presentes no Rio do Peixe - 2008	129

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Efetivo de suínos no Brasil, região Sul, Santa Catarina.....	28
Tabela 2 - Efetivo de aves no Brasil, região Sul, Santa Catarina	28
Tabela 3 - Proporção de municípios por condição de esgotamento sanitário, segundo as Grandes Regiões – 2000	30
Tabela 4 - Distritos com coleta de esgoto sanitário, com tratamento e sem tratamento de esgoto sanitário, por tipo de corpos receptores – 2000.....	31
Tabela 5 - Serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição, por tipo de captação, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação – 2008	32
Tabela 6 - Número de distritos com captação de água, por tipo de captação e por existência e tipo de poluição ou contaminação na captação	34
Tabela 7- Número de suinocultores no Oeste Catarinense de 1980 a 2000.....	105
Tabela 8 - Princípios ativos dos agrotóxicos e respectivo grau de toxicidade.....	107
Tabela 9 - Classificação toxicológica dos agrotóxicos em função do DL50	108
Tabela 10 - Valor dos descritores para classes de vulnerabilidade intrínseca, verificadas na área de estudo:	117
Tabela 11 - Matriz dos níveis de identificação de vulnerabilidade	117
Tabela 12 - Descritores para classes de risco de contaminação de águas subterrâneas, correspondentes ao uso da terra	119
Tabela 13 - Tipo de abastecimento de água nos municípios da BRP, considerando: Município, Empresa Concessionária, Extensão (km ²) e População.	124
Tabela 14 - Destino de esgoto por municípios, segundo SIAB - Sistema de Informação da Atenção Básica da Saúde – 2005	126

Tabela 15- Percentual de amostras fora do padrão para coliformes totais – 2010.....	131
Tabela 16 - Aspectos socioeconômicos dos municípios pertencentes à BRP/SC	134
Tabela 17 - Cobertura do uso da terra na BRP – 2008	148
Tabela 18 - Classes de solo considerando as categorias Textura e Profundidade e respectivo grau de vulnerabilidade atribuído	171
Tabela 19 - Qualidade dos recursos hídricos consumidos pela população da Bacia do Rio do Peixe/SC Relatório Gerencial Anual de Vigilância por Município.....	230

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	23
1. INTRODUÇÃO	23
1.1. PROBLEMÁTICA	27
1.2. JUSTIFICATIVA	35
1.3. OBJETIVOS	38
1.3.1. OBJETIVO GERAL	38
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	38
1.4. ESTRUTURA DA TESE	38
CAPÍTULO II	41
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	41
2.1. RECURSOS HÍDRICOS	41
2.2. BACIA HIDROGRÁFICA	44
2.3. SISTEMA AQUÍFERO GUARANI – SAG	48
2.4. SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL – SASG ..	50
2.5. SISTEMA SISTEMA AQUÍFERO INTEGRADO GUARANI/SERRA GERAL – SAIG/SG	53
2.6. COBERTURA DO USO DA TERRA	58
2.7. VULNERABILIDADE INTRÍNSECA E RISCO DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS DO SISG	64
2.8. LIMITAÇÕES DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE	71
2.9. LEGISLAÇÃO E INSTÂNCIAS DE PARTICIPAÇÃO	71
CAPÍTULO III	77
3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO DO PEIXE	77
3.1. FONTES PRINCIPAIS DOS DADOS	77
3.2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	80
3.3. CLIMA, HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA	87
3.4. PEDOLOGIA E VEGETAÇÃO	92
3.5. ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS	99
3.5.1. EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO DAS TERRAS: OS INDÍGENAS, OS CABOCLOS E OS COLONOS	99

3.5.2.	USOS DA TERRA	102
CAPÍTULO IV	111
4.	METODOLOGIA.....	111
4.1.	PARA A CARACTERIZAÇÃO DOS RECURSOS	
HÍDRICOS	111
4.2.	PARA O MAPEAMENTO DOS TIPOS DE USO DA	
TERRA	111
4.3.	PARA O MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE	
INTRÍNSECA	115
4.4.	PARA O MAPEAMENTO DO RISCO DE	
CONTAMINAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	118
CAPÍTULO V	121
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	121
5.1.	QUANTIDADE E QUALIDADE DOS RECURSOS	
HÍDRICOS	121
5.2.	MAPEAMENTO DA COBERTURA DOS TIPOS DE	
COBERTURA DO USO DA TERRA.....	133
5.3.	MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE	
INTRÍNSECA À CONTAMINAÇÃO, DO SISTEMA AQUÍFERO		
SERRA GERAL (SASG)	168
5.4.	MAPEAMENTO DO RISCO À CONTAMINAÇÃO	
DO SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL (SASG).....	181
5.5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS, LIMITAÇÕES DAS	
ANÁLISES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	186
CAPÍTULO VI	189
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	189
ANEXO 2: Artigos Completos Publicados	251
LOPES, A. R. B. C.; HENNING, L. A.; BARARDI, T. S. G., SCHEIBE, L. F.		
Recursos hídricos superficiais e subterrâneos e o uso da terra no município		
de Videira, SC. In: Anais do XVI Congresso Brasileiro de Águas		
Subterrâneas. DATA: 31 de agosto a 03 de setembro de 2010 - LOCAL:		
São Luís – MA.	252

LOPES, A. R. B. C.; SCHEIBE, L. F. Formação histórica e recursos hídricos no município de Videira/SC. In: Anais do I Simpósio Internacional de História Ambiental e Migrações, Florianópolis, na Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, de 13 a 15 de setembro de 2010.....283

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

A água é essencial a todas as formas de vida, e, os assim chamados recursos hídricos são utilizados com as mais diferentes finalidades além do consumo humano, destacando-se, entre elas, o uso para a dessedentação de animais, a irrigação e múltiplos usos na indústria. Nesse contexto, os usos da terra na bacia hidrográfica influenciam direta ou indiretamente na quantidade e qualidade das águas da mesma.

Água - e alimentos - contaminados não são apenas subprodutos eventuais do processo tecnológico, são características intrínsecas de um sistema econômico obcecado por crescimento e expansão (CAPRA, 1982).

Ao longo das últimas décadas do século passado, as discussões ambientais se ampliaram, sendo instituídas várias políticas com intuito de conciliar desenvolvimento das atividades econômicas e a preservação dos recursos naturais no cenário internacional e nacional. As Nações Unidas promoveram conferências para debater questões ambientais de âmbito global, como a de Estocolmo em 1972, e a segunda, em 1992, no Rio de Janeiro.

O Brasil possui uma das maiores redes hidrográficas do mundo, com aproximadamente 12% de todos os recursos hídricos superficiais do planeta (MIURA, 2011). Contudo, esses recursos encontram-se desigualmente distribuídos dentro do país. A região Norte concentra 68,5%, o Centro-Oeste 15,7%, a região Sul 6,5%, o Sudeste 6%, e o Nordeste 3% das reservas superficiais de água doce.

Além dos recursos superficiais, o Brasil conta com expressivas reservas de água subterrânea. Essas reservas estendem-se por amplas áreas, ultrapassando os limites político-administrativos de municípios e estados, chegando mesmo a alcançar outros países da América do Sul, como, por exemplo, o Sistema Aquífero Guarani e o Sistema Aquífero Serra Geral. Esses sistemas abrangem partes de oito estados do Brasil, além da Argentina, Paraguai e Uruguai.

No entanto, o cálculo da disponibilidade de água envolve considerar, além da abundância – e da qualidade - dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, os aspectos geográficos, políticos e sociais

(WARTCOW, 2003). Entre os aspectos geográficos são importantes, além do uso da terra, as características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e climáticas.

Ainda que o Brasil possua importantes reservas de água superficiais, em se tratando de abastecimento público de água em 2008, 76,5% da população brasileira já utilizava água subterrânea, sendo que, destes, 64,1% exploravam a água através de poços profundos, 12,4% por meio de poços rasos (IBGE, 2008²). Os índices de abastecimento, considerando o tipo de fonte no Estado catarinense, não são diferentes da realidade nacional. Significativas áreas do Meio-Oeste de Santa Catarina utilizam tanto água subterrânea quanto superficial.

O Meio-Oeste catarinense é uma importante região produtora de suínos, aves e bovinos, além das atividades agrícolas. A avicultura catarinense responde por 2,5% da produção mundial de frangos. A produção avícola de Santa Catarina é referência estratégica para a avicultura mundial, nacional e do Mercosul (EPAGRI/CEPA, 2010).

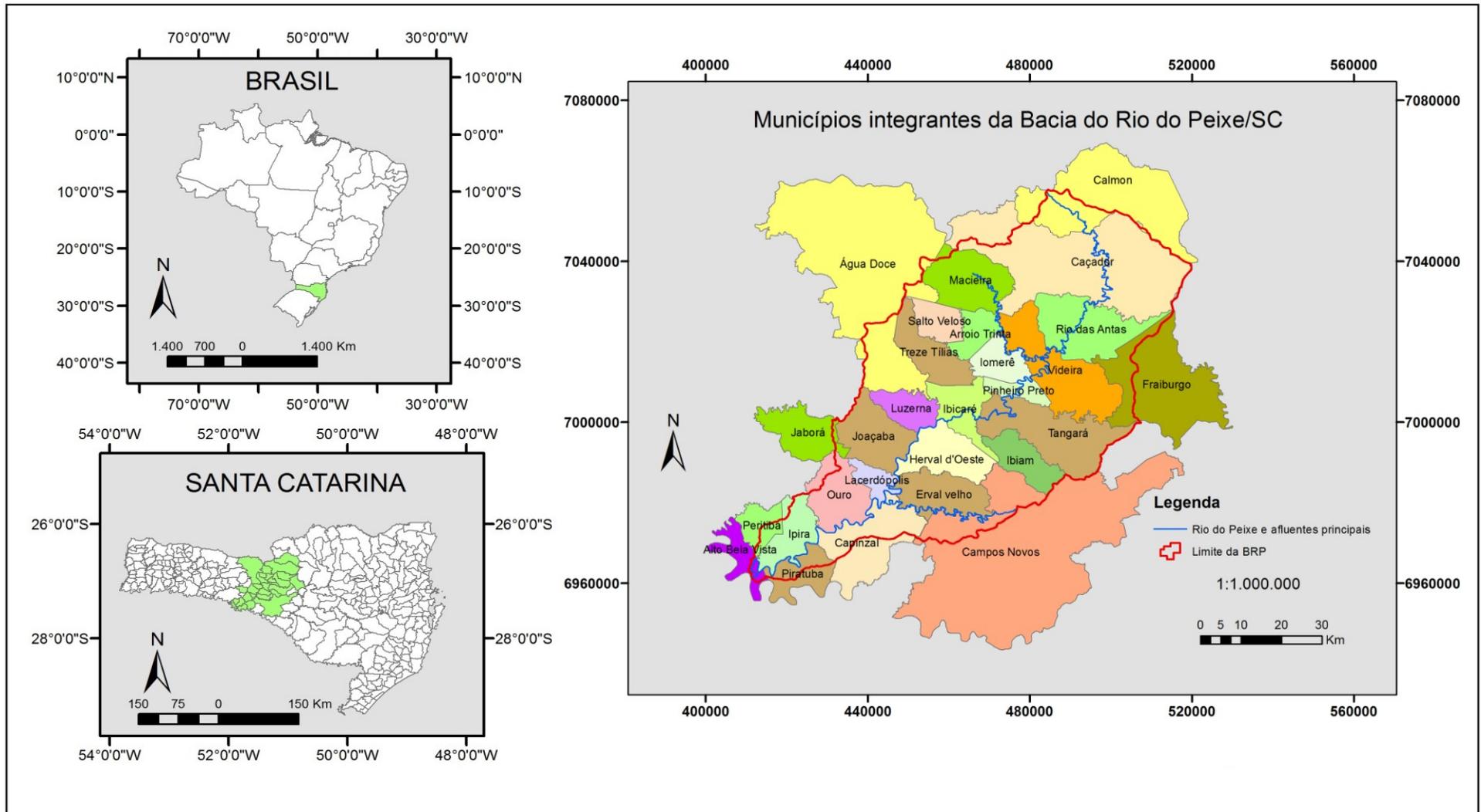
Santa Catarina possui pouco mais de 16% do rebanho nacional de suínos (4,5 milhões de cabeças) e produz mais de um terço dos abates totais (7,8 milhões de cabeças). Dos abates totais, 82% originam-se nos Sistemas Integrados. No estado, na região Oeste, concentram-se 70% do rebanho e 90% da produção (EPAGRI/CEPA, 2010).

Parte substancial dessa produção concentra-se na Bacia do Rio do Peixe e apresenta um incremento considerável nos últimos anos, tendo como consequência um aumento do consumo e do comprometimento da qualidade da água.

Situada no Meio-Oeste do Estado de Santa Catarina, a Bacia do Rio do Peixe, possui área total de 8.189 km² e apresentava, no ano de 2000, uma população estimada em 141.489 habitantes (IBGE, 2007). Posicionada entre as coordenadas geográficas 50°41'54"W - 52°01'16"W e 26°29'48"S - 27°37'43"S, abrange vinte e oito municípios. Compreende, de forma total, os municípios de: Rio das

² <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1752&z=t&o=1&i=p>

Antas, Macieira, Salto Veloso, Arroio Trinta, Ibiam, Tangará, Luzerna, Joaçaba, Erval Velho, Herval d'Oeste, Ipira, Ibicaré, Iomerê, Lacerdópolis, Pinheiro Preto, Treze Tílias e Videira; e, de forma parcial, os municípios de Calmon, Água Doce, Peritiba, Piratuba, Fraiburgo, Ouro, Capinzal, Caçador, Jaborá, Campos Novos e Alto Bela Vista (Figura 1).



Mapa base: GISMAPS - www.gismaps.com.br. Grupo: Divisão Política. Municípios do Brasil. Atualização: 2005. Fonte: IBGE.

mapa integrante da tese: Recursos Hídricos e uso da terra na Bacia do Rio do Peixe/SC. Autora: LOPES, A. R. B.C.. Orientador: SCHEIBE, L. F. Ano 2011.

Figura 1 - Localização da área de estudo – limites e municípios que compõem a Bacia do Rio do Peixe/SC

1.1. PROBLEMÁTICA

Atividades pecuárias e agrícolas implicam significativo potencial de poluição: geram grande quantidade de dejetos e empregam agrotóxicos³ e fertilizantes na sua cadeia produtiva.

As transformações tecnológicas e produtivas que tiveram lugar na agropecuária desde a Segunda Guerra Mundial têm resultado num dramático crescimento de seus impactos negativos no meio ambiente. Agrotóxicos, fertilizantes químicos, antibióticos, promotores de crescimento e outros produtos constituem-se numa das fontes primárias de contaminação, ao serem deliberadamente introduzidos no meio ambiente com objetivo imediato de aumentar a produtividade de plantações e criações de animais (GUIVANT; MIRANDA, 2004:7).

O Estado de SC ocupa o sexto lugar na produção de alimentos do país. Além de ser o maior produtor de suínos, destaca-se no volume produzido de cebola e maçã, e ocupa o segundo lugar na produção de carne de frango, alho, fumo e mel. A vinculação da produção agropecuária com os complexos agroindustriais constitui o grande motor da economia, fazendo com que o agronegócio contribua com cerca de 60% das exportações do Estado (EPAGRI/CEPA, 2010).

Belli Filho *et al.* (2001) destacam que o Brasil, em 2000, possuía o quarto plantel de suínos do mundo, com um efetivo de 34 milhões de cabeças, e Santa Catarina, com quase 4,5 milhões, era o maior produtor de suínos do Brasil, sendo esta uma das atividades de alto impacto ambiental, com grande potencial para poluir as águas, os solos, e afetar a qualidade do ar, dentre aquelas referidas por Guivant; Miranda (2004). Segundo os autores, em Santa Catarina, a produção total de suínos estaria então distribuída entre 25.000 propriedades, aproximadamente, gerando $10^7 m^3$ de dejetos ao ano, sendo que somente um pequeno percentual dos criadores possuía manejo adequado dos efluentes provenientes das granjas de suínos.

³ Para mais informações vide ALVES FILHO (2002).

Ao longo das últimas décadas, no Estado de Santa Catarina a criação de suínos e aves tem aumentado de forma significativa. De 1975 a 2008, a produção de suínos cresceu 117% e a produção de aves 579%, conforme dados apresentados pelo IBGE 2010 (LOPES; SCHEIBE, 2010) (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - Efetivo de suínos no Brasil, região Sul, Santa Catarina

Efetivo dos rebanhos - tipo Suíno					
Variável - Efetivo dos rebanhos (cabeças)					
Ano	1975	1985	1995	2005	2008
Brasil	37.640.291	32.247.687	36.062.103	34.063.934	36.819.017
Sul	15.406.609	11.988.097	12.579.582	15.090.727	17.798.250
SC	3.603.953	3.238.321	4.404.480	6.309.041	7.846.398

Fonte: BRASIL/IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal.
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=73&z=t&o=3&i=P>
(acesso em 07/06/2010). Elaborada por Andréa R. B. C. Lopes

Tabela 2 - Efetivo de aves no Brasil, região Sul, Santa Catarina

Efetivo dos rebanhos - tipo Ave					
Variável - Efetivo dos rebanhos (cabeças)					
Tipo de rebanho - galos, frangos, pintos e galinhas					
Ano	1975	1985	1995	2005	2008
Brasil	311.867.144	470.087.999	729.531.299	999.041.234	1.202.016.878
Sul	92.113.270	181.208.526	327.869.197	455.136.559	555.517.789
SC	26.110.921	55.355.988	84.146.740	156.339.440	177.520.435

Fonte: BRASIL/IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal.
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=73&z=t&o=3&i=P>
(acesso em 07/06/2010). Elaborada por Andréa R. B. C. Lopes

Por outro lado, é também muito preocupante a questão do saneamento no que toca aos dejetos domiciliares, tanto no meio rural como no urbano. De forma geral, os dados referentes ao índice de condição sanitária no meio rural são disponibilizados por estados, o que não permite uma análise detalhada. A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD aponta que ainda é significativa a utilização de

fossa rudimentar, sendo que os sistemas de coleta e as fossas sépticas atendem apenas a 20% (Gráfico 1).

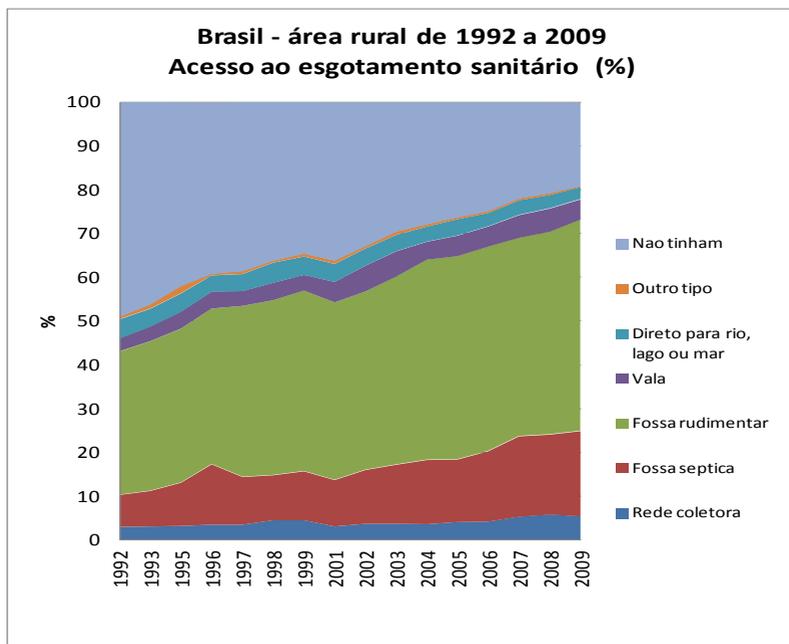


Gráfico 1 – Caracterização do acesso ao esgotamento sanitário na área rural do Brasil entre os anos de 1992 e 2009

Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD, IBGE (2012).

Disponível

em:

<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=IU27&sv=86&t=acesso-a-esgotamento-sanitario-area-rural>. Elaborada por Andréa R. B. C. Lopes

Ainda que o sul do Brasil apresente complexo e significativo desenvolvimento econômico ligado à agricultura, indústria e serviços, a coleta e o tratamento dos dejetos - rurais e urbanos - resultantes dessas atividades, não recebem tratamento condizente pelos setores responsáveis. A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, de 2000, mostra que 93% dos municípios da região Norte não dispõem de coleta de esgotamento sanitário; no Centro-Oeste este índice é de 82%; na

região Sul a percentagem é de 61%; no Nordeste é de 57%; já no Sudeste apenas 7% não têm esse serviço (Tabela 3).

Tabela 3 - Proporção de municípios por condição de esgotamento sanitário, segundo as Grandes Regiões – 2000

Proporção de municípios, por condição de esgotamento sanitário %			
Regiões	sem coleta	apenas coleta	coleta e trata
Norte	93	3	4
Centro-Oeste	82	6	12
Sul	61	17	22
Nordeste	57	30	13
Sudeste	7	60	33
Brasil	48	32	20

Fonte: IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000. Panizzi et al. 2006 Disponível em <http://www.ibge.com.br> acesso em 28 de março de 2006. Elaborada por Andréa R. B. C. Lopes

No Brasil, a grande maioria dos distritos (84,6%) que não tratam o esgoto sanitário coletado, tem os rios como a principal via receptora desses (IBGE, 2000). Do total de 4.097 municípios amostrados, apenas 1.383 realizam algum tipo de tratamento (Tabela 4).

Tabela 4 - Distritos com coleta de esgoto sanitário, com tratamento e sem tratamento de esgoto sanitário, por tipo de corpos receptores – 2000

Unidades da Federação	Distritos com coleta de esgoto sanitário – Informação referente ao destino final dado pelo esgoto sanitário											
	Total da amostra	Com tratamento			Sem tratamento							
		Total	Tipo de corpos receptores			Total	Tipo de corpos receptores			Total	Tipo de corpos receptores	
			Rio	Outro	Sem declaração		Rio	Outro	Sem declaração		Rio	Outro
Brasil	4 097	1 383	1 111	265	12	2 714	2 295	434	13			
Sul	501	260	224	37	-	241	197	48	1			
Santa Catarina	96	52	47	4	-	44	38	6	-			

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Departamento de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000.
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/esgotamento_sanitario/esg_sanitario50.shtm.
 Elaborada por Andréa R. B. C. Lopes

Ao mesmo tempo em que os recursos hídricos superficiais são a principal via receptora dos efluentes, configuram-se como uma importante fonte para a captação de água para o abastecimento público (IBGE, 2008) (Tabela 5).

Tabela 5 - Serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição, por tipo de captação, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação – 2008

	Total	Tipo de captação				
		Total	Superficial	Poço raso	Poço profundo	Outro
Brasil	5564	5531	3141	688	3545	87
Sul	1188	1185	594	93	902	21
Santa Catarina	293	292	202	49	125	

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008 (IBGE, 2010). Elaborada por Andréa R. B. C. Lopes

Notas: 1. Considera-se o município em que pelo menos um distrito tem abastecimento por rede geral de distribuição de água. 2. O município pode apresentar mais de um tipo de captação. Disponível: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf.

O esgoto despejado *in natura* nos corpos de água compromete a qualidade da água que é utilizada para o abastecimento, dessedentação de animais, irrigação e ou recreação. Essas informações são confirmadas pela Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2010) que registrou contaminação de captações por recebimento de esgoto sanitário, despejo industrial, por destinação inadequada de lixo e por resíduos de agrotóxicos. Com base em uma amostragem de 56% do total de municípios do Brasil, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2008) verificou que 27% registraram algum tipo de poluição ou contaminação na captação, considerando os descritores: recebimento de esgoto sanitário, de dejetos industrial, destinação inadequada do lixo, atividade mineradora, resíduos de agrotóxicos entre outros. Em Santa Catarina, foram amostrados 69% dos municípios, sendo que destes, 39% reproduzem essa mesma problemática (Tabela 6).

Tabela 6 - Número de distritos com captação de água, por tipo de captação e por existência e tipo de poluição e tipo de poluição ou contaminação na captação

Municípios, total e com captação superficial de água, por existência e tipo de poluição ou contaminação na captação, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação - 2008										
Grandes Regiões e Unidades da Federação	Total	Municípios								Não existe poluição ou contaminação
		Com captação superficial de água								
		Existência e tipo de poluição ou contaminação na captação								
Total	Recebimento de esgoto sanitário	Recebimento de despejo industrial	Destinação inadequada do lixo	Atividade mineradora	Resíduos agrotóxicos	Outra				
Brasil	5 564	3 141	471	108	204	52	347	236	2 303	
Sul	1 188	594	187	45	46	8	96	51	407	
Paraná	399	197	13	10	5	-	16	18	161	
Santa Catarina	293	202	79	18	17	4	54	18	123	
Rio Grande do Sul	496	195	72	17	24	4	26	15	123	

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008. Elaborada por Andréa R. B. C. Lopes

Notas: 1. Considera-se o município em que pelo menos um distrito (mesmo que apenas parte dele) tem poluição ou contaminação na captação superficial de água. 2. O município pode apresentar mais de um tipo de poluição ou contaminação na captação superficial de água.

Considerando, ainda, as informações disponibilizadas pelo IBGE (2008) referentes ao *Número de distritos com captação de água, por tipo de captação e por existência e tipo de poluição ou contaminação na captação* (Tabela 6), os dados registrados para resíduos de agrotóxicos⁴ – 54 municípios do total de 202 amostrados - confirmam o uso.

Santa Catarina registrou, entre os anos de 1980 e 1985, agravamento dos índices de qualidade das águas superficiais em decorrência das características dos tipos de uso da terra. A condição de baixa qualidade das águas superficiais contribuiu para que os usuários da água recorressem cada vez mais à extração de águas subterrâneas para suprir as suas necessidades de abastecimento (FATMA, 1986).

No Estado, entre os autores que discutem a problemática da qualidade das águas no meio rural, Hadlich (2004) e Hadlich e Scheibe (2007) abordam as condições socioeconômicas e ambientais em área rural de intensa produção suinícola, na Bacia do Rio Coruja, município de Braço do Norte. Vieira (2003) propõe um mapeamento do risco de poluição suinícola em águas superficiais como subsídio ao ordenamento territorial, também no município de Braço do Norte; Marchesan (2003) discute a produção agrícola; e Frinhani *et al.* (2009), Testa (2004), Guivant e Miranda (2004), Votto (1999), Carvalho e Nodari (2009), Almeida (2004), Bento (2007), Philippi (2007) e Palhares; Calijuri (2007), o saneamento ambiental.

1.2. JUSTIFICATIVA

De forma geral, o Brasil é marcado pela carência qualitativa em seus bancos de dados, os quais, embora numerosos, são geralmente disponibilizados para grandes unidades territoriais, não permitindo uma compreensão das realidades locais. Os números são pouco atualizados, dispersos em bancos de dados não referenciados e, não raro, conflitantes. Registra-se ainda, uma deficiência na integração dos dados

⁴ Os agrotóxicos são “os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos” de acordo com a Lei Nº 7802/89 (BRASIL, 2010).

entre instituições. Acrescentam-se a isso problemas de ordem prática, relacionados à linguagem dos produtos oferecidos, pouco acessíveis aos tomadores de decisão e à população em geral.

Assim, esta pesquisa pretende colaborar com o melhor entendimento dos processos relacionados aos aspectos físicos, biológicos e sociais da Bacia do Rio do Peixe, com ênfase no mapeamento da vulnerabilidade e do risco de contaminação dos recursos hídricos, informação que até o momento inexistia para esta bacia.

A bacia de estudo é parte da área abrangida pelo Projeto Rede Guarani/Serra Geral – RGSG, que engloba ainda as bacias dos rios Canoas, Pelotas, Jacutinga e Contíguos, e Chapecó. A RGSG tem como objetivo maior, gerar conhecimentos técnicos e científicos para a proteção e o uso sustentável das águas do Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral (SAIG/SG) (www.rgsg.org.br).

A escolha do tema centra-se no objetivo de preencher uma demanda relacionada ao conhecimento das relações entre uso da terra e aproveitamento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, bem como do mapeamento das áreas de vulnerabilidade e risco de contaminação. O entendimento dessas variáveis em uma bacia hidrográfica é fundamental para a aplicação de planos de ações que visem uma gestão integrada, e se justifica pela importância da água, também como um dos componentes reguladores do equilíbrio do sistema natural. Por sua vez, a definição da Bacia do Rio do Peixe como área de estudo foi motivada por suas características de ocupação e de uso da terra, bem como por sua importância econômica no cenário regional e nacional.

Tomando como referência a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH - Lei Nº 9.433/1997, a bacia hidrográfica deve ser a unidade territorial de análise, a qual necessita articular gestão dos recursos hídricos com o uso do solo, a caracterização da evolução de atividades produtivas, e das modificações dos padrões de ocupação do solo. Essa lei é complementada pela Resolução CONAMA Nº 396/2008, que “Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas”. Segundo essa resolução, “o enquadramento das águas subterrâneas será realizado por aquífero, conjunto de aquíferos ou porções desses, na profundidade onde estão ocorrendo às captações para os usos preponderantes, devendo ser considerados no mínimo”. Entre outros, destacam-se os itens II - a

caracterização da vulnerabilidade e dos riscos de poluição; IV - o uso e a ocupação do solo e seu histórico e VI - a localização das fontes potenciais de poluição.

Essas diretrizes são ratificadas pela Resolução CNRH Nº 91/2008, que recomenda a caracterização geral das bacias hidrográficas e do uso e ocupação do solo, através do diagnóstico socioeconômico e da identificação e localização das interferências que alteram o regime das águas. Essa resolução determina, do mesmo modo, a realização do mapeamento das áreas vulneráveis e suscetíveis a riscos de poluição, além de ditar a importância da identificação do arcabouço legal e institucional, relacionado à gestão dos recursos hídricos.

Ao longo dos últimos anos, a Bacia do Rio do Peixe tem sido objeto de estudos de diversos autores. Essas abordagens tratam sobre o tipo de ocupação e o uso da terra ou sobre aspectos relacionados à qualidade dos recursos hídricos (Auras, 1984; Azzolini e Carrafa, 1999; Lavina, 1999; Raimundo, 2003; Reisdorfer, 2005; Renk, 2007; Freitas, Eckert, Caye, 2001; Azzolini, 2002; Grando, 2001; Freitas, Caye, Machado 2002; Werlang, 2006; Frinhan, Onghero, 2007; Lindner, *et al.* 2007; Gomig *et al.*, 2007; Bento, 2007; Sezerino, 2007; Bez, 2009; Lavina, 2008; Lindner, 2007; Peliser *et al.* 2011; Anciutti; Cochôa, 2010, e Frinhan *et al.* 2009; Valentini, 2009). Esses enfoques são compartimentados, no entanto, acredita-se que a adequada gestão da qualidade das águas está condicionada a uma análise integrada entre recursos hídricos e uso da terra.

Dentro dessa perspectiva, esta tese se propõe a empregar métodos de diagnóstico, tendo a bacia hidrográfica como unidade de análise, resgatando aspectos físicos e socioeconômicos conforme preconizado pelas diretrizes legais de âmbito nacional. Esta pesquisa busca, ainda, mapear a vulnerabilidade e o risco de contaminação de forma integrada, espacializando as áreas que possam se configurar como mais suscetíveis à contaminação dos recursos hídricos.

Dados mais atuais sobre qualidade das águas não são disponibilizados por órgãos ambientais estaduais e ou municipais. Nesse sentido, com intuito de melhor compreender as relações entre qualidade dos recursos hídricos e uso da terra, buscou-se particularizar, para a Bacia do Rio do Peixe, as possíveis fontes de poluição e ou contaminação, resultante de atividades relacionadas à agricultura e industrialização de carnes de aves, suínos e bovinos.

Em relação aos motivos de ordem prática, entende-se que conhecer a situação pretérita e atual dos recursos naturais é premissa fundamental para elaboração de um plano de manejo ou ordenamento territorial, que contemple a preservação ambiental e o desenvolvimento socioeconômico.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade dos recursos hídricos, o uso da terra, a vulnerabilidade e o risco de contaminação do Sistema Aquífero Serra Geral na Bacia do Rio do Peixe/SC.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O desenvolvimento da pesquisa abrange os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar os recursos hídricos da Bacia do Rio do Peixe;
- Delinear os aspectos gerais da evolução das formas de ocupação e uso da terra na área de estudo;
- Caracterizar o uso atual da terra em relação à produção agropecuária e industrial;
- Identificar áreas de maior vulnerabilidade e de risco à contaminação do Sistema Aquífero Serra Geral.

1.4. ESTRUTURA DA TESE

A base conceitual deste trabalho abrange aspectos relacionados a recursos hídricos, formas de ocupação e uso da terra e mapeamento da vulnerabilidade e do risco de contaminação na Bacia do Rio do Peixe/SC.

O desenvolvimento desta tese está estruturado em cinco partes principais. O capítulo I faz uma contextualização da área de estudo,

expõe a problemática, a justificativa, os objetivos geral e específicos, e a estrutura da tese.

O capítulo II apresenta a fundamentação teórica referente a recursos hídricos e tipos de cobertura e uso da terra. Aborda a importância do mapeamento de vulnerabilidade e risco de contaminação dos recursos hídricos e escolha metodológica. Traz, ainda, um panorama da legislação e de instâncias de participação relacionadas à temática. Este tópico se restringe a apresentar e discutir, de forma breve, os principais aspectos da legislação referente a recursos hídricos e uso da terra, apesar de se considerar que esta temática é mais ampla e abrange outros setores.

O capítulo III em relação a caracterização física e sócio ambiental da área de estudo, sobre aspectos físicos: geologia, geomorfologia, clima, hidrografia e hidrologia, pedologia e vegetação; e aspectos socioambientais como a evolução das formas de ocupação e usos das terras. Aponta as fontes principais dos dados.

O capítulo IV apresenta os procedimentos, métodos e as técnicas adotadas na pesquisa, referentes à caracterização dos recursos hídricos, os principais tipos de uso da terra entre os anos de 2008 e 2009 e o mapeamento da vulnerabilidade e do risco de contaminação do Sistema Aquífero Serra Geral - SASG.

O capítulo V exhibe os resultados e as discussões da pesquisa, assim como os procedimentos metodológicos. Exibe também considerações sobre limitações do método abordado na pesquisa e algumas recomendações e sugestões para trabalhos futuros. Traz o referencial bibliográfico que fundamenta a pesquisa, inclui a compilação dos artigos desenvolvidos ao longo do doutorado e os anexos.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Atualmente, a complexidade do uso dos recursos hídricos inclui maior pressão sobre o consumo de água para irrigação, uso industrial e uso doméstico, fruto de alterações no uso da terra, aumento das áreas de reflorestamento e ou desmatamento e maior nível de urbanização. De acordo com Shiklomanov (1998), os tipos de uso afetam diferentemente os volumes totais dos recursos hídricos, o regime de escoamento dos rios e a qualidade das águas. Porém, estimar o papel de todos os fatores antropogênicos no balanço geral dos recursos hídricos é difícil, pois, sob certas condições fisiográficas, os tipos de atividades podem até mesmo promover um aumento do volume nos recursos hídricos, simplesmente diminuindo a perda por evaporação total da bacia.

Em um passado não muito recente,

Todas as civilizações da antiguidade, desde a Mesopotâmia, Egito, Índia, Grécia, Roma, China e, inclusive, as organizações tribais do Novo Mundo, centralizavam-se em torno das ocorrências de água, tanto nascentes como rios e poços (MACHADO, 2008:34).

Outros interessantes aspectos históricos sobre a vinculação das civilizações com o uso dos recursos hídricos, tanto superficiais quanto subterrâneos, podem ser conferidos em Machado (2008).

2.1. RECURSOS HÍDRICOS

A origem da água na Terra pode estar ligada à liberação e associação de grandes quantidades de hidrogênio e oxigênio. Esse fenômeno teria ocorrido ainda em um período em que o planeta apresentava temperatura muito elevada (TEIXEIRA *et al.* 2008), ou ter sua origem relacionada às camadas mais profundas da crosta. Outra

teoria diz que parte da água teria origem fora da Terra, proveniente da colisão ou entrada de corpos celestes ricos em água (RIVKIN; EMERY, 2010; CAMPINS *et al.* 2010).

A água é a substância mais amplamente distribuída na superfície do nosso planeta, e, ainda que em quantidades e estados diferentes, ela está presente em todos os lugares, constituindo o ciclo hidrológico.

A energia solar, aquecendo de forma desigual a superfície terrestre [...] origina o movimento das massas de ar e os ventos. Levanta a temperatura dos mares e da terra, evaporando a água da superfície, bem como estimula o crescimento das plantas e provoca a transpiração de vapor de água através das folhas. A água evaporada eleva-se na atmosfera, umidificando o ar. [...] retorna à superfície sob forma de precipitação [...] (BIGARELLA, 2007b:885).

Para Shiklomanov (1998), os ciclos hidrológicos de recarga completa das águas oceânicas podem levar cerca de 2.500 anos; no *permafrost* cerca de 10.000 anos, e o das águas subterrâneas profundas ou das geleiras, mais de 1.500 anos. Por outro lado, as águas dos lagos seriam totalmente repostas em mais ou menos dezessete anos, e nos rios esse tempo diminuiria para dezesseis dias.

Quase toda a água subterrânea existente na Terra tem origem no ciclo hidrológico, isto é, no sistema pelo qual a natureza faz a água circular do oceano para a atmosfera e daí para os continentes, de onde retorna, superficial e subterraneamente, ao oceano. Esse ciclo é governado, no solo e subsolo, pela ação da gravidade, bem como pelo tipo e densidade da cobertura vegetal e na atmosfera e superfícies líquidas [...] pelos elementos e fatores climáticos [...] (MANOEL FILHO, 2000:12).

O ciclo hidrológico tem uma aplicação prática no estudo de recursos hídricos que visa avaliar e monitorar a quantidade de água disponível na

superfície da Terra. A unidade geográfica para esses estudos é a bacia hidrográfica, definida como uma área de captação da água de precipitação, demarcada por divisores topográficos, onde toda água captada converge para um único ponto de saída (KARMANN, 2000:116).

A origem, acumulação e manutenção dos recursos hídricos são condicionadas e resultantes dos processos associados ao ciclo hidrológico. Pinto *et al.* (1976) apontam a conformação topográfica da bacia, a existência ou não de vegetação, os tipos de solo e a natureza e a disposição das camadas geológicas como fatores intervenientes no ciclo hidrológico. Bigarella *et al.* (2007) e Mestrinho (2011), por exemplo, somam a esses fatores, os processos químicos e a resistência dos minerais como fatores condicionantes da qualidade e quantidade dos recursos hídricos subterrâneos, assim como o clima, a pluviosidade, a evapotranspiração, a configuração hidrográfica e o relevo.

As condicionantes físicas e atmosféricas colocam em permanente movimento os recursos hídricos, de forma que, avaliar a quantidade ou o volume total de água é uma tarefa complexa. Shiklomanov (1998) descreve que o que usualmente se busca é estimar a quantidade de água encontrada na hidrosfera. E que os cálculos mais recentes apontam um valor total próximo de 1.386 milhões de quilômetros cúbicos. Destes, cerca de 97,5% são águas salinas e apenas 2,5% são águas doces. No entanto, a maior parte dessa água doce (68,9%) ocorre na forma de gelo (na Antártida, no Ártico e nas regiões montanhosas), outros 29,9% existem como águas subterrâneas e apenas 0,3% são recursos hídricos superficiais, concentrados em lagos, reservatórios e sistemas fluviais, outros 0,9%, incluem a umidade do solo e a água do pântano.

Para Iritani; Ezaki (2008) os seres vivos – animais e plantas – também reservam água que está em permanente intercâmbio. Manoel Filho (2000) e Romena e Silva *et al.* (2003) descrevem que os recursos hídricos superficiais são águas em trânsito, que se renovam em períodos muito curtos (muitas vezes durante um ano) e seu aporte depende das chuvas. Já a disponibilidade e/ou déficit dos recursos hídricos, conforme Shiklomanov (1998) é estimada a partir da vazão dos rios.

2.2. BACIA HIDROGRÁFICA

Definida como uma área na superfície terrestre sobre a qual o escoamento superficial em qualquer ponto converge para uma única saída chamada exutório se estende até seu divisor, uma linha rígida imaginária que contorna a bacia e que separa as precipitações que caem em bacias hidrográficas vizinhas e que escoam para cada um dos sistemas fluviais adjacentes. (KOPYAMA *et al.*, 2009)

Com suas bordas altas e curvas e com seu fundo chato, a bacia é o melhor objeto da casa para recolher a água das goteiras durante os temporais...

Lá fora, a água da chuva vai procurar também as partes mais baixas, encharcando o solo ou escorregando para juntar-se com a dos terrenos vizinhos, formando os córregos e riachos que por sua vez correm todos para o rio principal, numa rede de drenagem que acaba por ocupar todos os espaços dessa grande bacia: a Bacia Hidrográfica.

Em seu caminho até o fundo do vale, e depois até a foz, a água pura da chuva vai carregando consigo a poeira das estradas, as folhas secas das árvores, o solo dos campos descobertos, o adubo e os agrotóxicos recém aplicados, os esgotos das casas, das indústrias, dos chiqueiros, os rejeitos de mineração.

O rio vai abrindo o seu caminho, criando peixes, purificando-se nas cachoeiras, abastecendo cidades, irrigando culturas e deixando nas planícies muitos dos materiais que não consegue mais carregar.

A história da bacia é a história de seu rio, dos seus vales e montanhas, campos e florestas. Mas é também a história de sua gente, que vive na bacia e que dela depende para viver, numa relação de solidariedade, em que da qualidade ambiental da bacia depende a qualidade da vida de seus habitantes.

*Luiz Fernando Scheibe (SCHEIBE *et al.*, 2010:3)*

Nos períodos de estiagem, os recursos hídricos superficiais são afetados de forma mais imediata e sua regularidade passa a depender das fontes de águas subterrâneas, as quais alimentam as nascentes e mesmo o seu próprio curso através do fluxo de base (SCHEIBE; HIRATA, 2009). De acordo com Manoel Filho (2000), as águas de superfície (lagos, represas e rios) e as águas subterrâneas (aquíferos) não são, necessariamente, recursos independentes e, dependendo da permeabilidade do leito do rio e da diferença de carga potenciométrica entre o rio e o aquífero, a água pode fluir do rio para o aquífero ou do aquífero para o rio. Desse modo, nos aquíferos aluviais, a recarga tem origem fluvial nos períodos de altas águas, enquanto que nos períodos de baixas águas, o fluxo de base dos rios é assegurado pelas águas subterrâneas.

Por muitas centenas de anos, o impacto do homem sobre os recursos hídricos foi insignificante e totalmente de caráter local. As propriedades de renovação durante o ciclo da água e sua capacidade de autopurificação permitiu um estado de pureza relativa, fazendo com que os recursos fossem conservados por um longo tempo. A habilidade de autopurificação dos recursos hídricos conduziu por muito tempo a uma falsa ideia de imutabilidade e inesgotabilidade. Contudo, a situação mudou drasticamente durante as últimas décadas, e, em muitas partes do mundo, já se percebem os resultados negativos das atividades desenvolvidas pelo homem ao longo do tempo (SHIKLOMANOV, 1998).

Hoje as águas superficiais carregam poluentes orgânicos e industriais, tornando seu tratamento cada vez mais complexo e oneroso. De acordo com Shiklomanov (1998), a escassez iminente das águas superficiais, em função de a localização específica das principais áreas de demanda possuir limitação de quantidade, é uma tendência. E o racionamento será inevitável para o próximo século. O autor descreva ainda que alguns estudos têm demonstrado a estreita relação entre tipos de uso da terra e qualidade dos recursos hídricos. E que nas últimas décadas, tem se registrado um decréscimo da quantidade e qualidade dos recursos hídricos, resultado, possivelmente, do complexo sistema de impactos ligados à irrigação, ao uso do solo, ao uso de fertilizantes e agrotóxicos, à erosão, ao desmatamento e à poluição industrial, agrícola e doméstica.

As extrações desmedidas dos corpos de água e a contaminação são os dois grandes problemas que têm ocupado as atenções dos governos nas últimas décadas (HIRATA, 2008; 427).

Alguns estudos demonstram a importância da conservação da qualidade dos recursos hídricos para abastecimento humano e têm apontado que, embora o cloro seja considerado um desinfetante eficiente no tratamento da água potável, quando utilizado em doses elevadas (com intuito de aproveitar águas de pouca qualidade) pode reagir com materiais orgânicos e liberar subprodutos que tem a propriedade de representar perigo genotóxico para o homem e outros animais (MARABINI *et al.* 2007; GRABER *et al.* 2008 ; RICHARDSON *et al.* 2008). De acordo com Monarca *et al.* (1998), a presença de agentes orgânicos mutagênicos e cancerígenos se eleva onde as fontes de abastecimento têm origem superficial. Essas substâncias tóxicas derivam não só da poluição industrial, agrícola e urbana, mas também são resultantes dos tratamentos de desinfecção, utilizados para água potável, particularmente quando a água apresenta significativo grau de poluição e necessita quantidade mais elevada de cloro.

A exploração dos recursos hídricos subterrâneos decorre, principalmente, de sua melhor distribuição espacial, e do menor custo financeiro de captação. Em geral são de melhor qualidade por estarem mais protegidas das ações antrópicas. Em termos de abastecimento humano, as águas subterrâneas guardam algumas vantagens em relação às águas superficiais, já que são naturalmente filtradas pela percolação, têm excelente qualidade, não ocupam espaço na superfície, são menos influenciadas pelas variações climáticas, podem ser extraídas próximas ao local de uso, têm temperatura constante e estão comumente protegidas dos agentes de poluição (BOSCARDIN BORGHETTI *et al.*, 2004).

Para Hirata *et al.* (2009), os aquíferos ou águas subterrâneas são mais bem protegidos em relação à vulnerabilidade de contaminação do que as águas superficiais. Contudo, uma fratura ou conjunto de fraturas existente no substrato rochoso pode perpassar por uma formação e influenciar e ou modificar as características das águas da(s) formação(ões) subjacente(s).

Os recursos hídricos subterrâneos são formados por toda a água que ocorre abaixo da superfície da terra, preenche os poros e vazios

intragranulares das rochas sedimentares e as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas e podem ser explotadas. As águas subterrâneas se originam a partir da parte da chuva que se infiltra na superfície do solo, vindo a se acumular nas camadas de rochas do subsolo. Conforme Boscardin Borghetti *et al.* (2004), a constituição geológica é determinante na quantidade e qualidade das águas disponibilizadas.

As águas subterrâneas dispõem-se, de forma geral, em duas zonas - zona saturada e zona de aeração ou subsaturada, que são separadas pela superfície piezométrica ou nível hidrostático, cuja profundidade pode variar conforme a topografia, o clima ou a permeabilidade das rochas (PINTO, 1976). Podem ser classificadas de acordo com a pressão das águas e em função da capacidade de transmissão de água, nas suas superfícies limitrofes, tanto topo quanto base, em aquífero confinado, quando a pressão da água no topo é maior do que a pressão atmosférica; em aquífero livre, que é aquele cujo limite superior é uma superfície freática, no qual todos os pontos se encontram à pressão atmosférica; e em aquífero suspenso, um caso especial de aquífero livre, formado sobre uma camada impermeável ou semipermeável de extensão limitada e situada entre a superfície freática regional e o nível do terreno (MANOEL FILHO, 2000).

Alguns países dependem quase que exclusivamente dos recursos hídricos subterrâneos, enquanto outros preferem utilizar as águas subterrâneas por suas propriedades físico-químicas, ou por questões de economia em relação à captação e transporte. Países como Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, França e Itália suprem 70 a 90% de suas necessidades de abastecimento através das águas subterrâneas. Por sua vez, a Dinamarca, a Arábia Saudita e Malta são abastecidos 100% pelos recursos hídricos subterrâneos. A UNESCO (1992) estima que mais de 50% da população mundial pode estar sendo abastecida pelos recursos hídricos subterrâneos (LEAL, 1999).

No Maranhão, mais de 70% das cidades são abastecidas por águas subterrâneas, enquanto em São Paulo e no Piauí esse percentual sobe para 80% (CETESB 2007 In: IRITANI *et al.* 2009). Em decorrência das falhas de controle e monitoramento ou diante da inexistência de uma rede de monitoramento, na exploração dos recursos hídricos subterrâneos, muitas captações são irregulares. Em Manaus, calcula-se que dos 10.000 poços existentes, aproximadamente 7.000 são clandestinos (ARSAM, 2010). Na região Metropolitana de São Paulo

são mais de 5.000 poços irregulares (DAEE, 2011), e em Maceió mais de 2.000 poços, segundo a Companhia de Saneamento e Abastecimento d'Água de Alagoas (CASAL, 2006), ou ausente na Região Hidrográfica do Uruguai (ANA, 2005).

O índice de Qualidade de Água – IQA é estabelecido pela média de nove parâmetros e busca refletir a presença ou não de contaminantes provenientes do lançamento de efluente não tratados. As classes de IQA referem-se à qualidade da água bruta, para abastecimento público, outros usos da água como recreação, preservação da vida aquática, por exemplo, não são contemplados diretamente no IQA. De acordo com Mestrinho (2011), sódio, potássio, cálcio, magnésio, ferro, cloreto, sulfato, bicarbonato, carbonato e nitrato são os principais elementos e compostos químicos que podem ser encontrados nas águas. Como constituintes secundários, tem-se boro, brometo, compostos fenólicos, fosfato, manganês, sílica e zinco, além de alguns constituintes tóxicos e carcinogênicos como o arsênio, bário, cádmio, chumbo, fluoretos e selênio.

A análise da qualidade das águas pode considerar alguns parâmetros físicos, tais como: cor, sabor, odor, sólidos totais dissolvidos (STD), temperatura, condutividade elétrica e salinidade; e químicos: PH, DBO, DQO, OD, gás carbônico, acidez, alcalinidade, dureza, conteúdo iônico (elementos maiores). Além de alguns metais como: o Hg, Cu, Pd, Zn, Cr, Cd; nitratos; sulfatos e fosfatos. Parâmetros microbiológicos, como as bactérias do grupo coliformes (fecais e termotolerantes); e compostos orgânicos, como os hidrocarbonetos aromáticos (MESTRINHO, 2011).

2.3. SISTEMA AQUÍFERO GUARANI – SAG

O Sistema Aquífero Guarani é constituído, predominantemente, por rochas arenosas, sedimentadas em ambientes flúvio-lacustres e eólicos do Triássico e do Jurássico. Essas rochas, saturadas com água, encontram-se cobertas, em quase toda a sua extensão, pelas rochas basálticas da Formação Serra Geral, que, por sua vez, constituem o Sistema Aquífero Serra Geral.

A área total, englobada pelos sedimentos que compõem o SAG, é de 1.087.870,15 km² (AMORE, 2009), com um volume total estimado

de 30.000 km³ de água, o que equivaleria a 100 anos de fluxo cumulativo do rio Paraná (FOSTER *et al.* 2009), permitindo uma extração da ordem de 1,04x10⁹m³/ano (AMORE, 2009).

Para compreender a formação desses aquíferos se faz necessário considerar as transformações geológicas ocorridas na Terra entre a Era Paleozoica (que se iniciou há ± 570 milhões de anos) e o período Mesozoico (±142 milhões a 70 milhões de anos). Na primeira metade do Cretáceo, último período do Mesozoico, na porção compreendida entre a América do Sul e a África, persistiam condições de calma tectônica. Nesse período, a Terra reunia condições favoráveis para o desenvolvimento de uma formação caracterizada por arenitos eólicos, resultantes de ambiente desértico - atualmente denominado Formação Botucatu. Após esse período, imensas fraturas permitiram a passagem de grandes volumes de rocha na forma de magma, que recobriu praticamente toda a formação anterior, constituindo a Formação Serra Geral. Essas duas formações, uma com característica sedimentar (Formação Botucatu) e outra com característica de rochas vulcânicas (Formação Serra Geral), abrigam importantes sistemas aquíferos.

Foster *et al.* (2011) descrevem que a geometria nos estratos e as características hidráulicas impõem importantes restrições nos volumes exploráveis. Os autores descrevem cinco zonas: áreas não confinadas (onde as águas extraídas são completamente renovadas, contudo apresentam alta vulnerabilidade à poluição antrópica); zona semiconfinada (coberta por <100m de basalto, considerada uma zona de baixa vulnerabilidade); zona confinada intermediária (onde a base do basalto é <400m, não possui recarga significativa, e as águas possuem tempo de residência > que 10.000anos), zona confinada profunda (com cobertura de basalto > que 400 metros); e zona confinada com água subterrânea salina (água de característica não potável, restrita, regionalmente, à Argentina).

Em termos gerais, as águas do aquífero Guarani, na zona mais confinada, apresentam características bicarbonatadas-sódicas a cloro-sulfatadas-sódicas, sendo que os sólidos totais dissolvidos aumentam de ± 100-200 a 650 mg/l, conforme aumenta o confinamento. Nas zonas livres, a composição química enquadra-se no tipo bicarbonatadas-magnesianas e calco-magnesianas (BOSCARDIN BORGHETTI *et al.*, 2004). Na BRP, encontram-se águas com características de semi-confinada a confinada profunda, e, do ponto de vista hidroquímico, as

águas apresentam características bicarbonatadas sódicas (AMORE, 2009).

2.4. SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL – SASG

A Formação Serra Geral é constituída por uma sequência de derrames de lavas vulcânicas de composição basáltica, intermediária e ácida.

O Sistema Aquífero Serra Geral desenvolve-se nos derrames com condição de armazenamento e circulação da água, ou seja, entre as fraturas ou outras descontinuidades. A recarga principal ocorre através da água da chuva, principalmente em áreas com desenvolvido manto de alteração, topografia pouco acidentada e considerável cobertura vegetal (mata nativa). Onde houver condições piezométricas e estruturais favoráveis, pode ocorrer recarga ascendente a partir do aquífero Guarani (FREITAS *et al.* 2001).

Para Freitas *et al.* (2001) e Scheibe; Hirata (2008), o aquífero Serra Geral tem suprido, em grande parte, as necessidades de abastecimento de diversas comunidades rurais, de indústrias e sedes municipais de todo o oeste catarinense. Por se localizar em menor profundidade, permite uma captação com custo inferior quando comparado à captação das águas do Sistema Aquífero Guarani. Contudo, seu caráter não confinado contribui para que suas águas estejam mais vulneráveis aos processos de contaminação.

Nestes três estados - *Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul* - a proporção de aproveitamento das águas subterrâneas do SASG é muito maior do que aquela do Aquífero Guarani. É necessário, também, levar em consideração que, ao contrário do caráter quase totalmente confinado deste, as águas do Serra Geral são exploradas através de poços relativamente rasos e geralmente têm ligação direta com as águas de superfície. Isto as torna muito acessíveis, mas também muito mais vulneráveis aos processos de contaminação, tanto pelas próprias fraturas das rochas como, muitas

vezes, devido a defeitos construtivos dos poços (SCHEIBE; HIRATA, 2008).

Os poços construídos no aquífero Serra Geral, comumente, apresentam pequena extensão de revestimento com objetivo de conter os desmoronamentos do solo. O revestimento, na maioria dos casos, não atinge a rocha inalterada subjacente, o que pode possibilitar condições favoráveis às infiltrações de contaminantes, de acordo com Freitas *et al.* (2001).

As águas do SASG são do tipo bicarbonatadas cálcicas, com $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na}$. Apresentam valores baixos de sólidos totais dissolvidos que, em geral, aumentam com o grau de confinamento e a distância das áreas de recarga direta. Conforme Lisboa; Menegotto (1997), são de excelente qualidade, com resíduo seco, raramente superior a 50 mg/l (NANNI, 2008).

Ambos os sistemas aquíferos, SAG e SASG, pertencem à Bacia do Paraná, considerada a mais importante província hidrogeológica do Brasil, com cerca de 45% das reservas de água subterrâneas do país, em função da sua capacidade em armazenar e liberar grandes volume de recursos hídricos e de se encontrar nas proximidades das regiões relativamente mais povoadas e economicamente mais desenvolvidas do país (BOSCARDIN BORGHETTI *et al.*, 2004), possuindo uma área total de aproximadamente 1.600.000 km² (Figura 2).

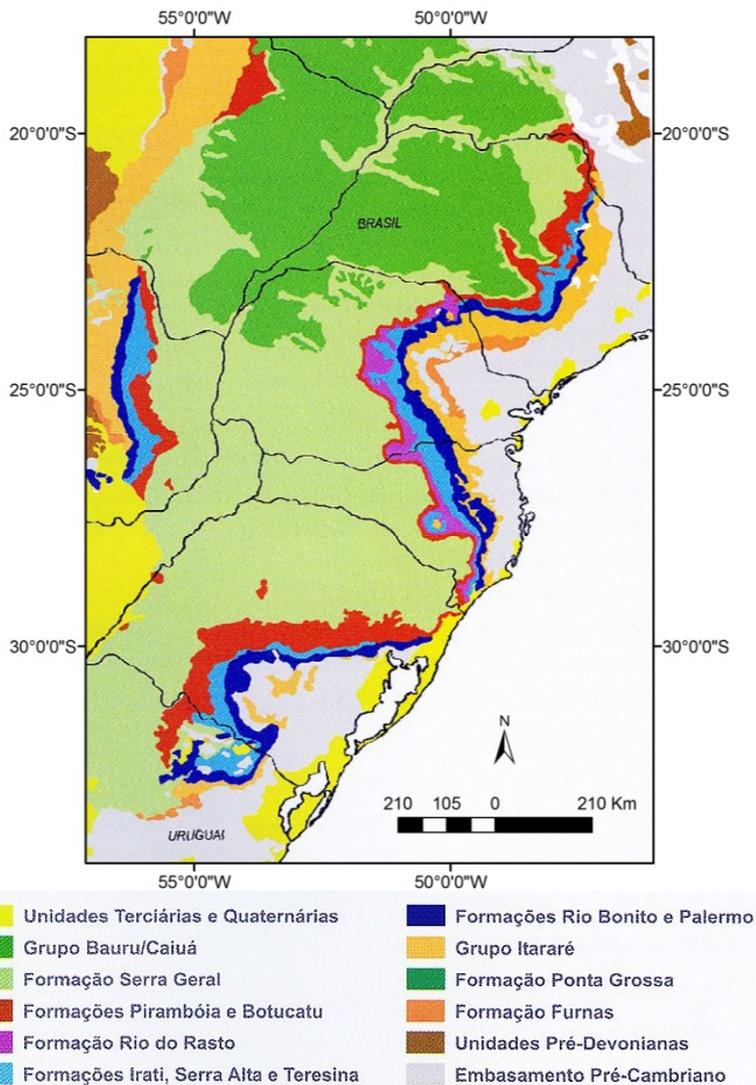


Figura 2 - Mapa Geológico simplificado da Bacia do Paraná.

Fonte: BOSCARDIN BORGHETTI *et al.* (2004). Modificado de Paulipetro (1981). Modificado por: LOPES, A.R.B.C.

2.5. SISTEMA SISTEMA AQUIFERO INTEGRADO GUARANI/SERRA GERAL – SAIG/SG

Segundo a OEA (2001), dados hidrogeoquímicos indicam que ocorre uma interconexão hidráulica entre o Sistema Aquífero Guarani – SAG e os aquíferos sobreposto, em especial o Aquífero Serra Geral (BOSCARDIN BORGHETTI *et al.*, 2004). Para Portela Filho (2002), a conexão entre SAG e SASG é observada no Estado do Paraná, na porção meridional do alinhamento de Maringá (NW-SE), onde se registra a mudança gradual de águas bicarbonatadas-sódicas para sulfatadas-sódicas, à medida que esta estrutura é interceptada por outras de direção NE-SW (apud NANNI, 2008).

Essa discussão é, igualmente, apresentada por Bittencourt *et al.* (2003),

Os principais processos de condicionamento do quimismo das águas do aquífero Serra Geral na bacia hidrográfica do rio Piquiri são a dissolução dos basaltos e equilíbrio com minerais secundários, bem como misturas com águas de aquíferos sotopostos. Condições hidráulicas favoráveis, quando associadas a descontinuidades geológicas em escala regional, possibilitam a ascensão de águas armazenadas no Sistema Aquífero Guarani (SAG) para o Sistema Aquífero Serra Geral [...]. O SAG, neste caso, recarrega o aquífero superior (BITTENCOURT *et al.* 2003: 67).

Freitas *et al.* (2001) discutem a interconexão ente os SAG e o SASG (Figura 3).

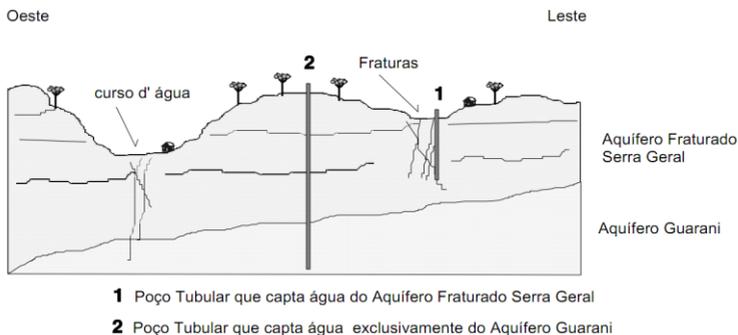


Figura 3 - Simulação gráfica para a região Oeste de Santa Catarina, das possíveis fraturas que interceptariam as águas dos SAG e SASG.

A avaliação de dados hidroquímicos provenientes de poços [...] da Formação Serra Geral, revelou que, por vezes, a composição resultante não reflete as características esperadas para estas rochas. Tais variações implicam na mistura com águas de outros aquíferos sotopostos, conforme demonstrado por Bittencourt (1978), Fraga (1986,1992), Rosa Filho *et al.* (1987) e Bittencourt *et al.* (2003), sugerindo que o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), além de seu caráter de barreira hidráulica do Sistema Aquífero Guarani (SAG), deva ser tratado em conjunto com o SAG, em conformidade à provável conexão hidráulica e ao caráter de similaridade de alguns padrões de fluxo (PORTELA FILHO *et al.* 2005:369).

No tocante à característica da qualidade da água, há evidências de pelo menos três tipos diferentes presentes no SAIGSG:

- água doce (com total mineralizado de até 0,25g/l) no Botucatu/Tucuaembó;
- água salobra (com total de mineralização entre 1-10 g/l no Piramboia/Buena Vista);
- água alcalina (de origem magmática).

Foi visando acentuar a importância de uma gestão integrada das águas superficiais e subterrâneas, que o projeto Rede Guarani/Serra Geral (SCHEIBE, 2006) se propôs denominar de Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral (SAIG/SG) ao conjunto do Sistema Aquífero Guarani (SAG) com o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) (SCHEIBE; HIRATA, 2011:64).

Do total da área do Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral (1.195.500 km²), quase 12,8% estão representados pelas zonas de afloramento, ou seja, 153.551 km², sendo 67,8% (104.143 km³) localizadas no Brasil, 30,1% no Paraguai e 2,1% no Uruguai (ANA, 2001 *apud* BOSCARDIN BORGHETTI *et al.*, 2004). Este sistema apresenta uma área de recarga aproximada de 89.936 km² (ANA, 2005) (Figura 4).



Figura 4 - Localização da área do Sistema Aquífero Guarani e respectiva extensão.

Fonte: (LEBAC, PSAG). SANTA CRUZ, 2009

Foster *et al.* (2009) apresentam o esboço da estrutura geológica e potenciométrica do SAG, a partir do perfil geológico da América do Sul, no sentido Sudeste – Noroeste (Figura 5).

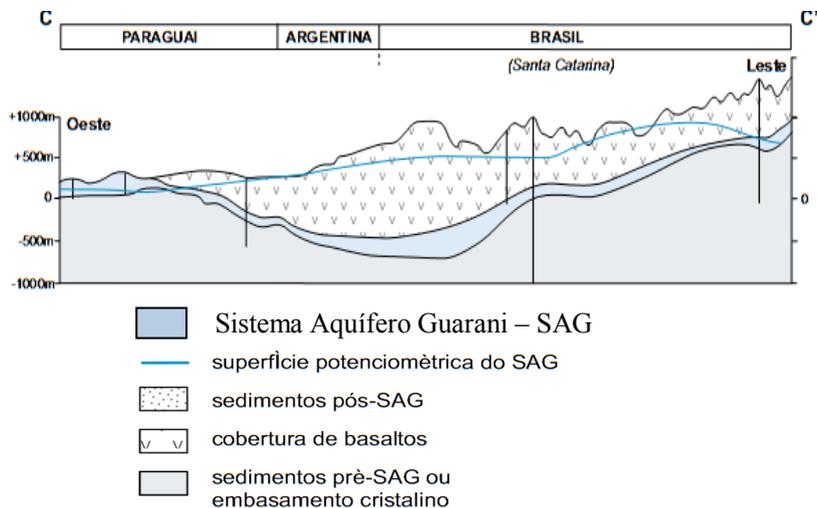


Figura 5 - Perfil geológico sentido Leste – Oeste, presente na Figura 3.

Fonte: FOSTER *et al.* (2009) e SANTA CRUZ (2009b), modificado por A. R. B. C. Lopes

Em termos de qualidade das águas, o aquífero Guarani, na zona de conectividades com o aquífero da Formação Serra Geral, apresenta águas com características bicarbonatadas-cálcicas e calcomagnesianas (BOSCARDIN BORGHETTI *et al.*, 2004). As variações nas propriedades dos recursos hídricos se processam conforme a natureza petrográfica e o grau de alteração das rochas percoladas. Se a água percola rochas ricas em carbonatos de cálcio, ferro ou magnésio, estas vão conferir características de sais bicarbonatos à água.

Outros estudos confirmam anomalias positivas e negativas no gradiente geotérmico, observadas na região de Piratuba (SC) e Aratiba (RS). De acordo com Boscardin Borghetti *et al.* (2004), essas são coerentes com a interpretação de que a área constitui uma zona de descarga local. As discussões sobre a conexão entre os Sistemas

Aquíferos Guarani e Serra Geral também são apresentadas nas considerações de Zanatta e Coitinho (2002), que descrevem variações com relação à geometria desses aquíferos. Nos municípios de Lebon Regis, Matos Costa e Tangará, a cobertura de basalto se apresenta mais expressa, sendo o acesso às águas do SAG obtido a profundidades maiores, assim como em Tangará e Erval Velho, conforme se pode observar nos perfis apresentados por Zanatta e Coitinho (2002) (Gráficos 2, 3 e 4).

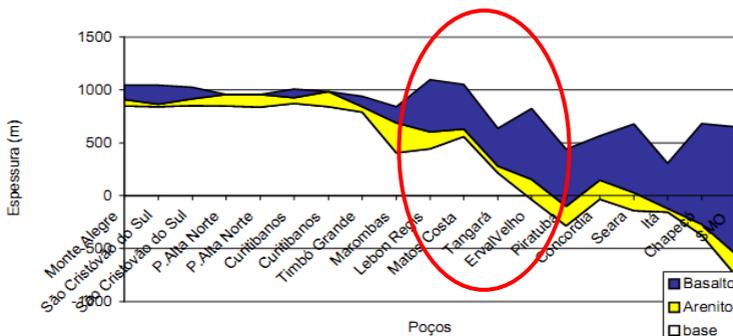


Gráfico 2 - Perfil Leste - Oeste e espessura das Formações Guarani e Serra Geral (1).

Fonte: Zanatta; Coitinho (2002)

Obs. Em destaque os municípios pertencentes à BRP.

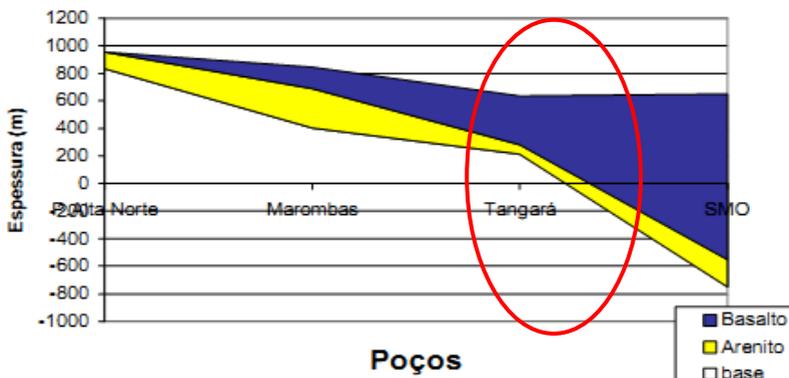


Gráfico 3 - Perfil: Espessura das Formações Guarani e Serra Geral (2).

Fonte: Zanatta; Coitinho (2002)

Obs. Em destaque os municípios pertencentes à BRP.

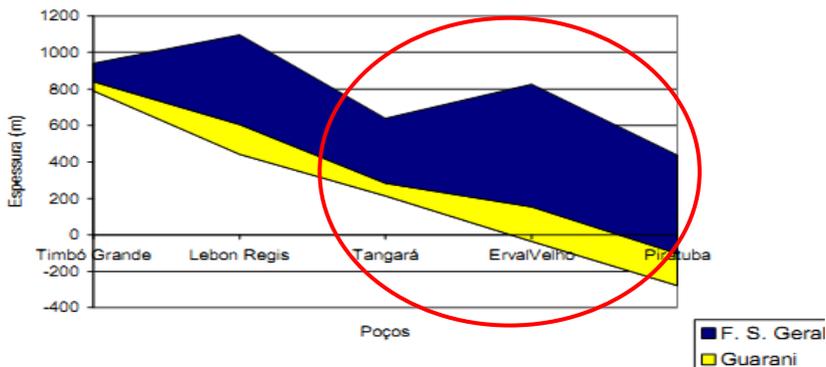


Gráfico 4 - Perfil das Formações Guarani e Serra Geral (3).

Fonte: Zanatta; Coitinho (2002)

Obs. Em destaque os municípios pertencentes à BRP.

Do total de 2.836 poços mapeados⁵ pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2010), 2.827 registram captações no Sistema Aquífero Serra Geral e 9 no Sistema Aquífero Guarani. De acordo com a Agência Nacional de Águas o SASG registrou disponibilidade hídrica de, aproximadamente, 746,3 m³/s e vazão média de 22,8 m³/h e o SAG 161,1 m³/s, com vazão de 13,8 a 54,2 m³/h (ANA, 2005).

2.6. COBERTURA DO USO DA TERRA

O debate sobre uso da terra ganha destaque nas discussões ambientais, nacional e internacionalmente, a partir da década de 1970. Isso decorre da conscientização da sociedade civil frente às pressões exercidas sobre o ambiente pelos setores econômicos, sejam industriais, agrícolas ou pecuários.

De acordo com FAO/UNEP (2012), o uso da terra ou o

⁵ Inventário realizado de abril de 1998 a junho de 2001, abrangendo uma área de 22.500 km², ou seja, 23,56% do Estado. Contemplou a Região Hidrográfica do Extremo Oeste (RH1), do Meio-Oeste (RH2) e do Rio do Peixe (RH3) (FREITAS *et al.* 2001).

Uso do solo é caracterizado pelos arranjos, atividades e insumos que as pessoas realizam em um determinado tipo de cobertura da terra para produzir, alterar ou mantê-lo (FAO, 1997a). Uso da terra definido desta forma estabelece uma ligação direta entre cobertura vegetal e as ações das pessoas em seu ambiente (FAO/UNEP, 2012).

Para a FAO/UNEP (2012), as informações de uso da terra fornecem respostas a questões como:

- Qual a finalidade das atividades realizadas - por exemplo, os produtos e serviços específicos que são procurados;
- Onde: a localização geográfica e extensão da unidade espacial sob consideração;
- Como: as tecnologias utilizadas - por exemplo, insumos tecnológicos/materiais, tais como fertilizantes, irrigação, trabalho etc;
- Quanto: medidas quantitativas - por exemplo, áreas e produtos;
- Por que: as razões subjacentes ao uso atual da terra - por exemplo, posse da terra, custos trabalhistas, condições de mercado etc.

Dados [...] de uso da terra são importantes para [...] a validação de avaliação de terras agrícolas; a elaboração de estudos de perspectiva na produção agrícola e segurança alimentar; [...] socorro de desastres naturais e [...] formulação de políticas). Assim, o conhecimento do uso atual da terra (e recursos terrestres) é necessário para a formulação de mudanças que levem ao uso sustentável dos recursos (FAO/UNEP, 2012).

Conforme Lubowski *et al.* (2002), o “uso do solo” descreve as várias maneiras como os seres humanos regem e fazem uso da terra e seus recursos.

As informações de uso [...] da terra é um valor significativo para uma série de estudos regionais e globais, por exemplo, degradação dos solos, a desertificação, a segurança alimentar [...]. No entanto, existe uma escassez de conjuntos de dados globais que contêm informações sobre o

uso da terra. Além disso, a qualidade da informação disponível é bastante variável e muitas vezes apresenta uma mistura confusa de uso da terra e categorias de cobertura do solo. Isto é em parte devido às limitações dos métodos utilizados para derivar e inventariar as classes de uso da terra. As categorias de terras, muito amplamente definidas de uso em legendas de mapas disponíveis (aplicações dos sistemas de classificação de uso da terra), são inadequadas para os estudos que incidem sobre a coleção de aspectos biofísicos e econômicos do uso da terra e do contexto, relacionadas com dados socioeconômicos (GEORGE; NACHTERGAELE, 2012).

A terra agrícola pode ser classificada por tipos de culturas ou por sistemas agrônômicos (se anual ou perene, variando de monoculturas intensivas com uso de defensivos a sistemas orgânicos). Da mesma forma, o uso da terra na área florestal pode estar associado ao manejo (reflorestamento) ou à delimitação de reservas e parques, com pequena intervenção antrópica⁶.

Para Lubowski *et al.* (2002), mudanças no uso da terra têm importantes implicações econômicas e ambientais para a produção de *commodities*, conservação do solo e da água, e implicações políticas, entre outras. Os autores destacam, ainda, que a *configuração do uso da terra* está intimamente interligada com a propriedade do solo, refletindo as prioridades de gestão histórica da terra.

O termo ‘uso da terra’ é muitas vezes usado incorretamente para descrever alguns conjuntos de dados que contêm uma mistura de informações sobre ambos, ‘uso da terra’ e ‘cobertura da terra’. ‘Uso da terra’ é, na realidade, bastante distinto da ‘cobertura vegetal’. Bie (2000) define uso da terra como ‘Uma série de operações em terra, realizada por seres humanos, com a intenção de obter produtos e / ou benefícios através da utilização de

⁶ (<http://science.jrank.org/pages/3801/Land-Use-Uses-land.html>).

recursos da terra'. Em contraste, a cobertura do solo é definida como 'a tampa do bio-físico observada na superfície da Terra' (FAO, 2000) (GEORGE; NACHTERGAELE, 2012).

Os primeiros trabalhos sobre o uso da terra no Brasil tiveram início na década de 1930, a partir de dois eixos principais, o primeiro referente aos processos de colonização e o segundo as viagens de reconhecimento. A partir de 1960, o contexto muda para padrões espaciais e processos produtivos do uso da terra. Posteriormente, com o avanço da tecnologia espacial, produtos de satélites imageadores da terra são colocados à disposição. Isso representou uma nova era nos estudos de Uso da Terra, pois, ao mesmo tempo em que forneceu a possibilidade de uma nova metodologia, permitiu a apreensão espacial e temporal do espaço, tanto global quanto localmente (IBGE, 2006).

As abordagens sobre o uso da terra tornaram-se mais específicas, passando a tratar, de forma geral, dos tipos de ocupação; da espacialização e distribuição de propriedades rurais; dos rebanhos; da expansão do povoamento e dos estudos sobre a regionalização dos usos da terra (IBGE, 2008). Na década de 1970, o Levantamento Sistemático de Recursos Naturais, associado ao projeto RADAM e, posteriormente, ao RADAMBRASIL, foram importantes trabalhos desenvolvidos no país inteiro, em parceria com a Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço - NASA e a Comissão Nacional de Atividades Espaciais - CNAE (IBGE, 2006).

Acrescentem-se, ainda, os trabalhos da Comissão Mista para Informação e Classificação do Uso da Terra (composta pelo Departamento do Interior dos EUA, NASA, Departamento de Agricultura dos EUA, e Associação de Geógrafos Americanos e da União Geográfica Internacional), em nível internacional. O mapeamento do uso da terra deve convergir para a produção de informações necessárias para o tratamento das questões dirigidas ao desenvolvimento sustentável, as quais emergem das análises das formas de apropriação do espaço, conforme o IBGE (2006).

Na atualidade, as questões sobre o uso da terra incorporam discussões sobre o papel e a interação dos recursos naturais (ALMEIDA, 2002; GARCIA-AGUSTÍN *et al.* 2004; BACELLAR, 2005); a contaminação de recursos hídricos superficiais e subterrâneo

(LEAL, 1994; SHIKLOMANOV, 1998; ALABURDA; NISHIHARA, 1998; LEITE, LEÃO, 2009; ABERS, 2010; PEREIRA, *et al.*, 2011); e a importância do solo e subsolo na atenuação dos contaminantes (FOSTER *et al.* 2006; MESTRINHO, 2008; HIRATA *et al.* 1997).

Além dessas discussões, as questões sobre o uso da terra envolvem debates de expressiva relevância sobre conceitos, fontes e formas de contaminação (NASS, 2002; IRITANI; EZAKI, 2008; IRITANI, ODA, EZAKI; VARNIER 2009); classificação e potencial de poluição e ou degradação; uso de fertilizantes e agroquímicos; e criação seletiva de espécies vegetais e animais (MORAES, JORDÃO, 2002; GOUDIE, VILES, 1997 *apud* GUERRA; MARÇAL, 2006; CONSEMA, 2006; CARVALHO, NODARI, 2009).

De acordo com Seiffert e Perdomo (1998), a criação de animais está entre os tipos de uso da terra com alto grau de impacto sobre a qualidade das águas.

Os principais constituintes do esterco, que impactam a água superficial, são matéria orgânica, nutrientes, bactérias fecais e sedimentos. Os resíduos e efluentes gerados pelas instalações de confinamento [...] incrementam também o nível de sólidos suspensos e afetam a coloração da água, seja pelo resíduo sólido em si, seja pelo estímulo à produção de algas. O impacto que estes contaminantes têm sobre o ecossistema aquático está relacionado à quantidade e tipo de cada poluente que é introduzido, e as características do sistema aquático receptor (SEIFFERT; PERDOMO 1998:3).

Sedimentos transportados pela água da chuva, oriundos de áreas que recebem resíduos animais em grandes quantidades por longos períodos, podem causar elevada poluição de águas superficiais. Isto ocorre em condições de aplicação de grandes volumes de esterco, a sua não incorporação ao solo, a aplicação em solos declivosos ou áreas com inadequadas medidas de controle da erosão. Medidas de controle da erosão eficazes são essenciais para áreas que recebem adubações com resíduos animais. Zonas

ribeirinhas reflorestadas, adjacentes aos cursos de água, formam um filtro efetivo, podendo reter até 90% de sedimentos e nutrientes (SEIFFERT; PERDOMO 1998:3).

O nível da urbanização, a partir dos processos socioculturais em diferentes momentos históricos, tratados por Santos (1993), ou os aspectos físicos e históricos como condicionantes da qualidade do ambiente, tratados por Samant (2010), entre outros, também se incorporam a essas discussões.

Todas as análises a respeito do uso da terra recebem uma significativa contribuição quando conexas e embasadas em um sistema de informação geo-referenciada (D'ALGE, 2002; ZAIDAN, SILVA, 2004; PEREIRA JÚNIOR, SILVA, GÓES e OLIVEIRA, 2004; DIAS, GÓES, SILVA, GOMES, 2004; LOCH, 2008 e FRITZ, 2008). A utilização de técnicas matemáticas e computacionais visa caracterizar e compreender a organização do espaço (CÂMARA, 2005; NOVO, 2008; AMORIM, ALMEIDA, CUELLAR, BRITTO COSTA, GOMES, 2007; MEDEIROS, CÂMARA, 2002; CÂMARA, DAVIS, 2002; KUX, PINHEIRO 2005; CUELLAR, ALBUQUERQUE, PENHA, ALMEIDA, 2009), além de gerar as bases para discussões relativas à justiça ambiental (CALCAGNO, 2001; IBGE, 2006).

As análises sobre o uso da terra podem considerar a capacidade de uso (GIBOSHI *et al.*, 2002), e a avaliação da aptidão das terras ((FAO/UNEP, 2012) GEORGE; NACHTERGAELE, 2012) (SAMPAIO, 2007). De acordo com a FAO (2012), estudos sobre uso da terra se justificam na medida em que as demandas pelos espaços são maiores que os recursos disponíveis. Mesmo em regiões onde a terra ainda é abundante, muitas pessoas podem não ter acesso adequado à propriedade ou aos benefícios do seu uso, seja em razão da escassez dos recursos ou da sua degradação.

Conforme anteriormente citado, alguns trabalhos têm evidenciado o papel de determinadas condicionantes relacionadas aos usos dos solos ou da terra. Dentre muitos enfoques, os estudos de vulnerabilidade buscam calcular ou representar a sensibilidade de um aquífero, considerando suas características intrínsecas.

2.7. VULNERABILIDADE INTRÍNSECA E RISCO DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS DO SISG

Existem maneiras diferentes de avaliar a vulnerabilidade intrínseca e os riscos de uma determinada área, as quais podem ser resultadas de coletas diretas a campo ou de forma indireta a partir do uso de ferramentas tecnológicas. Nesse sentido, esta tese visa discutir a avaliação da vulnerabilidade, a partir de métodos indiretos.

De acordo com o Ministério da Integração Nacional (MIN, 2000), a Vulnerabilidade pode ser entendida como a condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor, podendo ser medida em termos de intensidade dos danos prováveis. Já o Risco é a “medida de danos ou prejuízos potenciais expressos em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis” ou a “relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidente [...] se concretize, com o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos”.

Para Calcagno (2001), a vulnerabilidade de um aquífero é um conceito qualitativo que se refere ao grau de proteção natural de um aquífero diante das possíveis ameaças de contaminação.

Em hidrogeologia, o conceito de vulnerabilidade começou a ser usado intuitivamente a partir da década de 1970, na França (ALBINET e MARGAT, 1970) e de maneira mais ampla na década de 1980 (HAERTLE, 1983; ALLER *et al.*, 1987 e FOSTER e HIRATA, 1988). Embora se referisse à suscetibilidade relativa dos aquíferos à contaminação antropogênica, o termo inicialmente era usado sem nenhum objetivo de definição formal (FOSTER *et al.*, 2006: 16).

Para Foster (1987), a vulnerabilidade do aquífero à contaminação se refere ao conjunto de propriedades intrínsecas dos estratos que separam o aquífero saturado da superfície do solo. Essas propriedades determinam a suscetibilidade de um aquífero sofrer efeitos adversos de uma carga contaminante, aplicada na superfície (FOSTER *et al.* 2006).

Fritch *et al.* (1999) avaliam a susceptibilidade de poluição das águas subterrâneas a partir de um modelo auxiliado por um Sistema de Informação Geográfica.

Ribeiro (2004) destaca que a avaliação de vulnerabilidade de um aquífero deverá ser feita somente em função de fatores intrínsecos ao

sistema, tais como propriedades geológicas, hidrológicas, hidrogeológicas e geomorfológicas, e não das características de um poluente determinado. Contudo, a vulnerabilidade pode ser definida como o grau da potencial suscetibilidade da água subterrânea a uma fonte de poluição tópica ou difusa.

Outro conceito que aparece associado à vulnerabilidade é o de perigo, o qual, conforme Foster *et al.* (2006), pode ser definido como a probabilidade de que a água subterrânea venha a apresentar concentrações de contaminantes superiores aos valores estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde - para a qualidade de água potável. Os autores dizem preferir, atualmente, o conceito de perigo, em substituição ao termo risco, por eles usado anteriormente na mesma acepção, e mais comum na literatura referente aos recursos hídricos, motivo pelo qual se prefere, aqui, mantê-lo.

Autores como Cerri; Amaral (1998) e Zaidan e Silva (2004), referenciam o risco, como a possibilidade de ocorrência de um acidente que venha a causar consequências sociais e econômicas negativas (perdas e danos). Dentro dessa perspectiva, Castro *et al.* (2005) sugerem que o risco deva estar associado a um adjetivo que busque qualificá-lo, apontando os conceitos de risco ambiental, risco social, risco tecnológico e risco natural. Para eles, o conceito de risco pode ser associado à noção de incerteza, exposição ao perigo, perdas e prejuízos materiais e humanos, seja em função de processos de ordem natural ou associados às relações humanas. O risco, nesse sentido, se refere à probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço, não constantes e não determinados, e à maneira como esses processos afetam (direta ou indiretamente) a vida humana.

É possível existir um aquífero com um alto índice de vulnerabilidade, mas sem risco de poluição caso não haja carga poluente, ou de haver um risco de poluição excepcional apesar de o índice de vulnerabilidade ser baixo. É importante precisar a diferença entre vulnerabilidade e risco de poluição. O risco é causado não pelas características intrínsecas do aquífero, muito estáveis, mas pela existência de atividades poluentes, fator dinâmico que, em princípio, pode ser controlado (NANNI *et al.*, 2005).

De acordo com o manual de Defesa Civil (SEDEC, 2004) a vulnerabilidade é caracterizada como a condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou

acidente, caracteriza os efeitos adversos. Esta é medida em termos de intensidade dos danos prováveis. E o risco é definido com a medida de dano potencial ou prejuízo econômico expresso em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis.

Nancy *et al.* (2011) descrevem que uma combinação de classificação de impacto e de uma classificação de vulnerabilidade pode ser usada para avaliar o risco potencial. Essa matriz de risco pode descrever Riscos elevados por células vermelhas, riscos moderados pelas células amarelas, e os riscos baixos por células verdes.

Dessa forma, considera-se, nesta pesquisa, que a vulnerabilidade é intrínseca (FOSTER *et al.* (2006), e que o risco só ocorre quando há uma carga que represente perigo, ou seja, uma carga com algum tipo de poluição e ou contaminação.

Alguns trabalhos, com diferentes linhas de pesquisas, também buscam abordar a existência de correlações entre o uso da terra e a qualidade das águas subterrâneas, mencionando análise de suscetibilidade, fragilidade ou vulnerabilidade e risco.

Baker *et al.* (1994) apresentam alguns modelos sobre correlação entre uso da terra e qualidade das águas subterrâneas em doze estados dos EUA (DEBERNARDI, 2007). Paez (1999) estuda a vulnerabilidade da contaminação das águas subterrâneas na Colômbia. Para aquífero cárstico nos Estados Unidos, Fritch *et al.* (1999) consideram a suscetibilidade de contaminação química associada ao tipo de uso da terra e solo. Worthington; Gunn (2009) discutiram a possibilidade de contaminação dos aquíferos, considerando o estudo da superfície potenciométrica, com base em dados de poços e fluxo de aquífero cárstico.

Samake *et al.* (2010) utilizam o mapeamento da vulnerabilidade para resgatar o potencial de contaminação em aquíferos de meio poroso em áreas de pressão agrícola no Norte da China. Também em estudo de aquífero poroso, Al-Zabet, (2002) evidencia vulnerabilidade em área de rápida expansão urbana e de industrialização nos Emirados Árabes. Katz *et al.* (2009) abordam vulnerabilidade, considerando lineamentos e grau de confinamento em aquífero cárstico, no Centro-Oeste da Flórida.

Já mais específico para o Brasil, Pinheiro; Kosuth; Cernesson (2009) analisaram dados sobre contaminantes associados a pesticidas e seus efeitos na qualidade dos recursos superficiais na bacia do rio Itajaí,

Santa Catarina. Nardin; Robaina (2010) abordam zonas de fragilidade ambiental em uma bacia hidrográfica no Oeste do Rio Grande do Sul.

Foster (1987) e Foster e Hirata (1998) propuseram procedimento de análise sobre a vulnerabilidade denominado Método **GOD** – que pondera descritores tais como: **G**rau de confinamento da água subterrânea; **O**corrência de estratos de cobertura e **D**istância até o lençol freático ou o teto do aquífero confinado (FOSTER *et al.* 2006).

Com a aplicação do método GOD, Blarasín *et al.*, (1999) avaliaram o perigo de contaminação microbiológica em Rio Cuarto, na Argentina, com objetivo de estabelecer prioridades para as ações de remediação em duas áreas com ausência de sistema de saneamento. Os resultados da análise das amostras apontam que cerca de 60% das águas seriam impróprias para consumo humano. Stuart e Milne (1997) abordam o papel do solo na atenuação do cromo proveniente da irrigação com águas residuais, na cidade de León, México⁷, sobre aquífero semiconfinado.

Debernardi (2007) compara a eficiência dos diferentes métodos de avaliação da vulnerabilidade de um aquífero livre, inclusive o GOD, ao considerar análises de concentração de nitrato no Nordeste da Itália, em áreas de emprego de fertilizantes e efluentes de criação de animais. Na mesma linha de análise, Nanni *et al.* (2005) buscam estabelecer a vulnerabilidade natural e o risco de contaminação do Aquífero Serra Geral nas bacias hidrográficas dos rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo, Estado do Rio Grande do Sul, considerando atividades suinícolas. De acordo com os autores, alguns métodos foram estudados, como: Método Francês, proposto por Parascandola *et al.* (1979); Método Inglês, proposto pelo *Institute of Geological Sciences*, Reino Unido (1983); Método Português, proposto por Lobo-Ferreira e Calado (1989) e Método GOD, desenvolvido por Foster (1987) e Foster; Hirata (1993), o qual foi adotado nesta tese, com modificações.

Matta *et al.* (2007) calcularam a vulnerabilidade e o risco de contaminação do sistema aquífero a partir do método GOD, em Barcarena, região metropolitana de Belém, Estado do Pará. Já Draqui *et al.* (2008) compararam métodos de vulnerabilidade, ponderando variáveis de precipitação no Noroeste do Marrocos.

7 León, no México, é um dos mais importantes centros de produção de artigos de couro da América Latina.

Foster *et al.* (2002) destacam que a principal ênfase do método GOD está na possibilidade de existirem fraturas bem desenvolvidas, que podem favorecer o fluxo. A possibilidade de tal fluxo é considerada o fator mais crucial no aumento da vulnerabilidade e na redução da atenuação dos contaminantes, já que a sobrecarga hidráulica é responsável por muitos casos de contaminação (FOSTER *et al.* 2006).

O método de vulnerabilidade GOD original não incluía um estudo explícito do solo (S), no entanto, de acordo com Foster *et al.* (2002), a maioria dos processos que provocam a atenuação e/ou eliminação dos contaminantes no subsolo ocorre com muito mais frequência na zona biologicamente ativa do solo, fato este que justifica sua consideração. Recomendações sobre a substituição ou introdução de outros descritores foram igualmente considerados pelos autores, podendo passar a **GODS**, uma vez que, conforme Foster *et al.* (2006), os perfis naturais de subsolo atenuam ativamente muitos poluentes resultantes das atividades humanas.

A autoeliminação dos contaminantes durante o transporte subsuperficial na zona não saturada é resultado da degradação bioquímica e de reações químicas. No entanto, nem todos os perfis de subsolo e camadas subjacentes são igualmente eficazes na atenuação dos contaminantes, e os aquíferos serão, particularmente, vulneráveis à poluição nos lugares onde há, por exemplo, rochas consolidadas muito fissuradas. Os autores destacam que contaminantes despejados abaixo do subsolo e derramamentos de solventes orgânicos sintéticos imiscíveis resultarão em alto risco de contaminação, qualquer que seja a vulnerabilidade do aquífero (FOSTER *et al.* 2006).

A importância do mapeamento da vulnerabilidade está em prover conhecimento sobre determinada área, uma vez que, de acordo com Peduzzi (2005), de forma geral, a resposta da comunidade e dos governos a eventos adversos tem sido quase sempre com o propósito de mitigar os impactos. E, mesmo que houvesse uma vontade de investir na prevenção – de desastres - a pergunta seria: onde?

Nesse sentido,

O principal desafio no campo da redução de desastres é alterar a percepção das pessoas de modo que elas possam reconhecer a noção de desastre como o resultado de um processo de desenvolvimento, no qual as sociedades têm

implicitamente gerado vulnerabilidades e riscos que se tornam evidentes durante o desastre (Villagran de Leon, 2006 *apud* TAUBENBÖCK *et al.*, 2008:409).

O Serviço Geológico dos Estados Unidos em conjunto com o Serviço Geológico do Canadá disponibilizam diretrizes gerais para administradores/responsáveis em relação a risco relacionados a deslizamentos, que poderiam perfeitamente serem estendidos à temática desta pesquisa.

É importante que os órgãos diretores forneçam um meio de manutenção de registros, preferencialmente de forma escrita [...] com fotografias e (ou) diagramas sempre que possível. Para as áreas do mundo que ainda não tenham leis ou regulamentos que exijam a divulgação para proprietários, dos perigos associados [...] é importante que aldeias, municípios, cidades estabeleçam alguma autoridade responsável com a qual se possa obter informações sobre tais riscos. Isso não precisa ser sofisticado ou caro, mas irá fornecer um meio de manter o conhecimento [...] ao longo do tempo. Embora algumas informações, como os direitos de propriedade, possam ser politicamente sensíveis, é importante que as informações [...] sejam disponibilizadas, de algum modo, para a população em geral (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008: 57).

De acordo com Highland; Bobrowsky (2008), é importante que a comunicação forneça dados sobre probabilidade e ocorrência de um evento, localização e estimativa da gravidade.

Esses elementos são necessários porque [...] planejadores e tomadores de decisão normalmente não irão se preocupar com um perigo potencial de rara probabilidade, localização desconhecida, ou de menor gravidade. [...] Para que uma informação de perigo possa ser qualificada como útil, usuários não técnicos devem ser capazes de perceber o risco, a localização e a gravidade do

perigo, de modo a tornarem-se conscientes do risco, poderem passar tais informações adiante e usá-las diretamente para reduzir a ameaça. (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008: 62).

Autores como Shelton e Prouty (1979 apud HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008) tomam os conceitos de *suscetibilidade/vulnerabilidade* como sinônimos e descrevem que:

- O mapa de *suscetibilidade/vulnerabilidade* vai além do mapa de inventários e descreve as áreas que têm potencial para contaminação das águas subterrâneas. Essas áreas são determinadas pela correlação de alguns dos principais fatores, como unidades geológicas frágeis, tipos de rocha ou solo.

- Mapas de riscos mostram as ameaças e a probabilidade de que ocorram riscos de contaminação das águas subterrâneas, e podem ser expressos em taxas de recorrência estatística. Os mapas de risco podem, ainda, mostrar as relações custo/benefício; potencial de perda e de outros efeitos socioeconômico potenciais de uma área. De acordo com Highland; Bobrowsky (2008: 84), mapas de risco usados em conjunto com mapas de uso da terra são valiosos instrumentos de planejamento.

Highland; Bobrowsky (2008) indicam que a escala de trabalho na cartografia de risco pode ser realizada a partir de três etapas:

A primeira fase é a regional, ou cartografia de reconhecimento, que sintetiza os dados disponíveis e identifica áreas problemáticas em geral. Nesta escala regional (às vezes chamada de “pequena escala”), a cartografia é normalmente realizada por uma Pesquisa Geológica Municipal, Estadual ou Federal. A próxima etapa é a cartografia em nível comunitário, um programa mais detalhado de cartografia da superfície e do subsolo, para áreas problemáticas complexas. Por fim, são preparados mapas detalhados em grande escala para localizações específicas. Se os recursos são limitados, pode ser mais prudente ignorar a cartografia regional e se concentrar em algumas áreas preocupantes e conhecidas (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008: 84).

2.8. LIMITAÇÕES DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE

Foster *et al.* (2002) apontam que, ao se ponderar sobre técnicas de vulnerabilidade dos recursos hídricos subterrâneos, deve-se considerar que, em maior ou menor grau, toda água subterrânea é vulnerável à contaminação. Os autores resgatam, ainda, que a incerteza é inerente a qualquer avaliação de vulnerabilidade à contaminação, e que sistemas complexos de avaliação podem apresentar o risco de obscurecer o óbvio e tornar indistintas as sutilezas. Apontam que, do ponto de vista científico, os resultados seriam mais consistentes quando se realizasse uma avaliação de vulnerabilidade para cada tipo de contaminante, ou, sendo isso inviável, para cada classe de contaminante ou para cada grupo de atividades separadamente. Entretanto, mapas de vulnerabilidade para cada tipo específico de contaminante ou grupo de contaminantes geram uma infinidade de representações para cada área, o que dificultaria a análise, exceto para uma avaliação e controle da contaminação difusa (FOSTER *et al.* 2006).

Além desses, outros aspectos devem ser considerados na avaliação da vulnerabilidade de um aquífero, como quantidade e qualidade dos dados e recursos humanos e financeiros. Dessa forma, é mais prudente aplicar um índice de vulnerabilidade único e integrado, de caráter mais geral, do que uma série de índices parciais (FOSTER *et al.* 2002). Por fim, os autores destacam que o método GOD subestima a vulnerabilidade dos aquíferos fraturados em comparação aos aquíferos porosos (FOSTER *et al.* 2006).

2.9. LEGISLAÇÃO E INSTÂNCIAS DE PARTICIPAÇÃO

O território brasileiro compreende uma diversidade de características geográficas que abrangem tanto a Bacia Amazônica, com sua imensa disponibilidade de água, quanto o semiárido do Nordeste, com frágil rede hídrica. Essa grande diversidade geográfica dificulta a discussão de estratégias de gestão dos recursos hídricos, quanto à legislação, de maneira uniforme para o país (ANA, 2007).

Em relação à legislação, dentre os muitos vieses de análise na área ambiental, marcos legais e institucionais relativos à área de

saneamento guardam estreitas e importantes interfaces com a área de recursos hídricos. Dessa forma, nesta tese, a legislação sobre saneamento e recursos hídricos é considerada com mais detalhe. Conforme o MMA (2006), trata-se de uma relação biunívoca – a *legislação sobre saneamento e a legislação sobre recursos hídricos* - a legislação de uma área influencia a outra e vice-versa; e, nesse sentido, a implantação do gerenciamento de recursos hídricos deve ser vista como um processo político gradual e progressivo.

De acordo com ANA (2007), os desafios resultantes de um cenário de demandas crescentes e do aumento da degradação ambiental devem ser enfrentados. Nesse sentido, o Plano Nacional de Recursos Hídricos figura como um instrumento que visa subsidiar o funcionamento do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Da mesma forma, nas diferentes esferas administrativas, foram elaboradas e promulgadas leis, normativas e diretrizes.

Em nível federal, uma das primeiras normativas com relação à proteção do ambiente se refere ao Código das Águas, instituído através do Decreto Nº 24.643/1934, acompanhando as discussões internacionais⁸. Posteriormente, em 1965, o Código Florestal instituiu uma área mínima de proteção, com vistas à preservação dos recursos hídricos, estabilidade geológica, biodiversidade, ao fluxo de fauna e flora, entre outros, ao longo de rios, lagos e outros.

Em 1973 foi criada a Secretaria Especial de Meio Ambiente - SEMA, a partir do Decreto Nº 73.030/1973; e a Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecida a partir da Lei Nº 6.938/1981. Esta mesma lei - Lei Nº 6.938/1981 - estabelecia o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA e o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental. No entanto, somente em 1986, o CONAMA estabelece a Resolução Nº 001, que tratou da obrigatoriedade da

8 Em 1948, os Estados Unidos elaboraram normatizações para a área ambiental. Os anos de 1970 e 1980 foram marcados por uma conscientização ambiental crescente naquele país, com as discussões tratando não mais da economia de recursos naturais, e sim da economia ambiental. Em 1970 foi criado o Conselho da Qualidade Ambiental, posteriormente, a Agência de Proteção Ambiental e a Agência Nacional de Oceano e Atmosfera. Mais tarde, em 1990, vivenciou-se um período de internalização dos problemas ambientais globais, realidade explicitada com a Conferência Rio 92.

elaboração do Estudo de Impacto Ambiental – EIA. Nos anos que se seguiram, até 2011, foram instituídas outras 433 resoluções⁹.

De acordo com Almeida (2002), com a promulgação da Constituição Federal em 1988, o meio ambiente passou a ser tratado como um sistema ecológico integrado. Posteriormente, institui-se a Lei Nº 7.735/1989, que cria o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis – IBAMA, a partir da fusão da Superintendência da Borracha – SUDHEVEA, da Superintendência do Desenvolvimento da Pesca – SUDEPE, do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF e da Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA.

Quase uma década depois, a Lei Nº 9.433/1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH¹⁰, e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH, que define, entre outros, a bacia hidrográfica como unidade territorial para aplicação dos planos.

Ainda que a temática sobre recursos hídricos esteja muito relacionada à temática de saneamento básico, foi somente em 2007 que foram estabelecidos, a partir da Lei Nº 11.445/2007, dispositivos e diretrizes, em nível nacional, para o saneamento básico. Dentre outras determinações, ficou instituído o município como titular dos serviços públicos, devendo este formular políticas, planos, e definir o órgão responsável pela regulação e fiscalização, além de adotar parâmetros de controle dos serviços executados pelo operador, fixar direitos e deveres dos usuários, estabelecer mecanismos de controle social e promover a universalização ao acesso dos serviços de água e esgoto.

A Resolução CNRH Nº 107/2010¹¹, aborda critérios de planejamento, implantação e operacionalização da Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo de Águas Subterrâneas. Na atualidade, existem duas redes de monitoramento no

⁹ <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=todos>

¹⁰ Abordando que a gestão dos recursos hídricos deve ocorrer de forma integrada, descentralizada e participativa, considerando diversidades sociais, econômicas e ambientais (<http://pnrh.cnrh-srh.gov.br/>).

¹¹ É importante resgatar que outras Resoluções, como CONAMA Nº 396 e as CNRH Nº 91/2008 e Nº 92/2008, tratam do enquadramento das águas subterrâneas, e a Resolução CNRH Nº 107/2010 estabelece diretrizes e critérios para planejamento, coordenação, implantação e operação da Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo de Águas Subterrâneas.

país: a RIMAS, executada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, implantada antes da Resolução Nº 107/2010, e a Rede de Monitoramento Nacional de Águas Subterrâneas – RENAMAS, que segue a Resolução CNRH Nº 107/2010. A RENAMAS configura-se como uma rede de monitoramento *quali-quantitativa*, enquanto que a RIMAS apenas objetiva análise quantitativa¹².

Santa Catarina passou a tratar os recursos hídricos a partir da Lei Estadual Nº 6.739, de 16/12/1985 e da Lei Estadual Nº 9.022, de 06/05/1993, todavia o tema recursos hídricos, naquele momento, aparece de forma generalizada (as águas subterrâneas não são referenciadas). Posteriormente, a Lei Estadual Nº 9.748, de 30/11/1994, discute os recursos subterrâneos de forma explícita, contudo esta é regulamentada apenas quatro anos depois, pelo Decreto Estadual Nº 2.648/1998.

A Lei Estadual Nº 10.949, de 09/11/1998, de forma geral, dispõe sobre a divisão do Estado em dez regiões hidrográficas. Já o Art. 2º, parágrafo I, aborda a necessidade da gestão descentralizada dos recursos hídricos e adota a bacia hidrográfica como unidade de gestão (seguindo premissa estabelecida na Lei Federal Nº 9.433/1997), contudo, dita que esta deve ocorrer de forma compatibilizada com as divisões político-administrativas¹³.

Outras normativas estaduais, entre as quais a Lei Nº 15.249, de 03/08/2010, dispõem sobre a instituição, estruturação e organização do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Em nível regional, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe foi instituído em 04/09/2001, a partir do Decreto Nº 2.772/2001, pelo qual passa, então, a atuar como uma instância importante nas discussões relativas aos recursos hídricos e uso da terra. De acordo com Menezes (2006), os comitês de bacia tem um papel importante na gestão municipal dos recursos hídricos.

¹² De acordo com Casarini (2010), o Estado de São Paulo desenvolve iniciativa similar ao monitoramento previsto pelo RENAMAS.

¹³ Na revisão da Lei Estadual Nº 10.949, de 09/11/1998, o Art. 2º, Parágrafo I, dita a necessidade de gestão descentralizada dos recursos hídricos, e a adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão compatibilizada com as divisões político-administrativas. Contudo, parece haver uma confusão conceitual entre limite de bacia hidrográfica e limite administrativo, esses, não necessariamente, coincidem. Recomenda-se uma revisão deste parágrafo, ou revisão de alguns limites municipais.

Para auxílio aos Comitês de bacias tem-se o Decreto Nº 14.250, de 05/06/81, e o Decreto Nº 4.778, de 11/10/2006, que tratam da outorga dos recursos hídricos; e o Decreto Nº 4.871, que trata dos valores expeditos na outorga. De acordo com Almeida (2003), a outorga - de direito de uso - dos recursos hídricos é um ato administrativo, de autorização, mediante o qual a autoridade outorgante faculta ao outorgado o direito de uso dos recursos hídricos por prazo determinado.

Ainda segundo Almeida (2003), a outorga configura-se como um dos instrumentos mais relevantes da PNRH. Sua efetivação possibilita o controle do uso dos recursos hídricos e constitui um meio de conhecer os usuários potencialmente poluidores, possibilitando a aplicação de eventuais sanções e responsabilização civil pelo dano causado. A outorga objetiva assegurar o controle qualitativo e quantitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso. Ao mesmo tempo, vincula a ação do governo a agir com equidade no deferimento dos pedidos encaminhados por usuários, de forma a não inviabilizar a qualidade ambiental do corpo de água, que necessita de certa reserva hídrica (saldo hídrico) para se adequar às exigências e emergências ambientais.

Cada município possui a titularidade em relação ao saneamento ambiental, e devem estabelecer regras; fiscalizar e regular; promover a concessão/prestação e regulamentação, da mesma forma que deve estabelecer interface com o parcelamento do solo, a saúde, o saneamento e o meio ambiente, conforme estabelecido na Lei das Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico Nº 11.445/2007 e Lei de Concessão de Serviços Públicos Nº 8.987/1995. Os municípios são, ainda, subsidiados pelos parâmetros de qualidade estabelecidos na Resolução CONAMA Nº 357/2005. Além disso, outras normativas sobre disposição de efluentes e de resíduos em solos (Resolução CONAMA Nº 396/2008) e agrotóxicos (Lei Nº 7.802/1989) tratam do conceito e das formas de disposição desses no ambiente.

Inúmeros são os instrumentos normativos nacionais, estaduais e regionais que auxiliam nas decisões de gestão dos recursos hídricos. Contudo, há necessidade de que sejam realizadas campanhas de educação ambiental, que incluam discussões sobre a legislação, de forma a promover um aperfeiçoamento do sistema de gestão, uma vez que conhecer a legislação e as instâncias de participação é imprescindível para compreender as relações, possibilidades e

limitações das ações públicas e sociais e, neste caso específico, sobre as relações e preservação dos recursos hídricos.

Magalhães Júnior (2007) reforça que a modernização do processo de gestão da água só pode evoluir, além do contexto legal e institucional, se bancos de dados (de diferentes sistemas, escalas, e distintos elementos naturais e sociais) estiverem disponíveis e atualizados.

CAPÍTULO III

3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO DO PEIXE

A problemática integrada dos aspectos fundamentais dos ambientes e das paisagens implica na abordagem e discussão da estrutura geológica, da evolução climática [...]. São igualmente importantes os aspectos pedológicos e biogeográficos (BIGARELLA *et al.* 2007a:16).

Ao se delinear os aspectos físicos e socioambientais, busca-se o entendimento do conjunto da dinâmica socioeconômica e espacial da área de estudo, uma vez que esses aspectos se configuram como condicionantes da ocupação e desenvolvimento das atividades humanas.

Discussões de aspectos (físicos e socioambientais) e suas relações entendidos como sistemas foram iniciadas por Karl Ludwig von Bertalanffy (1937) e Arthur Strahler (1952) e na atualidade são discutidas por autores como Cholley (1964); Christofolletti (1989); Gattari (1990); González (1991); Monteiro (1996); Monteiro (2000); Garcia (2000); Rodrigues (2001); Capra (2003); Veiga (2010) entre outros.

Nesse sentido, Morin (2000; 2005) destaca que o estudo parcelado, disjuntivo e reducionista, rompe o complexo do mundo em fragmentos, fraciona os problemas e separa o que está unido, destruindo, desse modo, as possibilidades de compreensão e de reflexão, e apelando para sua caracterização na forma de sistemas complexos.

3.1. FONTES PRINCIPAIS DOS DADOS

Este estudo baseia-se em trabalhos pretéritos, coleta e classificação de dados secundários e interpretação de imagens digitais,

com verificação em trabalhos de campo, posteriormente inseridos em um Sistema de Informação Geográfica - SIG¹⁴.

Para as feições geológicas e geomorfológicas, foram coletados dados junto à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. Já a delimitação dos lineamentos foi realizada a partir de imagens de satélite, resultadas do imageamento por RADAR, na *Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM, com fonte na EMBRAPA (2004). Trabalhos de campo foram necessários, com objetivo de confrontar as informações secundárias com a realidade da área. A autora participou de cursos de extensão e de encontros técnicos e científicos específicos, com a finalidade de adquirir conhecimento e aperfeiçoamento das técnicas de mapeamento a partir de *softwares* de processamento de dados geográficos.

As bases SRTM foram imprescindíveis para a delimitação dos lineamentos, tendo sido utilizadas, igualmente, por exemplo, por Rodrigues e Chiang Liu (1988), que consideraram as imagens de menor ângulo de elevação solar como as mais adequadas para destacar estruturas.

Já as análises e feições do relevo foram subsidiadas pelas bases de altimetria disponibilizadas pela EPAGRI, com fonte no IBGE, nas folhas Videira_2889_Conv_SAD69, Paim Filho_2903_CA, Lebon Regis_2878_CA, Joaçaba_2880_CA, Hercilópolis_2876_CA, Caçador_2877_CA. Posteriormente, foram trabalhadas em cotas de 100 metros. As cotas de valores inferiores são apresentadas com tons de azul e verde até 700 metros; em tons de laranja claro a escuro, as cotas intermediárias de 700 a 1.100 metros; e em tons de vermelho a marrom, as cotas mais elevadas até o limite de 1.400 metros. As discussões sobre declividade tiveram por base as classes de declividade, disponibilizadas

¹⁴ Sistema de Informação Geográfica (SIG) – consiste em um programa de computador e base de dados associados, que permite que as informações cartográficas (incluindo a informação geológica) sejam consultadas pelas coordenadas geográficas das características. Geralmente, os dados são organizados em “camadas”, representando diferentes entidades geográficas como a hidrologia, a cultura, a topografia e assim por diante. Um sistema de informação geográfica, ou SIG, permite que informações de diferentes camadas sejam facilmente integradas e analisadas (Jackson, Julia A., ed., 1997, Glossary of geology, fourth edition: Prepared by the American Geological Institute, Alexandria, Virginia, USA, Doubleday *apud* HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008).

pela *Soil Survey Staff* (1951) e Ranzani (1968) (BIGARELLA *et al.* 2007), observando que as áreas que se encontram entre 0 a 3% são classificadas como planas; as faixas de 3 a 8%, consideradas suave onduladas; as faixas de 8 a 20%, como onduladas; as faixas de 20 a 45%, denominadas forte onduladas; e as faixas com declividade superior a 45%, descritas como montanhosas.

Para distinção de conceitos e fundamentos sobre clima, hidrografia e hidrologia, foram compilados dados das estações convencionais de Caçador (1947 a 1979 e de 1986 a 2009); das estações de Videira (1970 a 2009); e de Campos Novos (1985 a 2009). A Estação Caçador – SC localiza-se no ponto 26°46'32" S e 51°00'50"W, com altitude de 960 metros; a Estação Videira – SC, em 27°01'27"S e 51°08'56"W, com altitude de 774 metros, e a Estação Campos Novos – SC, no ponto 27°22'59"S e 51°12'55"W, com altitude de 964,22 metros. Também foram obtidos dados das estações automáticas de Concórdia (2000 a 2009) e Campos Novos (2003 a 2009). A Estação de Concórdia - SC localiza-se em 27°18'47"S e 51°59'32"W e apresenta altitude de 585 metros; e a estação automática de Campos Novos – SC, no ponto de coordenadas 27°23'00"S e 51°12'56"W, altitude de 964,23 metros, na Epagri/Ciram/Florianópolis, SC. Já os conceitos foram trabalhados segundo Pinto (1976) e Pinto; Holtz (1976).

Dados sobre fonte de captação dos recursos hídricos foram fornecidos pela ANA, CPRM, CASAN e FATMA; enquanto que informações referentes à localização e número de poços foram resgatadas junto a empresas públicas e privadas (CPRM, 2010; 2010a). Sobre a qualidade dos recursos hídricos, os dados foram coletados junto à vigilância sanitária (BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE 2006; 2007).

Para solos, utilizou-se a base disponibilizada pela EMBRAPA (2005), com escala de 1:250.000, a qual foi, inicialmente, trabalhada junto ao Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ciências Agrárias - CCA/UFSC.

Para tipos de vegetação pretérita, efetuou-se revisão bibliográfica junto à Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina – FATMA e à Biblioteca do Centro de Ciências Agrárias - CCA/UFSC. Em contrapartida, para os tipos de vegetação atual, utilizaram-se imagens de satélites (INPE, 2008) de 2006, 2008 e 2009 (Landsat 5 TM 221_079 e 080 de 03/10/2008 canais 1 a 5 e 7; Landsat 5 TM 222_079 e

080 de 08/09/2008 canais1 a 5 e 7 e CBERS_2B_HRC_20090419_155_A_131_4 e 5_L2_BAND1). De acordo com Carvalho *et al.* (2001), estudos sobre tipos de vegetação, a partir de imagens de sensoriamento remoto, são objetos de pesquisa tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento.

Dados relacionados a principais cultivos e demanda por agrotóxicos foram resgatados junto ao IBGE (2009) e Ministério da Saúde/DATASUS12 (2004). Para aspectos socioambientais, obtiveram-se informações junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; Centro de Informação Toxicológica – CIT; Ministério da Saúde/DATASUS; e Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A - EPAGRI.

3.2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

A área da Bacia do Rio do Peixe se insere na Bacia Geológica do Paraná, uma ampla bacia intracratônica que se teria individualizado no final do período Siluriano ao início do Devoniano, sendo preenchida por sedimentos sucessivos marinhos e continentais, até o período Triássico (SCHEIBE, 1986; BIZZI *et al.* 2003). Seus depósitos abrangem, hoje, parcialmente, oito estados brasileiros e estendem-se, igualmente, para os territórios da Argentina, Paraguai e Uruguai, conforme Milani; Thomaz Filho (2000 apud SILVA *et al.*, 2003).

Na Bacia do Paraná foram determinados cinco ciclos de subsidência correspondentes às supersequências: Rio Ivaí, Paraná, Gondwana I, Gondwana II e Gondwana III. A supersequência Rio Ivaí é resultante de ciclo transgressivo e compreende as Formações Alto Garças, Iapó e Vila Maria. Já a supersequência Paraná constitui um ciclo transgressivo-regressivo, composto pelas Formações Furnas e Ponta Grossa. A Gondwana I compreende as Formações dos Grupos Itararé, Guatá e Passa Dois. A supersequência Gondwana II, ocorre apenas no Estado do Rio Grande do Sul e no Norte do Uruguai. Já a supersequência Gondwana III compreende as Formações Pirambaia, Botucatu e Serra Geral, reunidas no Grupo São Bento (MILANI, 1997 apud SILVA *et al.*, 2003) (Figura 6).

Segundo Scheibe (1986),

A sedimentação nas bacias intracratônicas brasileiras quase cessou do Triássico Médio até o Jurássico superior, mas na Bacia do Paraná depositou-se (então) o Arenito Botucatu, desértico e fluvial árido, numa depressão formada pelo arqueamento crustal, anterior à ruptura do Gondwana. Ao final desse estágio, ocorreu o vulcanismo relacionado a essa ruptura, com o começo da abertura do Oceano Atlântico, há cerca de 140 m.a. (Grupo São Bento) (SCHEIBE, 1986:23).

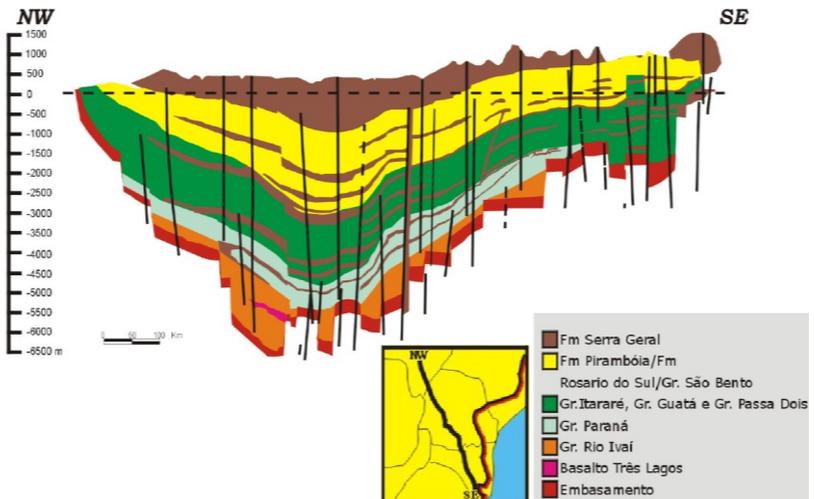


Figura 6 - Seção geológica esquemática NW-SE da Bacia do Paraná
Fonte: Modificado de Raffaelli *et al.* 1996 (MILANI e ZAIÂN, 1998).
Disponível em: <http://dc102.4shared.com/doc/tZ1UjxMW/preview.html>

No Estado de Santa Catarina, a Formação Botucatu é o principal constituinte do Sistema Aquífero Guarani (SAG), considerado como a unidade hidroestratigráfica mais importante da porção sul da América do Sul. É delimitado estratigraficamente na base por uma discordância regional permotriássica, e, na parte superior, pelas rochas vulcânicas que constituem a Formação Serra Geral.

A Formação Serra Geral é constituída por rochas vulcânicas, resultado de uma sucessão de derrames continentais, com espessuras individuais médias de 20 a 50 metros, que formam, por sua vez, o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) (SCHEIBE; HIRATA, 2008), um aquífero fraturado e superficial que recobre toda a parte central do SAG, em espessuras de centenas de metros, sendo responsável pelo seu alto grau de confinamento.

O SASG é, atualmente, a principal fonte de águas subterrâneas em toda a região Oeste de SC, e, conseqüentemente, na Bacia do Rio do Peixe, numa proporção muito mais significativa do que aquela do aquífero Guarani. Por sua situação superficial, as águas do SASG são exploradas através de fontes naturais, poços escavados ou perfurações relativamente rasas (profundidades da ordem de 100 a 200m), o que as torna, segundo Scheibe; Hirata (2008), “muito mais acessíveis, mas também muito mais vulneráveis aos processos de contaminação, tanto pelas próprias fraturas¹⁵ das rochas como, muitas vezes, devido a defeitos construtivos dos poços” (SCHEIBE; HIRATA, 2008, *apud* SCHEIBE; HIRATA, 2011:64).

Em trabalho pioneiro em Santa Catarina, Teixeira; Scheibe (1971) já destacavam que as zonas de fraturamento (*ou falhamento*) configuram-se como zonas de fraqueza, nas quais ocorre alteração mais intensa da rocha. As fraturas são como drenos naturais, caracterizam-se como áreas de maior permeabilidade e armazenamento de água no substrato do basalto.

De acordo, ainda, com Teixeira; Scheibe (1971), o fraturamento vertical das partes centrais do derrame poderia proporcionar boa permeabilidade no sentido vertical, interno aos derrames; já, na zona de contato entre derrames de superfície irregular, podem existir espaços não preenchidos pela lava, mas por material de alteração ou sedimentos porosos, dando condições de permeabilidade horizontal à rocha.

Desse modo, áreas com muitas zonas de falhas ou fraturas podem configurar-se como importantes zonas de recarga dos recursos hídricos

¹⁵ Fratura – deformação quebradiça devido à perda momentânea de coesão ou perda de resistência à tensão diferencial com liberação da energia elástica armazenada. Tanto as diaclases quanto as paráclases são fraturas (Jackson, Julia A., ed., 1997, Glossary of geology, fourth edition: Prepared by the American Geological Institute, Alexandria, Virginia, USA, Doubleday *apud* HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008).

subterrâneos, e ou eventuais canais de interligação com o aquífero Guarani, já que fraturas de caráter tectônico podem perpassar várias formações e influenciar e ou modificar, reciprocamente, as características e a qualidade das águas. Scheibe (2006) comenta que falhamentos de grande porte fazem a ligação entre ambos os aquíferos, o SAG e o SASG, propondo, então, especialmente para fins de gestão, a denominação de “Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral” (SAIG/SG), este constituído pelos dois sistemas.

A persistência das direções de fraqueza pré-cambrianas, durante e após os processos deposicionais da Bacia do Paraná, é bem evidenciada nas imagens de radar (SCHEIBE, 1986 *apud* SCHEIBE; FURTADO, 1989). Também para Bigarella *et al.* (2007a), os aspectos físicos desenvolvidos nas rochas, tais como: diaclasamentos, falhamentos e fraturamentos e planos de estratificação, determinam a maior ou menor facilidade de penetração da água.

Fernandes (2008) destaca a importância da intersecção de lineamentos atrelada à questão da conectividade de fraturas e, conseqüentemente, à maior produção dos poços. A autora destaca, ainda, que a análise da produção de poços, em função da localização e de características de lineamentos (proximidade, direção, densidade e intersecção), tem sido efetuada no Estado de São Paulo. Para o extremo Oeste e Meio Oeste de Santa Catarina, Freitas *et al.* (2002) registram diversas áreas com alta densidade de lineamentos morfoestruturais, principalmente nas direções N30-50W e N40-60E, caracterizando a área da Bacia do Rio do Peixe como a de maior densidade de fraturamentos.

De forma geral, as estruturas geológicas regionais delimitam províncias geológicas, blocos tectônicos, com diferentes morfologias; definem o relevo; e têm reflexo direto nas condições físico-químicas das águas do Sistema Aquífero Serra Geral (NANNI, 2008).

Com espessura média de 30 a 50m, cada derrame apresenta um zoneamento resultante das diferentes condições de resfriamento do magma [...]. A topografia típica do planalto ocidental de Santa Catarina caracteriza-se por encostas predominantemente convexas, de declividades médias bastante elevadas e níveis de patamares horizontalizados, originados por erosão diferencial da sequência dos derrames basálticos (PELLERIN; VILELA, 2011:4-5).

A litologia conjugada com os movimentos tectônicos posteriores e o clima deram origem ao relevo, que constitui a base física da ocupação territorial. Christofolletti (1980); Silva (1998); Marques (1998); e Bigarella *et al.* (2007) destacam que o estudo do relevo permite classificações sobre forma, composição e processos geradores e modificadores.

A área de estudo apresenta predomínio de relevo forte ondulado em sua maior extensão e suave ondulado na porção Sudeste, junto ao município de Campos Novos. As altitudes na área das nascentes do Rio do Peixe atingem 1400 metros, e caem até 300 metros no fundo do vale, próximo à sua foz, no Rio Uruguai (MONTEIRO, 1959; SEPLAN/SC, 1989 e 1997; SDM, 1997) (Figura 7).

O Modelo Numérico do Terreno permite visualizar a configuração particular dos aspectos do terreno ou relevo da BRP. Conforme Bigarella *et al.* (2007), o relevo refere-se às desigualdades das formas da superfície. Na área de estudo, o relevo se mostra, em sua maior parte, ondulado a forte ondulado (Figura 8), e essa configuração – ondulado a forte ondulado - se repete na Bacia do Rio Jacutinga, mas se mostra muito diferente do relevo observado no seu entorno. Os terrenos caracterizados como suave ondulados a ondulados encontram-se reunidos no extremo Norte, no município de Caçador, e ao Sul, no município de Campos Novos. Um relevo ondulado à forte ondulado contribui para um deflúvio rápido ou muito rápido, colaborando para o aumento do transporte de parte do solo.

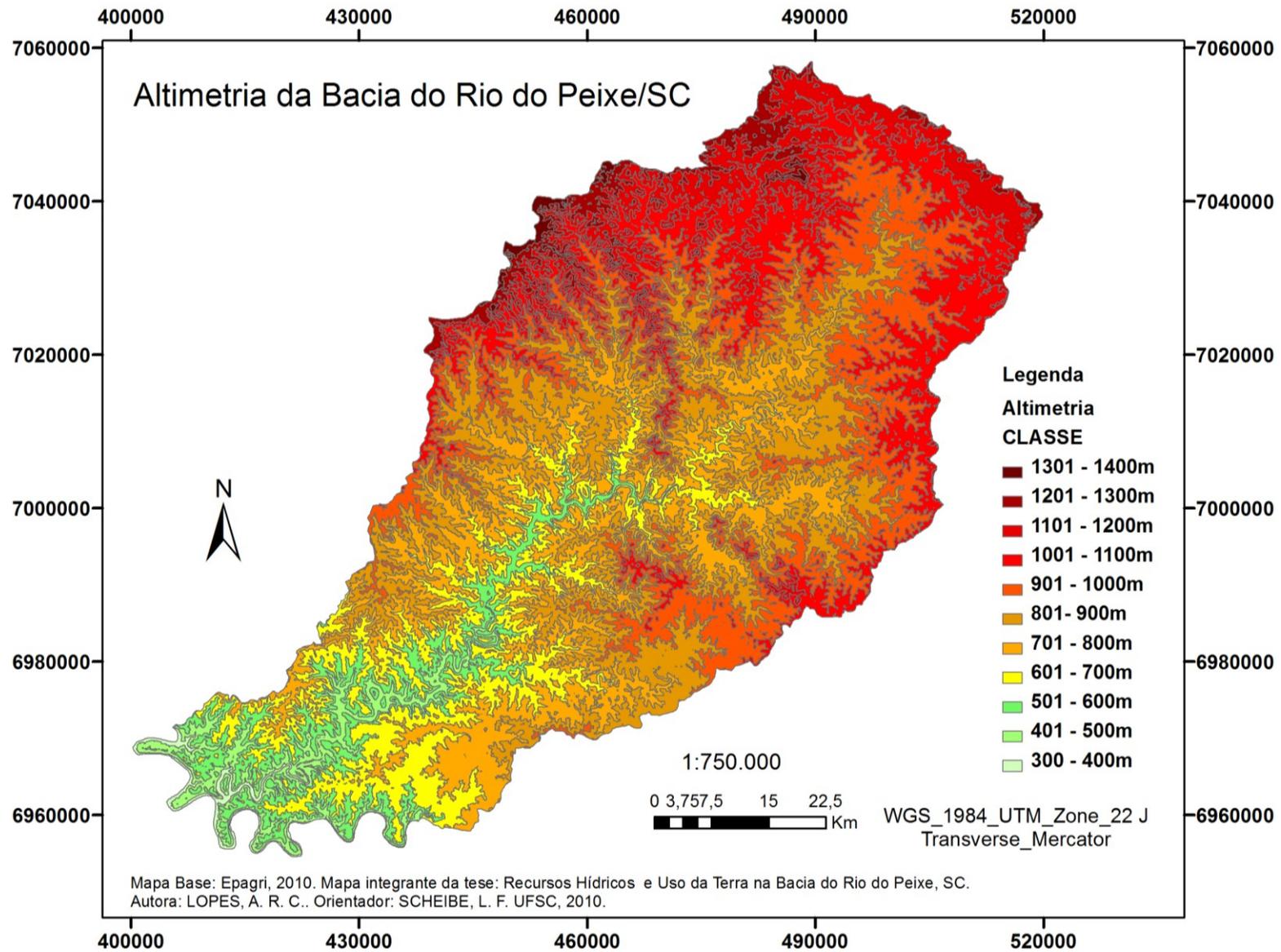


Figura 7 - Altimetria da Bacia do Rio do Peixe/SC: escala original 1:250.000

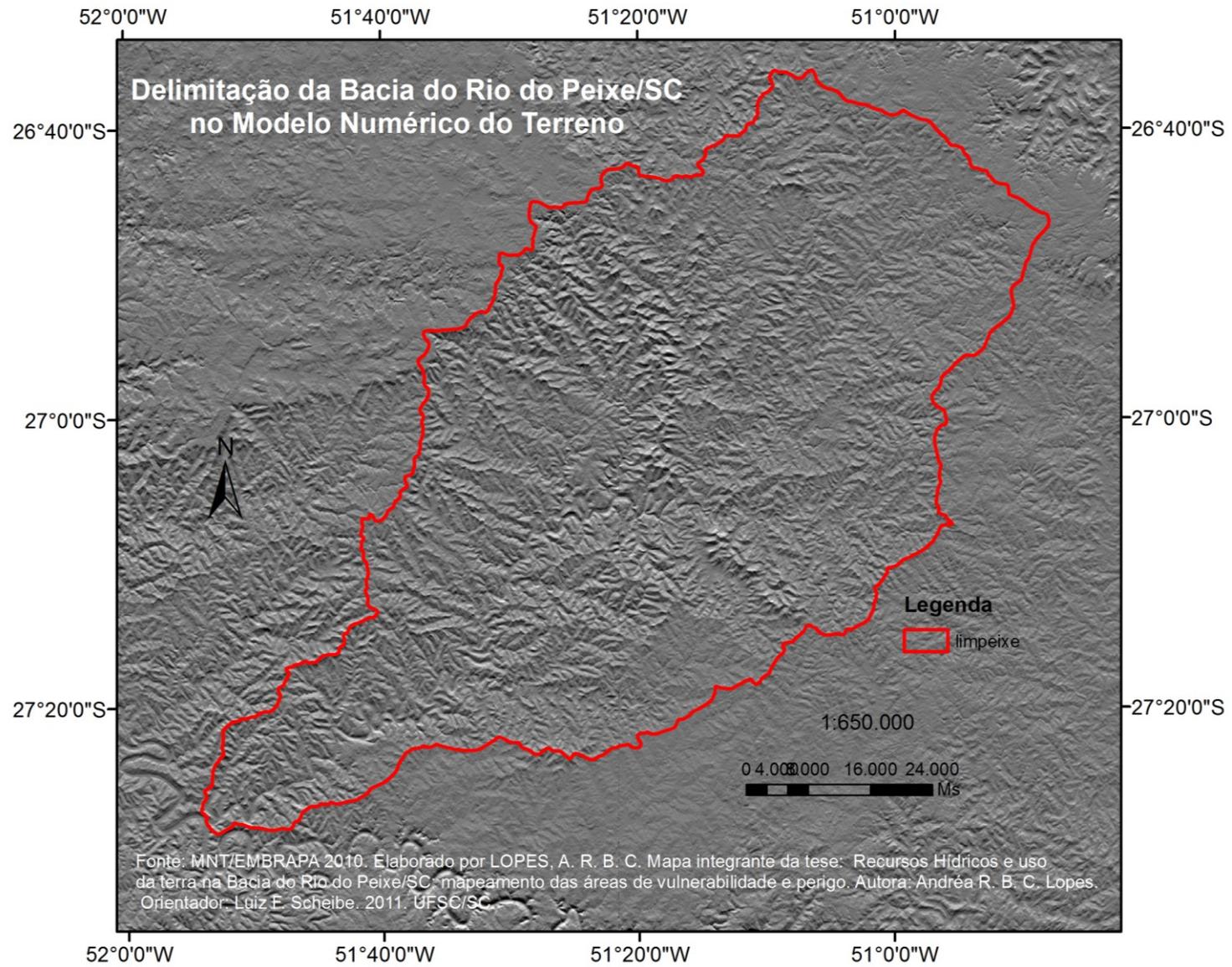


Figura 8 – Modelo Numérico do Terreno da Bacia do Rio do Peixe/SC.

A Bacia do Rio do Peixe insere-se na Unidade Geomorfológica Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai, e apresenta, como já referido, um relevo muito dissecado, com vales profundos e encostas em patamares - que correspondem a diferentes derrames basálticos superpostos.

De maneira geral, o desenvolvimento das formas topográficas em região de clima úmido é estreitamente controlado pela estrutura geológica regional. Comandada, ainda, pelos dobramentos, falhamentos, densidade dos diaclasamentos e resistência diferencial das rochas à alteração química (BIGARELLA *et al.* 2007a:10).

De acordo com Teixeira; Scheibe (1971), a área de Arroio Trinta apresenta vales e taludes de declividade acentuada e diversos patamares, correspondentes a diferentes derrames basálticos superpostos, em cujas bases se desenvolve a vegetação, que acompanha os vales em cotas constantes.

As áreas de campos, mais planas, presentes na BRP, localizam-se no município de Campos Novos, situado no Sul da bacia. Estas não diferem da origem geológica dos campos do Estado do Rio Grande do Sul. Todavia, as áreas de campo, na BRP, encontram-se em superfícies mais elevadas, com solos mais rasos. Já nas áreas com relevo ondulado a fortemente ondulado, observam-se mosaicos de pequenas extensões de cultivos e áreas de mata nativa, desenvolvida entre patamares.

3.3. CLIMA, HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA

O clima talvez seja o mais importante componente do ambiente natural. Ele age sobre os processos geomorfológicos, a formação dos solos e o crescimento das plantas (AYOADE, 2001), sendo determinado pelas características da circulação atmosférica e pelos sistemas de pressão. Outros fatores intervêm, como latitude e topografia, oscilações temporais (intrassazonal, interanual, decenal e multidecenal), e espaciais (mesoescala ou locais).

Em relação ao clima, diferentes classificações ponderam diferentes condicionantes. Köppen (1918) avalia temperatura e precipitação. Flohn (1950) se fundamenta em zonas de ventos e precipitação. Strahler (1969) avalia precipitação e massas de ar. Terjunh e Louie (1972) avaliam quantidade de energia (AYOADE, 2001).

Assim, a Bacia do Rio do Peixe caracteriza-se por um clima temperado, chuvoso em todas as estações do ano, com verões quentes (Köppen, 1918 e Flohn, 1950), ou por um clima subtropical úmido, de latitude média, conforme Strahler (1969) e Terjunh e Louie (1972).

Santa Catarina, por sua localização geográfica, apresenta muito boa distribuição da precipitação durante todo o ano, esta precipitação é resultante da atuação e interação entre sistemas frontais e sistemas convectivos (no verão) e sistemas complexos convectivos de mesoescala (na primavera). Monteiro (2001) descrevem que os sistemas e consequentemente as precipitações são intensificados quando da atuação do El-Niño. já em períodos de La Niña, as precipitações escasseiam, ocasionando períodos de estiagem com graves consequências econômicas, especialmente para a agricultura.

Segundo a Secretaria de Desenvolvimento Sustentável (2007), a Região Hidrográfica do Vale do Rio do Peixe¹⁶ apresenta valores de umidade relativa de 75,56% a 82,00%.

Os valores médio de precipitação são 170mm em janeiro; de 120 mm em abril; 130mm em julho, de 180mm em outubro, ficando a precipitação total anual na ordem de 1750mm (GRIMM; FERRAZ; GOMES, 1998). De acordo com o CIRAM (EPAGRI/ CIRAM, 2010) Caçador e Videira (com base em histórico climatológico dos anos de 1947 a 2009) registram mínima e máxima anual de 1000mm e 2.200mm, e 1100mm e 2.613mm, respectivamente) (Gráfico 5).

16 As regiões hidrográficas são delimitadas conforme características físicas e hidrológicas semelhantes, e a Bacia do Rio do Peixe pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai, inserida no Sistema de Drenagem da Vertente do Interior.

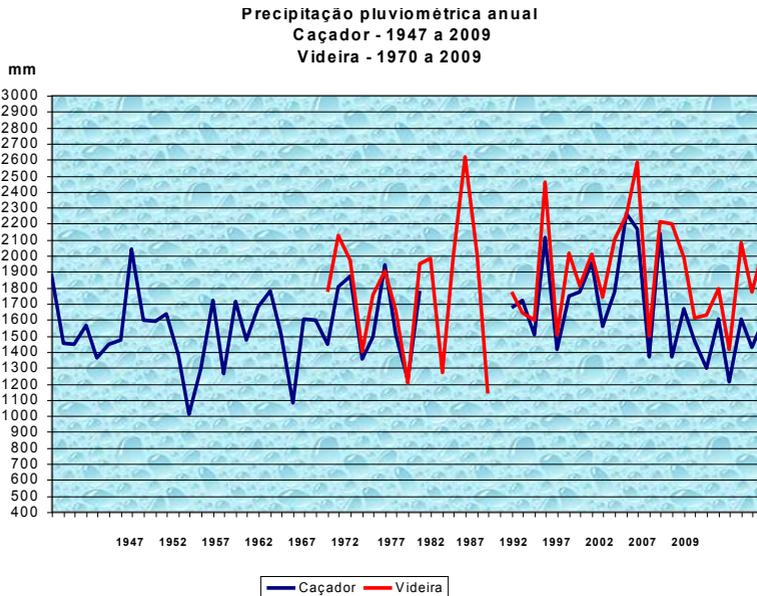


Gráfico 5 - Precipitação pluviométrica anual em Caçador e Videira/SC.

Fonte: Estação Caçador – SC e Estação Videira – SC. Fonte: Epagri/Ciram. Elaborada por Andréa R. B. C. Lopes

Dados da ANA (2012) mostram que a precipitação média para a área da Bacia do Rio do Peixe é significativa, com valores de médias em torno de 1800mm, conforme já referenciada pela EPAGRI/CIRAM (2010) (Figura 9).

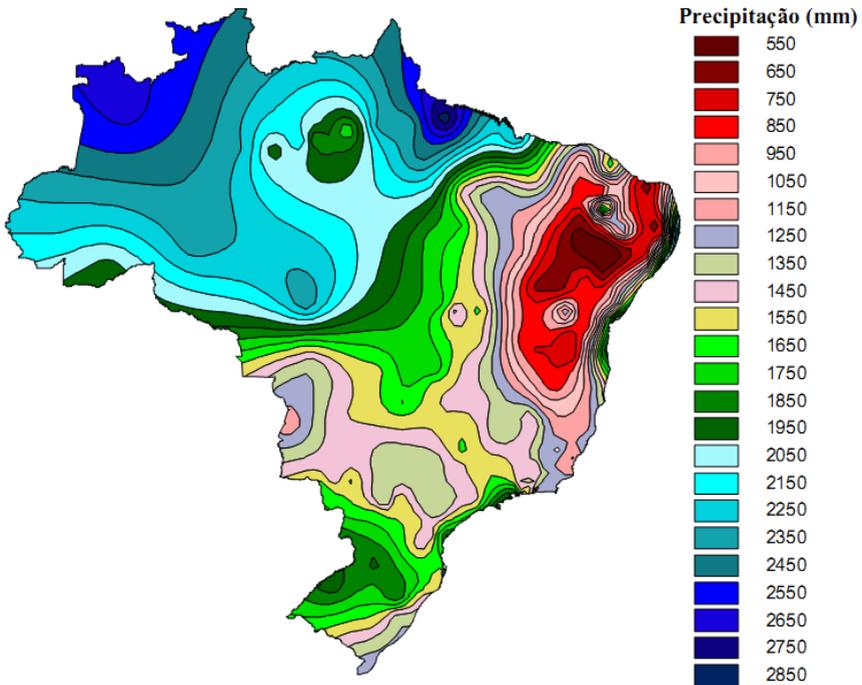


Figura 9 - Precipitação média no Brasil, de acordo com as isoietas anuais de 1961 e 1990.

Fonte: ANA (2005).
<http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDeDemanda.pdf>

Na bacia [...] do Rio do Peixe ocorrem duas condições climáticas distintas em função do relevo. Na porção influenciada pelo Planalto Dissecado do Rio Uruguai, ao Sul (200m a 600/700m de altitude), predomina o Clima mesotérmico, com temperaturas médias do mês mais frio abaixo de 18°C e acima de 3°C. Tipo úmido, sem estação seca distinta, índices pluviométricos mensais superiores a 60mm, temperaturas médias dos meses mais quentes acima de 22°C (Cfa). Na região nas nascentes do Rio do Peixe ao Norte, denominada Campos

Gerais, (600/700m até 1.200m altitude) predomina o verão fresco, com temperaturas médias dos meses mais quentes abaixo de 22°C (Cfb) (SEIFFERT; PERDOMO, 1998:2).

Francine Sacco (2010) observou para a Mesorregião Oeste Catarinense, períodos com ausência total de chuva, ocorridos entre os anos de 2001 e 2006. Isso se deu em decorrência de bloqueios atmosféricos, devidos a frentes (corrente de ar) secas e quentes atuando na área. A autora destaca que os efeitos da Oscilação Sul podem prejudicar a economia do agronegócio no Oeste do Estado. Lindner (2008) também aponta que os municípios que compõem a Bacia do Rio do Peixe são condicionados por períodos de escassez e também por excessos de precipitação.

Já mais específico para a Bacia do Rio do Peixe, dados resgatados por Grimm (2009) apontam registro de temperatura média mensal, em janeiro, de 21,5°C; em abril, de 17,5°C; julho, de 13°C; e outubro, de 17,5°C, com ventos predominantes na direção N-S, em abril; NO-SE, em julho, e NE-SE-L, em outubro.

De acordo com Teixeira; Scheibe (1971), a área urbana do município de Arroio Trinta, já em 1971, era abastecida por poços. No entanto, em períodos de estiagem prolongada, esse sistema também não era suficiente para suprir as necessidades da população.

A BRP possui um rico sistema de escoamento superficial, resultante da interação entre configuração litológica, relevo e clima, cujo principal curso de água é o Rio do Peixe. Com uma extensão de 290 km, o rio do Peixe vai da nascente, na Serra do Espigão (município de Calmon, Norte do Estado), até a sua desembocadura, no Rio Uruguai, e drena uma área de 5.476 km². A partir de um escoamento exorreico com padrão dendrítico de drenagem, conforme classificação disponibilizada por Christofolletti (1989). Os principais afluentes, na margem direita, são os rios dos Bugres, Quinze de Novembro, São Bento, Estreito, Tigre, Pato Roxo e Pinheiro, e, na margem esquerda, os rios Cerro Azul, das Pedras, Castelhana, Caçador, Bonito, Veado e Leão. Esta bacia apresenta vazão média de 110m³/s e índices de $Q_{90}^{17} = 19,90 \text{ m}^3/\text{s}$ e $Q_{7,10}^{18} = 6,85^{19} \text{ m}^3/\text{s}$ (SDS, 2007).

17 Q^{90} – refere-se à vazão determinada, estatisticamente, para um certo período de observação num posto fluviométrico, em que, em 90 % daquele período de tempo,

De acordo com Freitas *et al.* (2001), no Meio-Oeste, o principal uso das águas captadas dos aquíferos destinava-se ao abastecimento humano, com índice de 83,72%, e o uso industrial ficava com 8,52%. No entanto, na maior parte dos casos, o aproveitamento é múltiplo e quase metade dos poços construídos para abastecimento humano têm aproveitamento também na dessedentação de animais (principalmente de aves e suínos).

3.4. PEDOLOGIA E VEGETAÇÃO

De acordo com Bigarella (2007), o solo é um material mineral e/ou orgânico inconsolidado, poroso, finamente granuloso, com natureza e propriedades particulares, herdadas da interação de processos pedogenéticos, com fatores ambientais envolvendo as variáveis: material de origem, clima, organismos vivos, relevo e tempo. A interação da rocha com as condições climáticas decompõe os minerais e promove a formação dos solos e, conseqüentemente, possibilita o desenvolvimento da vegetação. Esse processo se desenvolve de forma muito lenta. Inicialmente, a parte superior do manto, seja residual ou transportada, decompõe-se o suficiente para liberar alguns nutrientes às plantas - nesse estágio o solo é incipiente e de má qualidade agrícola, contendo grande quantidade de rocha desagregada e pouco alterada.

Os processos de intemperismo submeteram no passado, e submetem atualmente, as rochas a modificações de caráter mecânico, físico e químico, produzindo um manto formado de material detrítico de granulação variada. Este pode permanecer *in situ* como material residual (elúvio) [...] ou sofrer vários deslocamentos (colúvio). O manto de intemperismo pode eventualmente ser totalmente removido, expondo a rocha fresca (BIGARELLA *et. al.* 2007).

as vazões foram =ou > a ela. Fonte: <http://www.semarh.se.gov.br/srh/modules/tinyd0/index.php?id=8>.

18 $Q^{7,10}$ – vazão média mínima de sete dias consecutivos, com dez anos de recorrência. Fonte: <http://www.semarh.se.gov.br/srh/modules/tinyd0/index.php?id=8>
 19 Para fins de cálculo de disponibilidade hídrica, utiliza-se a vazão de referência “ $Q^{7,10}$ ”, e o Q^{90} . In: http://www.serla.rj.gov.br/l_estadual/port567.asp.

O material de origem, o clima, a topografia, a vegetação são fatores que interferem em maior ou menor grau na velocidade e no tipo de intemperismo. Também os seres vivos, sobretudo as plantas, contribuem no processo de decomposição das rochas. De acordo com Leinz; Amaral (2003), uma mesma rocha pode formar solos diferentes se decomposta sob a influência de diferentes climas, a quantidade de precipitação pode acelerar ou comprometer o processo de formação do solo ou do equilíbrio do solo.

Bigarella (2007) destaca que as bactérias desencadeiam nos solos uma série de processos químicos, que, embora estejam predominantemente relacionados com a decomposição da matéria orgânica, também contribuem para a alteração das rochas. Vale lembrar que, quando da alteração da rocha, verifica-se a remoção dos elementos mais facilmente solúveis (Cl, S, Ca, Na), utilizados pelas plantas ou lixiviados. Ao mesmo tempo, ocorre um aumento relativo de elementos menos solúveis (Mg, Si, Fe e Al) no material fino da parte superior do manto de alteração.

Os parâmetros climáticos exercem influência na formação dos solos, em todos os estágios da cadeia de produção agrícola, incluindo a preparação da terra, semeadura, crescimento dos cultivos, colheita e armazenamento. Para Ayoade (2001), os principais elementos climáticos que afetam a produção agrícola são a radiação solar, a temperatura e a umidade.

As características petrográficas e geológicas das rochas, que compõem os derrames da Formação Serra Geral, associadas às condições climáticas da região, resultam em processo diferenciado de intemperismo e na conseqüente formação do manto de alteração de constituição argilosa com espessura variável.

Testa *et al.* (1996), com base em dados do Instituto Cepa (1990), apresentam, para o Oeste de Santa Catarina, as principais classes de aptidão agrícola, onde, para culturas anuais, 42,1% dos solos se configurariam como inaptos; 28,9% como regulares; 26,1% como restritivos; e apenas 2,7% apresentariam boas propriedades²⁰.

Conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo – SiBCS (1999) (EMBRAPA, 2004), a Bacia do Rio do Peixe, em termos gerais,

20 0,2% são solos ocupados com áreas de preservação.

apresenta os grupos de associações: Cambissolos; Latossolos; solos Litólicos e a Terra Bruna/Roxa Estruturada.

De acordo com a EMBRAPA (2004), os Cambissolos dividem-se em: Cambissolo Álico (Ca)²¹, solos pouco férteis e com elevados níveis de alumínio, o que confere significativo grau de toxicidade para a maioria das culturas. Geralmente encontra-se associado a áreas de relevo acidentado, com presença de pedregosidade, o que restringe a mecanização e favorece a erosão. Quando utilizados para agricultura demandam correções e adubações para elevar a fertilidade; Cambissolo Distrófico²² (Cd) apresenta características gerais similares às do Cambissolo Álico, no entanto, possui fertilidade natural de média a alta. Quando em relevo menos acidentado apresentam melhores condições de uso; e Cambissolo Eutrófico²³ (Ce) apresenta mais alta fertilidade natural, se comparado aos demais tipos de cambissolos.

Entre os Latossolos, o Latossolo Bruno/Roxo Álico (LBRa) descreve solos profundos, porosos, de boa permeabilidade e bem supridos de matéria orgânica, são bastante resistentes à erosão. Apesar de pobres quimicamente e com alta saturação de alumínio, uma vez corrigidos e adubados respondem com produções compensadoras. O Latossolo Bruno Álico (LBRa) apresenta menor taxa de fertilidade natural se comparado ao Latossolo Bruno/Roxo Álico, contudo está associado a condições de relevo mais favoráveis para o desenvolvimento das raízes e a mecanização.

Os Litólicos Eutróficos (Le) apresentam alta fertilidade em virtude do fendilhamento do substrato rochoso, que possibilita a penetração das raízes.

Ainda de acordo com a EMBRAPA (2004), a Terra Bruna/Roxa Estruturada Álica (TBREa) caracteriza-se por solos profundos e bem drenados, que ocorrem em Videira, Fraiburgo, Campos Novos, Xaxim, Tangará e Erval Velho. Já a Terra Bruna/Roxa Estruturada Distrófica, por suas propriedades físicas, pode ser destinada para cultivos anuais

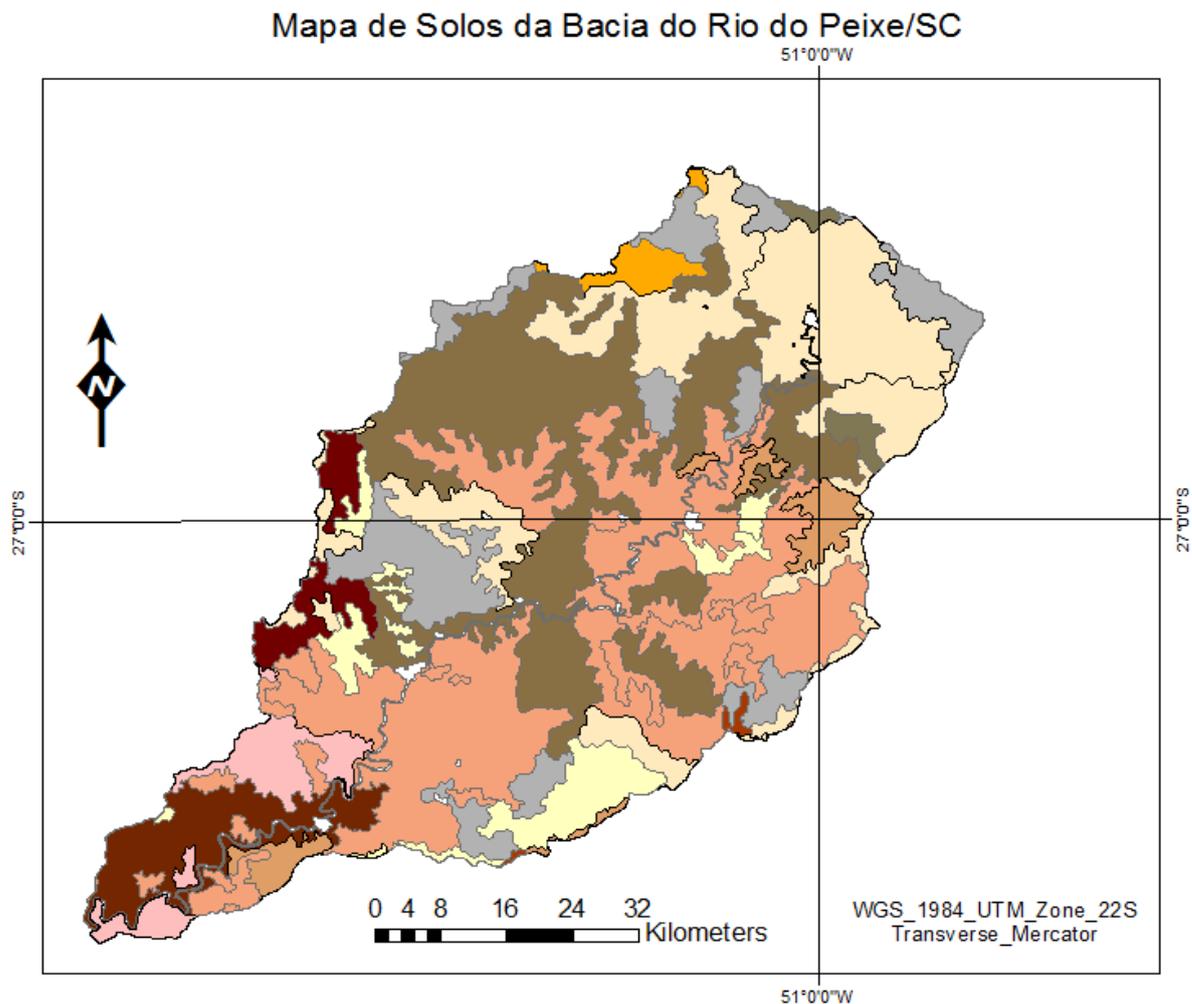
21 Álico – descreve solos com alta saturação por alumínio trocável no horizonte B, $\geq 50\%$. Conforme Richey (1980), o Al confere toxicidade ao solo e, por conseguinte, limita a produtividade das culturas.

22 Distrófico - descreve solos com saturação por bases baixa: $V < 50\%$ (EMBRAPA, 2004).

23 Eutrófico – termo usado para caracterizar solos com saturação por bases alta, ou seja, $V \geq 50\%$ (EMBRAPA, 2004).

como fruticultura, pastagem natural ou plantada. Para usos mais intensivos, há necessidade de doses maciças de corretivos e fertilizantes. Concentram-se especialmente nos municípios de Herval Velho, Ibicaré, Videira, Jaborá, Rio das Antas, Piratuba e Campos Novos. E os da Terra Bruna/Roxa Estruturada Eutrófica concentram-se em Campos Novos, São Joaquim, Ipira, Joborá e Joaçaba, com alto potencial agrícola, elevada reserva de nutrientes e relevo favorável. Já as áreas de Terra Bruna Estruturada Álica, quando ocorrem em relevo favorável e de menor pedregosidade, podem ser mecanizadas com relativa facilidade, embora sejam vulneráveis à compactação; são argilosas e concentram-se em Caçador, Curitibanos, Treze Tílias, Ibicaré, Água Doce, Joaçaba e Irani (Figura 10).

A Terra Bruna/Roxa Estruturada ocorre, predominantemente, nas microrregiões Colonial do Rio do Peixe e Colonial do Oeste Catarinense e, subsidiariamente, na microrregião Campos de Curitibanos, quase sempre em relevo ondulado e forte ondulado, sob condições de clima subtropical, apesar de ocuparem os vales ou encostas mais protegidas, com menor incidência de geadas. São também encontradas noutras regiões, fora do domínio do derrame basáltico, tendo sido cartografadas, segundo manchas isoladas, em áreas ocupadas pelos diques e “sills” de diabásio (EMBRAPA, 2004:269).



Fonte: Estado de Santa Catarina. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Solos. Solos do Estado de Santa Catarina. 1 CD-ROM. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 46). Escala: 1:250.000. RJ, 2004. Autora: LOPES, A. R. B. C.

Legenda

Ca40 (<fertilidade; >pedregosidade)	Re2 (< espessura; >pedregosidade; > potencial agrícola)
Ca50 (<espessura; <fertilidade)	TBRa1 (< fertilidade; > teor de alumínio)
Ca63 (< fertilidade)	TBRa2 (< fertilidade; > teor de alumínio)
Ca66 (<fertilidade; >pedregosidade)	TBRa3 (<fertilidade; > teor de alumínio)
Ca67 (<espessura; >pedregosidade)	TBRa5
Ca76 (<espessura; >pedregosidade; >teor de alumínio)	TBRa6 (< fertilidade; > teor de alumínio)
Cd5 (<espessura; >pedregosidade; >potencial agrícola)	TBRa8 (< fertilidade; > teor de alumínio)
Ce2 (<espessura; > pedregosidade; >potencial agrícola)	TBRd (< espessura e >pedregosidade)
Ce7 (<espessura; > pedregosidade; >potencial agrícola)	TBRe1 (potencial agrícola varia de regular a bom)
LBRa1 (< fertilidade; > teor de alumínio)	TBRe2 (>potencial agrícola)
LBRa2 (< fertilidade; > teor de alumínio)	TBRe3 (>potencial agrícola)
LBRa4 (< fertilidade; >teor de alumínio; +profundo; +M.O.)	TBa11 (< fertilidade; >teor de alumínio)
LBa1 (<fertilidade; > teor de alumínio)	TBa4 (< fertilidade; >teor de alumínio)
LBa3	TBa5 (< fertilidade; >teor de alumínio)
Re1 (< espessura; >pedregosidade)	TBa6 (< fertilidade; >teor de alumínio)

Figura 10 - Classificação dos tipos de solo (profundidade, grau de pedregosidade e potencial agrícola) na Bacia do Rio do Peixe/SC.

Fonte: EMBRAPA (2004), modificado por Andrea R. B. C. Lopes.

Seiffert e Perdomo (1998) consideram as unidades de solos em termos de suas características físicas, de profundidade, porosidade, declividade do terreno e clima, e efetuaram a classificação dessas em solos *aptos*, *com restrições* e *inaptos*, quanto à sua capacidade para receberem, sistematicamente, o aporte dos dejetos de animais, utilizados como fertilizantes orgânicos.

O grupo classificado como solos *aptos* apresenta características de perfil (horizontes A + B) profundo (50 a 100cm) e muito profundo (> 200cm), boa porosidade e drenagem, encontra-se localizado em condições de terreno plano (0% a 3% declividade), suave ondulado (3% a 8% declividade) e ondulado (8% a 20% declividade), e situa-se próximo a instalações de confinamento de animais.

Os limites de aplicação estarão determinados pelo não comprometimento dos níveis máximos permitidos para presença de substâncias poluentes contidas ou recuperadas na água do lençol freático, e na água que escoo na rede de drenagem adjacente.

O grupo de solos *com restrições* ao aporte de fertilizantes apresenta perfil pouco profundo (< 100 cm) a raso (< 50 cm), localiza-se em condições de terreno forte ondulado (20% a 45% declividade), no qual ocorre uma tendência de aceleração da movimentação da água no perfil do lençol freático, maior velocidade de escoamento superficial da água de chuva e erosão.

Os solos *inaptos* localizam-se em condições de terreno montanhoso (45% a 75% declividade), via de regra são solos rasos (< 50cm), estão sujeitos a forte erosão, à acentuada velocidade de escoamento superficial da água da chuva, são de difícil mecanização, ou localizam-se a menos de 30m da margem de cursos de água ou reservatórios (SEIFFERT; PERDOMO 1998:2-3).

Freitas (2002) aponta que o desmatamento, as práticas agrícolas intensas e a consequente compactação do solo alteram as relações de escoamento superficial e infiltração, prejudicando a recarga dos aquíferos. De acordo com Leinz; Amaral (2003), em regiões de relevo mais acidentado sem cobertura vegetal, a tendência do fluxo da água é para o escoamento superficial, o que contribui para alimentar riachos e rios. Já em áreas cobertas por vegetação, o escoamento imediato diminui, o que contribui para uma absorção dos recursos hídricos pelos solos. Por suas propriedades de atenuar ativamente muitos poluentes, o solo e o subsolo há muito são considerados como eficazes para o despejo de efluentes resultantes das atividades antrópicas.

De acordo com Klein (1978), a Bacia do Rio do Peixe apresentava uma formação vegetal nativa caracterizada por Floresta de Araucária ou de Pinhais e Floresta dos Faxinais²⁴, formação não homogênea formada por um conjunto de diversos tipos de submatas. No entanto, a araucária (*Araucária angustifolia*) constitui a espécie de maior porte. A vegetação original era constituída de vastas áreas contínuas de pinhais bem desenvolvidos, de aspecto fisionômico bastante uniforme. A imbuia, sapopema, erva-mate dominavam, além de espécies como a canela-pururuca, canela-amarela, canela-preta, canela-sassafrás entre tantas.

É a Araucária Brasiliensis, alta, imóvel, elegante e majestosa, que mais contribui para dar aos Campos Gerais uma feição característica. Às vezes, essas árvores pitorescas elevam-se solitárias em meio dos campos, pompeando toda a beleza de seu porte e fazendo ressaltar, com a sua cor escura, o verde tenro da relva que se estende como um tapete sob as suas copadas (SAINT HILAIRE, 1820:11).

Na atualidade, a vegetação mostra-se intensamente modificada pela interferência antrópica, em virtude dos processos de ocupação e desenvolvimento de atividades econômicas implementadas na bacia. Como reflexo de uma preocupação ambiental relacionada à vegetação, foi criado o Parque Estadual Rio Canoas, a partir do Decreto Nº 1.871, de 27 de maio de 2004, localizado no município de Campos Novos, com

²⁴ Nessa região, os faxinais representam fases de transição entre a floresta tropical e a mata de pinhais (KLEIN, 1978).

área de, aproximadamente, 1.200 hectares²⁵, buscando proteger remanescentes de floresta nativa.

A classificação adotada na Resolução CONAMA Nº 04/94, de 04/05/1994, avalia o porte da vegetação, apontando para este seu estágio de recuperação Pioneira ou Inicial aquela com altura menor que 4 metros; Média, com altura de 4 a 12 metros; Avançada, com altura de 12 a 20 metros; e, por fim, Floresta Primária, espécies com porte superior a 20 metros. Por outro lado, Reis *et al.* (1996, *apud* VIBRANS, 2003) classificam as espécies florestais segundo a idade. Considera-se Matagal aquela vegetação com idade de 1 a 5 anos; Capoeirinha aquela que possui de 5 a 10 anos; Capoeira, espécies com 10 a 15 anos; Capoeirão, com 15 a 30 anos. Floresta Secundária, espécies com 30 a 90 anos e Floresta Climática, espécies com mais de 90 anos.

3.5. ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS

O processo de ocupação por atividades humanas na Bacia do Rio do Peixe não é recente. Em função disso, buscou-se traçar, em linhas gerais, algumas periodizações, com intuito de contribuir para o entendimento das formas de colonização e desenvolvimento dos aspectos socioeconômicos na bacia.

3.5.1. EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO DAS TERRAS: OS INDÍGENAS, OS CABOCLOS E OS COLONOS

Para Valentini (2009), a ocupação da BRP se desenvolveu, primeiramente, a partir das comunidades indígenas Xokleng e Kaingang, com os Kaingang, Coroados ou Guaianás ocupando a região que atualmente vai do Rio Grande do Sul até São Paulo²⁶. De acordo

25 Governo do Estado de Santa Catarina. Secretaria de Estado da Agricultura e do Desenvolvimento Rural. Programa Santa Catarina Rural / Microbacias 3. Programa Estadual de Competitividade da Agricultura Familiar SANTA CATARINA RURAL - Florianópolis, Janeiro 2010.

26 A denominação Kaingang, que significa homem, surgiu em 1822 nos escritos de Telamaco M. Borba; até então, diferentes denominações como: Gauaina, Coroados,

com Santos (1973), o contato dos indígenas com os europeus provavelmente deu-se no decorrer do processo de ocupação.

Renk (2007, In: NACKE *et al.* 2007) aponta que a interação entre os indígenas e os colonos não foi um processo tranquilo. Na época, o governo de São Paulo criou destacamentos militares, com objetivo de proteger os colonos dos indígenas. Essa política resultou em expropriação das terras indígenas e perda de parte da população original.

Nos séculos XVIII e XIX, aliciar índios catequizados, incentivando-os a entrar em conflito com outros grupos de índios não integrados, e utilizar indígenas na abertura e conservação de estradas, eram estratégias que visavam expropriar os indígenas de suas terras.

Outro grupo importante na história dessa área se refere aos descendentes da miscigenação entre indígenas e europeus (na sua maioria portugueses), os caboclos. Esses caboclos tinham como principal atividade a abertura das matas (POLI, 1991, *apud* VALENTINI, 2009). A fase cabocla foi caracterizada, na época, como a “*frente da frente*”, pois, à medida que as comunidades indígenas eram “conquistadas”, os “mestiços” ou caboclos ocupavam, temporariamente, a terra como “posseiros”. Conforme Nacke; Bloemer (2007), assim como os indígenas, os caboclos (ou posseiros) foram, igualmente, logo privados de suas terras e de seu modo de vida.

Em 1895 iniciou-se uma disputa entre os Estados do Paraná e de Santa Catarina pela posse das terras, e em 1917, após o acordo dos limites entre Santa Catarina e Paraná, as políticas governamentais tinham como propósito ocupar os vazios demográficos. Até 1882 não havia uma ocupação efetiva da área, apesar da distribuição de títulos de terra (NACKE *et al.* 2007).

A construção da estrada de ferro São Paulo - Rio Grande do Sul teve início em 1890. No entanto, passados 15 anos do começo das obras, apenas um terço do total pretendido estava realizado; assim, o governo brasileiro, através do Ministro da Viação e Obras Públicas, promoveu a vinda, ao Brasil, de Percival Farquhar, que fundou a *Brazil Railway Company* e adquiriu o controle da Companhia Estrada de Ferro São

Bugres, Xoklengs, Tupi e Botocudo foram utilizadas para designar os indígenas localizados no sul do país. Para mais detalhes consultar NACKE (2007).

Paulo – Rio Grande, contratando, então, expressivo número de trabalhadores de outras áreas do país²⁷ (WERLANG, 2006).

Concluídos os serviços de construção da estrada de ferro, milhares de trabalhadores, sem condições para retornar às suas regiões de origem, passaram a somar-se aos moradores locais. Paralelamente às obras de construção da estrada de ferro São Paulo – Rio Grande, dezenas de companhias de colonização passaram a atuar no Vale do Rio do Peixe (e no extremo Oeste de Santa Catarina). Essas empresas se apropriaram de grandes áreas adquiridas a preços baixos ou por concessões - feitas pelo poder público em troca de realização de serviços²⁸ (VALENTINI, 2009).

Uma das mais importantes empresas colonizadoras, a *Brazil Development & Colonization Company* objetivou a imigração de europeus em larga escala. Nos contratos entre colono e empresa colonizadora, o tamanho das propriedades variava, contudo, a demarcação dos lotes era subordinada ao traçado dos cursos d'água (WERLANG, 2006).

Fora das áreas da *Brazil Railway Company*, o governo de Santa Catarina repassava a empresas particulares grandes glebas de terras para fins de colonização. A partilha era feita entre políticos e empresários, mas as terras consideradas devolutas eram, na verdade, terras ocupadas por indígenas e posseiros (NACKE; BLOEMER, 2007 in: NACKE *et al.* 2007).

Embora a política governamental da ocupação estivesse voltada para a pequena e média propriedade, o tamanho dos lotes variava: de 30 a 200 hectares eram destinados à agricultura; de 100 a 500 hectares, a terras de ervais; de 150 a 900 hectares, a terras de pinhais; e de 2000 a 4000 hectares, à pecuária. Outra prática presente na região refere-se à partilha dos lotes em propriedades menores – com aproximadamente 3 ou 4 hectares. Essa prática ou partilha facilitava, primeiramente, a ocupação e, ao mesmo tempo, a expulsão dos posseiros, pois, tão logo extraíam e vendiam a madeira da propriedade, procuravam outra área para ocupar (WERLANG, 2006). O processo de colonização aumentou

27 Segundo Werlang (2006), os trabalhadores viriam do Rio de Janeiro, Santos, Salvador e Recife. Já Valentini (2009) aponta os estados do Paraná e Rio Grande do Sul.

28 Para cada metro linear de estrada construída, a empresa colonizadora receberia 10mil m² de terras (VALENTINI, 2009).

a exploração dos pinheirais, uma vez que muitos colonos, impossibilitados de pagar suas terras, se engajavam no trabalho de extração da madeira.

Segundo Alba (2008), as pequenas propriedades se estruturavam basicamente com mão de obra familiar e regime de policultura. Sua produção estava voltada, primeiramente, à reprodução social e, depois, ao mercado, com produtos como fumo, feijão e suínos. Os colonos tinham, na sua maioria, origem alemã, italiana e polonesa, eram oriundos dos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, e, em grande parte, foram atraídos pela possibilidade de acesso a terras férteis e preços acessíveis, se comparados, por exemplo, à realidade do Rio Grande do Sul.

3.5.2. USOS DA TERRA

Ao lado do extrativismo da erva mate, a floresta de Araucária foi o primeiro recurso extraído em grande escala e a principal atividade econômica desenvolvida até o final da década de 1930. Já o manejo do reflorestamento foi implementado posteriormente, como alternativa econômica para substituir a matéria-prima que já apresentava sinais de escassez para as indústrias madeireiras.

LLOYD (1913, *apud* VALENTINI, 2009) enfatiza que, nos primeiros anos do século XX, a Bacia do Rio do Peixe já possuía o maior complexo extrativo madeireiro do mundo, detendo a segunda maior madeireira do planeta. Ainda no século XX, a partir de 1933, o fumo passou a ser a principal atividade com mercado estável para os agricultores. Paralelamente a estes – extração de madeira e cultivo do fumo - surgiu o mercado da banha e, posteriormente, do “porco-carne” (WERLANG, 2006).

De acordo com Alba (2008)²⁹, em 1934, já se constituía, em Videira, a primeira agroindústria – a Perdigão; posteriormente, em 1948, a suinocultura passou a ser considerada a principal atividade, e, logo em

29 Outras importantes agroindústrias: Sadia (1944), Chapecó Alimentos (1952) e Cooperativa Central Oeste Catarinense – Aurora (1975), também se desenvolveram a partir das atividades de descendentes de colonos do Rio Grande do Sul que se estabeleceram no Meio-Oeste e extremo Oeste do Estado de Santa Catarina (ALBA, 2008).

seguida, em 1952, a produção de aves ganha espaço e aparece como principal atrativo à imigração.

Nesta época, a economia da região já contava com recursos financeiros provenientes de políticas de fomento ao setor agroindustrial. Em 1961 recebeu recursos do Fundo de Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina – FUNDESC; em 1965, do Sistema Nacional de Crédito Rural, Fundo Geral para a Indústria e Agricultura - Funagri, que objetivava Financiamento às Pequenas e Médias Empresas – Fipeme; outros recursos do Programa Agroindústria - Pagri, e do Fundo de Democratização do Capital das Empresas - Fundece, entre outros (BELIK 1999 *apud* ESPÍNDOLA, 2002).

A partir de 1967 foram criados o Fundo para o Desenvolvimento da Pecuária - FUNDEPE, Fundo Especial de Desenvolvimento Agrícola - FUNDAG, Programa Nacional do Álcool - PROALCOOL, Programa Nacional de Armazenagem - PRONAZEM e o Programa de Corredores de Exportação - COREX. Em 1975, o Programa Especial de Apoio à Capitalização de Empresas – PROCAPE foi criado em substituição ao FUNDESC. Outras instituições, como o BNDES e a SUDAM, disponibilizavam recursos, e outros, ainda, eram obtidos provenientes do engajamento político de empresários do setor, que colaboraram para o fortalecimento das atividades agroindustriais, desenvolvidas na região, a partir de 1920 (ESPÍNDOLA, 2002).

A estrutura fundiária baseada na pequena propriedade foi e continua sendo a base para uma política de ocupação e exploração em áreas de 10 a 100 hectares³⁰ (IBGE, 2011). Na atualidade, se considerado o número total da população, esta se concentra em áreas urbanas; no entanto, se a análise considera dados por municípios, estes revelam que significativo número deles - Água Doce, Arroio Trinta, Erval Velho, Ibicaré, Ipira, Jaborá, Lacerdópolis, Ouro, Peritiba, Pinheiro Preto, Piratuba, Rio das Antas, Tangará e Treze Tílias – possuem a maioria da população localizada no meio rural³¹ (Gráfico 6).

Gráfico 6 - População se urbana ou rural - Bacia do Rio do Peixe/SC

³⁰ Em Capinzal, a maioria das propriedades apresenta área inferior a 10 hectares (IBGE, 2011).

³¹ Observação: os dados disponibilizados pelo IBGE são para o município como um todo, contudo há vários deles abrangidos apenas parcialmente pelo recorte da bacia.

**Total da população - Urbana e rural
na Bacia do Rio do Peixe/SC**



Fonte: IBGE Censo Demográfico. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=208&z=t&o=3&i=P>.
Elaborada por Andréa R. B. C. Lopes

O Programa Nacional da Agricultura Familiar estima que a agricultura familiar em Santa Catarina conta com um universo de 180 mil famílias, responsáveis por mais de 70% do valor da produção agrícola, destacando-se na produção de 67% do feijão, 70% do milho, 80% dos suínos e aves, 83% do leite e 91% da cebola no Estado (SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO DESENVOLVIMENTO RURAL, 2010).

Silvestro *et al.* (2001) ressaltam que 12% das unidades familiares do Oeste do Estado eram constituídas por casais com mais de 41 anos, sem a presença permanente de jovens; outras 17% registravam a presença de apenas um filho (rapaz ou moça). Os autores apontam que os dados podem estar subestimados, e acreditam que os jovens deixam o negócio familiar em busca de oportunidades mais promissoras de geração de renda³². A saída dos jovens dessas áreas pode estar associada à concentração das atividades de integração em um número cada vez

³² O município de Piratuba, situado na BRP, foi contemplado nas pesquisas de campo de Silvestro *et al.* (2001).

menor de propriedades, na região. Testa *et al.* (1996) ressaltaram expressiva concentração da suinocultura de 1980 a 1995, quando o total de suinocultores caiu de 67.000 para 20.000. Os autores apontam uma tendência de concentração maior nos próximos anos. De acordo com Santa Catarina (2010), o sistema de produção integrada responde por 82% do total de animais abatidos (Tabela 7).

Tabela 7- Número de suinocultores no Oeste Catarinense de 1980 a 2000

Evolução do número de suinocultores no Oeste Catarinense		
Anos	Integrados	Total de produtores
1980	3.860	67.000
1981	4.045	
1982	5.242	
1983	9.396	
1984	12.639	
1985	18.232	45.000
1986	26.176	
1987	25.657	
1988	24.056	
1993		30.000
1994		
1995	18.700	20.000
2000		20.000 a 10.000

Fonte: TESTA *et al.* 1996. (Fonte: Instituto Cepa/SC)

De acordo com Seiffert e Perdomo (1998).

Na região Oeste de SC, é na Bacia do Rio do Peixe (8.189 km²) que ocorre a maior densidade humana (45,5 hab/km²), do rebanho de suínos (156,6 cab/km²), de bovinos (47,8 cab/km²) e de aves (12.998 cab/km²). É atribuído à atividade pecuária o principal impacto sobre o ambiente, particularmente sobre os recursos hídricos (SEIFFERT; PERDOMO 1998:1).

A intensa atividade agropecuária, realizada de maneira pouco sustentável dos últimos sessenta anos, resultou na contaminação dos recursos hídricos superficiais, principalmente por dejetos de suínos e agrotóxicos. A degradação das águas superficiais e as frequentes estiagens ocorridas nos últimos anos na região deram início a um aumento significativo da exploração das águas subterrâneas (Freitas *et al.* 2002). Ainda que o manejo de suínos possa comprometer a qualidade dos recursos hídricos, de acordo com Palhares (2005), tanto a produção pecuária quanto a agrícola exigem água de boa qualidade.

A água para o consumo dos animais pode pertencer até a categoria de águas doces na classe 3 (CONAMA N° 357/2005). Entre os atributos qualitativos de cada classe constam os limites máximos de variáveis inorgânicas (minerais) e orgânicas (pesticidas) que nelas podem estar presentes. Contudo, essa resolução não se aplica totalmente à produção de suínos e aves, porque esses exigem melhor qualidade da água a ser utilizada nas granjas.

Em geral, a água utilizada na produção tem origem em fontes naturais ou poços subterrâneos, não sendo utilizada água diretamente dos rios, por apresentarem menor qualidade e riscos sanitários (BELLAYER; OLIVEIRA, 2009:40).

Na BRP, os municípios que possuíam algum tipo de sistema de captação e tratamento de esgoto eram Herval d'Oeste, Ibiam, Lacerdópolis e Treze Tílias (IBGE, 2008). Há, atualmente, alguma perspectiva de melhorias nessa situação, já que a legislação de saneamento, Lei N° 11.445/2007, “que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil”, passou a ser regulada, recentemente, pelo Decreto N° 7.217, de 21 de junho de 2010.

Além dos aspectos relacionados à destinação inadequada dos efluentes (provenientes da criação de animais), insumos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos, utilizados na agricultura em decorrência da baixa fertilidade dos solos da região, contribuem para o aumento potencial da carga poluidora que atinge os recursos hídricos. A Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina – FATMA (2007) destaca que a intensa atividade nos setores de criação de animais, cultivos e processamento de matérias-primas na região faz com que haja uma produção de grandes volumes de dejetos.

Em nível local, algumas iniciativas têm sido utilizadas como estratégias para mitigar os impactos decorrentes da produção de suínos: uma das grandes criadoras de suínos da Bacia, a Granja São Roque, localizada em Videira, utiliza biodigestores³³. De acordo com Bevilaqua; Scheibe (2010), outras experiências são registradas na região do Alto Uruguai Catarinense com parceria da Itaipu Binacional, Companhia Paranaense de Energia Elétrica (Copel) e produtores de suínos de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. Ou, conforme abordam Martini; Lanna (2003) a utilização de medidas compensatórias nas áreas de produção rural, como alternativa para controle da poluição hídrica não pontual.

Informações sobre quantidade de pesticidas, agrotóxicos e corretivos utilizados são ausentes para a BRP. Nesse sentido, considerando os tipos de uso da terra e as características do solo (como baixa fertilidade, pouca espessura, elevada pedregosidade e alto teor de alumínio), buscaram-se dados sobre os principais insumos utilizados nos cultivos desenvolvidos na região. As Tabelas 8 e 9 apresentam os princípios ativos de alguns agrotóxicos e respectivos graus de toxicidade.

Tabela 8 - Princípios ativos dos agrotóxicos e respectivo grau de toxicidade

Cultivo	Princípio ativo do agrotóxico e toxicidade
Caqui	Fenitrothion (II), Parathion metílico (I), Trichlorfon (II)
Laranja	Carbaryl (II), Fluazifop P. Butil (II)
Uva	Fenitrothion (II), Benomyl (III), Chlorthalonil (I), Dithianona (II), Glyphosato (II), Paraquat (I)
Batata	Aldicarb (I), Alfacypermitrin (I), Carbofuran (I), Dimetoato (I), Disulfoton (I), Thoprophos (I)
Cebola	Alfacypermitrin (I), Carbaryl (II), Deltametrina (II), Dimetoato (I), Disulfoton (I)
Feijão	Carbaryl (II), Carbofuran (I), Disulfoton (I), Chlorpyrifos (II), Esfenvaleratin (I)
Fumo	Carbaryl (II), Carbofuran (I), Bifenthrin (II), Dimetoato (I), Parathion metílico (I), Cyfluthrin (I)
Milho	Carbofuran (I), Esfenvaleratin (I), Fosfeto de magnésio (I), Terbufos (I), Methomyl (I), Deltametrina (II)
Trigo	Carbofuran (I), Dimetoato (I), Cyfluthrin (I), Permetrin (II), Monocrotophos (I), Fenitrothion (II)

Fonte: Modificado de MARTINS (2000)

³³ Todo o processo de uma produção de 47 mil suínos leva cerca de 140 dias, gera 135Kw/h e absorve cerca de 90% dos poluentes, resultando gás com 95% de metano. Neste caso, os rejeitos sólidos, depois de processados, convertem-se em adubos utilizados na lavoura de maçãs (PASQUAL, 2009, comunicação pessoal).

Tabela 9 - Classificação toxicológica dos agrotóxicos em função do DL50

Classe toxicológica	Descrição	Faixa indicativa de cor
I	Extremamente tóxicos (DL ₅₀ < 50 mg/kg de peso vivo)	Vermelho vivo
II	Muito tóxicos (DL ₅₀ – 50 a 500 mg/kg de peso vivo)	Amarelo intenso
III	Moderadamente tóxicos (DL ₅₀ – 500 a 5000 mg/kg de peso vivo)	Azul intenso
IV	Pouco tóxicos (DL ₅₀ > 5000 mg/kg de peso vivo)	Verde intenso

Fonte: CORDEIRO, 2010. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaJuazeiro/agrotoxicos.htm#toxicidade>.

Dados do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) de 2009 mostram que 29% das amostras dos alimentos mais consumidos no País foram consideradas insatisfatórias. As principais irregularidades encontradas [...] foram a utilização de agrotóxicos não autorizados para a cultura (23,7% do total), [...] em níveis acima do limite [...] de resíduos [...] em 2,7% do total. A análise [...] demonstra o aumento do uso irregular de agrotóxicos [...] o que representa um enorme desafio a ser enfrentado nas áreas de Saúde e Agricultura (CONSEA, 2010:19).

A Resolução CONAMA Nº 420/2009, dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas, entre outros, no entanto, ainda hoje não se registra uma prática de cadastro único junto ao Centro de Informação Toxicológica – CIT do Estado. As informações encontram-se dispersas

em postos de saúde e hospitais, nos respectivos municípios de ocorrência.

O pacote tecnológico aplicado nas monoculturas [...] levou o Brasil a ser o maior mercado de agrotóxicos do mundo. Entre as culturas que mais os utilizam está a soja, o milho, a cana, o algodão e os citros. Entre 2000 e 2007, a importação de agrotóxicos aumentou 207%. O Brasil concentra 84% das vendas de agrotóxicos da América Latina e existem 107 empresas com permissão para utilizar insumos banidos em diversos países. Os registros das intoxicações aumentaram a mesma proporção em que cresceram as vendas dos pesticidas no período 1992-2000. Mais de 50% dos produtores rurais que manuseiam estes produtos apresentam algum sinal de intoxicação (CONSEA, 2010:9).

As informações sobre intoxicação encontram-se dispersas em banco de dados ou em pesquisas pontuais, o que dificulta traçar um diagnóstico sobre as diferentes realidades catarinense ou nacional. Recentemente uma operação em conjunto do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, da Receita Federal, das Polícias Civil, da Justiça Federal, do Ministério Público Federal procurou coibir o ingresso de agrotóxicos pela fronteira do Rio Grande do Sul. Diversas outras operações têm sido implementadas nos últimos anos, de forma a controlar o uso de insumos sem licença no Brasil (ZERO HORA, 2007, 2010, 2011, 2012 e 2012a). Ainda que o uso ilegal de insumos agrícolas seja uma prática recorrente, os dados atuais mostram uma tendência de maior conscientização e ponderação dos aspectos positivos e negativos dos usos dos agrotóxicos no meio rural.

Carvalho *et al.* (2009) referenciam aumento de casos de intoxicações em Santa Catarina entre os anos de 1970 a 1990, em específico para a BRP, o Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN/ do Ministério da Saúde/DATASUS, foram registrados 519 casos de 2004 a 2009, na BRP³⁴ (Gráfico 7).

34 Esses números são apenas um indicativo, uma vez que as ocorrências não notificadas à sede não são contabilizadas.

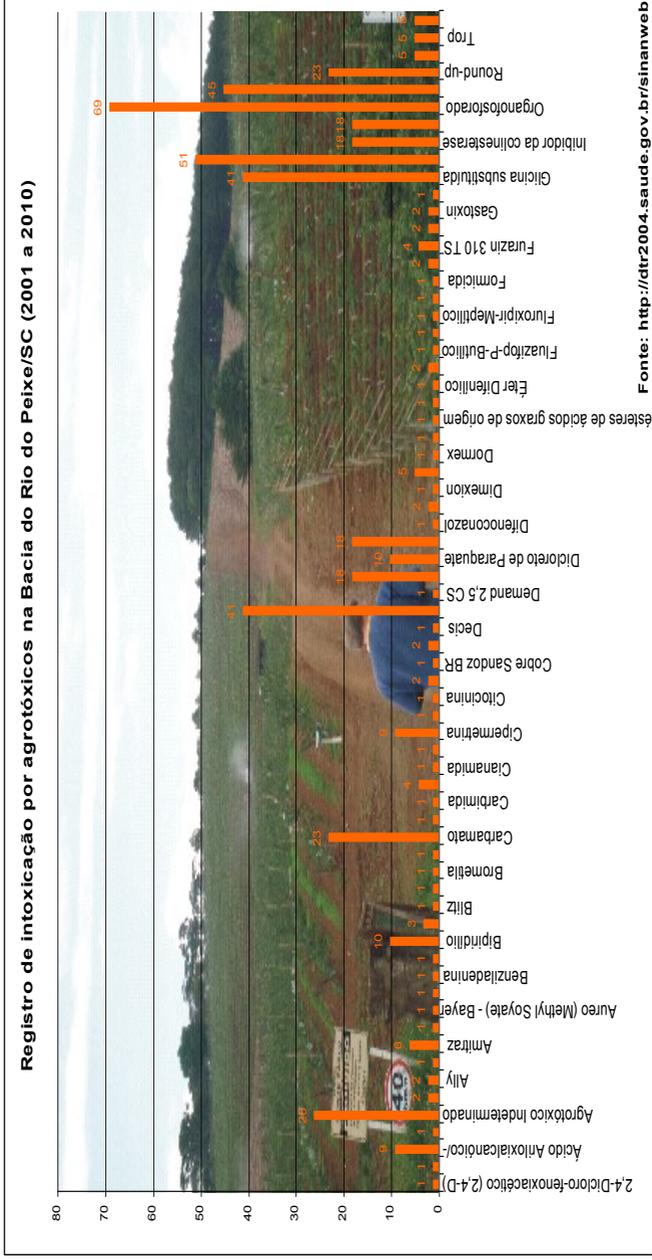


Gráfico 7 - Intoxicações por agrotóxicos na BRP 2004 a 2009

Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN do Ministério da Saúde/DATASUS. Elaborado por: A. R. B. C. Lopes.

CAPÍTULO IV

4. METODOLOGIA

4.1. PARA A CARACTERIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Os dados sobre quantidade e qualidade de recursos hídricos são apresentados a partir de fontes secundárias, tendo por base trabalhos científicos e instituições públicas.

4.2. PARA O MAPEAMENTO DOS TIPOS DE USO DA TERRA

O mapeamento do uso da terra foi proposto com o objetivo de conhecer a espacialização dos principais tipos de cobertura do uso da terra e as possíveis interações com a qualidade dos recursos hídricos. Esta análise considerou informações políticas, sociais e econômicas, como: nome do município; extensão; total da população (2000); tipos de cultivos principais (2005); número de aves, suínos e bovinos; e indústrias de transformação (2004), obtidos junto ao IBGE (2010).

As informações sobre população, produção pecuária e número de indústrias foram apresentadas em classes, que seguiu fórmula de *Sturges*, onde $l = (3,3 \times \text{Log } n)$, referenciada por Nogueira (2008). O logaritmo, comumente, é utilizado para o cálculo de intervalo entre classes. Assim, para este estudo de caso:

l (o número de classe final) = $(3,3 \times \text{Log } 28)$;
 n (o número total de descritores = 28 (número de municípios da área)
sendo $\text{Log } (28) = 1,447158$
assim: $3,3 \times 1,447158 = 4,775622$

Nos mapas adotou-se, como ideal o número de 4 a 5 classes para os descritores: população, aves, suínos e bovinos.

Previamente ao trabalho de campo para supervisão do mapeamento do uso da terra, foi realizado teste de classificação supervisionada, a partir das imagens: Landsat 5 TM 221_079 e 080 de 03/10/2008 canais 1 a 5 e 7; Landsat 5 TM 222_079 e 080 de 08/09/2008 canais 1 a 5 e 7 e CBERS_2B_HRC_20090419_155_A_131_4 e 5_L2_BAND1, com o objetivo de identificar os usos da terra mais significativos. Essas imagens foram obtidas junto à Divisão de Processamento de Imagens, no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Em virtude de a área de estudo extrapolar uma faixa espacial, fez-se necessário agrupar faixas e intervalos diferentes (um mês de diferença entre as duas faixas). A seleção das imagens ocorreu em função do período climático: a primavera (setembro/ outubro de 2008). Essa estação foi escolhida por caracterizar-se como a mais adequada, por possibilitar um maior registro de contraste de reflectância entre superfícies com mata e superfícies agrícolas.

Pinto (1991) já descrevia que a utilização de imagens orbitais Landsat e de outros satélites vinha se intensificando na medida em que suas potencialidades em diferentes aplicações eram demonstradas, e resultados concretos eram alcançados. Os melhores produtos teriam sido obtidos para mapeamentos e monitoramento ambiental por suas características espectrais e de repetitividade.

Para a delimitação dos tipos de uso da terra, os procedimentos acompanharam, aqui, a metodologia sugerida pelo Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2006) (Figura 11). Que mostra que para o resgate de dados sobre cobertura e uso da terra é necessário o resgate de informações gráficas (como imagens, mapas e fotos) e observações de campo, da mesma forma o resgate de informações textuais (referências bibliográficas e informações estatísticas entre outros). Todas essas informações devem ser processadas e analisadas com vistas a produzir mapas, gráficos e texto síntese dos dados, agora processadas em informações.

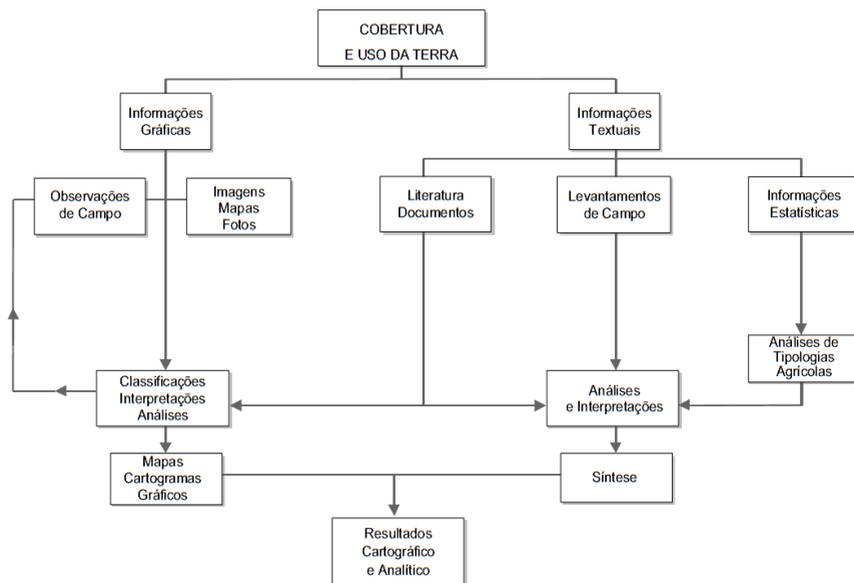


Figura 11 - Fluxograma das etapas do processo de levantamento e classificação da cobertura e uso da terra
Fonte: IBGE (2006).

Onde:

- **Áreas urbanizadas:** compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, em que predominam as superfícies artificiais não agrícolas. Estão incluídas nesta categoria as cidades, vilas, áreas ocupadas por indústrias, os complexos industriais, comerciais e institucionais que podem, em alguns casos, encontram-se isolados das áreas urbanas. As áreas urbanizadas podem ser contínuas (onde as áreas não lineares de vegetação são excepcionais), ou descontínuas (onde as áreas vegetadas ocupam superfícies mais significativas).
- **Lavoura:** cultura de plantas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que, após a produção, deixa o terreno disponível para novo plantio. Dentre as culturas, em geral, destacam-se as de cereais, tubérculos e hortaliças. As de curta duração abrangem as plantas hortícolas, medicinais, aromáticas

e condimentares de pequeno porte. As lavouras semipermanentes caracterizam-se pela cultura de produtos como a cana-de-açúcar e a mandioca, bem como de algumas forrageiras destinadas ao corte. Já a Lavoura permanente é assinalada por culturas de ciclo longo, as quais permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio a cada ano, incluindo-se nesta categoria as espécies frutíferas.

- Pastagem: áreas destinadas ao pastoreio do gado, formadas mediante plantio de forragens perenes e por pastagens naturais.
- Reflorestamento: plantio ou formação de maciços com espécies florestais nativas ou exóticas. Os plantios podem ser heterogêneos, homogêneos, ou consorciados. O homogêneo refere-se a plantios puros, normalmente feitos com espécies exóticas como *pinus* e eucalipto.
- Florestal: consideram-se como florestais as formações arbóreas, incluindo-se entre outras a Floresta Ombrófila Mista (estrutura florestal que compreende a área de distribuição natural da Araucária angustifolia).
- Corpos d'água continentais: referem-se aos corpos d'água naturais ou artificiais que não são de origem marinha, tais como rios, canais, lagos e lagoas de água doce, represas, açudes etc., delimitando os recursos hídricos superficiais.
- Solo exposto: esta categoria não está contemplada no Manual Técnico de Uso da Terra. Dessa forma, aqui é definido como qualquer área que apresente ausência de qualquer tipo de vegetação e apresente características espectrais que se assemelham em refletância às áreas demarcadas como de ocupação urbana. Da mesma forma apresente um recorte em polígono, típico de área destinada a cultivo ou pastagem, e que, no período da classificação, não apresentava nenhum tipo de cobertura vegetal.

Informações sobre a localização das criações de suínos e aves e área de abrangência da produção bovina, não foram contempladas nessa análise, contudo dados sobre total da produção por unidade para pecuária e toneladas para produção agrícola foram resgatados junto ao IBGE. Dados dessa natureza buscam embasar discussões sobre a carga de potencial poluente disperso no ambiente.

Os mapas que base para as análises e plotagem dos dados referem-se ao limite político do ano de 1994, com fonte no IBGE/DGC,

sobre base cartográfica do ano de 1997, disponibilizadas pela EPAGRI. Esses mapas foram confeccionados nos softwares Idrisi 3.2 e ArcGis 9.3, junto ao Laboratório de Geoprocessamento/CFH/UFSC, e trabalhados na escala de 1:250.000, a partir de técnicas de geoprocessamento, conforme indicado por Câmara; Davis; Monteiro; D'Alge (2001); e Câmara, Monteiro, Fucks; Carvalho (2002) entre outros.

4.3. PARA O MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE INTRÍNSECA

Para o mapeamento da vulnerabilidade intrínseca foram analisados os descritores: lineamentos (densidade), obtidos a partir do Modelo Numérico do Terreno – MNT, de dados do radar SRTM, com fonte na EMBRAPA (2005) e de dados sobre classes de solos (profundidade e textura), obtidos também junto à EMBRAPA (2004). Posteriormente à delimitação dos lineamentos, foi elaborado o mapa de densidade de lineamentos, no qual o cálculo da densidade considerou o comprimento do lineamento delimitado na escala de 1:250.000, sob área de $250 \times 250 \text{m} = 62.500 \text{m}^2$. O resultado da densidade de lineamentos é apresentado em escala de 0,0 a 2,0. Áreas com muito baixa concentração apresentam valores de 0,006 a 0,2; se área com concentração baixa, valores de 0,3 a 0,7; se moderada, valores de 0,8 a 1,0 e se áreas com alta densidade, valores em torno de 1,1, a 2,0.

Segundo Fernandes (2008), o levantamento das características geométricas das fraturas pode ser realizado a partir de métodos diretos (levantamento de fraturas em exposições de rocha) ou por métodos indiretos (interpretação de lineamentos em fotografias aéreas e imagens de satélite), entre outros. Adotou-se, neste estudo, a escala de 1:250.000, por ser esta a escala de maior detalhe disponibilizada. De acordo com Foster *et al.* (2006), a escala 1:250.000 se configura como adequada para mapeamento de vulnerabilidades de aquíferos, em nível de reconhecimento.

Dados sobre densidade de lineamentos, conjugados com informações sobre classes de solo (textura e profundidade, a partir do mapa de solos, na escala de 1:250.000, disponibilizado pela EMBRAPA), permitiram elaborar o mapa de vulnerabilidade intrínseca

ou vulnerabilidade natural. Essas classes foram escolhidas em função de sua menor ou maior capacidade intrínseca de proteção em relação aos recursos hídricos subterrâneos. A categoria relevo não pôde ser utilizada por não representar, com segurança, as características geomorfológicas da área.

• *Classes de vulnerabilidade dos solos, em relação à profundidade:*

➤ se <60cm, valor de 1,0 – muito alta vulnerabilidade, pois oferecem muito alta vulnerabilidade à contaminação dos recursos hídricos subterrâneos;

➤ de 60 a 1,50cm, valor 0,8 - vulnerabilidade alta;

➤ se >1,50cm, valor 0,5 - vulnerabilidade moderada, pois possuem uma camada maior de solo, na qual as reações bioquímicas se processam melhor, devido ao tempo necessário para transposição da camada de solo pela água.

• *Classes de vulnerabilidade dos solos, em relação à textura:*

➤ Textura média - compreende composições granulométricas com menos que 35% de argila e mais de 15% de areia – valor 0,5, vulnerabilidade moderada;

➤ Textura argilosa - compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35 a 60% de argila – valor 0,3, vulnerabilidade baixa;

➤ Textura muito argilosa - compreende a textura muito argilosa, classe com mais de 60% de argila (EMBRAPA, 2004), valor 0,1, vulnerabilidade muito baixa.



Todos os descritores foram sistematizados em matriz numérica e inseridos em SIG. Já o método de análise adotado se refere ao **GOD**. No entanto, em razão da ausência de dados sobre **Grau de confinamento** e sobre **Distância até o lençol freático** ou o teto do aquífero confinado, adotaram-se dados sobre densidade de lineamentos. Os dados sobre estratos de cobertura foram substituídos por dados pedológicos (classes de textura e profundidade do solo). O método de vulnerabilidade GOD original não incluía um estudo explícito do solo (**S**), todavia, de acordo com Foster *et al.* (2002), a maioria dos processos que provocam a atenuação e/ou eliminação dos contaminantes no subsolo ocorre, com

muito mais frequência, na zona biologicamente ativa do solo, fato este que justificaria sua consideração.

Os planos de informações foram obtidos a partir da Figura 10 – Principais lineamentos da Bacia do Rio do Peixe/SC; na Figura 7 – Profundidade dos solos da Bacia do Rio do Peixe/SC, e na Figura 9 – Textura dos solos da Bacia do Rio do Peixe/SC. Esses valores foram, posteriormente, transformados em classes quantitativas (convertidos em valores numéricos) (Tabela 11).

Tabela 10 - Valor dos descritores para classes de vulnerabilidade intrínseca, verificadas na área de estudo:

Fator	Subfatores	Características indicadoras	Escala
Lineamentos	Densidade	Muito Baixa	0,006 a 0,2
		Baixa	0,3 a 0,7
		Moderada	0,8 a 1,0
		Alta	1,1 a 2,0
Solo	Profundidade	<60cm	1,0
		60 a 1,50cm	0,8
		>1,50cm	0,5
	Textura	Média	0,5
		Argilosa	0,3
		Muito argilosa	0,1

Os valores finais (mapas de densidade de lineamentos e classes de solos) foram convertidos em classes de vulnerabilidade (Baixa, Moderada e Alta), e disponibilizados em matriz semafórica, sendo tons em vermelho – para vulnerabilidade muito alta; tons de laranja a amarelo – para vulnerabilidade moderada; e tons em verde – para vulnerabilidade baixa a muito baixa (Tabela 11).

Tabela 11 - Matriz dos níveis de identificação de vulnerabilidade

Muito Alta	Alta	Moderada	Moderada Baixa	Baixa	Muito Baixa
------------	------	----------	----------------	-------	-------------

4.4. PARA O MAPEAMENTO DO RISCO DE CONTAMINAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Para o mapeamento do risco de contaminação dos recursos hídricos em relação aos tipos de uso da terra, foram consideradas as bases:

- Mapa de vulnerabilidade (Baixa, Moderada e Alta), produto do Mapa de densidade de lineamentos principais e do Mapa de classes de solo.
- Mapa de uso da terra (trabalhado na escala de 1:100.000, produzido sobre base de resolução 90x90m para compatibilizar com a resolução dos dados SRTM).

Os principais tipos de uso da terra, cuja distribuição é representada na Figura 15 - Uso da terra na Bacia do Rio do Peixe/SC, e quantificada na Tabela 20, foram classificados e receberam valores conforme sua menor ou maior capacidade de fornecer algum grau de risco (potencial) para os recursos hídricos subterrâneos. Assim:

- *florestas*, consideradas de menor grau potencial de risco, em virtude do uso não receber insumos agrícolas e não permitir um processo de ocupação humana. Recebe valor 0,1;

- *reflorestamentos*, grau potencial intermediário, pois recebe algum(s) tipo(s) de insumo(s) para sua produção. De acordo com o CONSEMA (2006), o reflorestamento constitui uma atividade potencialmente poluidora no grau médio. Recebe valor 0,2;

- *pastagem + solo exposto*, com grau potencial intermediário, pode receber algum(s) tipo(s) de insumo(s) para sua produção. Pastagem e solo exposto, apresentam potencial de receber dejetos suínos. Recebe valor 0,8.

- *recursos hídricos superficiais*, considerados de grau potencial intermediário, pois, conforme características sanitárias da região, têm grande possibilidade de receber efluentes não tratados, configurando-se, dessa forma, como fonte potencial de comprometimento dos recursos hídricos subterrâneos. Recebe valor 0,6;

- *lavouras*, consideradas de grau potencial intermediário, pois, conforme tipos de cultivo desenvolvido são passíveis de receber quantidade significativa de insumos. Nas áreas de produção pecuária, as áreas delimitadas como de lavouras estão sujeitas a receber dejetos

suínos, este com grande potencial de poluição. Recebe valor 0,8;

- *áreas urbanizadas*, consideradas de maior grau potencial de risco, em decorrência da retirada do solo, caracterizado como camada protetora dos recursos hídricos e pela ausência de um sistema de coleta e tratamento de esgoto. Recebe valor 1,0 (Tabela 12).

Tabela 12 - Descritores para classes de risco de contaminação de águas subterrâneas, correspondentes ao uso da terra

Tema	Classe	Valor
Vulnerabilidade	Baixa	0,1
	Moderada	0,5
	Alta	1,0
Uso da terra	Florestal	0,1
	Reflorestamento	0,2
	Pastagem + Solo exposto	0,8
	Recursos hídricos superficiais	0,6
	Lavouras	0,8
	Áreas urbanizadas	1,0

Dessa forma, o índice final de risco é produto dos índices e seus respectivos parâmetros utilizados (vulnerabilidade intrínseca e tipos de uso da terra). Para se estabelecerem as faixas de cada categoria foram distribuídos os valores ou intervalos conforme número de categorias, e apresentados conforme matriz semafórica.

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentro da perspectiva de que a espacialização dos aspectos físicos e socioambientais auxilia na elaboração de um quadro geográfico geral, elaboraram-se produtos resultantes da conjugação de dados georreferenciados e de bases cartográficas. Essas informações foram integralizadas em um Sistema de Informações Geográficas – SIG, o que possibilitou espacializar critérios físicos e socioeconômicos.

Mapas e outras formas de informação são, por vezes, sobrepostos uns sobre os outros por meio de um SIG (Sistema de Informação Geográfica) para que os diferentes tipos de informação possam ser vistas de uma só vez. Na ausência de um sistema SIG computadorizado, transparências de cada mapa podem ser feitas e, então, sobrepostas em conjunto. É importante que os mapas e os dados estejam na mesma escala (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008:89).

Ainda que não se possam extrapolar os resultados aqui obtidos para outras áreas de pesquisa - em decorrência da especificidade de cada ambiente - em termos gerais, formas e tipos de uso da terra guardam estreita relação com a qualidade dos recursos hídricos, tanto superficiais quanto subterrâneos.

5.1. QUANTIDADE E QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS

Na Bacia do Rio do Peixe, embora os corpos hídricos superficiais sejam numerosos e os índices de precipitação significativos, a Companhia de Abastecimento de Água do Estado de Santa Catarina – CASAN e as próprias prefeituras, assim como uma grande proporção de empreendimentos particulares, vêm, ao longo dos anos, aumentando a captação dos recursos hídricos subterrâneos para abastecimento urbano,

de comunidades rurais e de indústrias, bem como, nas granjas e aviários, para produção de suínos e aves, em virtude da qualidade inadequada da água para o abastecimento público. Esta bacia também apresenta períodos recorrentes de estiagem, o que pode comprometer a manutenção do abastecimento público.

De forma geral, a principal fonte de captação de águas no meio rural se faz a partir de poços perfurados no Sistema Aquífero Serra Geral, no entanto não há um número que possa ser representativo do total real, registram-se apenas dados referentes à amostragem efetuada pela CPRM (2010) e aos registros mais recentes no SIAGAS, que apontam aproximadamente 550³⁵ poços (Figura 12).

Ao longo dos anos 2003 – 2009 registrou-se um aumento na captação das fontes subterrâneas, conforme IBGE (2008; 2010); FATMA (2003) e CASAN (2007, 2008, 2009 e 2010). Outra estratégia utilizada pela empresa concessionária para abastecimento das áreas urbanas tem sido o sistema de captação pontual e a distribuição difusa, assim, o mesmo poço atende vários municípios (Tabela 13).

³⁵ Esse levantamento refere-se ao Projeto Oeste de Santa Catarina - PROESC, abrangendo cadastro de poços entre os anos de 1997 a 2002. Esse número não corresponde ao total de poços perfurados na região, uma vez que a metodologia adotada pela CPRM consistiu em uma amostragem.

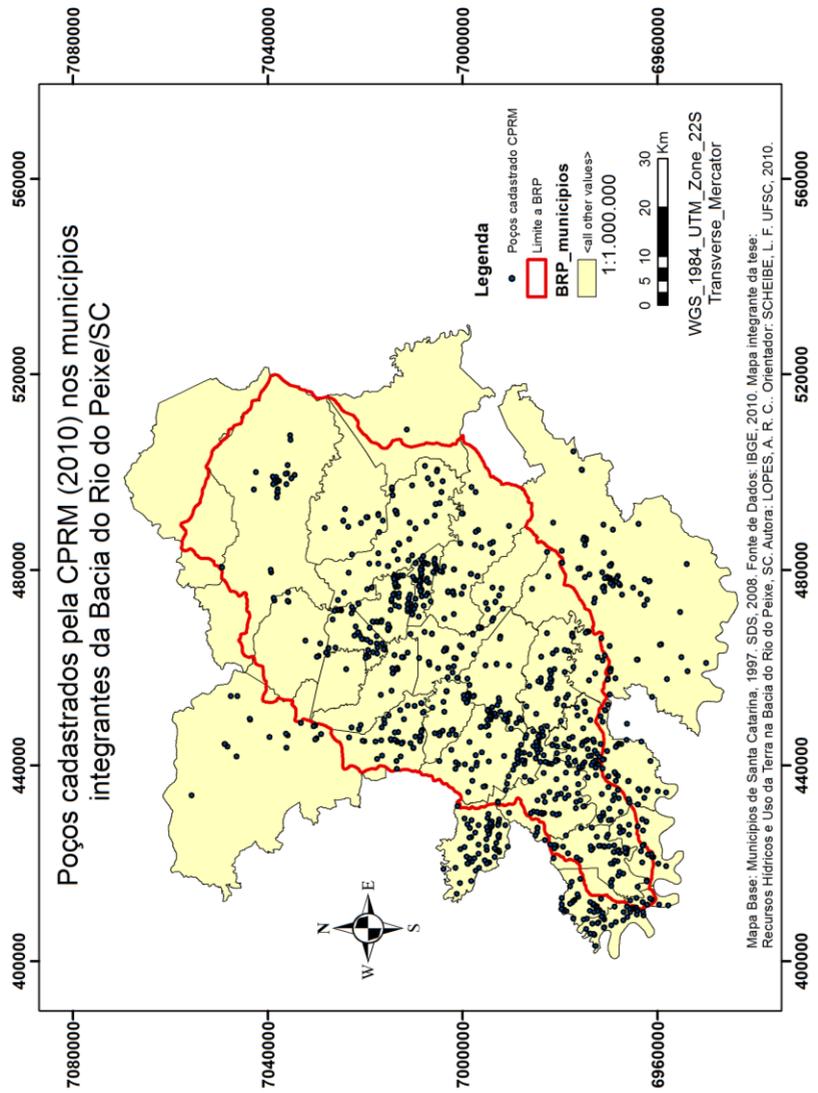


Figura 12 - Localização dos poços cadastrados no SIAGAS/CPRM até 2010, nos municípios da BRP. Fonte: SIAGAS, 2010.

Tabela 13 - Tipo de abastecimento de água nos municípios da BRP, considerando: Município, Empresa Concessionária, Extensão (km²) e População.

Município	Tipo de abastecimento de água pela Empresa Concessionária do município 2003	Tipo de abastecimento de água pela Empresa Concessionária do município 2009	Pop. 2007
Água Doce	Rio Água Doce	Rio 15 de Novembro	6756
Arroio Trinta	Rio 15 de Novembro		3516
Calmon		Poço profundo	4012
Caçador	Rio do Peixe	Rio do Peixe	6755 6
Erval Velho	Rio Leão	Rio Leão	4098
Fraiburgo	Rio Mansinho		
Herval d'Oeste		Rio Cambiú das Flores	1894 2
Ibiam		Poço profundo	1987
Ibicareé	Rio São Bento	Rio São Bento	3390
Iomerê	Arroio Silva	Arroio Trinta	2558
Ipira		Rio do Peixe	4705
Lacerdópolis	Rio do Peixe	Rio do Peixe	2190
Macieira		Poço profundo	1760
Ouro		Poço profundo	7097
Pinheiro Preto		Poço profundo	2912
Piratuba		Rio do Peixe	4570
Rio das Antas	Rio das Antas	Rio das Antas	6054
Salto Veloso		Rio Veloso	4172
Tangará		Poço profundo	8410
Treze Tílias	Arroio da Pedreira	Arroio da Pedreira	5641
Videira	Rio do Peixe	Rio do Peixe	4447 9

Fonte: IBGE (2008; 2010); FATMA (2003) e CASAN (2008 e 2009).

Obs. Os municípios de Alta da Bela Vista, Joaçaba, Luzerna e Peritiba não disponibilizaram informações sobre rede de abastecimento

Em parte, o aumento da captação das águas subterrâneas pode ser explicado pela qualidade inadequada dos recursos hídricos superficiais, fato que contribui para que empresas e poder público recorram a maior extração de águas subterrâneas. A Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina – FATMA, entre os anos de 1980, 1984 e 1985, apontou características físicas das águas em desacordo com o estabelecido pela legislação para a BRP (FATMA, 1986).

Características físicas e até mesmo biológicas das águas em desacordo com a legislação podem ser, parcialmente, justificadas pela presença de significativo número de residências que não possuem sistema de coleta e tratamento de efluentes. Dados disponibilizados pela Secretaria de Estado da Saúde (PANIZZI *et al.* 2006) para Santa Catarina, com recorte para a Bacia do Rio do Peixe confirmam o alto índice de não tratamento dos efluentes, tanto urbano quanto rurais.

Junto ao Sistema de Informações Ambientais - SinFAT (FATMA, 2010), de 2003 a 2010 foram registrados 1.082 pedidos de exploração de águas subterrâneas, no entanto a outorga³⁶ ainda não está instituída no Estado (SDS, 2012).

Dados do SIAB - Sistema de Informação da Atenção Básica da Saúde (2005) revelam que Campos Novos é atendido em cerca de 60% por sistema de canalização de esgoto em rede geral, e Pinheiro Preto em 40%. Já Herval d'Oeste, Joaçaba, Videira, Erval Velho, Macieira, Arroio Trinta e Treze Tílias possuem de 30 a 10% dos serviços. Os demais são atendidos com índices de até 5%. Por outro lado, Campos Novos apresenta 38% de residências ligadas a fossas sanitárias, Pinheiro Preto e Videira chegam a índices de 50 a 60%, e em todos os demais municípios os índices variam de 60 a 99% (Tabela 14).

³⁶ Outorga de Direito de Uso da Água, conforme previsto na Lei N° 9.433/1997. Art. 5º, parágrafo III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos.

Tabela 14 - Destino de esgoto por municípios, segundo SIAB - Sistema de Informação da Atenção Básica da Saúde – 2005

Município	Regional	Pop. Amostrada pelo SIAB 2005	esgoto %	Fossa %	céu aberto %
Água Doce	Joaçaba	8604	1,9	85,2	12,9
Alto Bela Vista	Concórdia	2084	0,5	98,2	1,4
Arroio Trinta	Videira	3677	11,6	86,6	1,8
Caçador	Videira	57805	0,0	89,4	10,7
Calmon	Videira	3450	0,3	92,1	7,5
Campos Novos	Joaçaba	25227	59,2	38,2	2,6
Capinzal	Joaçaba	11740	1,3	98,3	0,4
Erval Velho	Joaçaba	4561	21,1	74,3	4,6
Fraiburgo	Videira	21537	5,4	78,0	16,6
Herval d'Oeste	Joaçaba	17986	31,9	66,2	2,0
Ibiam	Videira	2062	20,1	75,4	4,5
Ibicaré	Joaçaba	3527	0,7	95,6	3,7
Iomerê	Videira	2833	0,8	96,3	2,9
Ipira	Concórdia	4850	0,3	97,7	2,1
Jaborá	Concórdia	4692	4,0	94,2	1,8
Joaçaba	Joaçaba	29311	28,5	70,3	1,2
Lacerdópolis	Joaçaba	2204	1,0	98,3	0,7
Luzerna	Joaçaba	5418	1,0	98,1	0,9
Macieira	Videira	1931	13,5	72,2	14,3
Ouro	Joaçaba	4222	4,1	95,8	0,1
Peritiba	Concórdia	2969	0,2	98,5	1,3
Pinheiro Preto	Videira	2818	40,6	57,4	2,0
Rio das Antas	Videira	6840	4,8	87,8	7,5
Piratuba	Concórdia	4077	0,4	98,7	1,0
Salto Veloso	Videira	4187	1,7	97,6	0,8
Tangará	Joaçaba	9338	3,2	85,7	11,2
Treze Tílias	Joaçaba	5477	10,9	88,6	0,6
Videira	Videira	8355	24,8	52,8	22,4

Fonte: Modificada de Panizzi *et al.* 2006. Dados: IBGE (População estimada em 2005). Elaborada por A. R. B. C. Lopes

Diferentes estudos revelam casos de qualidade inadequada das águas superficiais e ou subterrâneas. Para águas superficiais, Frinhani *et al* (2008) analisaram, no ano de 2008, na Bacia do Rio do Peixe, amostras de água de nove pontos: ponto 1 – refere-se à nascente do Rio do Peixe; ponto 2 – a jusante de Caçador; ponto 3 – localiza-se a 20 km de Caçador; ponto 4 – a montante de Videira; ponto 5 – a jusante do município de Videira; pontos 6 e 7 respectivamente a montante e a jusante de Joaçaba; ponto 8 – localiza-se a jusante de Capinzal e; ponto 9 - a montante de Piratuba. Para os autores, a qualidade das águas foi considerada regular em dois pontos (ponto 2 e 5), nos demais pontos, a qualidade das águas foi classificada como boa, conforme parâmetros adotados pela CETESB/SP³⁷ para o Índice de Qualidade de Água (Gráfico 8).

Gráfico 8 - Índice de Qualidade da Água - IQA na Bacia do Rio do Peixe/SC.



Fonte: Frinhani; Azzolini; Nienov (2009). Obs. Para esta tese foram inseridas linhas de IQA/NSF e IQA/CETESB.

³⁷ Classificação do IQA/CETESB (2011)

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	79 < IQA ≤ 100
BOA	51 < IQA ≤ 79
REGULAR	36 < IQA ≤ 51
RUIM	19 < IQA ≤ 36
PÉSSIMA	IQA ≤ 19

Obs. Barras indicam parâmetros mínimos adotados pela CETESB e pela NSF para água de qualidade BOA.

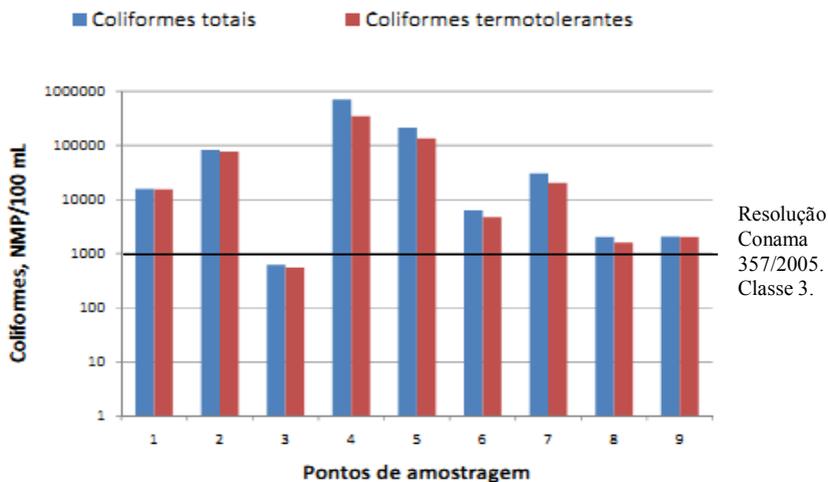
Já os parâmetros adotados para o IQA pela *National Science Foundation*³⁸, dos Estados Unidos, são bem mais rigorosos: se fossem consideradas nas análises dos pontos amostrados na BRP por Frinhani *et al.* (2008) pelos parâmetros do IQA/NSF (EUA), nenhuma das amostras alcançaria o nível bom; a maioria se caracterizaria como de qualidade média, e duas delas, como ruim. Os órgãos ambientais de Santa Catarina não divulgam a fonte do IQA adotado, contudo os do Estado do Rio Grande do Sul (FEPAM, 2011) adotam o IQA/NSF sem modificações.

Por outro lado, o emprego do IQA pode ocultar o resultado de parâmetros individuais importantes e mascarar a real qualidade das águas. Essa consideração pode ser confirmada com os dados referentes a coliformes totais e termotolerantes apresentados em separados por Frinhani *et al.* (2008), em que a qualidade da água foi considerada boa na sua maior parte, de acordo com o IQA/CETESB. Contudo, a concentração média de coliformes termotolerantes, com exceção do ponto 3 apresentou-se muito acima do recomendado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 (Gráfico 9). Muitos pontos apresentaram valores acima de 10.000 MNP/100 ml, logo, se os índices fossem apresentados em separado, esses representariam melhor suas características de baixa qualidade.

³⁸ Tabela - IQA NSF/EUA por BRIAN ORAM (2012)

90-100:	Excellent
70-90:	Good
50-70:	Medium
25-50:	Bad
0-25:	Very Bad

Gráfico 9 - Totais de coliformes totais e termotolerantes presentes no Rio do Peixe - 2008



Fonte: Frinhani *et al.* (2008) (inédito). Classes conforme CONAMA N° 357/2005

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente (CONAMA, 357, 2005:8).

Recursos hídricos com baixa qualidade necessitam de maior tratamento antes que cheguem à população. Nesse sentido, a cloração da água potável tem desempenhado um papel importante para recuperar a qualidade dos recursos hídricos. No entanto, alguns estudos apontam que o aumento da cloração está associado ao acréscimo de agentes mutagênicos e cancerígenos nas águas (MONARCA, *et al.*, 1998; PARK *et al.* 2001).

Outra fonte de dados importante para análise de qualidade de água refere-se ao Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água - SISAGUA/SC. Os dados do SISAGUA têm abrangência tanto na área urbana como rural³⁹, e objetiva, entre outros, caracterizar a qualidade das águas para consumo humano, nas categorias: Sistema de Abastecimento de Água – SAA; Solução Alternativa Coletiva – SAC; e Solução Alternativa Individual – SAI, quanto à concentração de coliformes termotolerante entre outros. De acordo com os dados dos anos de 2009 e 2010, houve um registro importante de contaminação por coliformes totais, nas formas de abastecimento (SAA, SAC e SAI). Esses dados devem ser analisados, com critério, pois, na maioria dos casos, referem-se à contaminação nos reservatórios, provenientes de falta de manutenção, e não às amostras coletadas diretamente na fonte das águas subterrâneas (Tabela 15) (SISAGUA, 2010).

Essa caracterização é importante, pois seleciona os municípios com maior índice de registro de informações sobre a qualidade da água para consumo

³⁹ Em nível estadual, a Diretoria de Vigilância Sanitária da Secretaria da Saúde do Estado de Santa Catarina é o órgão que reúne, de forma mais adequada, as informações sobre qualidade da água usada pela população. Utiliza metodologia que inclui compilação e sistematização; amostragem com percentual significativo, coleta e análises das amostras. A amostragem inclui análises de todos os municípios do Estado (zona rural e urbana), posteriormente disponibilizadas junto ao site oficial do Ministério da Saúde/Departamento de Saúde Ambiental. É importante ressaltar que essa experiência de sistematização é recente e os dados disponibilizados se referem apenas aos anos de 2009 e 2010.

Tabela 15- Percentual de amostras fora do padrão para coliformes totais – 2010

Relatório Gerencial Anual de Vigilância por Município Ano de referência – 2010									
Município, forma de abastecimento, número de amostras fora do padrão e total amostrado. As análises seguem diretrizes conforme Portaria do MS Nº 518/2004 (BRASIL, 2006)									
Município	SAA –	Coliformes totais				Em desacordo	SAI -	Em desacordo	Total de amostras
		Em desacordo	SAC -	Em desacordo	SAI -				
Água Doce	33	-	18	3	69	34	120		
Arroio Trinta	38	-	6	1	3	1	47		
Capinzal	95	-	-	-	4	3	99		
Eral Velho	58	6	-	-	-	-	58		
Fraiburgo	135	1	9	-	6	2	150		
Eral d'Oeste	111	-	42	14	6	6	159		
Ibiam	53	-	2	-	-	-	55		
Iomerê	31	4	-	-	-	-	31		
Jabora	59	-	-	-	1	1	60		
Joaçaba	103	-	80	6	14	8	197		
Lacerdópolis	30	-	6	-	1	-	37		
Luzerna	72	-	11	3	7	3	90		
Macieira	45	4	1	-	-	-	46		

Relatório Gerencial Anual de Vigilância por Município Ano de referência - 2010							
Município, forma de abastecimento, número de amostras fora do padrão e total amostrado. As análises seguem diretrizes conforme Portaria do MS N° 518/2004 (BRASIL, 2006)							
Município	Coliformes totais						
	SAA -	Em desacordo	SAC -	Em desacordo	SAI -	Em desacordo	Total de amostras
Ouro							
Pinheiro Preto	50		5	3	1	1	56
Rio das Antas	59	10	-	-	-	-	59
Salto Veloso	54	-	-	-	-	-	54
Tangará	84	3	-	-	-	-	84
Treze Tilias	72	-	-	-	-	-	72
Videira	133	-	5	-	1	1	139

Fonte: SISAGUA (2010) Anexo 1. Elaborada por A. R. B. C. Lopes.

Obs. Os municípios que não aparecem na tabela, não disponibilizam seus dados.

Para águas subterrâneas, Frinhani *et al.* (2009) detectaram, em Lacerdópolis, contaminação por coliformes totais e termolerantes em dois dos 35 poços analisados, o período analisado se refere de maio a setembro de 2008.

Somado as questões de qualidade inadequada da água por contaminação de atividades humanas, os trabalhos de campo revelaram informações sobre a presença natural, em fraturas da Formação Serra Geral, de resíduos de óleo. Dados e mapeamento sobre os resíduos de óleo, ainda não estão efetivados na área, o que pode representar um fator de complicação e comprometer de forma negativa a exploração das águas subterrâneas. Esse fato se configura, em particular, como mais um fator regional de complicação para a exploração das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral (SAIG/SG).

5.2. MAPEAMENTO DA COBERTURA DOS TIPOS DE COBERTURA DO USO DA TERRA

O mapa de cobertura dos tipos de uso da terra aqui apresentado não é definitivo e representa uma visão aproximada dos principais tipos de uso da terra, referentes aos anos de 2008/2009. Essa restrição ocorre em virtude da limitação espectral, considerando a escala trabalhada. Foram considerados os descritores: áreas urbanizadas; lavouras (cultivos permanentes, semipermanentes e temporários); pastagem; reflorestamento; florestas (vegetação nativa); e corpos d'água (recursos hídricos superficiais). Esse mapeamento foi validado por trabalhos de campo e registros fotográficos.

Na BRP, Caçador é o maior centro urbano, com pouco mais de 70.000 habitantes, Videira apresenta 40.000, Campos Novos, Joaçaba, Herval d'Oeste e Capinzal apresentam população de 30.000 a 18.000 habitantes. Os demais municípios apresentam população inferior a 8.000 habitantes (Tabela 16 e Figura 13)⁴⁰.

⁴⁰ Fraiburgo apresenta uma pequena parcela do município apenas na Bacia do Rio do Peixe, desta forma não foi exposta aqui sua população, contudo esta aparece na Tabela 16.

Tabela 16 - Aspectos socioeconômicos dos municípios pertencentes à BRP/SC

Município	KM ²	Pop. 2000	Produção de Aves unidades/2010	Produção de Suínos unidades/2010	Produção de Bovinos unidades/2010	Indústrias Unidades 2004 e 2006*
Água Doce	1313	6.959	1349600	55910	48732	46*
Alto Bela Vista	104	2.071	39608	28859	7972	5*
Arroio Trinta	94	3.490	149900	92467	4682	49*
Caçador	982	70.720	595167	12032	16307	435*
Calmon	640	4.264	160957	845	10183	
Campos Novos	1.660	29.133	2470600	140050	51745	
Capinzal	334	18.996	5105500	11070	15220	
Erval Velho	208	4.269	945600	37670	15532	33*
Fraiburgo	546	36.469	739487	33991	13211	
Herval d'Oeste	222	20.044	3312500	30900	14500	72*
Ibiam	147	1.972	915532	22618	5320	11*
Ibicaré	151	3.587	745000	34500	9500	32*
Iomerê	115	2.553	451757	168619	8297	40
Ipirá	150	4.771	2065806	21901	12416	22*
Jaborá	191	4.129	181400	87800	13280	
Joaçaba	232	24.066	1797000	40550	13310	264
Lacerdópolis	68	2.173	80000	35920	6279	7
Luzerna	117	5.572	1370650	11305	8452	68

Município	KM ²	Pop. 2000	Produção de Aves unidades/2008	Produção de Suínos unidades/2008	Produção de Bovinos unidades/2008	Indústrias Unidades 2004 e 2006*
Maceira	260	1.787	183372	23763	4654	11*
Ouro	206	7.231	4211700	55535	19830	33*
Perituba	96	2.977	546615	41546	7264	34*
Pinheiro Preto	66	2.729	3054464	47541	3105	40
Piratuba	146	5.812	849894	7698	9923	23
Rio das Antas	317	6.129	1716881	60987	12245	32
Salto Veloso	105	3.910	324548	54749	5268	45
Tangará	389	8.754	1597171	112154	11445	51
Treze Tilias	185	4.840	498200	57490	16118	49
Videira	378	41.589	4917981	249752	18405	316

Fonte: IBGE (2009). Elaborada por Andréa R. B. C. Lopes.

Obs. Em relação ao total do número de indústrias nos municípios, há registros de dados referentes ao ano de 2004 e do ano de 2006*.

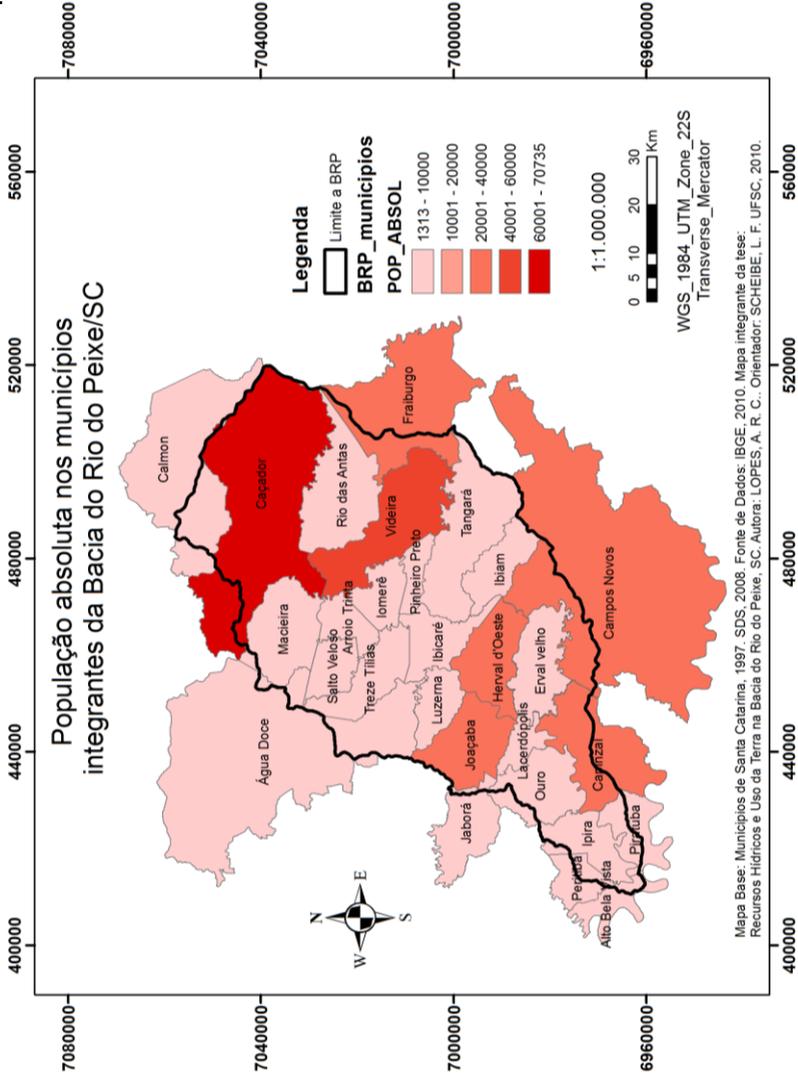


Figura 13 - Distribuição da população absoluta na BRP

As maiores produções de suínos concentram-se em Videira com aproximadamente 250.000 animais. Iomerê apresenta produção que varia de 200.000 a 150.000. Campos Novos e Tangará produção de 150.000 a 100.000, os demais municípios produção inferior a 100.000 (Tabela 16 e Figura 14).

Para produção de aves, destacam-se os municípios de Capinzal, Ouro, Videira, Herval d'Oeste e Pinheiro Preto com produção aproximada de 5.000.000 a 3.000.000 de unidades. Campos Novos e Ipira com produção de 3.000.000 a 2.000.000. Os demais municípios apresentam produção inferior a 1.000.000 de aves (Tabela 16 e Figura 15).

Campos Novos e Água Doce têm produção aproximada de 50.000 bovinos. Calmon, Rio das Antas, Ouro, Videira, Capinzal, Jaborá, Caçador, Fraiburgo, Ipira, Joaçaba, Treze Tílias e Herval d'Oeste, Erval Velho e Tangará, produção entre 20.000 a 10.000, os demais, produção inferior a 10.000 animais ano (Tabela 16 e Figura 16).

Em relação a unidades de agroindústrias, Caçador, Videira e Joaçaba concentram totais de 450 a 250 empreendimentos; os demais, totais de 70 a 5 unidades por município (Tabela 16 e Figura 17).

Além das atividades relacionadas a agroindústria Água Doce conta com dois parques eólicos que abastecem, com energia, consumidores de outras regiões de Santa Catarina e Paraná. Alto Bela Vista tem a única empresa de coalho biológico do Estado e uma das maiores do Brasil. Caçador destaca-se na extração e industrialização da madeira e exploração de água mineral. Capinzal possui um importante parque industrial metal-mecânico.

Ibiam destaca-se na produção de mudas de *pinus*, com uma empresa que vende cerca de 2 milhões de mudas por ano. Tangará é o maior produtor de uva do Estado. Piratuba, Ouro, Treze Tílias e Campos Novos possuem parques de águas termais.

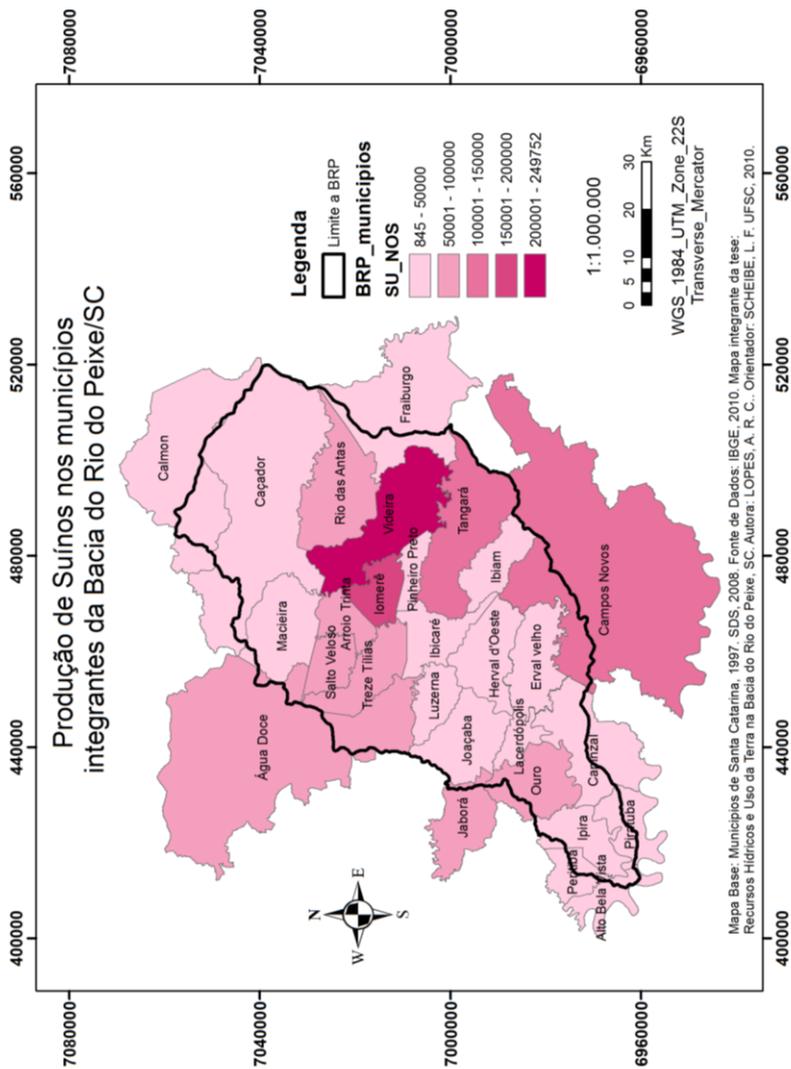


Figura 14 - Distribuição da produção de suínos na BRP

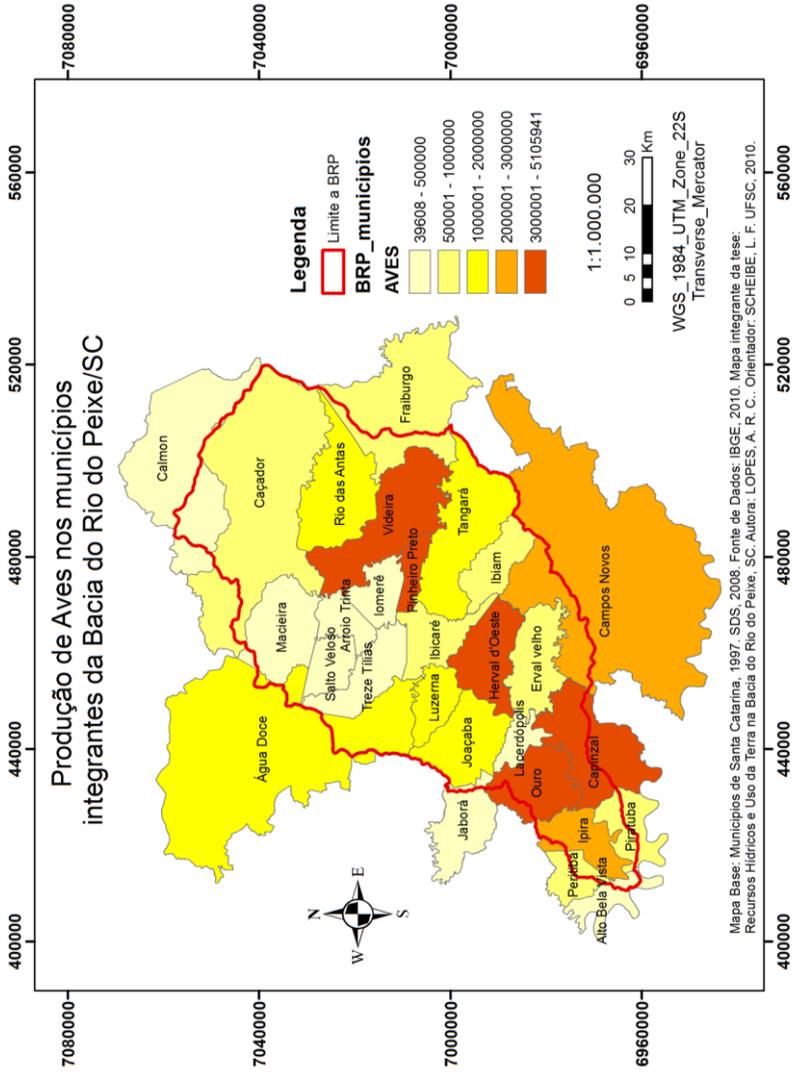


Figura 15 - Distribuição da produção de aves na BRP

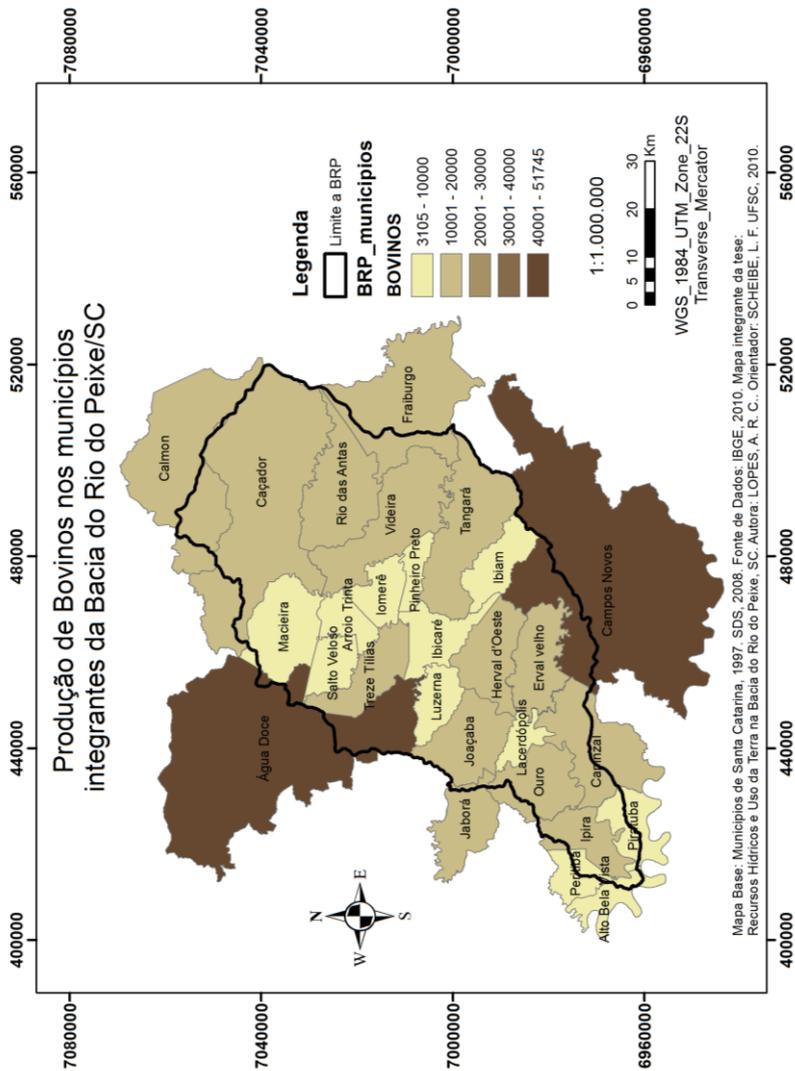


Figura 16 - Distribuição da produção de bovinos na BRP

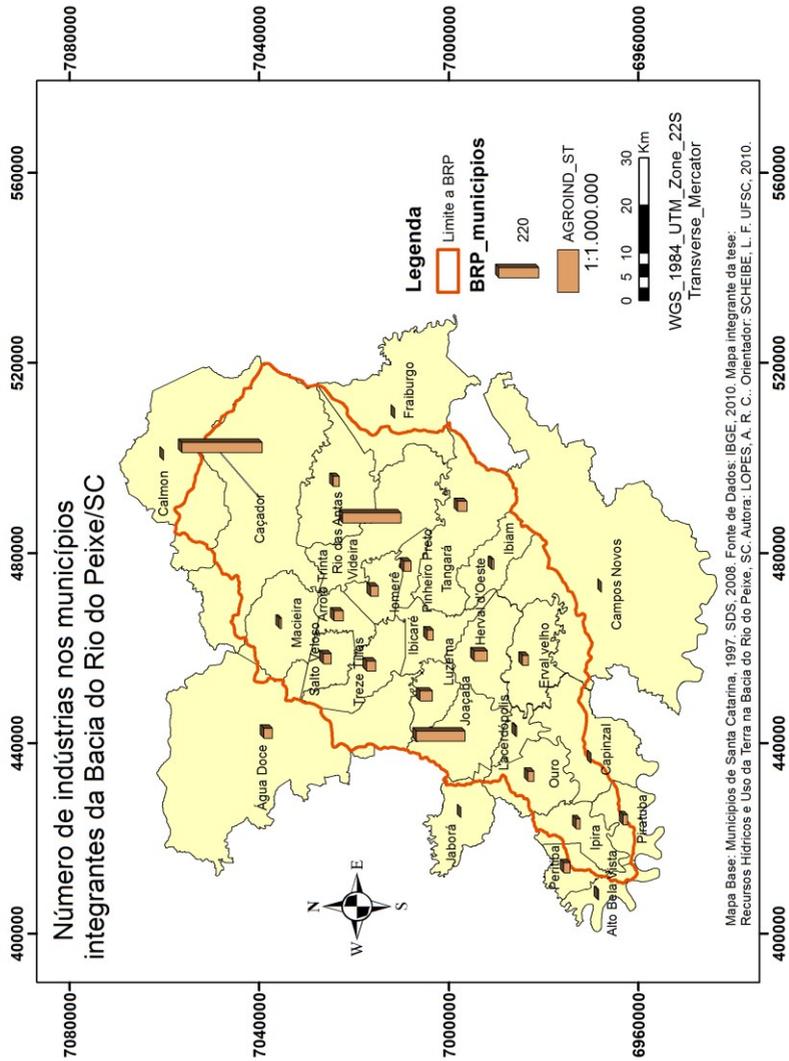


Figura 17 – Distribuição do total de indústrias na Bacia do Rio do Peixe

Na Bacia do Rio do Peixe, o município de Videira se caracteriza como o município mais representativo se considerando os critérios de número de habitantes; produção pecuária de aves, suínos e bovinos; e número de indústrias de transformação (Figuras 13 a 17).

Ao expandirmos nosso universo amostral e considerarmos a produção pecuária e agrícola nas demais bacias hidrográficas do PRGSG, verificamos que a produção pecuária de suínos e aves na Bacia do Rio do Peixe é superior a produção dessas criações nas Bacias do Rio Canoas e Bacia do Rio Pelotas (parte referente ao estado de Santa Catarina). Já a produção pecuária bovina, entra-se distribuída em todas as bacias, porém a produção da pecuária leiteira se concentra na Bacia do rio do Peixe e a pecuária de corte na Bacia do Pelotas (Figuras 18, 19 e 20).

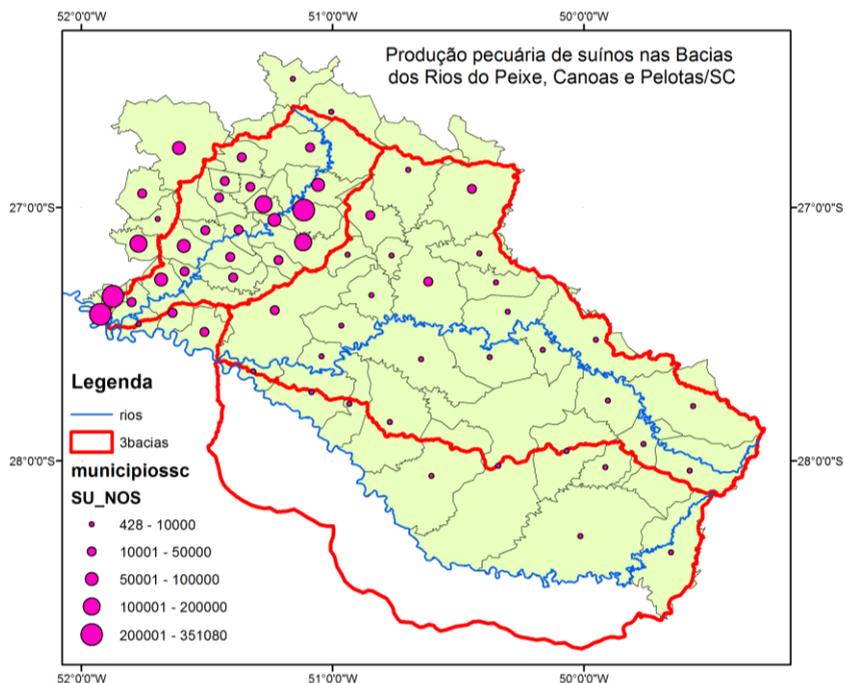


Figura 18 - Produção pecuária de suínos nas bacias dos Rios do Peixe, Canoas e Pelotas/SC

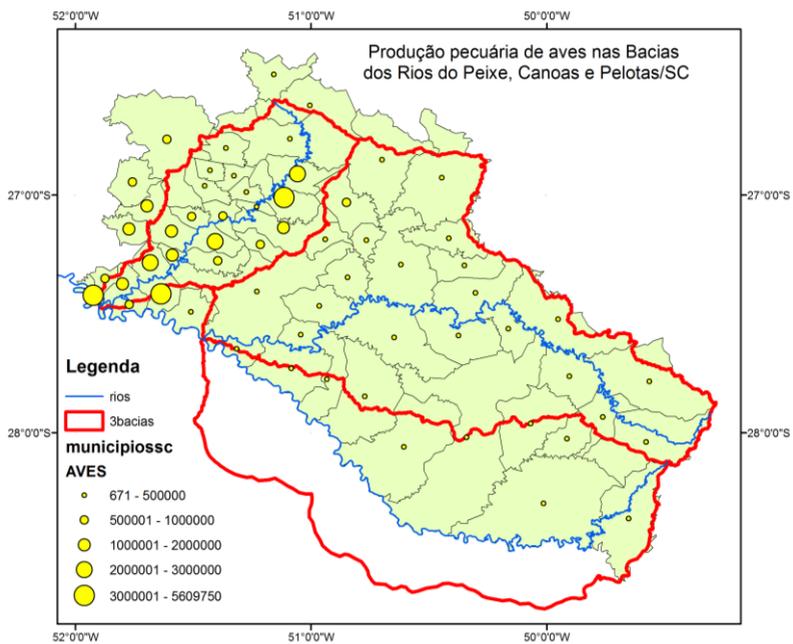


Figura 19 - Produção pecuária de aves nas bacias dos Rios do Peixe, Canoas e Pelotas/SC

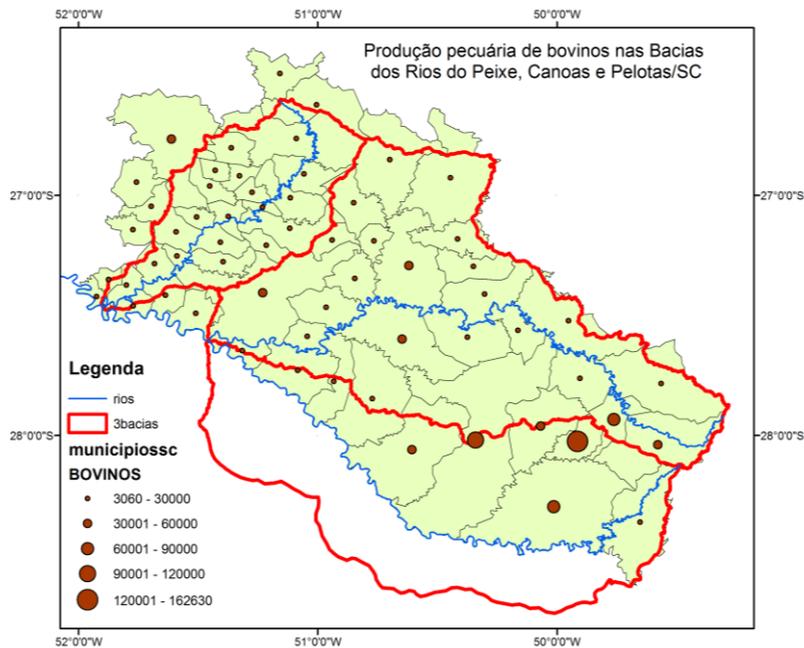


Figura 20 - Produção pecuária de bovinos nas bacias dos Rios do Peixe, Canoas e Pelotas/SC

Esses dados ratificam as informações disponibilizadas pela CEPA/EPAGRI (2002) para o ano de 2000 a 2001, onde considerando as Bacias do Peixe, Pelotas e canoas, a Bacia do Peixe ou a microrregião de Joaçaba⁴¹ apresentou destaque na produção de suíno, ave, milho e uva (Tabela 17). Esses dados são confirmados no relatório de Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina (CEPA/EPAGRI, 2007) referentes aos anos de 2005 e 2006, onde se repete o destaque da produção de suínos, aves e milho (Figura 21 e 22) e acrescenta-se a produção de origem florestal (pínus e eucalipto). Essa, a produção da silvicultura, concentra-se na bacia do Canoas (Figura 23).

⁴¹ A bacia do Rio do Peixe é composta pela totalidade dos municípios que compõe a microrregião de Joaçaba, acrescido dos municípios de Alto bela Vista, Ipira, Peritiba e Piratuba que pertencem a microrregião de Concórdia..

Tabela 17 - Valor da Produção por Microrregião Geográfica, de acordo com os 10 Principais Produtos Agropecuários - Santa Catarina – 2001

Joaçaba		
Produto	Valor (R\$ 1.000)	%
Total da microrregião	960.737	100,0
1 Suínos	235.537	24,5
2 Maçã	199.289	20,7
3 Aves	185.082	19,3
4 Produtos florestais	88.272	9,2
5 Milho	59.053	6,1
6 Bovino carne	52.481	5,5
7 Leite	27.870	2,9
8 Feijão	18.992	2,0
9 Ovos de galinha	18.980	2,0
10 Tomate	14.082	1,5
Outros produtos	61.099	6,4

Fonte: CEPA/EPAGRI, 2002

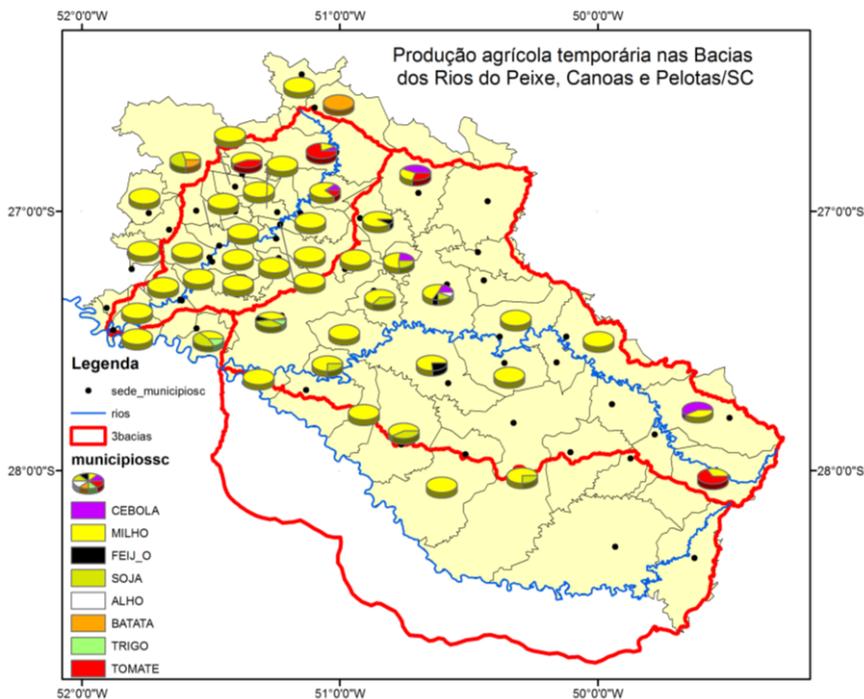


Figura 21 - Produção agrícola temporária nas Bacias dos Rios do Peixe, Canoas e Pelotas/SC

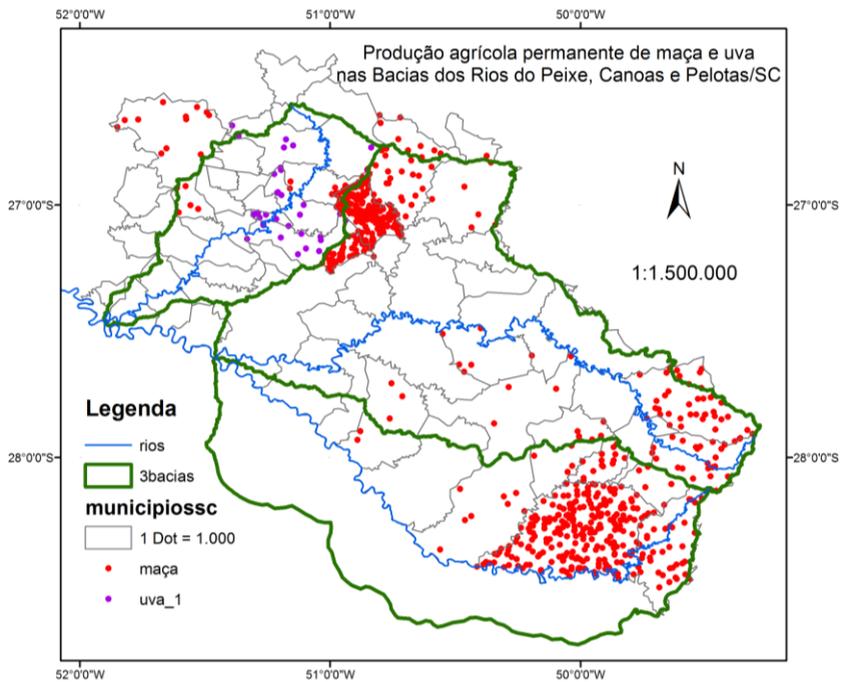


Figura 22 - Produção agrícola permanente nas Bacias dos Rios do Peixe, Canoas e Pelotas/SC

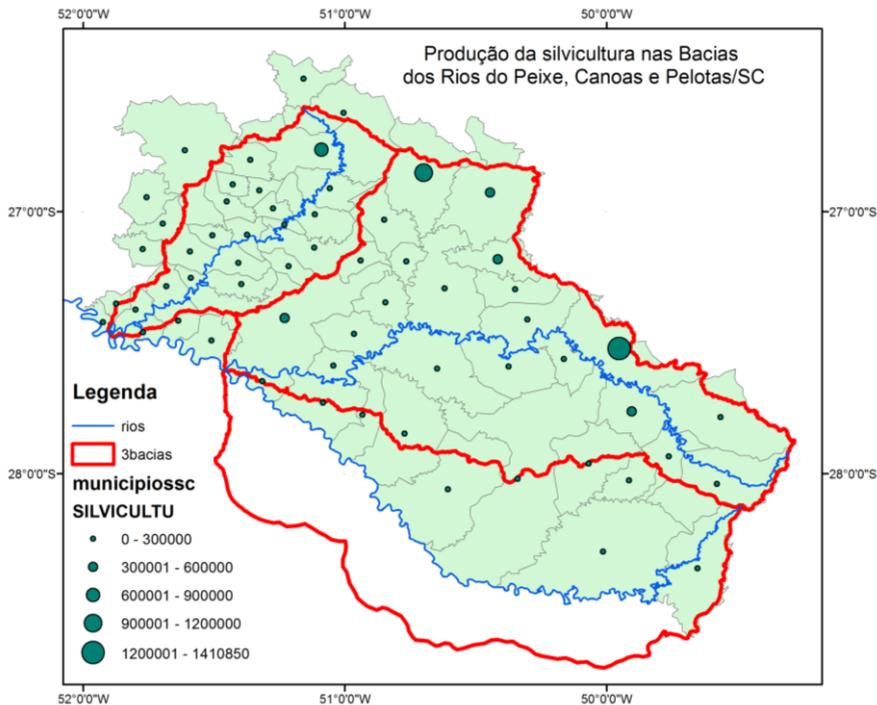


Figura 23 - Produção da silvicultura nas Bacias dos Rios do Peixe, Canoas e Pelotas/SC

No mapeamento dos principais tipos de cobertura do uso da terra tomando por base as imagens de satélite do ano de 2008 e trabalho de campo, e técnicas de mapeamento supervisionado, foi possível registrar 216.285 hectares de florestas, ou seja, 39,3%; 167.881 hectares de solo exposto ou 30,5%; 58.887 hectares de cultivos em diversos estágios de desenvolvimento ou 10,7%; 50.558 hectares de pastagens ou 9,2%; 46.904 hectares de reflorestamentos ou 8,5%; e 1.488 hectares de rios e açudes ou recursos hídricos superficiais, o equivalente a 0,3%. As áreas de solo exposto, bem como parte das áreas de pastagens podem representar áreas de preparo para cultivos ou áreas de corte de reflorestamento. Do total, 2.857 hectares não foram identificados em virtude de estarem recobertos por nuvens (Tabela 17 e Figura 24).

Os cultivos de maior extensão se localizam em áreas de relevo mais plano. Sobre as áreas de relevo mais dissecado a fortemente ondulado, registra-se um mosaico de cultivos e de produção agropecuária.

Tabela 17 - Cobertura do uso da terra na BRP – 2008

Classe	hectare	%
Urbanização	4983	0,9
Reflorestamento	46904	8,5
Floresta	216285	39,3
Solo exposto	167881	30,5
Cultivos	58887	10,7
Recursos hídricos superficiais	1488	0,3
Pastagem	50558	9,2
Nuvens	2857	0,5
Total	549843	100,0

Fonte: Mapeamento controlado do uso do solo, efetuado pela autora no LABGeop/GCN/CFH/UFSC, no ano de 2009, tendo como base imagens LandSat (2008) e CEBRS (2009)

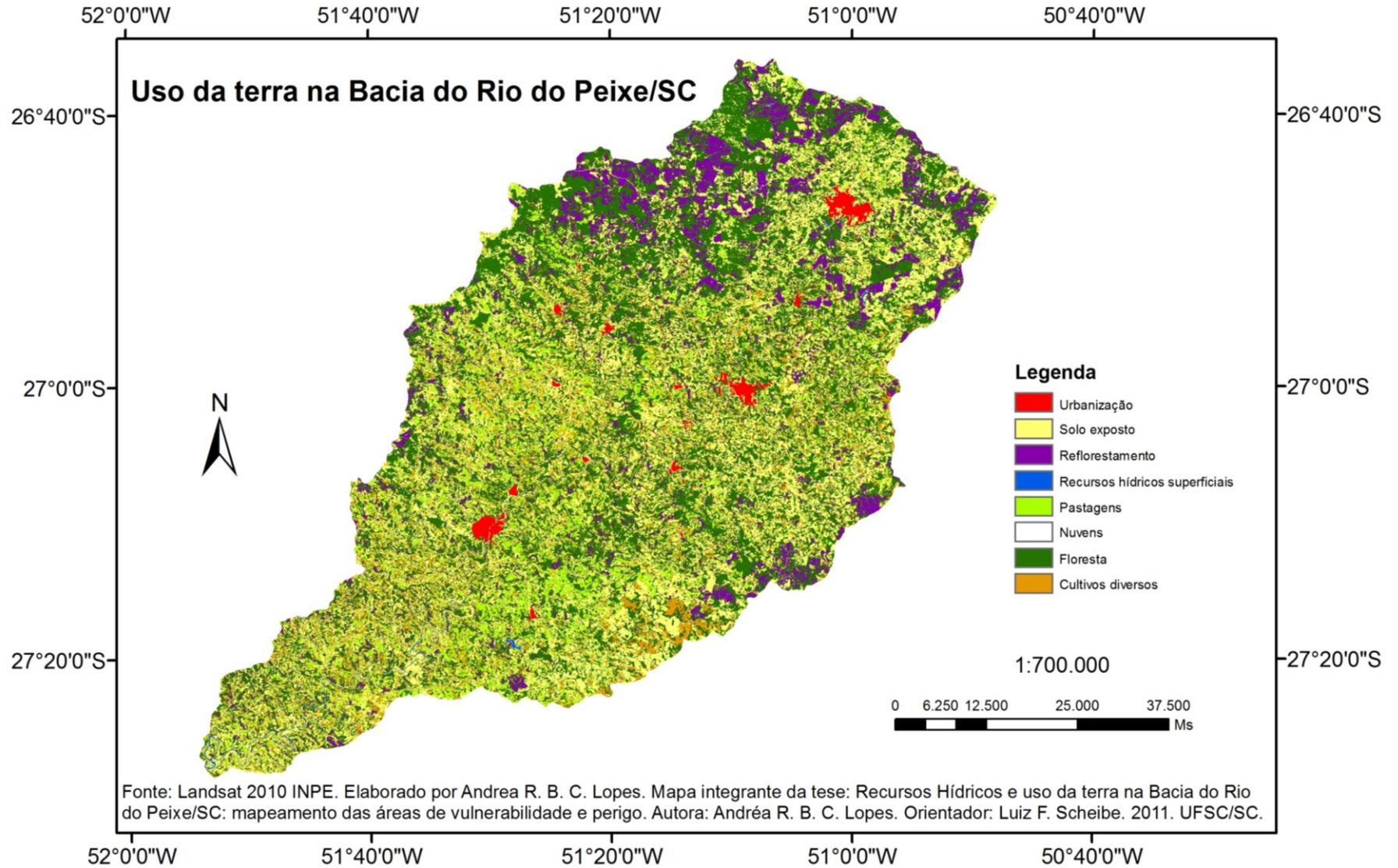


Figura 24 - Principais tipos de uso da terra na Bacia do Rio do Peixe/SC

Com objetivo de retratar os principais aspectos físicos e da cobertura e do uso da terra, foram selecionadas algumas imagens, tanto na área rural, quanto na área urbana da BRP. Os registros mostram uma ocupação característica de mosaicos, de diferentes tipos de cobertura e usos, com presença significativa de florestas (Figura 25)⁴².

⁴² Equipe de trabalho: Andrea Lopes (doutoranda) Joel Pellerin (prof. supervisor) Henrique Vilela (apoio técnico). As imagens aqui apresentadas fazem parte do relatório de campo apresentado ao PRG/SG (acervo pessoal da doutoranda).

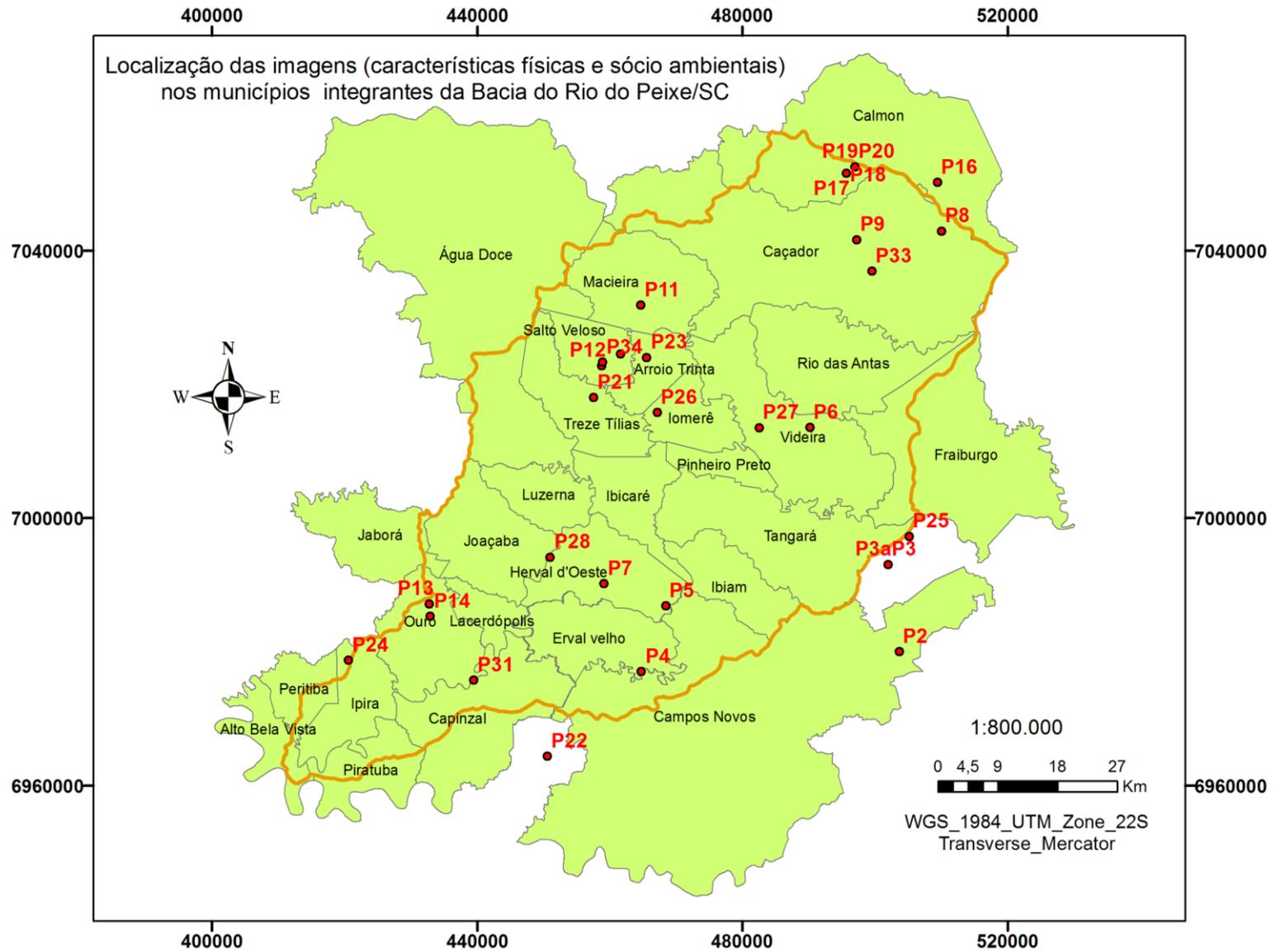


Figura 25 - Localização no Estado de Santa Catarina das imagens registradas na Bacia do Rio do Peixe. Fonte: Mapa base municípios de Santa Catarina. 1997. SDS, 2008. Fonte de dados: Trabalho de campo em 2009.

Em terreno suave ondulado se registra grande áreas de plantação de trigo e alguma presença de mata residual (Figuras 26 e 27).



Figura 26 - Ponto 2 –503680W - 6979983S - Altitude 965m
Foto: Joel Pellerin



Figura 27 - Ponto 3 — 502003W - 6993037S - Altitude 996m
Foto: Joel Pellerin

Já em relevo ondulado se observa menores extensões contínuas de solo cultivado e um mosaico maior de usos, assim como também maiores áreas destinadas a florestas (Figuras 28 a 33).



Figura 28 - Ponto 3a - 502003W -6993037S - Altitude 996m
Foto: Joel Pellerin



Figura 29 - Ponto 4 - 464768W - 6977010S - Altitude 741m
Foto: Joel Pellerin



Figura 30 - Ponto 5 - 468473 W- 6986833 S - Altitude 963m
Foto: Joel Pellerin



Figura 31 - Ponto 6 - 490198 W -7013543S - Altitude 884m
Foto: Andréa R. B. C. Lopes



Figura 32 - Ponto 7 – 459127 W – 6990186S - Altitude 663m
Foto: Joel Pellerin



Figura 33 - Ponto 8 – 510033 W - 7042899S - Altitude 1142m
Foto: Joel Pellerin

Ao longo do Rio do Peixe pode-se registrar áreas de mata ciliar preservada (Figuras 34 e 35).



**Figura 34 - Ponto 9 - 497237W - 7041607S - Altitude 936m
Foto: Andréa R. B. C. Lopes**



**Figura 35 - Ponto 10 – PIRATUBA.
Foto: Andréa R. B. C. Lopes**

Em terreno ondulado à forte ondulado – registrou-se a presença de patamares relacionados aos derrames basálticos. Nesses, as áreas destinadas aos usos são menos extensas, o que dificultou em parte o mapeamento dos tipos de uso da terra (Figuras 36 a 40).



Figura 36 - Ponto 11 - 464672W - 7031826S - Altitude 1136m
Foto: Andrea R. B. C. Lopes



Figura 37 - Ponto 12 - G233 - 458783W - 7022776S - Altitude 974m
Foto: Andréa R. B. C. Lopes



Figura 38 - Ponto 13 - 432782W – 6987147S - Altitude 903m
Foto: Joel Pellerin



Figura 39 - Ponto 14 - 432931W – 6985301S - Altitude 823m
Foto: Joel Pellerin



Figura 40 - Ponto 15 - 461625W - 7024490S - Altitude 991m
Foto: Joel Pellerin

Dentre os tipos de uso de mais fácil percepção espectral, está a distinção do reflorestamento, contudo não se consegue distinguir em pínus e eucalipto (Figura 41 e 42). E ou o processo do corte do reflorestamento (Figuras 43 e 44).



Figura 41 - Ponto 17 - 495703W - 7051557S - Altitude 1107m
Foto: Joel Pellerin

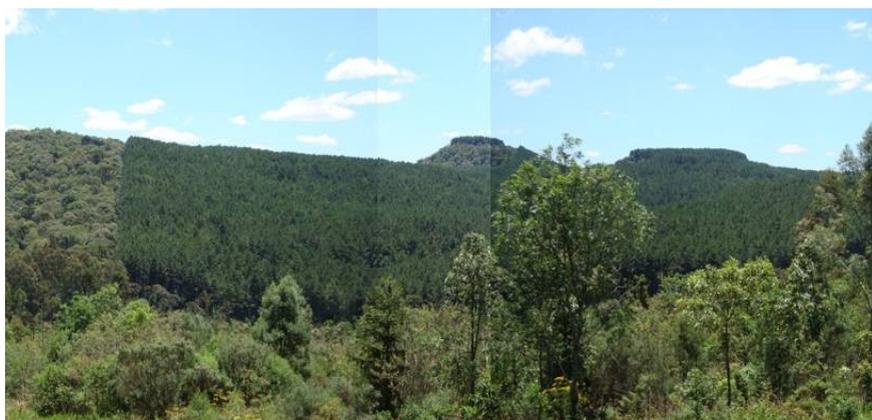


Figura 42 - Ponto 18 – 495703W - 7051557S - Altitude 1107m

Foto: Andréa R. B. C. Lopes



Figura 43 – Ponto 19 - G217 - 497009W – 7052505S – Altitude 1187m

Foto: Andréa R. B. C. Lopes.



Figura 44 - Ponto 20 - 497009W - 7052505S - Altitude 1187m
Foto: Andréa R. B. C. Lopes.

Observa-se ainda paisagens características de pequena produção familiar, com usos diversificados relacionados a reduzidas parcelas de pastagem, cultivos (de milho, trigo, fumo e feijão e frutas), pecuária (suína, bovina e ave), áreas destinadas ao reflorestamento e áreas de floresta (Figuras 45a 49).



Figura 45 - Ponto 21 - 457543W - 7018018S - Altitude 916m
Foto: Andréa R. B. C. Lopes



Figura 46 - Ponto 22 - 450569W - 6964364S- Altitude 851m
Foto: Andréa R. B. C. Lopes



Figura 47 - Ponto 23 - 465592W – 7023998S - Altitude 953m
Foto: Andréa R. B. C. Lopes



Figura 48 - Ponto 25 – 505169W – 6997234S - Altitude 1033m
Foto: Andréa R. B. C. Lopes



Figura 49 - Ponto 26 – 467178W - 7015766S - Altitude 848m
Foto: Andréa R. B. C. Lopes

Da mesma forma que nas áreas rurais, a ocupação urbana ocorre na sua maior parte, em terrenos ondulado a forte ondulado (Figuras 50 a 57).



**Figura 50 - Ponto 27 - VIDEIRA - 482576W - 7013501S. Altitude 762m
Foto: Joel Pellerin**



**Figura 51 - Ponto 28 - JOAÇABA - 451026W - 6994117S Altitude 672m
Foto: Joel Pellerin**



Figura 52 - Ponto 29 – CAPINZAL
Foto: Joel Pellerin



Figura 53 - Ponto 30 - HERVAL D' OESTE
Foto: Joel Pellerin

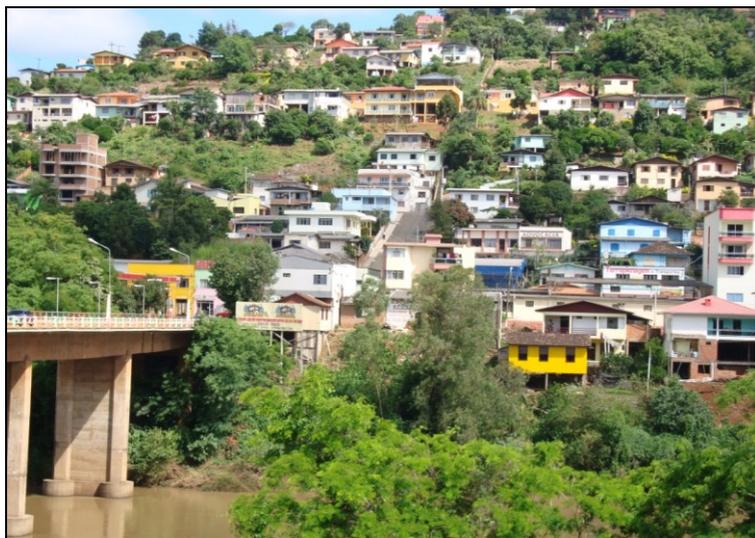


Figura 54 – Ponto 31 – OURO - 439508W - 6975731S - Altitude 471m
Foto: Andréa R. B. C. Lopes



Figura 55 - Ponto 32 – JOAÇABA
Foto: Andréa R. B. C. Lopes



Figura 56 - Ponto 33 – CAÇADOR – 499572W – 7036889S - Altitude 968m
Foto: Joel Pellerin



Figura 57 - Ponto 34 - SALTO VELOSO - 458897W – 7023280S - Altitude 969m
Foto: Joel Pellerin

5.3. MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE INTRÍNSECA À CONTAMINAÇÃO, DO SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL (SASG)

O mapeamento da vulnerabilidade intrínseca – considerando a limitação da escala - permitiu espacializar e identificar as áreas mais vulneráveis do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) à contaminação das águas subterrâneas. Essa informação pode subsidiar discussões sobre formas de utilização mais sustentáveis em relação aos tipos de uso da terra, com objetivo de preservar a qualidade dos recursos hídricos.

O mapeamento da vulnerabilidade intrínseca à contaminação, com base numa adaptação do método GOD, leva em consideração a densidade de fraturas ou lineamentos na área da bacia. Leva ainda em consideração as características de textura e profundidade dos solos, que fornecem informações sobre teor de argila e sobre a espessura dos solos respectivamente, já que tais classes interferem com a possibilidade de penetração dos processos de contaminação no perfil de solo. Assim, quanto maior o teor de argila, e quanto maior a sua profundidade, menor será a vulnerabilidade do solo, tal como descrito antes, no item 4.1 (Metodologia - Para o mapeamento da vulnerabilidade intrínseca).

A EMBRAPA (2005) apresenta as classes de textura e profundidade dos solos espacializadas em mapa, para esta tese, estes: Mapa de Texturas de solos da Bacia do Rio do Peixe e de Profundidade dos solos na Bacia do Rio do Peixe se referem às Figuras 58 e 59.

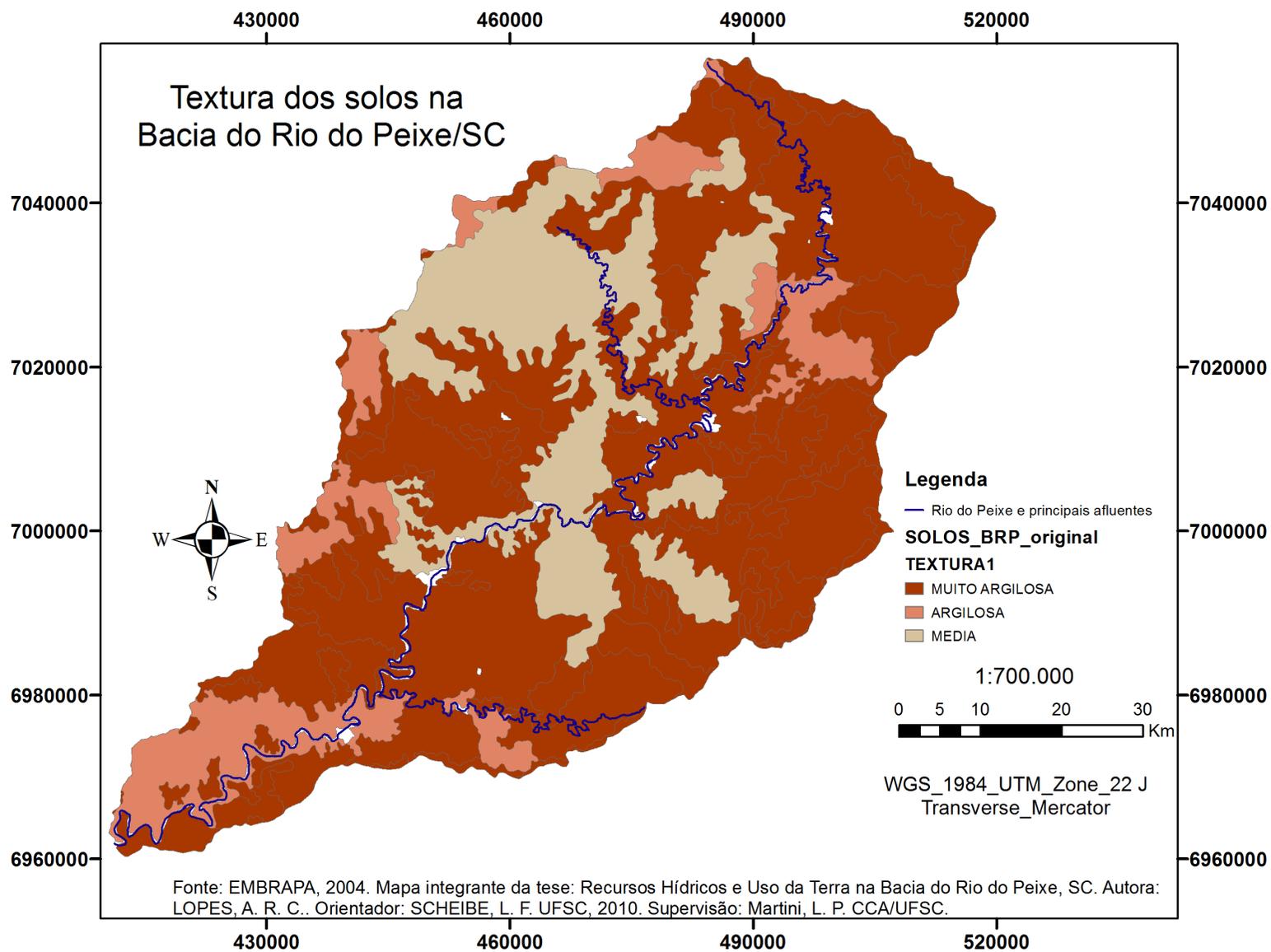


Figura 58 – Textura dos solos na Bacia do Rio do Peixe/SC

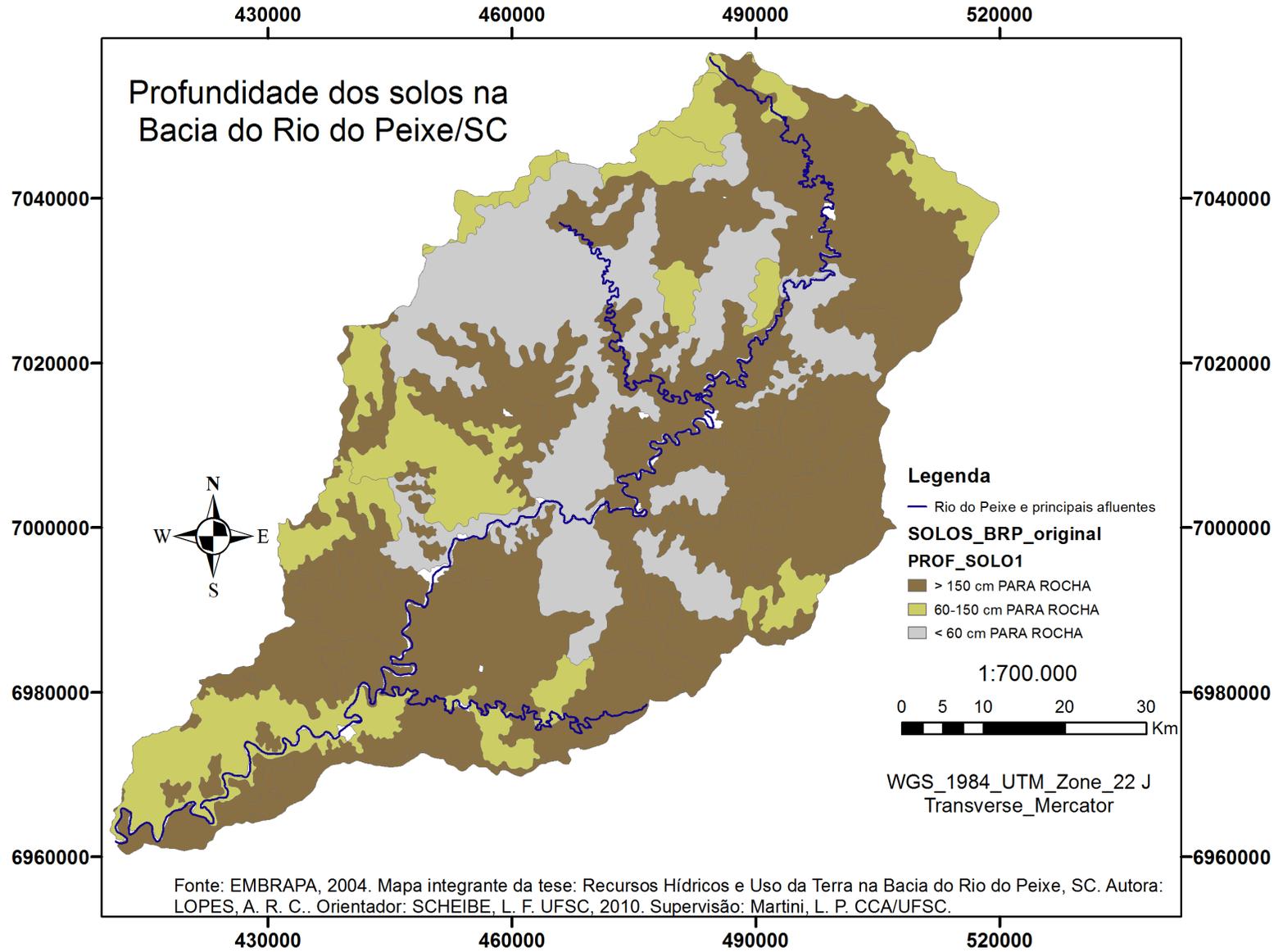


Figura 59 - Profundidade dos solos na Bacia do Rio do Peixe/SC

Na Tabela 18 são apresentadas as classes de vulnerabilidade possíveis considerando as categorias Textura e Profundidade dos solos. Os pesos da textura e da profundidade correspondem a graus de vulnerabilidade específicos – textura mais argilosa e maior profundidade = menor vulnerabilidade, e vice-versa. A classe de vulnerabilidade quanto aos solos será resultado da média entre os valores obtidos. Os resultados mostram que a vulnerabilidade dos solos varia de Baixa a Alta, sendo que os valores da média de até 0,3 são classificados como de vulnerabilidade baixa, os valores de 0,31 a 0,6 são classificados como de vulnerabilidade moderada e os valores de 0,61 e maiores, classificados como de vulnerabilidade alta.

Textura do solo	Profundidade do solo	Peso textura	Peso profundidade	$=(pt+pp)/2$ resul_vul	Classe de vuln_solo
Argilosa	< 60 cm	0,3	1	0,65	Alta
Media	< 60 cm	0,5	1	0,75	Alta
Muito argilosa	> 150 cm	0,1	0,5	0,3	Baixa
Muito argilosa	60-150 cm	0,1	0,8	0,45	Moderada
Argilosa	60-150 cm	0,3	0,8	0,55	Moderada

Tabela 18 - Classes de solo considerando as categorias Textura e Profundidade e respectivo grau de vulnerabilidade atribuído

Fonte: EMBRAPA (2005), modificada por A. R. B. C. Lopes e L. F. Scheibe.

As classes texturais apresentam vulnerabilidades muito baixas até moderadas – com pesos de 0,1, 0,3 e 0,5, respectivamente, cuja distribuição espacial, está representada no mapa Vulnerabilidade com relação à textura do solo na bacia do Rio do Peixe/SC (Figura 60).

Já as reduzidas profundidades de solo resultam em vulnerabilidades elevadas, com pesos de 0,5, 0,8 e 1,0 de acordo com o mapa de Vulnerabilidade com relação à profundidade do solo na bacia do Rio do Peixe/SC (Figura 61). Dessa forma, é possível estimar com base nessas duas características dos solos, uma vulnerabilidade específica, usando a média desses dois pesos, e cuja distribuição espacial está representada na Figura 62 (Vulnerabilidade na BRP/SC considerando a vulnerabilidade relacionada à textura e à profundidade dos solos).

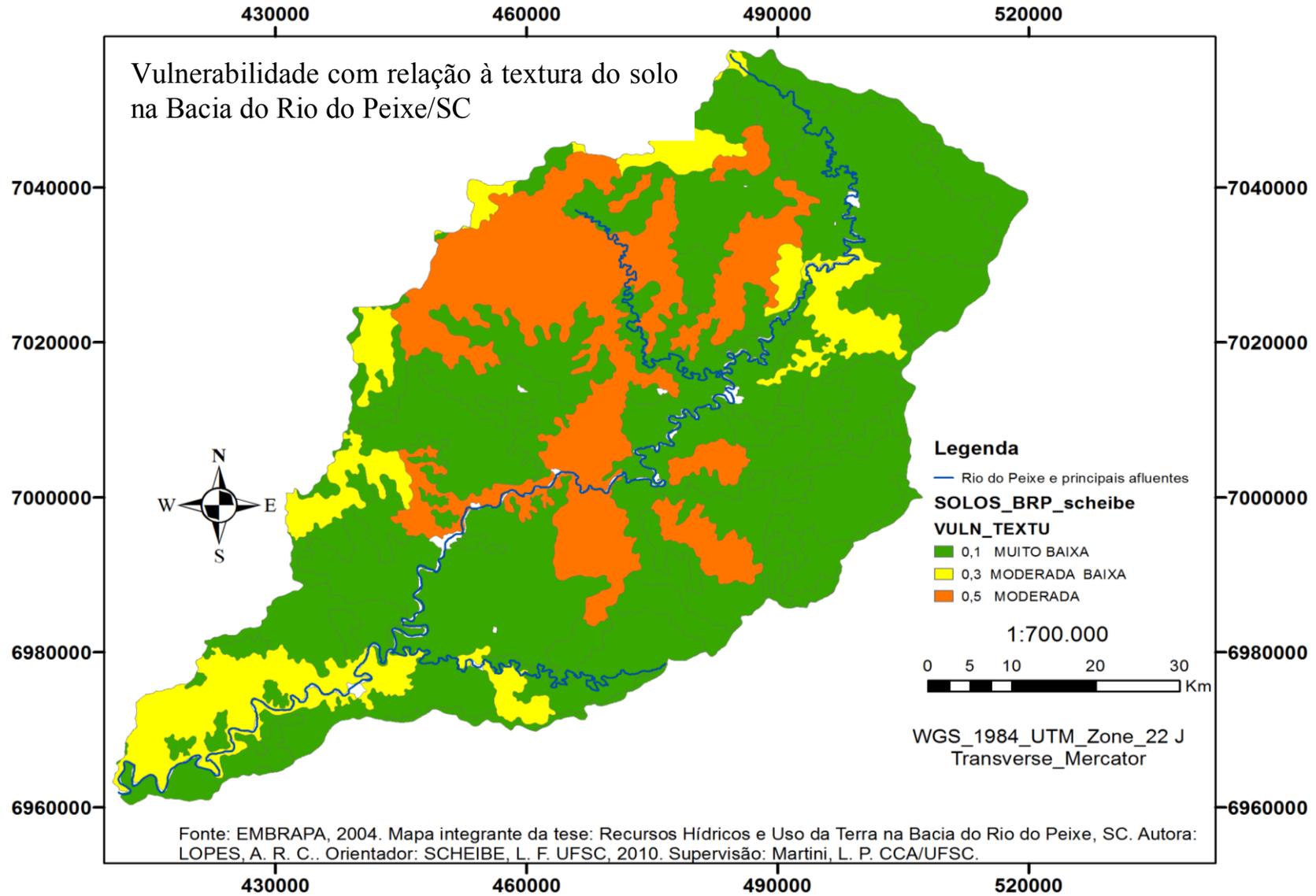


Figura 60 - Vulnerabilidade com relação à textura do solo na Bacia do Rio do Peixe/SC. Autora: LOPES, A. R. B. C.

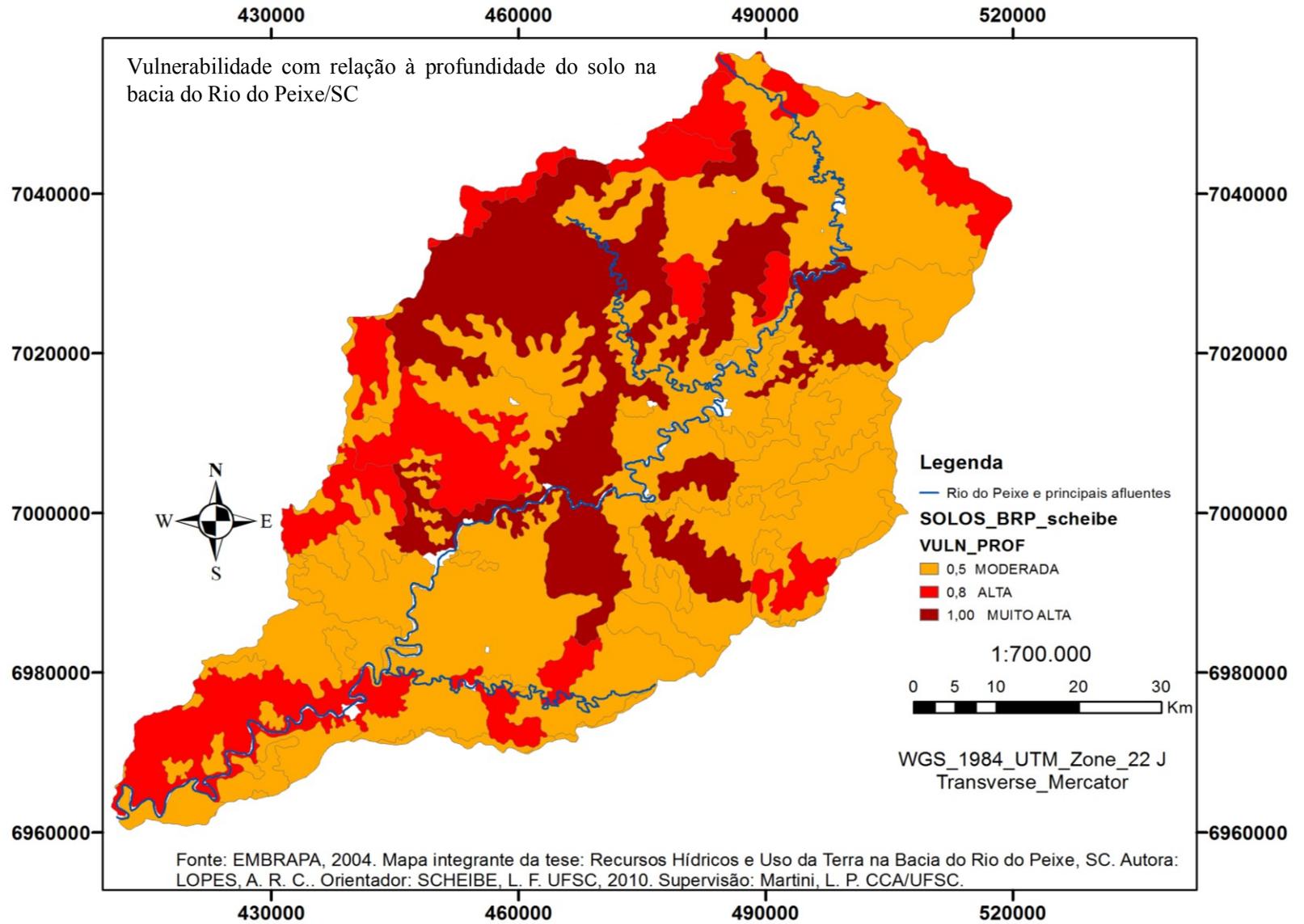


Figura 61 - Vulnerabilidade com relação à profundidade dos solos da Bacia do Rio do Peixe/SC.
Autora: LOPES, A. R. B. C.

O mapa de Vulnerabilidade dos solos considerando textura e profundidade na Bacia do Rio do peixe/SC pondera valores de até 0,1 como vulnerabilidade Muito baixa, 0,2 a 0,3 como vulnerabilidade Baixa. Valores de 0,5 a 0,74 como Moderada e 0,75 a 0,9 como vulnerabilidade Moderada Alta e por fim, valores superiores a 1 como vulnerabilidade Alta (Figura 62).

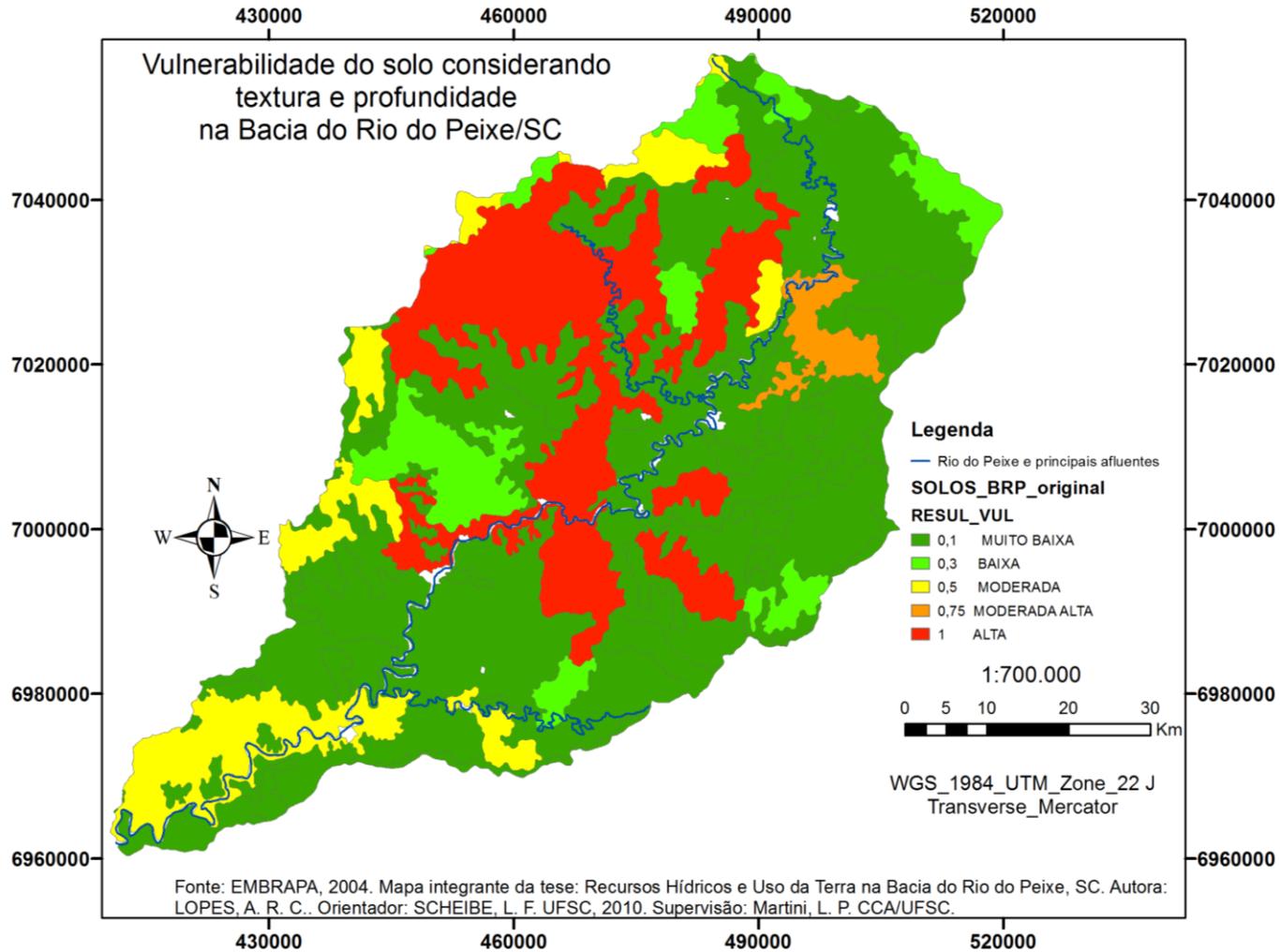


Figura 62 - Vulnerabilidade dos solos considerando textura e profundidade na Bacia do Rio do Peixe/SC. Autora: LOPES, A. R. B. C..

Outro elemento utilizado para determinação da vulnerabilidade intrínseca à contaminação do SASG foi a densidade de lineamentos (fraturas). A densidade de lineamentos foi obtida a partir do mapa dos Principais lineamentos na Bacia do Rio do Peixe/SC (Figura 63), elaborado pela autora conforme metodologia descrita no item “Para o mapeamento da vulnerabilidade intrínseca”. Utilizando o software *Arcgis*, obtém-se então o mapa de Densidade dos principais lineamentos na BRP/SC (Figura 64).

O mapa de Densidade de lineamentos mostrou áreas com maior densidade de fraturas, falhas ou diques, coincidindo com as áreas de solos menos profundos, de característica menos argilosa, ou seja, áreas mais vulneráveis em relação às classes de solo (profundidade e textura). Essas áreas podem se constituir em faixas de maior vulnerabilidade do Sistema Aquífero Serra Geral (podendo, em alguns casos, chegar até o nível do Sistema Aquífero Guarani, pela continuidade vertical das fraturas).

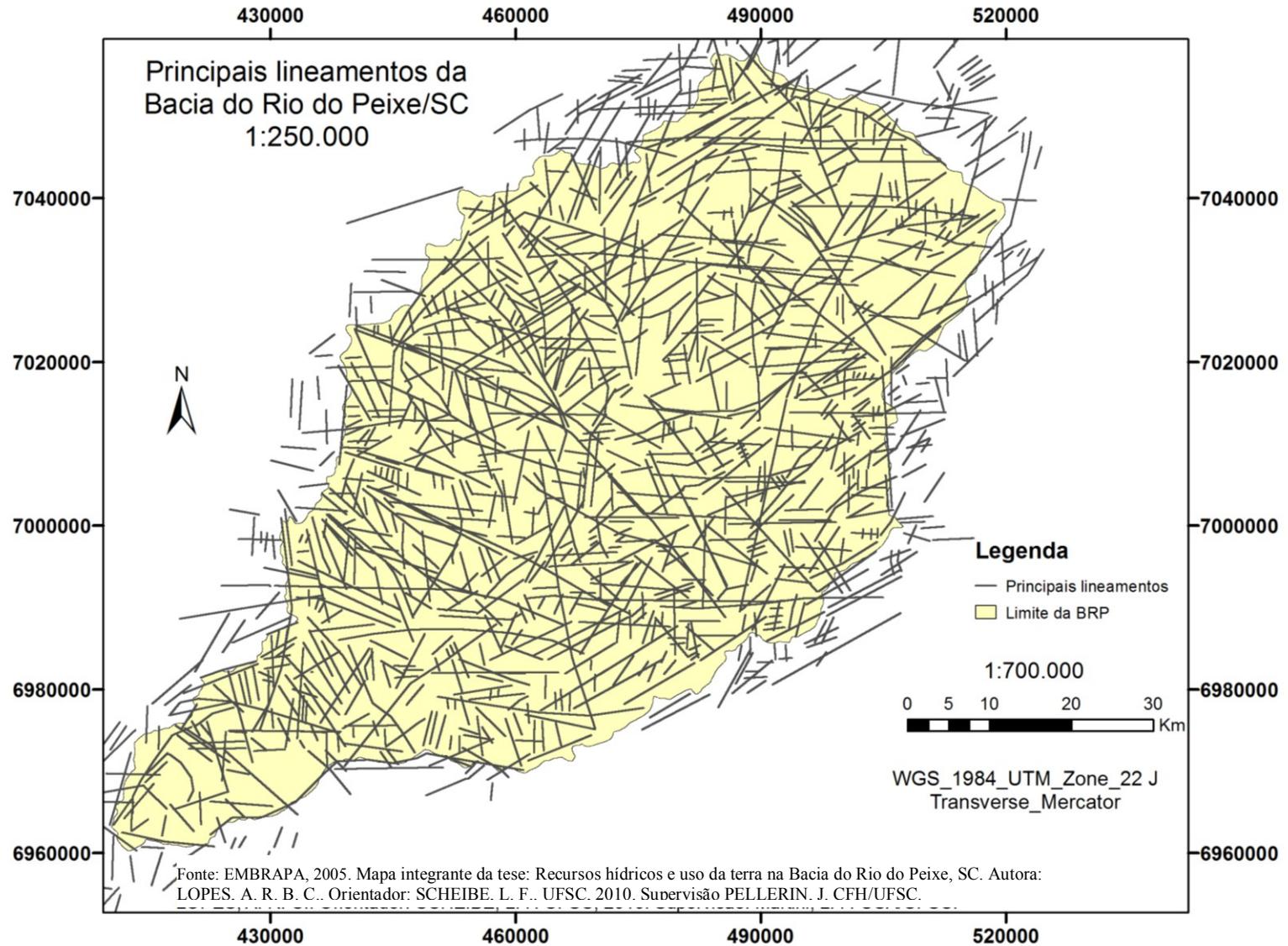


Figura 63 - Principais lineamentos na Bacia do Rio do Peixe, SC.
Autora, LOPES, A. R. B. C.

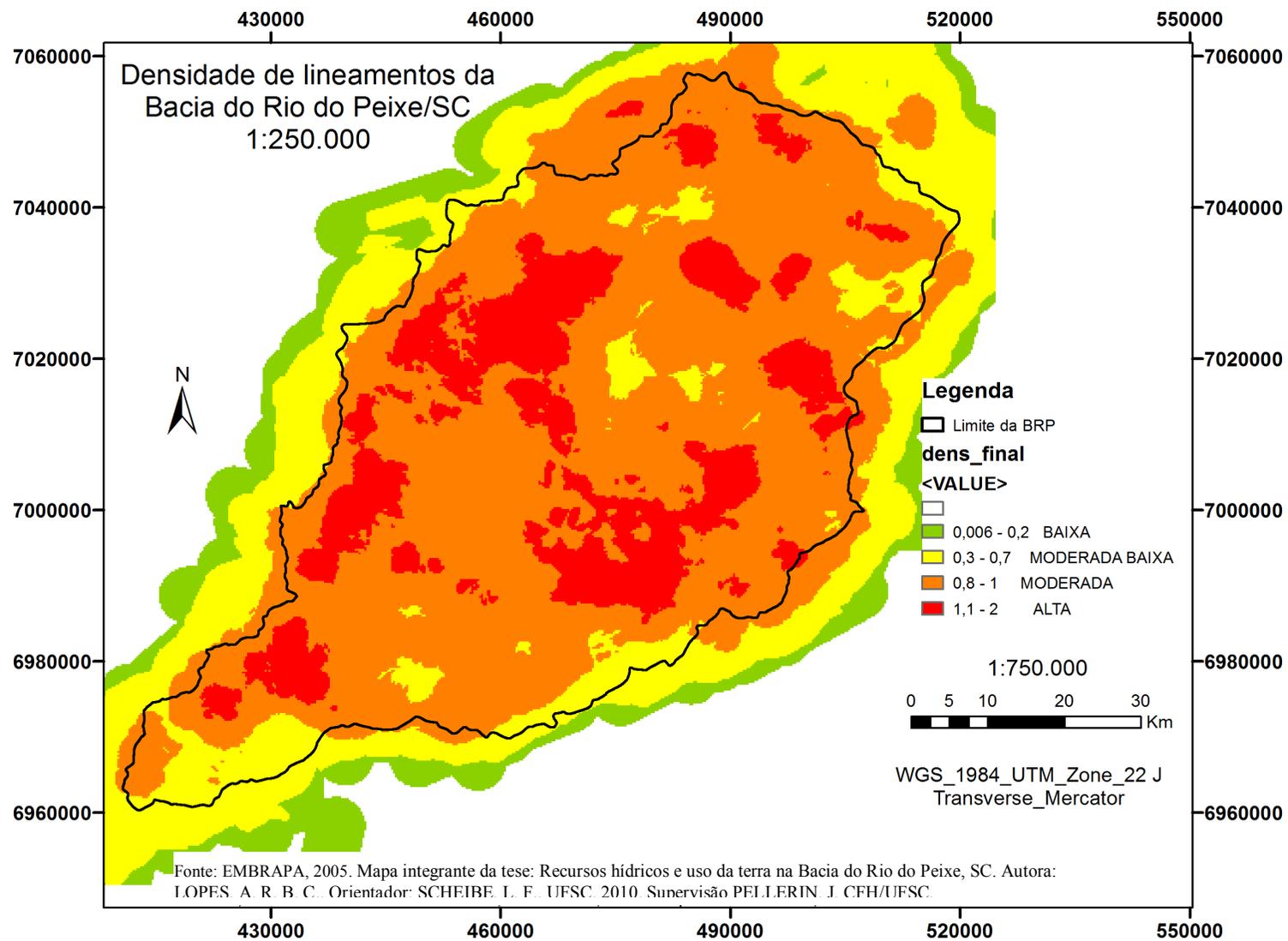


Figura 64 - Densidade dos principais lineamentos na Bacia do Rio do Peixe/SC.
Autora: LOPES, A. R. B. C..

A partir do cruzamento do mapa de Densidade de lineamentos (Figura 64) com o mapa de Vulnerabilidade dos solos (Figura 62), foi possível delimitar áreas com maior ou menor Vulnerabilidade intrínseca, visualizadas no mapa de Vulnerabilidade Intrínseca (Figura 65).

As áreas de alta vulnerabilidade são aquelas mais densamente fraturadas, com solos de profundidade inferior a 60 cm e teor de argila menor que 35%. Essas áreas se localizam predominantemente nos municípios de Macieira, Arroio Trinta, Iomerê, Caçador, Videira, Pinheiro Preto, Tangará, Ouro e Ipira. Nessas áreas recomenda-se implementação de medidas de proteção em curto prazo.

Já as áreas de vulnerabilidade moderada/moderada alta são as áreas que apresentam densidade de lineamentos moderada, com profundidade de solo variando de 60 cm a 150 cm e teor de argila variando de 35% a 60%. Para essas áreas recomendam-se medidas de proteção ou readequação a médio prazo, conforme análise das Figuras 62 e 63.

E as áreas demarcadas como de vulnerabilidade Baixa Áreas classificadas como de vulnerabilidade baixa a muito baixa apresentam densidade de lineamentos variando de moderada a moderada baixa, solos de profundidade superior a 150 cm e teor de argila maior que 60%.

Esse quadro torna-se relevante ao se considerar que além de aspectos de profundidade e textura, os solos da BRP são em geral de baixa fertilidade, pedregosos e com altos teores de alumínio, o que confere certo teor de toxicidade aos cultivos, necessitando, portanto de significativos volumes de insumos agrícolas. E que os municípios da região possuem base econômica volta para a produção de suínos, aves e bovinos, com presença constante de uma significativa carga de elevado potencial de poluição tanto para os recursos hídricos quanto para o solo ou ar, - a área em análise, - registra ainda, expressivo número de unidades industriais, ligadas ao processamento de carne de animais e ou à produção de rações animal. Todas essas características contribuem com maior grau de risco para as áreas delimitadas como vulneráveis.

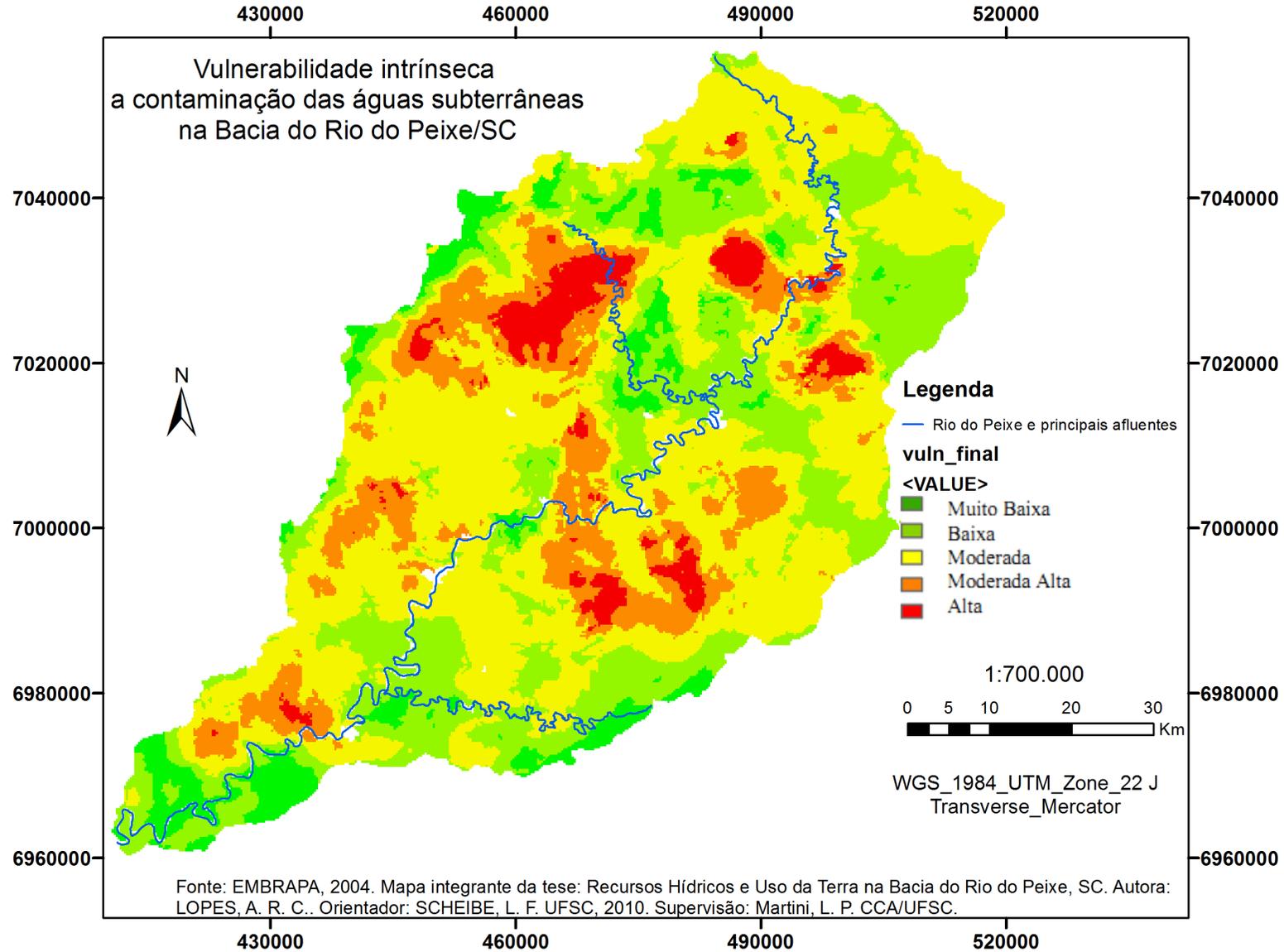


Figura 65 - Mapeamento da vulnerabilidade intrínseca considerando densidade de lineamentos e classes de solo (textura e profundidade) na Bacia do Rio do Peixe/SC

5.4. MAPEAMENTO DO RISCO À CONTAMINAÇÃO DO SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL (SASG)

O mapa de risco à contaminação do sistema aquífero Serra Geral é produto da combinação do mapeamento da vulnerabilidade intrínseca (Figura 65) e do mapa de potencial de risco de contaminação dos recursos hídricos considerando os principais tipos de cobertura do uso da terra (Figura 66).

No mapa de potencial de risco de contaminação pelos tipos de cobertura do uso da terra os valores variaram de: 1,1 a 3,0 - Baixo; 3,1 a 4,0 - Moderado a 4,1 a 6,0 – Alto. Esse mapa Potencial de risco considerou os principais tipos de cobertura do uso da terra que pudessem ser mapeados a partir de imagens de satélites, para fornecer alguns indicadores de maior risco de contaminação dos recursos hídricos.

As áreas delimitadas como de potencial de risco Baixo são aquelas áreas ocupadas por florestas, onde não ocorrem lançamentos de efluentes (sejam agrícola ou industrial) ou pelas áreas destinadas ao reflorestamento (com pequeno manejo de insumos). As áreas classificadas como de potencial Moderado, incluem áreas de pastagens (com algum tipo de insumo).

E as áreas com potencial de risco Alto são aquelas ocupadas pelos corpos hídricos, pela urbanização e pelas lavouras. As áreas dos corpos hídricos (rios, lagoas, reservatórios) em conjunto com as áreas urbanizadas foram consideradas de alto potencial de risco em virtude dos municípios da BRP, tanto área urbana quanto rural, não possuírem sistemas de tratamento de efluentes, nesses espaços os efluentes resultantes de atividades agropecuária, industriais ou urbanas acabam por atingir os recursos hídricos superficiais com pouca ou nenhuma desinfecção. As áreas de cultivos foram igualmente consideradas de alto potencial em razão de a literatura referenciar casos de intoxicação e a significativa presença de insumos químicos na produção agrícola.

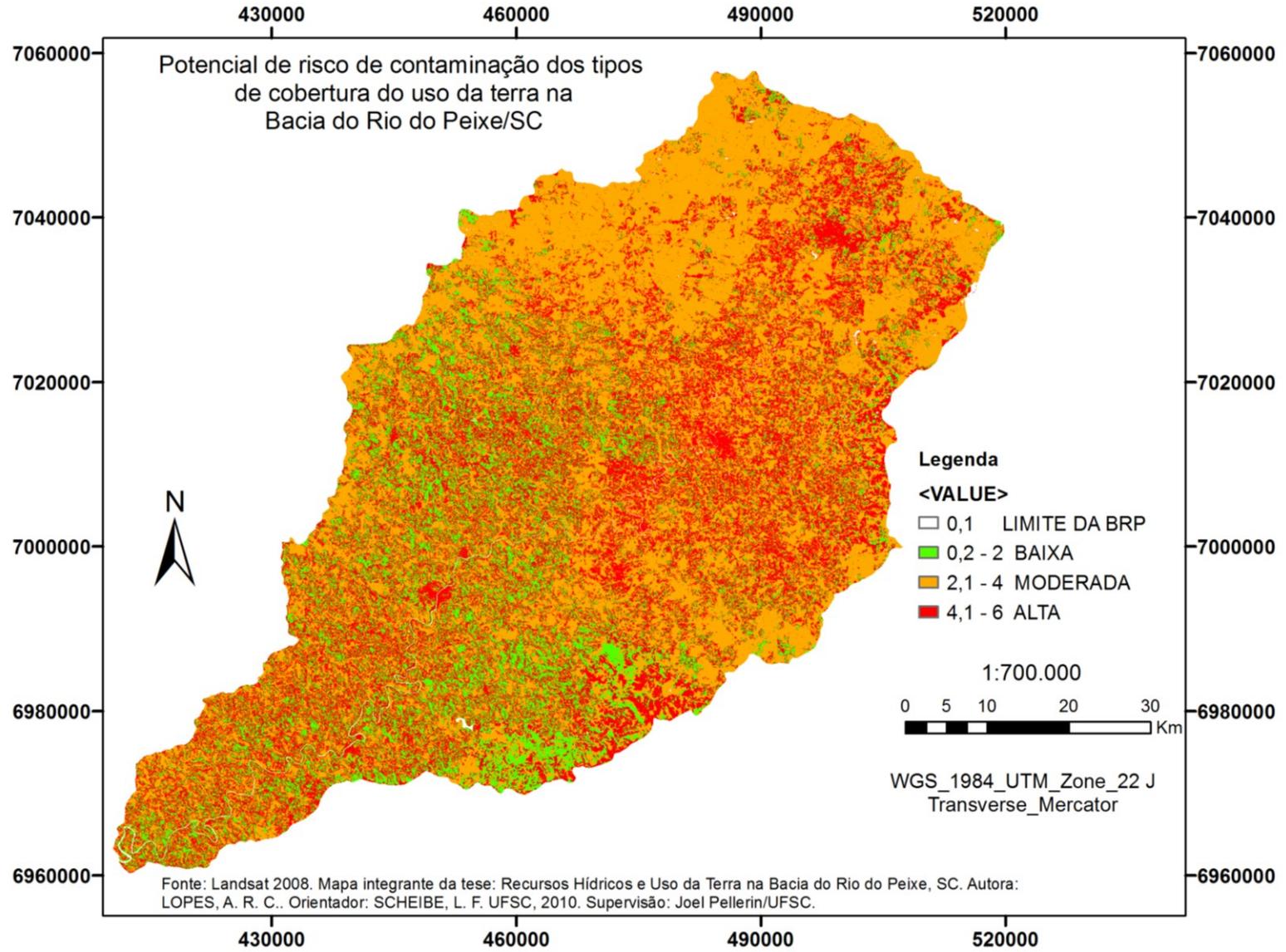


Figura 66 - Potencial de Risco de contaminação dos recursos hídricos subterrâneos pelos tipos de uso da terra na BRP/SC.

Outras fontes de poluição pontual ou difusa resultante da criação pecuária de suínos, aves e bovinos, que é intensa na área de estudo, não foram consideradas para o total da área de estudo. Registros com coordenadas geográficas de granjas de suínos e aves (fontes potenciais de poluição pontual e difusa) foram resgatados apenas para o município de Videira (LOPES; SCHEIBE, 2010).

Consideramos que a Bacia do Rio do Peixe apresenta características de vulnerabilidade intrínseca classificada de moderada a alta, e potencial de risco de contaminação dos recursos hídricos subterrâneos pelos tipos de cobertura do uso da terra nas categorias de moderado a alto para significativa área da bacia: considera-se desta forma, que toda a área da BRP pode apresentar grau moderado a alto de risco de contaminação das águas subterrâneas.

As análises referentes à vulnerabilidade intrínseca e do risco de contaminação das águas subterrâneas a partir do método GODs, nos revelou que o descritor lineamento teve um importante peso quanto à classificação dos graus – Alto, Moderado e Baixo - uma vez que as áreas registradas como de maior densidade de lineamento se repetiram também como de maior vulnerabilidade intrínseca.

A partir dessas considerações, o mapa de risco de contaminação (Figura 67) é apresentado nas categorias de valores: - 6,1 a - 0,3 como Muito Baixo Risco; - 0,31 a 0,5 como Baixo Risco; 0,51 a 0,8 como Risco Moderado; 0,81 a 1 como Risco Moderado Alto; 1,1 a 3 como Risco Alto e 3,1 a 10 como Muito Alto Risco. Da mesma forma que o mapa de vulnerabilidade intrínseca, apresenta suas classes em matriz semafórica. O mapa de risco pode ser também visualizado considerando os limites dos municípios (Figura 68). Neste, destacam-se os municípios de Macieira, Salto Veloso, Arroio Trinta, Rio das Antas, Caçador, Iomerê, Pinheiro Preto, Ibiam, Ouro, Ipira e Ibicaré com maiores áreas delimitadas como de risco alto de contaminação das águas subterrâneas.

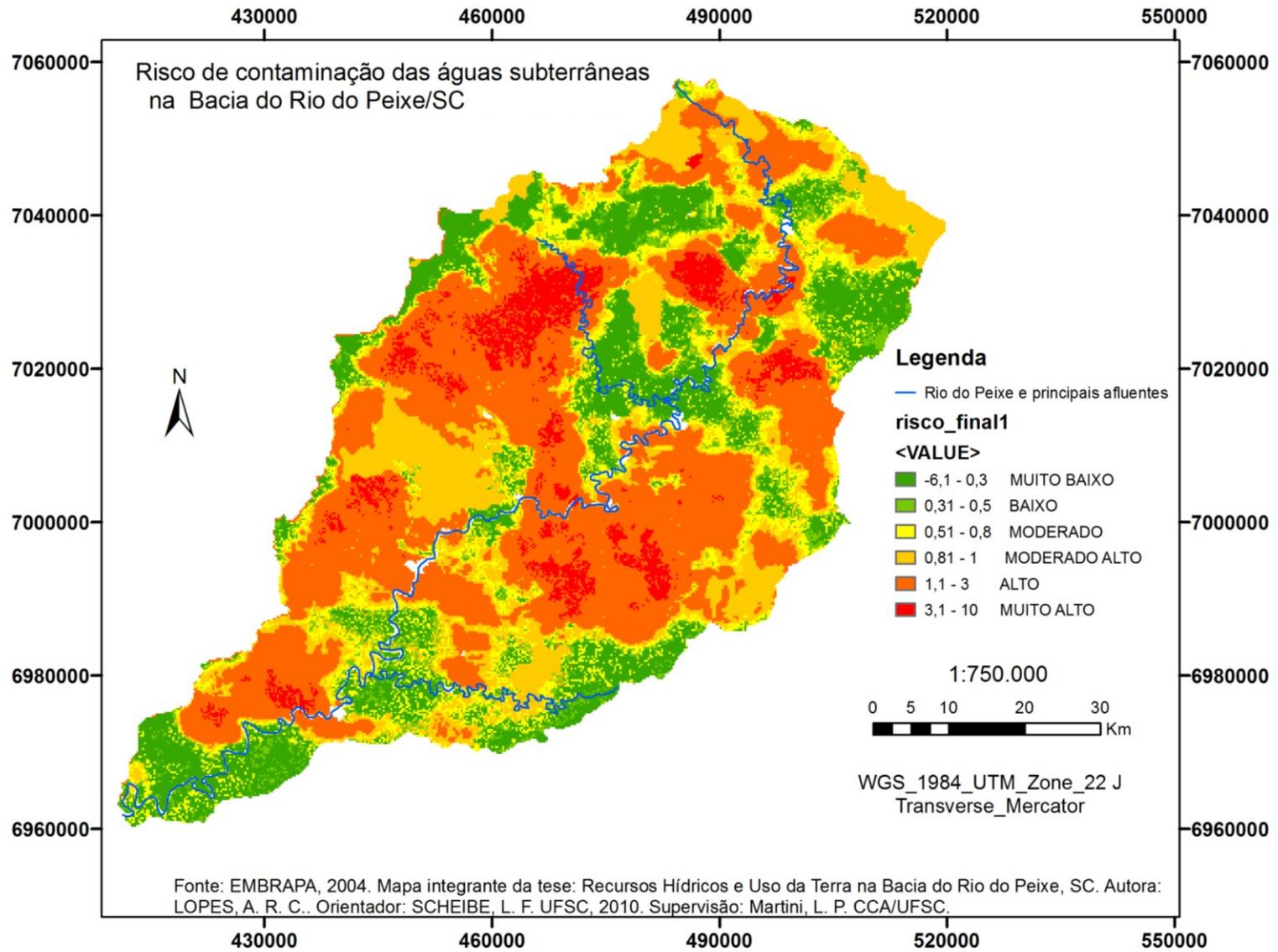


Figura 67 - Mapeamento do risco, considerando mapeamento da vulnerabilidade e tipos de uso da terra na Bacia do Rio do Peixe/SC

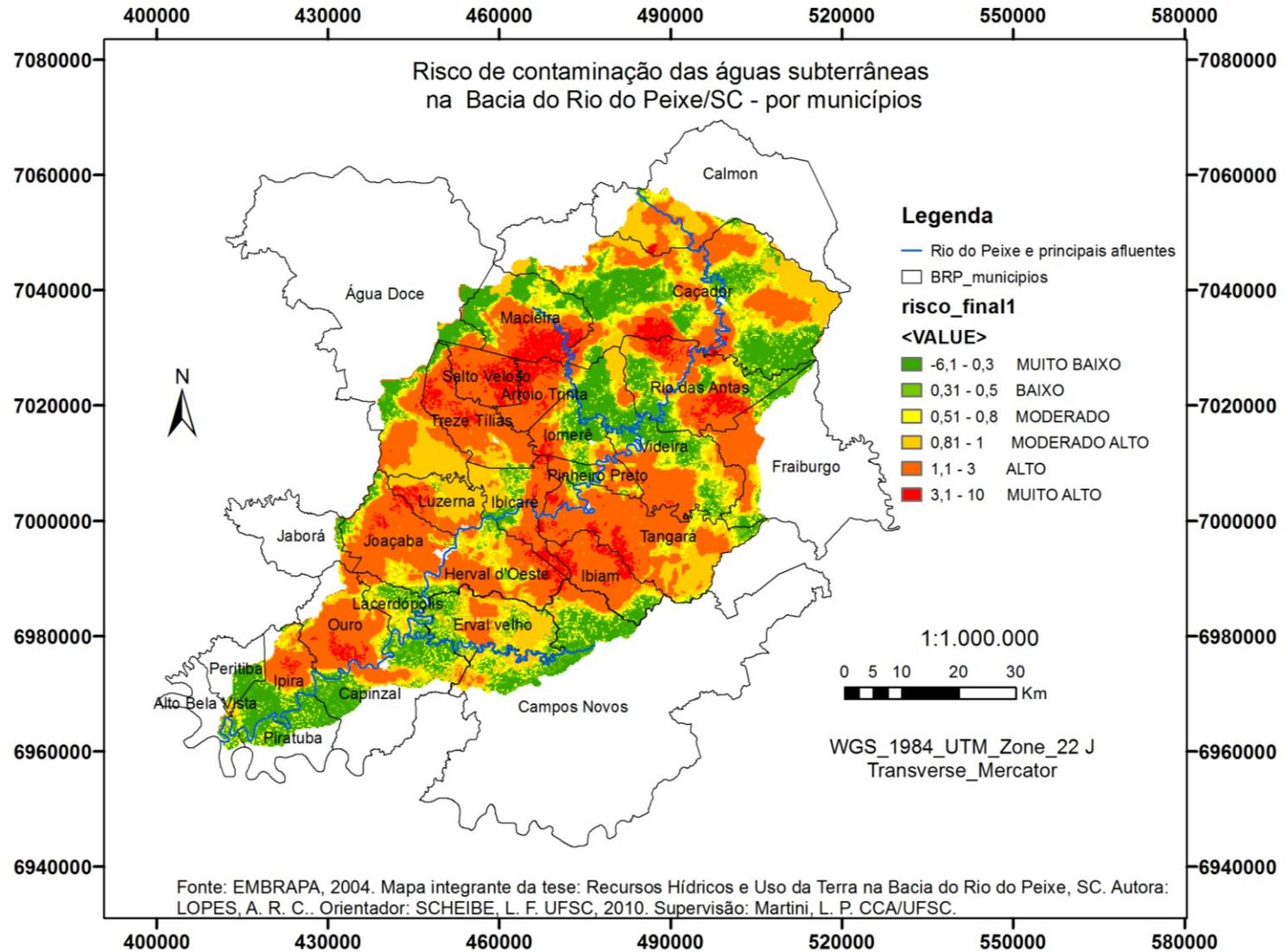


Figura 68 - Mapeamento do risco de contaminação das águas subterrâneas nos municípios integrantes da Bacia do Rio do Peixe/SC

As análises referentes à vulnerabilidade intrínseca e do risco de contaminação das águas subterrâneas a partir do método GODs, nos revelaram que o descritor lineamento teve um importante peso quanto à classificação dos graus – Alto, Moderado e Baixo - uma vez que as áreas registradas como de maior densidade de lineamento se repetiram também como de maior vulnerabilidade intrínseca e áreas de maior risco de contaminação. As classes apresentadas pelo mapa do risco – Baixo, Moderado e Alto - mostraram-se muito próximas das classes apresentadas pelo mapa de vulnerabilidade intrínseca.

Esse estudo procurou sistematizar inter-relações entre aspectos físicos e sociais relacionados à vulnerabilidade e risco de contaminação a partir de um quadro geral diagnóstico, identificando a distribuição espacial das áreas mais vulneráveis, e as áreas classificadas como de risco de contaminação dos recursos hídricos subterrâneos.

Entretanto, salientamos que esse resultado não é definitivo e outros descritores/indicadores podem e devem ser utilizados, como os principais tipos de cobertura e usos - produção pecuária, agricultura e agroindústria, contribuindo para a identificação de outros aspectos de vulnerabilidade, ou fornecendo informações mais precisas quanto à distribuição espacial dos riscos.

5.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS, LIMITAÇÕES DAS ANÁLISES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Considerando que intensas atividades humanas podem comprometer a qualidade dos recursos naturais, em especial os recursos hídricos e o solo, e que os recursos hídricos superficiais possuem a propriedade de se recuperarem em um curto período de tempo, o mais prudente é se adotarem medidas de proteção - especialmente em relação ao lançamento de efluentes não tratados ou tratados de forma parcial, provenientes de atividades agropecuárias, uso industrial e de áreas urbanas, em corpos d'água. Desse modo, visa-se controlar a contaminação e ou poluição dos recursos hídricos superficiais e, da mesma forma, a possibilidade de contaminação dos recursos hídricos subterrâneos.

O mapeamento da vulnerabilidade e do risco, dentro das limitações da escala, mostrou-se hábil para espacializar áreas de maior ou menor vulnerabilidade e risco na área de estudo. Da mesma forma, pode, ainda, oferecer orientações quanto à ocupação e uso da terra, considerando aspectos de proteção das águas subterrâneas do SAIG/SG. Este - mapeamento da vulnerabilidade e do risco - permitiu delimitar áreas mais adequadas para instalação de rede de monitoramento, enquadramento e classificação da qualidade dos recursos hídricos, conforme proposta apresentada pela ANA (2010), contribuindo, entre outros pontos, para a efetivação da Rede Nacional de Monitoramento das Águas Subterrâneas - RENAMAS (2010-2020).

A metodologia utilizada apresentou-se adequada ao desenvolvimento do trabalho. O uso de geotecnologias se mostrou eficiente como ferramenta de análise na espacialização e distribuição dos recursos naturais, no uso da terra e no diagnóstico preliminar dos mapeamentos dos tipos de uso da terra, mapeamento da vulnerabilidade e do risco. Da mesma forma o uso de um sistema de informação geográfica, a partir de dados sobre características físicas e socioeconômicas, distribuição dos usos da terra, tipos de solos, localização de poços e de atividades agropecuárias permitiu a geração de diferentes tipos de mapas. Esses mapas foram capazes de sintetizar e relacionar informações sobre os componentes físicos, bióticos e antrópicos da bacia. Outros mapas podem ser gerados, a partir de novos cruzamentos, podendo, assim, produzir outras informações que orientem nos processos de tomada de decisão, de forma a subsidiar meios mais sustentáveis de exploração da terra.

Da mesma forma que os mapeamentos dos tipos de cobertura do uso da terra e da vulnerabilidade e risco de contaminação dos recursos hídricos subterrâneos foram importantes, a revisão da legislação também se mostrou imprescindível para o conhecimento das limitações e possibilidades de uma gestão integrada.

Em relação às limitações das análises, essas se efetivaram em relação à ausência de dados georeferenciados sobre análises químicas das águas, sejam essas superficiais e ou subterrâneas, da mesma forma que a ausência de dados sobre localização dos pontos potencialmente poluidores relacionados à pecuária e indústrias, o que não permitiu a verificação de efetiva relação de poluição com a vulnerabilidade.

Por fim, objetivando um uso dos recursos naturais ambientalmente mais justo, recomendam-se, como imprescindíveis para a área:

- urgência na implantação de sistemas de tratamento de efluentes urbanos;
- a adoção de práticas agrícolas com menor grau de insumos agroquímicos;
- o uso racional e integrado dos recursos hídricos (superficiais – inclusive da chuva - e subterrâneos);
- a consolidação do cadastro e outorga do uso da água;
- o atendimento das normativas, diretrizes e leis ambientais;
- o fortalecimento e a integração dos sistemas de informações geográficas existentes nas instituições públicas, de forma a oferecer às comunidades a sustentação técnica e científica para embasar readequações ambientais necessárias.

Ao término desta pesquisa, algumas lacunas de informações podem ser sugeridas para superação em trabalhos futuros. Nesse sentido, apontam-se três sugestões, pelas quais começaria novamente:

A primeira se refere à necessidade de melhor conhecimento dos aspectos físico-químicos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

A segunda, ao melhor entendimento das características do clima, mas especificamente aspectos relacionados a sistemas de maior ou menor atuação na BRP, em decorrência de a área apresentar um dos maiores índices de precipitação do Brasil, bem como de registrar eventos de estiagem.

E, por último, há necessidade de maiores estudos sobre a presença de resíduos de óleo nas formações geológicas em alguns municípios da BRP, questão que se configura como um fator regional de complicação para a exploração das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral.

CAPÍTULO VI

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERS. R.(Org.) Pensando politicamente a gestão da água. In: ABERS. R.. **Água e política: atores instituições e poder nos organismos colegiados de bacia hidrográfica no Brasil**. São Paulo. Annablume, 2010.

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L.. **Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços**. Rev. Saúde Pública, 32 (2), 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v32n2/p160-165.pdf>.

ALAGOAS. COMPANHIA DE SANEAMENTO E ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE ALAGOAS – **Casal. Degradação da bacia do Pratygy se arrasta nos últimos 20 anos e é provocada pelo cultivo de cana, pecuária e expansão urbana**. Abastecimento está perto do colapso. *Edição do dia 12 de fevereiro de 2006. Gazeta de Alagoas*. Disponível em: <http://gazetaweb.globo.com/gazetadealagoas/imprimir.php?c=83912> e <http://www.abas.org/abasinforma/162/paginas/06.htm>

ALBA, R. S. **Estudos de Geografia Agrária do Oeste Catarinense**. Chapecó: Argos Editora Universitária, 2008.

ALMEIDA, C. A. de S.. **Hidrogeoquímica e vulnerabilidade dos aquíferos Serra Geral e Guarani na área de influência dos reservatórios de Ita e Machadinho SC-RS**, 2004. Dissertação de mestrado. Utilização e Conservação de Recursos Naturais, orientador Dr. L. F. Scheibe, Florianópolis, SC. 2004.

ALMEIDA, C. C. de. **Evolução histórica da proteção jurídica das águas no Brasil**. Jus Navigandi, Teresina, ano 7, n. 60, 1 nov. 2002. Disponível em: <http://jus.com.br/revista/texto/3421>. Acesso em: 14 jan. 2012.

ALMEIDA, C. C. de. **Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos**. Jus Navigandi, Teresina, ano 8, n. 61, 1 jan. 2003. Disponível em: <http://jus.com.br/revista/texto/3680>. Acesso em: 14 jan. 2012.

ALVES FILHO, J. P.. **Uso de agrotóxicos** no Brasil. São Paulo. Anablumme, 2002.

AL-ZABET, T.. *Evaluation of aquifer vulnerability to contamination potential using the DRASTIC method*. DOI 10.1007/s00254-002-0645-5 Environmental Geology (2002) 43:203–208.

AMAZONAS. Agência Reguladora dos Serviços Públicos. Concedidos do Estado do Amazonas – ARSAM. Conselho Estadual de Regulação e Controle dos Serviços Públicos Concedidos do Estado do Amazonas – CERCON. **Ata da Oitava Reunião Ordinária Administrativa Regulatória do Conselho Estadual de Regulação e Controle dos Serviços Públicos Concedidos do Estado do AMAZONAS**. Agosto de 2010.

AMORE. L. (Coord.). *Projecto para La protección Ambiental y Desarrollo Sostenible Del Sistema Acuifero Guarani. Síntese Hidrogeológica do Sistema Aquifero Guarani*. Série manuais e Documentos Técnicos do Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquifero Guarani. 2009.

AMORIM, R. de F.S; ALMEIDA, S. A. da S.; CUELLAR, M. Z.; BRITTO COSTA, A. M. de; GOMES, C.. **Mapeamento de Uso e Ocupação do solo na Bacia Hidrográfica Piranhas/Açu, utilizando imagens CBERS e técnicas de classificação supervisionada**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, Brasil, 21-26 04 de 2007, INPE: 3709-3716.

ANCIUTTI, M.; COCHÔA, A.. **Identificação de cianobactérias tóxicas em um corpo hídrico no interior de Tangará, SC**. Unoesc & Ciência – ACBS, Joaçaba, v. 1, n. 1, p. 29-36, jan./jun. 2010. Disponível em:

http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acbs/article/viewFile/94/pdf_2

AURAS, M.. **Guerra do Contestado: a organização da irmandade cabocla**. Editora da UFSC. 1984.

AYOADE, J. O.. **Introdução à climatologia para os Trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; revisão de Suely Bastos; coordenação editorial de Antonio Christofolletti. 7ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

AZZOLINI, J. C.. **Contribuição da poluição física, química e bioquímica nas águas do Rio do Peixe pelo afluyente Rio do Tigre.** Florianópolis: UFSC, 2002. Dissertação. (Acervo Biblioteca Unoesc-Joaçaba).

AZZOLINI, J. C.; CARRAFA, W. M.. **Poluição física, química e bioquímica nas águas do rio do Peixe, originárias da decomposição do lixo urbano e rural.** Joaçaba: UNOESC, 1999. Relatório PIBIC/UNOESC. (Acervo Biblioteca Unoesc-Joaçaba).

BACELLAR, L. de A. P.. **O papel das florestas no regime hidrológico de bacias Hidrográficas.** Geo.br 1 (2005). ISSN1519-5708. Disponível em: <http://www.degeo.ufop.br/geobr>.

BELLAVER, C.; OLIVEIRA, P. A.. **Balanço da água nas cadeias de aves e suínos.** Publicado na Avicultura Industrial 10 2009: 39-44. Disponível em: http://www.qualyfoco.com.br/arquivos_publicacoes/arquivos/12668366_13_Agua_essencial_v2.pdf acesso em 09/07/10.

BELLI FILHO, P; CASTILHOS JR., A. B. DE; COSTA, R. H. R. DA; SOARES, S. R.; PERDOMO, C. C.. **Tecnologias para o tratamento de dejetos de suíno.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.1, p.166-170, 2001. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB - <http://www.agriambi.com.br>

BENTO, A. P.. **Impactos ambientais negativos relativos a falta de sistemas de esgotamento sanitário e impactos positivos devido a implantação de sistemas de esgotamento.** II FÓRUM DO COMITE RIO DO PEIXE: Tema: Esgotamento Sanitário. Auditório da UNOESC, Campus Videira/SC, 28/03/2007.

BEVILAQUA, T.; SCHEIBE, L. F.. **Biodigestores, Geração de Energia e Preservação do Meio Ambiente na Região do Alto Uruguai Catarinense.** In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos, 2010, Porto Alegre. Anais do XVI Encontro Nacional de Geógrafos, 2010: 1-7.

BEZ, L.. **Inserção econômica das cidades do Alto Vale do Rio do Peixe na rede urbana de Santa Catarina.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências

Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Florianópolis, SC, 2009. 154 f.

BIGARELLA, J. J.; **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais, processos erosivos, vertentes, movimentos de massa, atividade endógena, superfícies de erosão, compartimentação do relevo, depósitos correlativos e ambientes fluviais.** Vol. 3. Florianópolis: Editora UFSC, 2007b.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; PASSOS, E.. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Intemperismo biológico, Pedogênese, Laterização, Bauxitização e Concentração de bens minerais.** V. 2. Florianópolis: Editora UFSC, 2007.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. dos. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais: fundamentos geológico-geográficos, alteração química e física das rochas e relevo cárstico e dômico.** Vol. 1. 2 Edição. Florianópolis: Editora UFSC, 2007a.

BITTENCOURT A.V.L., ROSA FILHO E. F., HINDI E. C., BUCHMANN FILHO A. C.. **A influência dos basaltos e de misturas com águas de aquíferos sotopostos nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral na bacia do rio Piquiri, Paraná – BR.** Rev. Águas Subterrâneas, 2003:67-76.

BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES (Eds). **Geologia, tectônica e Recursos Minerais do Brasil.** CPRM, Serviço Geológico do Brasil, Brasília, 2003. Disponível em: www.cprm.gov.br/publique;media.capII.pdf, acesso em 18.01.2010.

BLARASÍN, M; CABRERA, A; VILLEGAS, M., FRIGERIO, C; BETTERA, S.. **Determinacion del riesgo de contaminacion del acuifero libre por sistemas de saneamiento in situ: ciudad de Río Cuarto. Dpto. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.** Publicación Especial de La Asociación Argentina de Geología Aplicada a La Ingeniería 1:114-131.1993.

BOSCARDIN BORGHETTI, N. R. B.; BORGHETTI, J. R.; ROSA FILHO, E. F. da. **Aquífero Guarani. A verdadeira integração dos países do Mercosul.** Curitiba, 2004.

BRASIL. AGENCIA NACIONAL DE AGUA. ANA. Coordenação Editorial Dalvino Troccoli Franca. A História do Uso da ÁGUA no Brasil: Do descobrimento ao Século XX. 2007

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ANA. Ministério do Meio Ambiente. Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, de Conservação de Água e Solo e de Usos Múltiplos. Coordenação Geral. Superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília – DF. Maio – 2005. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf>.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ANA. Ministério do Meio Ambiente. Cadernos de Recursos Hídricos. Panorama da Qualidade das águas subterrâneas no Brasil. Brasília, DF, maio de 2005.. Disponível em http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/documentos/02b%20Panorama%20da%20Qualidade%20%C1guas%20Subterr%20neas/VF%20Qualidade%20AguasSubterraneas.pdf 25/10/2007.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ANA. O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz? Brasília: SAG, 2011.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ANA. Panorama do enquadramento dos corpos d'água do Brasil, e, Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. Coords. Marcelo P. da Costa, José L. G. Zoby. Brasília: 2007. Disponível em: http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/20100601095904_cadernos_de_recursos_hidricos_5.pdf.

BRASIL. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. 2010. Disponível em: <http://mapoteca.cprm.gov.br> e http://siagas.cprm.gov.br/wellshow/result_query.asp?geral=true&grupo=Dados_Gerais&consulta=Subbacia_Hidrografica&criterio=Igual_a&valor=Rios_Uruguai,_do_Peixe_e_outros&w=800&h.

BRASIL. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. 2010a. Disponível em: http://siagas.cprm.gov.br/wellshow/uf_poco.asp).

BRASIL. DECRETO Nº 24.643, DE 10 DE JULHO DE 1934. Decreta o Código de Águas. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm

BRASIL. DECRETO Nº 7.217, DE 21 DE JUNHO DE 2010. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm

BRASIL. DECRETO Nº 7.272 DE 25 DE AGOSTO DE 2010. Regulamenta a Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006, que cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional - SISAN com vistas a assegurar o direito humano à alimentação adequada. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7272.htm

BRASIL. DECRETO Nº 73.030 DE 30 DE OUTUBRO DE 1973. SECRETARIA ESPECIAL DO MEIO AMBIENTE-SEMA, órgão subordinado ao Ministério do Interior. Atualmente está revogado pelo Dec. 99.604 de 13 de outubro de 1990. Disponível em: <http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/b2394d7e1ab9a970032569b9004e148d/7c5cff25421f83e9032569fa0059abb8?OpenDocument>.

BRASIL. DECRETO Nº 88.207 DE 30 DE MARÇO DE 1983. Define prioridades a serem observadas na execução da Política de Reflorestamento, pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. IBDF. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D88207.htm>. Acesso em 10/2010.

BRASIL. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Solos do Estado de Santa Catarina. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, **2004**. 1 CD-ROM.; mapa color. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 46).

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2010). Pesquisa Pecuária Municipal. Disponível em:

<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=73&z=t&o=3>.
Acesso em 2010.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE (2000)**. **Diretoria de Pesquisas, Departamento de População e Indicadores Sociais. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Disponível:** http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb/esgotamento_sanitario/esg_sanitario50.shtm

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE (2008)**. **Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Disponível em:** **Disponível:**http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE (2008a)**. **Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Disponível em:** <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1753&z=t&o=3>

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE**. Anuário estatístico setor de fertilizantes 2007, 2008, 2009. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2008, 2009, 2010; Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil 2007. Rio de Janeiro: IBGE, v. 19, 2007. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/fasciculo/>. Acesso em: set. 2008; Produção agrícola municipal 2008. In: IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp>>. Acesso em: maio 2010; Produção agrícola municipal 2009. In: IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp>>. Acesso em: fev. 2011.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE. 2000^o**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/tabelagrandes_regioes211.shtm

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE. 2007**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE. 2006. Manuais técnicos em geociências**. 1^a Ed. 1999. 2^a Ed. 2006. Disponível: biblioteca.ibge.gov.br/.../Manual%20Tecnico%20de%20Uso%20da%20Terra.pdf

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE. 2000**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Diretoria de Pesquisas. **Departamento de População e Indicadores Sociais. 2000**. Pesquisa nacional de saneamento básico 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pnsb.pdf>

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE 2012**. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=IU27&sv=86&t=acesso-a-esgotamento-sanitario-area-rural>.

BRASIL. **LEI Nº 11.326 DE 24 DE JULHO DE 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Disponível em: www.planalto.gov.br/...2006/2006/Lei/L11326.htm. Acesso em 10/2010.

BRASIL. **LEI Nº 11.445 DE 5 DE JANEIRO DE 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis n^{os} 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei n^o 6.528, de 11 de maio de 1978. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm.

BRASIL. LEI Nº 5.106 DE 2 DE SETEMBRO DE 1966. Dispõe sobre os incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/1950-1969/L5106.htm. 10/2010.

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. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm

BRASIL. LEI Nº 7.735 DE 22 DE FEVEREIRO DE 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7735.htm

BRASIL. LEI Nº 7.802 DE 11 DE JULHO DE 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7802.htm

BRASIL. LEI Nº 8.987 DE 13 DE FEVEREIRO DE 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8987cons.htm

BRASIL. LEI Nº 9.433 DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. INPE, 2008. Disponível em:

<http://www.cbers.inpe.br/>. LANDSAT_5_TM_03102008_221_079 e 080_BAND3; LANDSAT_5_TM_03102008_221_079 e 080_BAND4; LANDSAT_5_TM_03102008_221_079 e 080_BAND5; LANDSAT_5_TM_08092008_222_079 e 080_BAND3; LANDSAT_5_TM_08092008_222_079 e 080_BAND4; LANDSAT_5_TM_08092008_222_079 e 080_BAND5.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL – MIN. SECRETARIA DE DEFESA CIVIL. POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA CIVIL. BRASÍLIA, 2000. Disponível em: http://www.disaster-info.net/PED-Sudamerica/leyes/leyes/suramerica/brasil/sistemnac/Politica_Nacional_Defensa_Civil.pdf.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL. SEDEC. Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres. 5ª Edição. Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.defesacivil.gov.br/publicacoes/publicacoes/glossario.asp>.

BRASIL. **MINISTÉRIO DA SAÚDE**. Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada a qualidade da água par consumo humano. Ministério de Vigilância em Saúde. Brasília: 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de orientação para cadastramento das diversas formas de abastecimento de água para consumo humano**/Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília. Ministério da Saúde, 2007. 40p. (Série Normas e Manuais Técnicos). Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/manual_orientacao.pdf

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. **SINAN/DATASUS12**. Disponível em: <http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb> . Acesso em 06/2010.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 4 DE 04 DE MAIO DE 1994**. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res0494.html>.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. <http://www.mma.gov.br/port/conama/legipesq.cfm?tipo=3&numero=357&ano=&texto=>.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 420 DE 28 DE DEZEMBRO DE 2009. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620> acesso em 14/04/2010.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 518 DE 25 DE MARÇO DE 2004. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. CONAMA. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf

BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 107, DE 13 DE ABRIL DE 2010. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=14

BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 91 DE 5 DE NOVEMBRO DE 2008. Ministério Do Meio Ambiente. Conselho Nacional De Recursos Hídricos. http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=14

BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 396 de 03 de abril de 2008. O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA - "Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências." - Data

da legislação: 03/04/2008 - Publicação DOU nº 66, de, págs. 66-68.
Disponível em:
<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>.
http://www.abas.org/arquivos/res_conama396_enquadras.pdf.

UNITED STATES OF AMERICA. National Sanitation Foundation (NSF). National Sanitation Foundation Water Quality Index. Disponível em: http://bcn.boulder.co.us/basin/watershed/wqi_nsf.html. 2012.

CALCAGNO, ALBERTO. *Identificación de áreas para la ejecución de programas y acciones piloto y definición de terminos de referencia. Informe final. Preparación del proyecto para la protección ambiental y desarrollo sostenible del sistema acuífero Guaraní.* Argentina - Brasil - Paraguay - Uruguay. GEF – BIRF – OEA. Actividad 09.Marzo de 2001.

CAMARA, G. Representações computacionais do espaço geográfico. In: CASANOVA, M; CÂMARA, G, DAVIS, C.; VINHAS, L. QUEIROZ, G. R. **Bancos de Dados Geográficos.** São José dos Campos, INPE, 2005 Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/livros.php>.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.; D'ALGE, J.C. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos, INPE, 2001 (on-line, 2a. edição, revista e ampliada).

CÂMARA, G; DAVIS, C. Por que Geoprocessamento ? In: Gilberto Câmara, Clodoveu Davis e Antônio Miguel Vieira Monteiro. (Orgs.) **Introdução à Ciência da Geoinformação.** 2002. Cap. 1 <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>.

CÂMARA, G; MONTEIRO, A. M.; FUCKS, S. D.; CARVALHO, M. S.. **A análise espacial e geoprocessamento.** São José dos Campos, INPE (2002). Disponível em: http://inpe.academia.edu/GilbertoCamara/Papers/504442/Analise_espacial_e_geoprocessamento.

CAMPINS, H., HARGROVE, K.; PINILLA-ALONSO, N.; HOWELL, E. S.; KELLEY, M. S.; LICANDRO, J.; MOTHÉ-DINIZ, T.; FERNÁNDEZ, Y.; ZIFFER, J.. *Water ice and organics on the surface*

of the asteroid 24 Themis. Nature Physics 29 April 2010 Vol.: 464, 1320-1321 DOI: 10.1038/nature09029.

CAPRA, F.. ALFABETIZAÇÃO ECOLÓGICA: O DESAFIO PARA A EDUCAÇÃO DO SÉCULO 21. IN: TRIGUEIRO, A.. **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. RIO DE JANEIRO, ED. SEXTANTE, 2003:19-34.

CAPRA, F.. **O PONTO DE MUTAÇÃO: A CIÊNCIA, A SOCIEDADE E A CULTURA EMERGENTE**. EDIÇÃO 28. SÃO PAULO: CULTRIX, 1982.

CARVALHO, M. M. X. de.; NODARI, E. S.; NODARI, R. O.. **Avanço no Uso de Agrotóxicos e das Intoxicações Humanas em Santa Catarina** Rev. Bras. De Agroecologia/nov. 2009 Vol. 4 No. 2.

CARVALHO, M. M. X.; NODARI, E.. **Avanço no Uso de Agrotóxicos e das Intoxicações Humanas em Santa Catarina**. Rev. Bras. de Agroecologia/nov. 2009. Vol. 4 No. 2. VI Congresso Brasileiro de Agroecologia. II Congresso Latino-Americano de Agroecologia. Curitiba/PR de 5 a 14/11/2009. Disponível em: http://ufsc.academia.edu/EuniceNodari/Papers/312969/Increase_of_the_Pesticides_Utilization_and_of_the_Human_poisonness_in_Santa_Catarina_State

CARVALHO, V. C.; LINHARES, C. A. ; RIVERA-LOMBARDI, R. J.; GLERIANI, J. M.; GRAÇA, P. M. L. A.; OLIVEIRA, R. C.; AFFONSO, A. G.; SANTOS, J. R.. **Estado da arte nas aplicações de sensoriamento remoto para o estudo da vegetação: análise por blocos de países e linhas de pesquisa**. Anais X SBSR, Foz do Iguaçu, 21 a 26/04/2001. Disponível em: <http://mar.te.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.24.09.08/doc/1553.1562.307.pdf>

CASARINI, D. C. P.. **Rede de monitoramento de águas subterrâneas**. XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. DATA: 31 de agosto a 03 de setembro de 2010 - LOCAL: São Luís – MA

CASTRO, C. M. de; PEIXOTO, M. N.A de O.; RIO, G. A. P. do. **Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e**

Escalas. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. Vol. 28-2 / 2005 p. 11-30.

CERRI, L.E.S.; AMARAL, C.P. do Riscos geológicos.. In: Oliveira, A.M. dos S.; Brito, S.N.A. de. **Geologia de Engenharia.** São Paulo: ABGE. 1998. p. 301-310.

CHOLLEY, A. **Observações sobre alguns pontos de vista geográficos.** (II Parte) Boletim Geográfico, CNG/IBGE. Ano XXII. N 180: 267-276 (Mai.- Jun.), 1964.

CHRISTOFOLETTI, A. **Concepções geográficas na análise do sistema ambiental.** In: 2º Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio Ambiente, Florianópolis, Departamento de Geociências da UFSC, 1989 v. 3 p. 206-218.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** Edgard Blucher, 1980.

CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL – CONSEA. A Segurança Alimentar e Nutricional e o Direito Humano à Alimentação Adequada no Brasil Realização - Indicadores e Monitoramento - da Constituição de 1988 aos dias atuais. Brasília, novembro de 2010. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/consea/publicacoes/publiuacoes-arquivos/a-seguranca-alimentar-e-nutricional-e-o-direito-humano-a-alimentacao-adequada-no-brasil>.

CORDEIRO, Z. J. M. Cultivo da Banana para o Pólo Petrolina Juazeiro. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaJuazeiro/agrotoxicos.htm>. 2010.

CUELLAR, M. D. Z.; ALBUQUERQUE, P. C. G.; PENHA, T. L. B.; ALMEIDA, S. A. da S.. **Programa: Construindo nosso mapa municipal visto do espaço.** Anais XIV Simpósio de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril de 2009. INPE. P. 1993-1999.

D'ALGE, J. C. L. Cartografia para Geoprocessamento. In: Gilberto Câmara; Clodoveu Davis; Antônio Miguel Vieira Monteiro. (Org.). **Introdução à Ciência da Geoinformação:** INPE/DPI, 2002 Cap. 6. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap6-cartografia.pdf>

DE NARDIN, D.. ROBAINA, L. E. S.. **Zoneamento Geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul: Um Estudo em Bacias Hidrográficas em Processo de Arenização**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 22 (3): 487-502, dez. 2010 Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sn/v22n3/06.pdf>. 2010.

DEBERNARDI, L.; DE LUCA, D. A.; LASAGNA, M.. *Correlation between nitrate concentration in groundwater and parameters affecting aquifer intrinsic vulnerability*. Published online: 7 September 2007.

DIAS, J. E.; GÓES, M. H. B.; SILVA, J. X.; GOMES, O. V. O. **Geoprocessamento aplicado a análise ambiental: o caso do município de Volta Redonda-RJ**; In.: SILVA J. X.; ZAIDAN R. T. Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. Cap.4, p.143-177

DRAOUI, M.; VIAS, J.; ANDREO, B.; TARGUISTI, K.; STITOU EL MESSARI, J.. *A comparative study of four vulnerability mapping methods in a detritic aquifer under mediterranean climatic conditions*. Environ Geol (2008) 54: 455–463. DOI 10.1007/s00254-007-0850-3.

ESPÍNDOLA, C. J.. **As agroindústrias de carne do Sul do Brasil**. Tese de doutorado defendida junto ao programa de Pós-Graduação em Geografia Humana, da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo – USP. Orientador Dr. A. Mamigonian. São Paulo. 2002.

FAÍSCA, L. Empresa de perfuração de poços Água Azul. Água Azul Poços Artesianos. www.aguaazulpocos.com.br Rua Abraão Brandalise, 176 Videira - SC, 89560-000 (0xx)49 3566-2447 (Comunicação pessoal), 2009.

FERNANDES, A. J.. **Aqüíferos fraturados: uma revisão dos condicionantes geológicos e dos métodos de investigação**. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 29 (1/2), 49-72, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED (FAO) UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). *Terminology for integrated resources planning and management*. compiled and edited by

Keya Choudhury and Louisa J.M. Jansen
 Soil Resources, Management and Conservation Service
 FAO Land and Water Development Division
 FAO/UNEP 2012. Disponível em:
<http://www.fao.org/sd/eidirect/land/EPre0081.htm>
<http://www.fao.org/nr/land/use/en/>.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D; D'ELIA, M; PARIS, M..
Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais.
 Banco Mundial. Edição brasileira: Servmar – Serviços Técnicos Ambientais Ltda. São Paulo. 2006.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; VIDAL, A.; SCHMIDT. G.; GARDUÑO, H. A.
Iniciativa do Programa Sistema Aquífero Guarani – Rumo à Gestão Prática da Água Subterrânea em um Contexto Transfronteiriço. Lições da prática.
 Gestão Sustentável da Água Subterrânea Lições da Prática Novembro de 2009.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; VIDAL, A; SCHIMIDT, G.; GARDUÑO, H..
 Implicações hidrogeológicas na gestão do Sistema Aquífero Guarani. In: HIRATA, R.; ROCHA, G.; SINDICO, F. (Orgs.). **A gestão do Sistema Aquífero guarani: um exemplo de cooperação.**
 São Paulo. Instituto de Geociências – USP, Setembro de 2011.

FREITAS, M. A.; CAYE, B. R.; MACHADO, J. L. F.. PROESC:
Diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do Estado de Santa Catarina – Projeto Oeste de Santa Catarina.
 Porto Alegre: CPRM/SDM-SC/SDA-SC/EPAGRI. 2002.

FREITAS, M. A.; ECKERT, R. M.; CAYE, B. R.. **Captações de água subterrânea no oeste do estado de Santa Catarina.**
 Porto Alegre: CPRM/SDM/EPAGRI, 2001.

FRINHANI, E. M. D.; AZZOLINI, J. C.; NIENOV, F.. **Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas – Enfoque para a Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe.**
 2008. In: SCHEIBE, Luiz Fernando; TREVISOL, Joviles Vitorio (Orgs.). Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe: natureza e sociedade. Joaçaba: Ed. Unoesc, 2009. No prelo.

FRINHANI, E. M. D.; ONGHERO, L.. **Relatório de Pesquisa de Demanda Induzida. Parâmetros Físico-Químicos e microbiológico de poços tubulares de uso coletivo de Joaçaba, Luzerna e Herval D'Oeste.** Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão. Programa Institucional de Apoio à Pesquisa de Demanda Induzida PRO-IAPDI. Área das Ciências Exatas e da Terra – ACET. UNOESC. Joaçaba, SC, 2007.

FRITCH, T. G.; MCKNIGHT, C.L.; YELDERMAN, JR.; DWORKIN; ARNOLD, J.G.. *A predictive modeling approach to assessing the groundwater pollution susceptibility of the Paluxy Aquifer, Central Texas, using a Geographic Information System.* Cases and solutions. Environmental Geology 39 (9) July. Springer-Verlag (1999).

FRITZ, P. R.. **Geoprocessamento sem complicação.** SÃO PAULO. OFICINA DE TEXTOS, 2008.

GARCIA, B. R. Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos. In: LEFF, E. (Coord.) *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo.* Cidade do México, Ed. Siglo Veintiuno, p. 381-409. 2000.

GARCIA-AGUSTÍN, P; FLORS, V; CEREZO, M.; ROMERO, E.; LAPEÑA, L.. *Aquifer contamination by nitrogen after sewage sludge fertilization.* Bull. Environmental Contamination and Toxicology (2004) 72:344-351. Spring Cerlang New York Inc. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/7dtj32c7x93h295t/fulltext.pdf>

GATTARI, F.. **As três ecologias.** Tradução de Maria C. F. Bittencourt. Campinas, SP: Papirus, 1990.

GEORGE, H.; NACHTERGAELE, F.O. Land Use Data. *Review of the state of global land use data.* Disponível em: http://www.fao.org/ag/Agl/agll/landuse/docs/global_LU_ISPRS_final.doc.(2012)

GIBOSH, M. L. I.; LOMBARDI NETO, F.; RODRIGUES, L. H. A.. **CAP_USO: Uma Ferramenta para Auxiliar o Planejamento do Uso da Terra.** R. Bras. Ci. Solo, 26:203-209, 2002. Disponível em: <http://sbc.solos.ufv.br/solos/revistas/v26n1a21.pdf>

GOMIG, K.; LINDNER, E. A.; KOBAYAMA, M.. **Áreas de influência das estações pluviométricas na bacia rio do Peixe/SC pelo método de polígonos de Thiessen utilizando imagem de satélite e SIG.** Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21 – 26 de abril de 2007, INPE, p. 3373 – 3380.

GONZÁLEZ, L.. *La utilización Del enfoque geossistémico em l investigación geográfica del medio ambiente cubano.* La Habana, Ed. Academia, 24p. 1991.

GRABER, E. R.; LAOR, Y; RONEN, D. *Aquifer contamination by chlorinated-VOCs: the case of an urban metropolis megasite overlying the Coastal Plain aquifer in Israel.* Hydrogeology Journal DOI 10.1007/s10040-008-0366-2. 2008. Disponível em: <https://www.etcg.upc.edu/docencia/postgrau/mobilitat/vocs1.pdf>.

GRANDO, M. **Estudo comparativo das visões e das perspectivas das populações de Joaçaba e Herval do Oeste em relação à dos técnicos, a respeito do rio do Peixe.** Joaçaba: UNOESC, 2001. TCC. (Acervo Biblioteca Unoesc-Joaçaba).

GRIMM, A. M.. *Clima da região Sul do Brasil.* In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S.. **Tempo e clima no Brasil.** São Paulo. Oficina de Textos. 2009.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. **Geomorfologia Ambiental.** Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 2006.

GUIVANT, J.; MIRANDA, C. R. de. **Desafios para o desenvolvimento sustentável da suinocultura: uma abordagem multidisciplinar.** Chapecó: Argos, 2004.

HADLICH, G. M. **Poluição Hídrica na Bacia do Rio Coruja – Bonito (Braço do Norte, SC) e Suinocultura: Uma Perspectiva Sistêmica.** Tese de Doutorado, área de concentração Utilização e Conservação de Recursos Naturais, orientador Dr. Luiz Fernando Scheibe, Florianópolis, SC. 2004.

HADLICH, G. M. SCHEIBE, L. F.. **Condições socioeconômicas e ambientais em área rural de intensa produção suinícola: um exemplo no Sul do Brasil.** Revista REGA. Curitiba. 14, p. 111-127. Editora UFPR, 2007.

HIGHLAND, L. M.; BOBROWSKY, P.. **O Manual de Deslizamento – Um Guia para a Compreensão de Deslizamentos**. Contribuição e tradução: Paulo R. Rogério e Juarês José Aumond. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia: 2008. Disponível em: www.mp.mg.gov.br/portal/public/interno/arquivo/id/5386

HIRATA, R.. Recursos hídricos. In: TEIXEIRA, V. (Org.) **Decifrando a Terra**. Sao Paulo: Oficina de Textos, 2008: 422:444.

HIRATA, R.; BASTOS, C.; ROCHA, G.. **Mapa de vulnerabilidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. Instituto Geológico, Companhia de Saneamento Ambiental, Departamento de Águas e Energia Elétrica. São Paulo. 2 vol. 1997.http://www.nepo.unicamp.br/textos/publicacoes/textos_nepo/textos_nepo_57.pdf

IRITANI, M. A.; EZAKI, S.. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. São Paulo - Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SMA, 2008. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/uploads/arquivos/cadernos/aguassubterraneas.pdf>

IRITANI, M. A.; ODA, G. H.; EZAKI, S.; VARNIER, C. L.. **Delimitação de área de proteção das águas subterrâneas no município de Capivari (SP)**. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 30 (1/2), 1-18, 2009.

KARMANN, I.. Ciclo da água. Água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, V. (Org.) **Decifrando a Terra**. Sao Paulo: Oficina de Textos, 2008: 113: 138.

KATZ, B.G.; MCBRIDE, W.S.; HUNT, A.G.; CRANDALL, C.A.; METZ, P.A.; EBERTS, S.M.; BERNDT, M.P.. *Case Study. Vulnerability of a Public Supply Well in a Karstic Aquifer to Contamination*. Vol. 47, No. 3—GROUND WATER—May–June 2009: 438–452. Disponível em oh.water.usgs.gov/.../Katz_GAFL_CaseStudy.pdf

KLEIN, R. M.. **Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. Superintendência do Desenvolvimento da Região Sul – SUDESUL**.

Fundação de Amparo à Tecnologia e ao meio Ambiente – FATMA. Herbário Barbosa Rodrigues. Itajaí, Santa Catarina, Brasil, 1978.

KOBIYAMA, Masato ; GRISON, Fernando ; MOTA, A. de A. ; ROCHA, H. L. ; CHAFFE, Pedro Luiz Borges . Curso de capacitação em hidrologia e hidrometria para conservação de mananciais. 2009. .

KUX, H, J, H.; PINHEIRO, E. S. **Dados do satélite QUICKBIRD para o mapeamento do uso e cobertura da terra numa seção da Mata Atlântica no Estado do Rio Grande do Sul.** Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 de abril de 2005, INPE. P4509-4516. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.18.13.36/doc/4509.pdf>

LAVINA, R.. Indígenas de Santa Catarina: história de povos invisíveis. IN BRANCHER, A. (Org.) **História de Santa Catarina: estudos contemporâneos.** Ed. Letras Contemporâneas. Florianópolis, 1999.

LEAL, O.. **Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana do Recife.** SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA GESTÃO TERRITORIAL DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE. PROJETO SINGRE. SÉRIE RECURSOS HÍDRICOS. Volume 2. República Federativa do Brasil. Ministério de Minas e Energia. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Superintendência Regional de Recife. Recife, 1994

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. do.. **Geologia geral.** 14 ed. São Paulo. Companhia Editora nacional, 2003.

LEITE, M. A. de S.; LEÃO, R. **Diagnóstico e caracterização da sub-bacia do Rio dos Queimados. Concórdia:** Consórcio Lambari: Comitê do Rio Jacutinga e Contíguos, 2009.

LINDNER, E. A.. **Estudo de Eventos Hidrológicos Extremos na Bacia Rio Do Peixe – SC, com aplicação de índice de umidades desenvolvido a partir do Tank Model.** Orientador Masato Kobiyama, Florianópolis, 2007. Disponível em: http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/Tese_Elfride_2007.pdf

LINDNER, E. A.; GOMIG, K.; KOBIYAMA, M.. **Sensoriamento remoto aplicado à caracterização morfométrica e classificação do**

uso do solo na Bacia Rio do Peixe/SC. IN: Anais DO XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, FLORIANÓPOLIS, BRASIL, 21-26 ABRIL 2007, INPE, p. 3405-3412. DISPONÍVEL EM : MARTE.DPI.INPE.BR/COL/DPI.INPE.BR/SBSR@80/2006/11.15.18.13.46/DOC/3405-3412.PDF. ACESSO EM 21/09/2008

LOCH, C.. **A interpretação de imagens aéreas.** FLORIANÓPOLIS, SC. EDITORA DA UFSC. 2008.

LOPES, A. R. B. C.; HENNING, L. A.; BARARDI, T. S. G., SCHEIBE, L. F.. **Recursos hídricos superficiais e subterrâneos e o uso da terra no município de Videira, SC.** XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. DATA: 31 de agosto a 03 de setembro de 2010 - LOCAL: São Luís – MA.

LOPES, A. R. B. C.; SCHEIBE, L. F.. **Formação histórica e recursos hídricos no município de Videira/SC.** Simpósio Internacional de História Ambiental e Migrações, Florianópolis, na Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, de 13 a 15 de setembro de 2010.

LUBOWSKI, R. N.; VESTERBY, M.; BUCHOLTZ, S.; BAEZ, A.; ROBERTS, M. J.. **MAJOR Uses of Land in the United States.** How the Land Is Used. Major Uses of Land in the United States, 2002/EIB-14. Economic Research Service/USDA. Disponível em: <http://www.ers.usda.gov/publications/EIB14/eib14a.pdf>

MACHADO, J. L. F.. **Águas subterrâneas e poços. Uma jornada através dos tempos.** Porto Alegre. Edições/Suliani, Letra& Vida, 2008.

MAGALHAES JUNIOR, A. P.. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

MANOEL FILHO. **Água subterrânea: histórico e importância.** IN: FEITOSA, F. A.C.; MANOEL FILHO, J. (Cord.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações.** 2 edição. Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID-UFPE, 2000.

MARABINI, L.; FRIGERIO, S.; CHIESAR, E.; MAFFEI, F.; FORTI, G. C.; HRELIA, P.; BUSCHINI, A; MARTINO, A; POLI, P.; ROSSI, C.; RADICE, S.. **In vitro cytotoxicity and genotoxicity of chlorinated drinking waters sampled along the distribution system of two**

municipal networks Mutation Research 634 (2007) 1–13. Available online at www.sciencedirect.com. Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis. 2007.

MARCHESAN, J. A. **A Questão ambiental na produção agrícola: um estudo sócio-histórico-cultural no município de Concórdia (SC).** Ijuí. RS. Ed. Unijuí, 2003. 232p.

MARQUES, J.S.. **Ciência geomorfológica.** In GUERRA, A. J.T. E CUNHA, S. B. (org) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 3 ed.: 23.-50. 1998.

MARTINI, L. C. P.; LANNA, A. E.. **Medidas Compensatórias Aplicáveis à Questão da Poluição Hídrica de Origem Agrícola.** RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 8 n.1 Jan/Mar 2003, 111–136.

MARTINS, P. R. **Trajetórias tecnológicas e meio ambiente: a indústria de groquímicos/transgênicos no Brasil.** Campinas, SP, 2000. In: www.sociologos.org.br/teses/paulo/apendice6.doc

MATTA, M. A. DA S.; BANDEIRA Í. C. N.; CAVALCANTE. I. N.; JOYCE BRABO DO PRADO; CRAVEIRO, G. S.; RODRIGUES, R. C. S.. **Vulnerabilidade e risco de contaminação do sistema aquífero superior da região de Barcaena/PA.** *XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.* São Paulo. 2007.

MEDEIROS, J.S. ; CÂMARA, G. Geoprocessamento para projetos ambientais. In: CÂMARA, G; DAVIS, C. e MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em 2008.

MENEZES, R. M. de. **A gestão municipal dos recursos hídricos: os desafios do gerenciamento participativo dos comitês de bacia hidrográfica.** Caxias do Sul: UCS, 2006. Dissertação. (Acervo Biblioteca Unoesc-Joaçaba).

MESTRINHO, S. S. P.. **Classificação, Enquadramento e Monitoramento de Águas Subterrâneas**”. Superintendência de Apoio à Gestão de Recursos Hídricos – SAG. Gerência de Capacitação – Gecap. “Brasília-DF, 26 a 30 de setembro de 2011. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ANA.

MESTRINHO, S. S. P.. **Estudo para o planejamento integrado do uso e da conservação dos recursos hídricos da Bacia do Rio Itapicuru, BA.** Projeto de pesquisa para apoio ao desenvolvimento de tecnologia agropecuária para o Brasil. PRODETAB 055/01-01. 2008.

MILANI; ZAIÂN. Seção geológica esquemática NW-SE da Bacia do Paraná 1998. IN PETERSOHN, E. **Bacia do Paraná. Geologia e esforço exploratório.** Workshop. Bacia do Paraná. Superintendência de Definição de Blocos. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <http://dc102.4shared.com/doc/tZ1UjxMW/preview.html>.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: **Embrapa** Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpn.embrapa.br>>. Acesso em: 10 abr. 2009.

MIURA, N. M.. **Um dia propício para discutir novo modelo de gestão de recursos hídricos.** 2011. http://www.ambiente.sp.gov.br/destaque/dia_agua.htm

MONARCA, S.; ZANIB, C.; RICHARDSON, S. D.; THRUSTON JR, A. D.; MORETTI, M.; FERETTI, D.; VILLARINIA, M.. Water Research 38 (2004) 3809–3819. **A new approach to evaluating the toxicity and genotoxicity of disinfected drinking water.** Disponível em: www.elsevier.com/locate/watres

MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistemas: a história de uma procura.** São Paulo. Contexto, 2000.

MONTEIRO, C. A. de F. **Os Geossistemas como elemento de integração na síntese geográfica e fator de promoção interdisciplinar na compreensão do ambiente.** (Aula inaugural do Curso de Doutorado interdisciplinar em Ciências Humanas – Sociedade e Meio Ambiente, em 08/03/1995 – CFH/UFSC). Revista Ciências Humanas 14 (19) 67:101. 1996.

MONTEIRO. C. A. F. (Org.) **Atlas geográfico de Santa Catarina.** Departamento Estadual de Geografia e Cartografia. 1959. IBGE. Conselho Nacional de Geografia. Florianópolis, SC.

MONTEIRO. M. A.. **Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que**

atuam durante o ano. In: Geosul, Florianópolis, V.16, n. 31, p. 69 – 78. Jan./Jun.. 2001.

MORAES, D. S. de L.; JORDÃO, B. Q.. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana.** Rev Saúde Pública 2002;36(3):370-4. Disponível em: <http://www.scielo.org/pdf/rsp/v36n3/10502.pdf>.

MORIN, E.. **Ciência com consciência.** Tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. Ed. revista e modificada pelo autor - 8ª ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 350p.

MORIN, E.. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya ; revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. – 2. ed. – São Paulo : Cortez ; Brasília, DF : UNESCO, 2000.

NACKE, A.. Os Kaingang: passado e presente. In: NACKE, A.; RENK, A.; PIOVEZANA, L.; BLOEMER, N. M. S.. **Os Kaingang no Oeste Catarinense: Tradição e atualidade.** Chapecó, SC Ed. Argos, 2007.

NACKE, A.; BLOEMER, N. M. S.. Aspectos socioeconômicos dos Kaingang no oeste catarinense. In: NACKE, A.; RENK, A.; PIOVEZANA, L.; BLOEMER, N. M. S.. **Os Kaingang no Oeste Catarinense: Tradição e atualidade.** Chapecó, SC Ed. Argos, 2007: 89-100.

NACKE, A.; RENK, A.; PIOVEZANA, L.; BLOEMER, N. M. S.. **Os Kaingang no Oeste Catarinense: Tradição e atualidade.** Chapecó, SC Ed. Argos, 2007.

NANCY A. Renfroe; Joseph L. Smith. *Threat/Vulnerability Assessments and Risk Analysis.* Applied Research Associates, Inc. Last updated: 10-19-2011 <http://www.wbdg.org/resources/riskanalysis.php>

NANNI, A. S. **O Flúor em águas do Sistema Aquífero Serra Geral no Rio Grande do Sul: origem e condicionamento geológico.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre, RS. Brasil, 2008.

NANNI, A. S.; FREITAS, M. A.; TEDESCO, M. A.; BINOTTO, R. B.. **Vulnerabilidade natural e risco de contaminação do aquífero Serra Geral pela suinocultura na região das missões - RS.** In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa, 2005.

NASS, D. P. **O conceito de poluição.** Revista Eletrônica de Ciências. Número 13. Novembro de 2002. Disponível em: http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_13/poluicao.html. Acesso em: 11 de agosto de 2010.

NEWMAN, J. L. **A utilização do termo hipótese na Geografia.** Rio de Janeiro: Boletim Geográfico, v. 34, n. 251, p. 82-89, out/dez de 1976.

NOGUEIRA, R. E.. **Cartografia – Representação, comunicação, e visualização de dados espaciais.** Editora da UFSC. Florianópolis, 2008.

NOVO, E. M. L. M.. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** São Paulo. Editora Blucher, 2008.

PAEZ, G.. *Evaluación de La vulnerabilidad a La contaminación de las águas subterráneas em El Valle Del Cauca.* Informe Ejecutivo Corpo Regional Del Valle Del Cauca. Cauca, Colombia. 1999. Disponível em: http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/148_libro.pdf

PALHARES, J. C. P.. **Qualidade da Água para Suínos e Aves. Água com Qualidade, significa produção e produtos com qualidade.** EMBRAPA. Suínos e aves. Ministério Da Agricultura e Abastecimento. Governo Federal. Dez. de 2005.

PALHARES, J. C. P.; CALIJURI, M. do C.. **Caracterização dos afluentes e efluentes suinícolas em sistemas de crescimento/terminação e qualificação de seu impacto ambiental.** Ciência Rural 37 no2 502-9 Mr/Ap 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782007000200032.

PANIZZI, M; SANTOS, P. P. JUNCKES, T. A. V.; BOTELHO, E. M.; ROSA, M. C.. Santa Catarina. Secretaria de Estado da Saúde. Diretoria de Vigilância Epidemiológica Gerência de Atenção Básica. **Relatório: Destino de Esgoto por Municípios e Regionais de Saúde, Segundo**

SIAB - Sistema de Informação da Atenção Básica e Casan- Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. SANTA CATARINA, 2005. Florianópolis, 2006. Disponível em: www.saude.sc.gov.br/.../Relatório%20Destino%20Esgoto%20SIAB%20.doc.

PARK, J. H.; KANG, K. S.; LEE, Y. S.. *Mutagenicity of water samples from five cities in Korea*. 2001.

PASQUAL, Nelson. Granja São Roque. Linha São Roque, município de Videira, Cx. Postal 314. pasqual@gsaoroque.com.br. (Comunicação pessoal). 2009.

PEDUZZI, F.. The disaster risk index: overview of a quantitative approach. 2006: 171-181. In: JÖRN BIRKMAN. *Measuring Vulnerability to natural hazards*. Edited (2006). Disponível em: http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ICzUxp-BiSEC&oi=fnd&pg=PA171&dq=peduzzi+2005+vulnerability&ots=bl4ssZ14_K&sig=dlsJMq9nH2KvAyh9jY-6bSZwws#v=onepage&q=peduzzi%202005%20vulnerability&f=false

PELISER, D. ; BENTO, A. P. ; SEZERINO, P. H.; SCARATI, Dirceu . **Avaliação do Tratamento nas Lagoas de Estabilização de Esgoto Doméstico do Município de Herval D Oeste / SC ao Longo de 14 Meses.** In: I Congresso de Iniciação Científica e Pós-Graduação do Sul do Brasil, 2011, Florianópolis. Anais do I CICPG - Sul Brasil. Florianópolis : UDESC, 2010. Disponível em: http://cicpg2010.udesc.br/index.php?option=com_content&view=article&id=84:exatas&catid=36

PELLERIN, J. R. G. M.; VILELA, J. H. **Relatório de vistoria geológica-geomorfológica: município de Coronel Freitas/SC.** Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED UFSC. Coordenador do Projeto: Prof. Antônio Edésio Jungles. Agosto, 2011.

PEREIRA JUNIOR, E. R.; SILVA, J. X.; GÓES, M. H. B.; OLIVEIRA, W. J. Geoprocessamento aplicado a fiscalização de áreas de proteção legal: o caso do município de Linhares-ES; In: SILVA J. X.; ZAIDAN R. T. **Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. Cap.3, p.115-141.

PEREIRA, R. O.; POSTIGO, C.; ALDA, M. L. ; LUIZ ANTONIO DANIEL, L. A.; BARCELÓ, D. **Removal of estrogens through water disinfection processes and formation of by-products**. Chemosphere journal homepage: www.elsevier.com/locate/chemosphere. Chemosphere 82 (2011) 789–799. 2011.

PHILIPPI, L. S.. **SANEAMENTO AMBIENTAL: Concepção, histórico, contextualização, responsabilidades, titularidade, políticas e perspectivas futuras**. Auditório da UNOESC, Campus Videira/SC, 28 de março de 2007. Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado. Depto de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina.

PINHEIRO, A.; KOSUTH, P., CERNESSON, F.. **Desenvolvimento de um Indicador de Risco de Contaminação das Águas Superficiais por Pesticidas: Aplicação a Bacia do Itajaí — Brasil**. RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 14 n.1 Jan/Mar 2009, 5-14.

PINTO, N. L S águas subterrâneas. In: PINTO, N. L S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S.. **Hidrogeologia básica**. São Paulo. Editora Blucher, 1976: 67:91.

PINTO, N. L S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S.. **Hidrogeologia básica**. São Paulo. Editora Blucher, 1976.

PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T. Medições de vazão. In: PINTO, N. L S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S.. **Hidrogeologia básica**. São Paulo. Editora Blucher, 1976:182:204.

PINTO, S. A. F. **Sensoriamento remoto e integração de dados aplicados no estudo da erosão dos solos: contribuição metodológica**. São José dos Campos - SP, 134 p. Tese de doutorado. INPE. 1991.

PORTELA FILHO, C. V.; FERREIRA, F. J. F.; ERNANI; ROSA FILHO, F. da; ROSTIROLLA, S. P.. **Compartimentação Magnética-Estrutural do Sistema Aquífero Serra Geral e sua Conectividade com o Sistema Aquífero Guarani Na Região Central do Arco de Ponta Grossa (Bacia do Paraná)**. Revista Brasileira de Geociências. 35(3):369-381, setembro de 2005. Disponível em: <http://www.geologia.ufpr.br/geofisica/periodicos/caompartimentacaopor tela.pdf>

PORTELA FILHO, C. V.; FERREIRA, F. J. F.; ROSA FILHO, E. F.; BUCHMANN, A. C.; ROSTIROLLA, S. P., 2002. **Estudo preliminar da conexão entre os Aquíferos Serra Geral e Guarani com base em dados aeromagnetométricos e hidroquímicos.** In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 12. Florianópolis

RAIMUNDO, M. G.. **Estudo do processo de criação de uma unidade de conservação no vale do rio do Peixe, SC.** Blumenau: FURB, 2003. Dissertação. (Acervo Biblioteca Unoesc-Joaçaba).

REISDORFER, J. C.. **A atividade da suinocultura na bacia hidrográfica do Rio do Peixe e o dano ambiental: aspectos jurídicos e sociais.** Joaçaba: UNOESC, 2005. Monografia de Pós-Graduação. (Acervo Biblioteca Unoesc-Joaçaba).

RENK, A.. Território e alteridade: construções sociais do oeste catarinense. In: NACKE, A.; RENK, A.; PIOVEZANA, L.; BLOEMER, N. M. S.. **Os Kaingang no Oeste Catarinense: Tradição e atualidade.** Chapecó, SC Ed. Argos, 2007: 15-32.

RIBEIRO, L. F. T.. **Vulnerabilidade de aquíferos conceitos, métodos e práticas.** LISBOA, 2004.

RICHARDSON, S. D.; THRUSTON, JR.A. D.; KRASNER, S. W. ; WEINBERG, H. S.; MILTNER, R. J.; SCHENCK, K. M.; NAROTSKY, M; G.; MCKAGUE, A. B.; SIMMONS, J. E.. ***Integrated Disinfection By-Products Mixtures Research: Comprehensive Characterization of Water Concentrates Prepared from Chlorinated and Ozonated/Postchlorinated Drinking Water Chemical Characterization Of Dbp Mixtures.*** Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A, 71: 1165–1186, 2008. ISSN: 1528-7394 print / 1087-2620 online Disponível em: <http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t713667303>

RIO GRANDE DO SUL. Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul. FEPAM. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/iqagua.asp>. 2011.

RIVKIN, A. S.; EMERY, J. P.. ***Detection of ice and organics on an asteroidal surface.*** Nature Physics 29 April 2010 Vol.: 464, 1322-1323 DOI: 10.1038/nature09028

RODRIGUES, C.. **A Teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais.** Revista do departamento de geografia nº 14,69 a 77. 2001. Disponível em <http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/hemeroteca/rdg14/rdg14> cesso em 11/08/05.

RODRIGUES, J. E.; CHIANG LIU, C. **A geometria da iluminação solar e sua influência na observação de estruturas geológicas em imagens orbitais.** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal/RN. V. 2 294 – 303. 1988.

ROMENA e SILVA, P. A.; AZEVEDO, F. Z. de; ALVAREZ, E. J. S.; LEIS, W. M. S. V.. **Água, quem vice sem?.** 2 edição. Material de referência FCTH CT-Hidro. Projeto difusão Tecnológica em Recursos Hídricos (ANA, CNPq/SNRH). São Paulo, 2003.

SACCO, F. G.. **Configurações Atmosféricas em Eventos de Estiagem de 2001 a 2006 na Mesorregião Oeste Catarinense.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina. Orientadora: prof. Dra. Magaly Mendonça. Florianópolis, 2010.

SAINT-HILAIRE, A.. **Viagem a Comarca de Curitiba.** Tradução de Carlos da Costa Pereira. Companhia Editora Nacional. São Paulo, 1964. Do original francês *Voyage dans les provinces de Saint-Paul et de Sainte-Catherine.* Capítulos XIV a XXII. Brasiliana. Volume 315. Publicado por Arthur Bertrand. Libraire- Éditeur Paris. 1820. Disponível em: <http://www.brasiliana.com.br/obras/viagem-a-comarca-de-curitiba/pagina/6/texto>.

SAMAKE, M.; Tang; Z. H.; Win; M'Bue, Innocent; Kasereka, Kanyamanda. ***Assessment of Groundwater Pollution Potential of the Datong Basin, Northern China.*** Journal of Sustainable Development. Laboratory of Biogeology and Environmental Geology of Ministry of Education, School of Environmental. Sciences, China University of Geosciences (CUG), Wuhan 388 Lumo Road, Hubei 430074, China. Journal of Sustainable Development. Vol. 3, No. 2; June 2010. Disponível em: www.ccsenet.org/jsd.

SAMANT, S. ***Reflections on Water: Architectural Manifestations in the Historic and Cultural Quarter along Lake Pichola in Udaipur***

Journal of Sustainable Development. ol. 3, No. 2; June 2010. Disponível em: csetnet.org/journal/index.php/jsd/.../6318

SAMPAIO, E.. **Avaliação da Aptidão das Terras - Método Recomendado pela Fao**. Departamento de Geociências Universidade de Évora. Portugal. 2007. Disponível em: <http://home.dgeo.uevora.pt/~ems/files/Anexo%20B-02.pdf>

SANTA CATARIA. SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **SDS**. Panorama dos Recursos Hídricos de Santa Catarina. Florianópolis/SC, 2007.

SANTA CATARIA. SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO RURAL E DA AGRICULTURA – **SDA**. Secretaria de Recursos Hídricos – SRH/MMA. Bacias hidrográficas do Estado de SC diagnóstico geral. Florianópolis, 1997. 163p. **SEPLAN/SC**.

SANTA CATARINA. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **CASAN**, Abastecimento de água. Disponível em <http://www.casan.com.br>, acesso em 2010.

SANTA CATARINA. COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO. **CASAN**, Abastecimento de água. Disponível em <http://www.casan.com.br>, acesso em 05/10/2008.

SANTA CATARINA. COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO. **CASAN**, Abastecimento de água. Disponível em www.casan.gov.br. <http://www.casan.com.br/index.php?sys=224> acesso em 25/05/09.

SANTA CATARINA. COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO. **CASAN**, Abastecimento de água. Disponível em <http://www.casan.com.br>, acesso em 05/10/2007.

SANTA CATARINA. COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO. **CASAN**, Abastecimento de água. Disponível em <http://www.casan.com.br>, acesso em 2009.

SANTA CATARINA. **DECRETO ESTADUAL Nº 14.250 de 05 de junho de 1981**. CAPÍTULO II. Da Proteção das Águas, do Solo, da Atmosfera e do Controle Sonoro Seção I Da Proteção das Águas Subseção I Da Classificação e Utilização dos Corpos de Água.

http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=497&idMenuPai=496.

SANTA CATARINA. **DECRETO ESTADUAL Nº 2.648, de 16 de fevereiro de 1998.** Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO, criado pela Lei nº 9.748, de 30 de novembro de 1994.

http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=500&idMenuPai=496.

SANTA CATARINA. **DECRETO ESTADUAL No 2.772 de 9 de agosto de 2001.** Cria o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe – Comitê Rio do Peixe. Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=282&idMenuPai=274.

SANTA CATARINA. **DECRETO ESTADUAL Nº 4.778 de 11 de outubro de 2006.** Regulamenta a outorga de direito de uso de recursos hídricos, de domínio do Estado, de que trata a Lei Estadual nº 9.748, de 30 de novembro de 1994, e dá outras providências. http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=499&idMenuPai=496.

SANTA CATARINA. **DECRETO ESTADUAL Nº 4.871 de 17 de novembro de 2006.** Aprova a Tabela de Emolumentos para Análise e Expedição da Outorga de Direito de Uso da Água da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável – **SDS** e estabelece outras providências. Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=519&idMenuPai=496.

SANTA CATARINA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **EMBRAPA.** Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Solos do Estado de Santa Catarina. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 1 CD-ROM.; mapa color. - (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 46).

SANTA CATARINA. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S.A. **EPAGRI/CIRAM.** Estação: Concórdia - SC (automática) Estação:

Campos Novos - SC (automática) Fonte: Epagri/Ciram. Estação: Joaçaba - SC (automática) Fonte: Epagri/Ciram/Inmet. Estação: Caçador – SC. Fonte: Epagri/ Ciram. Estação Videira – SC. Fonte: Epagri/Ciram. Estação: Campos Novos – SC. Fonte: Epagri/Ciram/Inmet. Florianópolis, 2010.
<http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>

SANTA CATARINA. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S.A. **EPAGRI/CEPA**. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina de 2008 - 2009. Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola - **Epagri/Cepa**. Florianópolis, 2010. Disponível em: http://cepa.epagri.sc.gov.br/aspectos/menu_sc.htm

SANTA CATARINA. FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **FATMA**. Desenvolvimento sustentável com ações de controle ambiental e de monitoramento dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Chapecó e do Peixe. Programa ambiental de qualidade da águas doce –Setembro de 2003.

SANTA CATARINA. FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **FATMA**. Relatório da Campanha de avaliação da qualidade das águas do Rio do Peixe – julho /1985. Florianópolis, 1986. 98p. tip. FL (9427/01). http://www.fatma.sc.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=71&Itemid=150.

SANTA CATARINA. FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. **FATMA**. Sistema de Informações Ambientais. **SinFAT**. Licenciamento por atividades. Captação de água em poços tubulares profundos. 2010. Disponível em: HTTP://Inf001.fatma.sc.gov.br:7777/sinfat/analise/referencia.jsp?pesquisou=S&cod_unidad...08/11/2010.

SANTA CATARINA. INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA. **Avaliação do valor bruto da produção agropecuária nas microrregiões geográficas de Santa Catarina: 2000-2001**. Florianópolis, 2002. Disponível em: <http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/VBP.pdf>

SANTA CATARINA. **LEI ESTADUAL Nº 10.949** de 09 de novembro de 1998. Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=266&idMenuPai=235

SANTA CATARINA. **LEI ESTADUAL Nº 15.249 de 03 de agosto de 2010**. Altera dispositivos da Lei nº 9.022, de 1993, que dispõe sobre a instituição, estruturação e organização do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

SANTA CATARINA. **LEI ESTADUAL Nº 6.739 de 16 de dezembro de 1985**. Cria o Conselho Estadual de Recursos Hídricos. http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=257&idMenuPai=235.

SANTA CATARINA. **LEI ESTADUAL Nº 9.022 de 06 de maio de 1993**. Dispõe sobre a instituição, estruturação e organização do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=247&idMenuPai=235.

SANTA CATARINA. **LEI ESTADUAL Nº 9.748 de 30 de novembro de 1994**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.

SANTA CATARINA. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Sistema de Informação de Vigilância da Água para Consumo Humano. **SISAGUA**. Relatório Gerencial Anual de Vigilância por Município. Florianópolis, SC. 2010.

SANTA CATARINA. **RESOLUÇÃO CONSEMA N.º 001/2006**. Conselho Estadual do Meio Ambiente - Anexo I – Listagem das Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental e Respectivos Estudos. Disponível em: www.sds.sc.gov.br/index.php?option=com_docman.

SANTA CATARINA. **SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO DESENVOLVIMENTO RURAL**. Programa Santa Catarina Rural / Microbacias 3. Programa Estadual de Competitividade da Agricultura Familiar. Avaliação Ambiental. Florianópolis, Janeiro 2010.

SANTA CATARINA. SECRETARIA DE ESTADO DE COORDENAÇÃO GERAL E PLANEJAMENTO – **SEPLAN/SC**. Atlas de Santa Catarina 1986 e Fundação IBGE. Departamento Regional de Geociências em Santa Catarina, 1989.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável – **SDS**. Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=238&idMenuPai=235. 2012.

SANTA CATARINA. SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE. **SDM**. Bacias Hidrográficas de Santa Catarina: Diagnóstico Geral. Florianópolis, 1997. 163p.

SANTA CRUZ, J. N. *O sistema aquífero guaraní. el conocimiento hidrogeológico para su uso sostenible*. Instituto Nacional del Agua. Subsecretaria de Recursos Hídricos de la Nación. Revista Ciencia Hoy em línea. volume 19. n. 112. agosto-septiembre/2009.

SANTA CRUZ. J. N. (Coord.) **Aquífero Guarani. Síntese hidrogeológica do sistema aquífero Guarani**. Series Manuais e Documentos Técnicos do Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani. 2009 b.

SANZIO, R.. **A África, a educação brasileira e a geografia. Educação anti-racista: caminhos abertos pela lei Federal n 10.639/03**. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade – Brasília: Ministério da Educação, 2005. Disponível em: <http://www.slideshare.net/literatoliberato/educacao-anti-racista-caminhos-abertos-pela-lei-10639-03>.

SÃO PAULO. CETESB. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/02.pdf>. e <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/108-indices-de-qualidade-das-aguas>. **2012.**

SÃO PAULO. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **DAEE Cetesb avalia a água subterrânea**. (2011). Disponível em:

<http://www.abas.org/abasinforma/148/paginas/05.htm> e
file:///F:/noticias/004/04/29_agua_sub.htm[04/02/2011 00:36:2 e
http://www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/004/04/29_agua_sub.pdf

SÃO PAULO. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **CETESB**. 2007. Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo. Período de 2004-2006. São Paulo: CETESB, 199 p. (Série Relatórios / Secretaria de Estado do Meio Ambiente).

SCHEIBE, L. F.. (COORD.) **Projeto REDE GUARANI/SERRA GERAL**, apresentado pela FUNJAB (Fundação José Arthur Boiteux/UFSC) à FAPESC (Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina) dez/2006, inédito (46 p.). 2006. www.rgsg.org.br

SCHEIBE, L. F.. Geologia de Santa Catarina. **Geosul, Nº 1. Ano I. 1º Semestre de 1986**. Revista do Departamento de Geociências – CFH/UFSC. Editora da UFSC, Florianópolis, SC. **07-38**.

SCHEIBE, L. F.; BUSS, M. D.; FURTADO, S. M. A. (Orgs.). **Atlas Ambiental da Bacia do Rio Araranguá/SC**. 1. Ed. Florianópolis: Cidade Futura, 2010. v. 1. 64 p.

SCHEIBE, L. F.; FURTADO, S. M. de A.. Proposta de alinhamentos estruturais para um esboço geotectônico de Santa Catarina. In: **GEOSUL, Nº 8. Ano IV**. Revista do Departamento de Geociências. Editora UFSC. Florianópolis, SC. 2º semestre de 1989.

SCHEIBE, L. F.; HIRATA, R.. **O contexto tectônico dos sistemas aquíferos Guarani e Serra Geral em Santa Catarina: uma revisão**. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2008, Natal. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2008. v. 1. p. PAP0183-PAP1200.

SCHEIBE, L. F.; HIRATA, R.. O Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral (SAIG/SG) em Santa Catarina e os recursos hídricos da Bacia do Rio do Peixe. In: TREVISOL, J. V.; SCHEIBE, L. F..(Orgs.). **Bacia hidrográfica do Rio do Peixe: natureza e sociedade**. Joaçaba: Unoesc, 2011: 55-82.

SCHEIBE, L.F. **A Geologia de Santa Catarina: Sinopse Provisória**. GEOSUL 1 (1), p. 07-38, 1986.)

SCHRÖR, Maria Justina Comelli. Casan. Chefe da Agência Regional de Videira. Rua Veneriano dos Passos, 430, Cx Postal, 53. Videira/SC. justina@casan.com.br (Comunicação pessoal) 2009.

SEIFFERT, N. F.; PERDOMO, C. C.. **Aptidão de solos da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe para aporte de fertilizantes orgânicos.** CT/230/EMBRAPA Suínos e Aves, Outubro/1998:1-5. http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/cot230.pdf e <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/comtec/cot230.pdf>

SEZERINO, P. H.. **Tecnologias de tratamento de esgotos aplicáveis à realidade catarinense.** II FÓRUM DO COMITE RIO DO PEIXE: Tema: Esgotamento Sanitário. Auditório da UNOESC, Campus Videira/SC, 28 de março de 2007

SHIKLOMANOV, I. A. *World water resources a new appraisal and assessment for the 21st century.* Published in 1998 by the United Nations. Educational, Scientific and Cultural Organization 7 Place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SF. 1998. <http://www.ce.utexas.edu/prof/mckinney/ce385d/Papers/Shiklomanov.pdf>.

SILVA, A. J. P.; LOPES, R. C.; VASCONCELOS, A. M.; BAHIA, R. B. C.. Bacias Sedimentares Paleozóicas e Meso-Cenozóicas Interiores. Capítulo II. IN: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES (Eds). **Geologia, tectônica e Recursos Minerais do Brasil.** CPRM, Serviço Geológico do Brasil, Brasília, 2003. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/capII.pdf>, acesso em 18.01.2010.

SILVA, J. X. da. Geomorfologia e geoprocessamento. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** (Orgs.) GUERRA, J. T.; CUNHA, S. B. . 3 edição. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 1998: 3939-414.

SILVESTRO, M. L.; ABRAMOVAY, R.; MELLO, M. A. M.; DORIGON, C.; BALDISSERA, I. T.. **Os impasses sociais da sucessão hereditária na Agricultura familiar.** Florianópolis: EPAGRI; Brasília: Nead/Ministério do Desenvolvimento Agrário. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Centro de Pesquisa

para Pequenas propriedades CPPP/EPAGRI. Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2001.

SINDICATO NACIONAL DE INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA AGRÍCOLA. SINDAG, 2003. **Defensivos agrícolas em linhas de comercialização por classes toxicológicas 1992-2003**. São Paulo: Disponível em: <http://www.sindag.com.br/upload/classes_toxicologicas.xls>. Acesso em: abr. 2004.

STUART, M; MILNE, C. *Groundwater quality implications of wastewater irrigation in Lion, México*. Proceeding of Internacional Association of hidrogeologists Congress: Problems processes and management. Nottingham, I 193-198. 1997.

TAUBENBÖCK, H., POST, J., ROTH, A., ZOSEDER, K., STRUNZ, G. & DECH, S. (2008): *A conceptual vulnerability and risk framework as outline to identify capabilities of remote sensing*. In: Nat. Hazards Earth Syst. Sci.. Vol. 8, no. 3, pp. 409-420. <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/8/409/2008/nhess-8-409-2008.html>.

TEIXEIRA, V. H.; SCHEIBE, L.F.. **Estudo preliminar para planejamento do abastecimento público de água potável em Arroio Trinta – Santa Catarina**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1971.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Orgs.) **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

TESTA, V. M.. Desenvolvimento sustentável e a suinocultura do Oeste catarinense: desafios econômicos, sociais e ambientais. In: GUIVANT, J.; MIRANDA, C. R. de. **Desafios para o desenvolvimento sustentável da suinocultura: uma abordagem multidisciplinar**. Chapecó: Argos, 2004.

TESTA, V. M.; NADAL, R; MIOR, L. C.; BALDISSERA, I. T.; CORTINA, N.. **O desenvolvimento sustentável do Oeste Catarinense (Proposta para discussão)**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão

Rural de Santa Catarina S.A. Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades – CPPP. Florianópolis, EPAGRI, 1996.

THERMAS DE OURO. Rodovia SC 458, 1200. Nossa Senhora da Saúde, 89663 000. Município de Ouro. Fone/Fax: 49 3555 6327. www.thermasdeouro.com.br. (Comunicação pessoal).

VALENTINI, D. J.. **Atividades da Brazil Railway Company no Sul do Brasil: a instalação da Lumber e a Guerra na Região do Contestado (1906-1916)**. Porto Alegre: PUCRS, 2009. 300 f. Tese (Doutorado em História) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em História, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://verum.pucrs.br/ppgh>

VAZ, P. A. B.. **O Direito ambiental e os agrotóxicos: responsabilidades civil, penal e administrativa**. Porto Alegre. Livraria do Advogado. Ed. 2006.

VEIGA, J. E. **DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. O DESAFIO DO SÉCULO XXI**. GARAMOND UNIVERSITÁRIA. RIO DE JANEIRO, 2010.

VERRY, E. S.. *Ground Water and Small Research Basins: An Historical Perspective*. Volume 41, Issue 7, December 2003, Pages: 1005–1007. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1745-6584.2003.tb02442.x/pdf>

VIBRANS, A. C.. **A cobertura florestal da Bacia do Rio Itajaí: elementos para uma análise histórica**. Tese. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. 231 f. Florianópolis, 2003.

VIEIRA, V. F.. **Mapeamento do risco da poluição suinícola em águas superficiais como subsídio ao ordenamento territorial. Um estudo de caso em Braço do Norte/SC**. Mestrado em Engenharia Civil. PPGEC. Orientador Oliveira, Francisco Henrique. /UFSC Florianópolis, SC, 2003.

VOTTO, A. G.. **Zoneamento da poluição hídrica causada por dejetos suínos no extremo oeste de Santa Catarina**. Florianópolis, 1999. 201f. Dissertação (Mestrado) – Orientadora: BUSS, Maria Dolores

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas.

WARTCOW, D.. A soberania na mira da exploração. In: BARLOW, M.; CLARKE, T.. **Ouro Azul**. São Paulo. M. Books do Brasil Editora Ltda. 2003.

WERLANG, A. A.. **Disputas e ocupação do espaço no oeste Catarinense: A atuação da Companhia Territorial Sul Brasil**. Editora Universitária. Chapecó, 2006.

WORTHINGTON, S. R.H.; GUNN, J. *Historical Note/ David Deming, History Editor Hydrogeology of Carbonate Aquifers: A Short History*. Vol. 47, No. 3—G ROUND WATER —May–June 2009: 462– 467). Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1745-6584.2008.00548.x/pdf>

ZABOT, Onorino Nestor. CIDASC. Rua João Zardo, Videira - SC, 89560-000 (0xx)49 3566-0054. (Comunicação pessoal) 2009.

ZAIDAN, T. R.; SILVA, J. X.. Geoprocessamento aplicado ao zoneamento de áreas com necessidades de proteção: o caso do parque Estadual do Ibitipoca – MG. In: SILVA, J. X.; ZAIDAN, T. R. (Orgs.). **Geoprocessamento e análise ambiental. Aplicações**. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2004.

ZANATTA, L. C.; COITINHO, J. B. L.. **Utilização de Poços Profundos no Aquífero Guarani para Abastecimento Público em Santa Catarina**. XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Florianópolis - SC - Brasil. 2002.

ZERO HORA. 2007. Jornal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/noticia/2007/11/pf-faz-operacao-contra-contrabando-de-agrotoxico-em-ms-1677966.html>

ZERO HORA. 2010. Jornal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/policia/noticia/2010/09/homem-e-presos-por-contrabando-de-agrotoxico-na-fronteira-oeste-3037315.html>

ZERO HORA. 2011. Jornal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/policia/noticia/2011/12/vinte-quilos-de-agrotoxicos-contrabandeados-sao-apreendidos-em-ijui-3609486.html>

ZERO HORA. 2012. Jornal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/policia/noticia/2012/03/policia-federal-prende-45-pessoas-envolvidas-com-o-contrabando-de-agrotoxicos-pela-fronteira-com-o-uruguai-3694211.html>

ZERO HORA. 2012a. Jornal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/noticia/2012a/01/veiculo-carregado-com-agrotoxicos-e-apreendido-na-freeway-em-gravatai-3633213.html>

**ANEXO 1: Relatório Gerencial Anual de Vigilância por Município -
Qualidade dos recursos hídricos consumidos pela população da
Bacia do Rio do Peixe/SC (Tabela 19).**

Tabela 19 - Qualidade dos recursos hídricos consumidos pela população da Bacia do Rio do Peixe/SC Relatório Gerencial Anual de Vigilância por Município.

UF: SC Município: AGUA DOCE Data: 29/02/2012 Hora: 13:38
 Ano de referência: 2010 População do Município: 6.961

Parâmetros	VMP(*)	Amostras Obrigatórias		Amostras realizadas			Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria	
		SAA	SAI	SAA	SAC	SAI		SAA	SAI
Turbidez	5 UT	33	18	69		120	71,43	100,00	88,89
Cloro Residual	0,2 mg/L	33	*	*		33	19,64	96,97	*
Fluoreto	1,5 mg/L	24	N.A.	N.A.		24	40,00	100,00	N.A.
Coliformes totais	Ausente	33	18	69		120	100,00	72,73	27,78

Escherichia coli ou coliformes termo tolerante com presença em 100 mL	SAA	SAC	SAI

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda: (1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(*) Não Realizado.

N.A Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Município: CAPINZAL Data: 29/02/2012 Hora: 13:39
 Ano de referência: 2010 População do Município: 20.769

Parâmetros	VMP(*)	Amostras Obrigatórias	Amostras realizadas			Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria		
			SAA	SAC	SAI		TOTAL	SAA	SAC
Turbidez	5 UT	300	95	-	4	99	98,95	-	50,00
Cloro Residual	0,2 mg/L	300	69	-	-	69	23,00	-	-
Fluoreto	1,5 mg/L	60	34	N.A.	N.A.	34	56,67	N.A.	N.A.
Coliformes totais	Ausente	300	95	-	4	99	97,89	-	0,00

Escherichia coli ou coliformes termotolerante	SAA	SAC	SAI
Numero de amostras com presença em 100 mL	-	-	3

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 519/2004.

(*) Não Realizado.

N.A Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Ano de referência: 2010 Município: ERVAL VELHO Data: 29/02/2012 Hora: 13:46
 População do Município: 4.352

Parâmetros	Vmp ^(*)	Amostras Obrigatórias	Amostras realizadas			Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria		
			SAA	SAC	SAI		SAA	SAC	SAI
Turbidez	5 UT	120	59	-	-	49,17	84,75	-	-
Cloro Residual	0,2 mg/L	120	50	-	-	41,67	98,00	-	-
Fluoreto	1,5 mg/L	60	33	N.A.	N.A.	55,00	84,85	N.A.	N.A.
Coliformes totais	Ausente	120	58	-	-	48,33	89,66	-	-
					TOTAL				
					59				
					50				
					33				
					58				

Escherichia coli ou coliformes termotolerante	SAA	SAC	SAI
Numero de amostras com presença em 100 mL	6	-	-

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda: (1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(*) Não Realizado.

N.A. Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Município: FRAIBURGO Hora:14 :18
 Ano de referência: 2010 População do Município: 34.553 Data:29/02/2012

Parâmetros	VMp(*)	Amostras Obrigatórias	Amostras realizadas			Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria		
			SAA	SAC	SAI		SAA	SAC	SAI
Turbidez	5 UT	300	137	9	5	50,33	99,27	100,00	80,00
Cloro Residual	0,2 mg/L	300	137	8	1	48,67	89,05	0,00	0,00
Fluoreto	1,5 mg/L	60	44	N.A.	N.A.	73,33	100,00	N.A.	N.A.
Coliformes totais	Ausente	300	135	9	6	50,00	95,56	22,22	0,00

Escherichia coli ou coliformes termotolerante	SAA	SAC	SAI
Numero de amostras com presença em 100 mL	1	•	2

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(•) Não Realizado.

N.A Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Município: HERVAL D'OESTE Data: 29/02/2012 Hora: 13:47
 Ano de referência: 2010 População do Município: 21.239

Parâmetros	VMP (*)	Amostras Obrigatórias		Amostras realizadas			Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria		
		SAA	SAC	SAI	TOTAL	SAA		SAC	SAI	
Turbidez	5 UT	300	111	42	6	159	53,00	100,00	95,24	50,00
Cloro Residual	0,2 mg/L	300	111	2	-	113	37,67	100,00	0,00	-
Fluoreto	1,5 mg/L	60	51	N.A.	N.A.	51	85,00	100,00	N.A.	N.A.
Coliformes totais	Ausente	300	111	42	6	159	53,00	92,79	33,33	0,00

Escherichia coli ou coliformes termotolerante	SAA	SAC	SAI
Numero de amostras com presença em 100 mL	-	14	6

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(*) Não Realizado.

N.A. Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Ano de referência: 2010 Município: IBIAM Data: 29/02/2012 Hora: 14:02
 População do Município: 1.945

Parâmetros	VMP(*)	Amostras Obrigatórias	Amostras realizadas				Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria		
			SAA	SAC	SAI	TOTAL		SAA	SAC	SAI
Turbidez	5 UT	120	51	2	-	53	44,17	100,00	50,00	-
Cloro Residual	0,2 mg/L	120	51	2	-	53	44,17	100,00	0,00	-
Fluoreto	1,5 mg/L	60	30	N.A.	N.A.	30	50,00	76,67	N.A.	N.A.
Coliformes totais	Ausente	120	53	2	-	55	45,83	100,00	50,00	-

Escherichia coli ou coliformes termotolerante	SAA	SAC	SAI
Numero de amostras com presença em 100 mL	-	-	-

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(-) Não Realizado.

N.A Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Ano de referência: 2010 Município: VIDEIRA Data: 29/02/2012 Hora: 14:21
 População do Município: 47.188

Parâmetros	VMP(*)	Amostras Obrigatórias	Amostras realizadas			TOTAL	Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria		
			SAA	SAC	SAI			SAA	SAC	SAI
Turbidez	5 UT	300	134	6	1	141	47,00	97,01	100,00	0,00
Cloro Residual	0,2 mg/L	300	133	-	-	133	44,33	99,25	-	-
Fluoreto	1,5 mg/L	60	52	N.A.	N.A.	52	86,67	96,15	N.A.	N.A.
Coliformes totais	Ausente	300	133	5	1	139	46,33	94,74	40,00	0,00

Exatidão coliformes coliformes termotolerante	SAA	SAC	SAI
Número de amostras com presença em 100 mL	-	-	1

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(*) Não Realizado.

N.A. Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Município: IBICARE Data: 29/02/2012 Hora: 13:48
 Ano de referência: 2010 População do Município: 3.373

Parâmetros	VMP (*)	Amostras Obrigatórias	Amostras realizadas			Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria		
			SAA	SAC	SAI		TOTAL	SAA	SAC
Turbidez	5 UT	120	-	-	-	0,00	-	-	-
Cloro Residual	0,2 mg/L	120	-	-	-	0,00	-	-	-
Fluoreto	1,5 mg/L	60	-	N.A.	N.A.	0,00	-	N.A.	N.A.
Coliformes totais	Ausente	120	-	-	-	0,00	-	-	-

Escherichia coli ou coliformes termotolerante	SAA	SAC	SAI
Número de amostras com presença em 100 mL	-	-	-

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(*) Não Realizado.

N.A

Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Município: IOMERE Data: 29/02/2012 Hora: 14:20
 Ano de referência: 2010 População do Município: 2.739

Parâmetros	VMp (*)	Amostras Obrigatórias		Amostras realizadas			Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria	
		SAA	SAC	SAA	SAI	TOTAL		SAA	SAI
Turbidez	5 UT	31	-	-	-	31	25,83	96,77	-
Cloro Residual	0,2 mg/L	26	-	-	-	26	21,67	96,15	-
Fluoreto	1,5 mg/L	19	N.A.	N.A.	N.A.	19	31,67	89,47	N.A.
Coliformes totais	Ausente	31	-	-	-	31	25,83	87,10	-

Escherichia coli ou coliformes termo tolerante	SAA	SAC	SAI
Numero de amostras com presença em 100 mL	4	-	-

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(*) Não Realizado.

N.A Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Município: JABORA Data: 29/02/2012 Hora: 13:49
 Ano de referência: 2010 População do Município: 4.041

Parâmetros	VMP(*)	Amostras Obrigatórias	Amostras realizadas			Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria		
			SAA	SAC	SAI		TOTAL	SAA	SAC
Turbidez	5 UT	120	59	*	1	60	100,00	*	100,00
Cloro Residual	0,2 mg/L	120	59	*	*	59	100,00	*	*
Fluoreto	1,5 mg/L	60	33	N.A.	N.A.	33	55,00	N.A.	N.A.
Coliformes totais	Ausente	120	59	*	1	60	100,00	*	0,00

Escherichia coli ou coliformes termotolerante	SAA	SAC	SAI
Número de amostras com presença em 100 mL	*	*	1

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(*) Não Realizado.

N.A. Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Município: JOACABA Data: 29/02/2012 Hora: 13:31
 Ano de referência: 2010 População do Município: 27.020

Parâmetros	VMP(*)	Amostras Obrigatórias	Amostras realizadas			Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria		
			SAA	SAC	SAI		SAA	SAC	SAI
Turbidez	5 UT	300	104	78	15	65,67	100,00	98,72	46,67
Cloro Residual	0,2 mg/L	300	102	56	1	53,00	95,10	91,07	0,00
Fluoreto	1,5 mg/L	60	54	N.A.	N.A.	90,00	100,00	N.A.	N.A.
Coliformes totais	Ausente	300	103	80	14	65,67	94,17	70,00	7,14
						TOTAL			
						197			
						159			
						54			

Exceção coliformes coliformes termo tolerante	SAA	SAC	SAI
Número de amostras com presença em 100 mL	-	6	8

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(*) Não Realizado.

N.A. Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Município: LACERDOPOLIS Data: 29/02/2012 Hora: 13:50
 Ano de referência: 2010 População do Município: 2.199

Parâmetros	Vmp(*)	Amostras Obrigatórias			Amostras realizadas			Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria		
		SAA	SAC	SAI	SAA	SAC	SAI	SAA	SAC	SAI
Turbidez	5 UT	120	29	5	-	34	28,33	100,00	100,00	-
Cloro Residual	0,2 mg/L	120	29	-	-	29	24,17	100,00	-	-
Fluoreto	1,5 mg/L	60	17	N.A.	N.A.	17	28,33	100,00	N.A.	N.A.
Coliformes totais	Ausente	120	30	6	1	37	30,83	93,33	50,00	0,00

Escherichia coli ou coliformes termotolerante	SAA	SAC	SAI
Número de amostras com presença em 100 mL	-	-	-

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(-) Não Realizado.

N.A. Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Município: MACIEIRA Data: 29/02/2012 Hora: 14:26
 Ano de referência: 2010 População do Município: 1.826

Parâmetros	VMp (*)	Amostras Obrigatórias		Amostras realizadas			Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria	
		SAA	SAC	SAI	TOTAL	SAA		SAC	SAI
Turbidez	5 UT	45	1	-	46	38,33	100,00	-	
Cloro Residual	0,2 mg/L	12	1	-	13	10,83	100,00	-	
Fluoreto	1,5 mg/L	21	N.A.	N.A.	21	35,00	100,00	N.A.	
Coliformes totais	Ausente	45	1	-	46	38,33	75,56	100,00	

Escherichia coli ou coliformes termotolerante	SAA	SAC	SAI
Numero de amostras com presença em 100 mL	4	-	-

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(•) Não Realizado.

N.A Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Município: LUZERNA Data: 29/02/2012 Hora: 13:56
 Ano de referência: 2010 População do Município: 5.600

Parâmetros	VMP(*)	Amostras Obrigatórias		Amostras realizadas				Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional		Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria		
		SAA	SAC	SAI	TOTAL	SAA	SAC	SAI	SAA	SAC	SAI	
Turbidez	5 UT	72	10	7	89	100,00	100,00	100,00	100,00	57,14	•	
Cloro Residual	0,2 mg/L	168	•	•	12	7,14	•	•	•	•	•	
Fluoreto	1,5 mg/L	60	N.A.	N.A.	31	51,67	N.A.	100,00	N.A.	N.A.	N.A.	
Coliformes totais	Ausente	120	72	11	7	75,00	90	93,06	36,36	42,86	•	

Exatidão coliformes termotolerante	SAA	SAC	SAI
Número de amostras com presença em 100 mL	•	3	3

Fonte: SISAGUA • Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(•) Não Realizado.

N.A. Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Ano de referência: 2010 Município: PINHEIRO PRETO Data: 29/02/2012 Hora: 14:22
 População do Município: 3.147

Parâmetros	Vmp(*)	Amostras Obrigatórias	Amostras realizadas			Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria		
			SAA	SAC	SAI		SAA	SAC	SAI
Turbidez	5 UT	120	48	5	1	45,00	100,00	80,00	0,00
Cloro Residual	0,2 mg/L	120	50	5	1	46,67	88,00	60,00	100,00
Fluoreto	1,5 mg/L	60	31	N.A.	N.A.	51,67	100,00	N.A.	N.A.
Coliformes totais	Ausente	120	50	5	1	56	86,00	20,00	0,00
						TOTAL			

Escherichia coli ou coliformes termotolerante	SAA	SAC	SAI
Número de amostras com presença em 100 mL	•	3	1

Fonte: SISAGUA • Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade • Portaria MS n.º 518/2004.

(•) Não Realizado.

N.A Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Ano de referência: 2010 Município: SALTO VELOSO Data: 29/02/2012 Hora: 14:19
 População do Município: 4.301

Parâmetros	VMP (*)	Amostras Obrigatórias	Amostras realizadas			Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria		
			SAA	SAC	SAI		TOTAL	SAA	SAC
Turbidez	5 UT	120	54	-	-	45,00	85,19	-	-
Cloro Residual	0,2 mg/L	120	53	-	-	44,17	94,34	-	-
Fluoreto	1,5 mg/L	60	28	N.A.	N.A.	46,67	92,86	N.A.	N.A.
Coliformes totais	Ausente	120	54	-	-	45,00	100,00	-	-

Exche richia coli ou coliformes termo tolerante	SAA	SAC	SAI
Número de amostras com presença em 100 mL	-	-	-

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda: (1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(*) Não Realizado.

N.A. Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Município: TANGARA Data:29/02/2012 Hora:14:23
 Ano de referência: 2010 População do Município: 8.674

Parâmetros	VMP(*)	Amostras Obrigatórias	Amostras realizadas			Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria			
			SAA	SAC	SAI		TOTAL	SAA	SAC	SAI
Turbidez	5 UT	168	84	-	-	84	50,00	95,43	-	-
Cloro Residual	0,2 mg/L	168	80	-	-	80	47,62	97,50	-	-
Fluoreto	1,5 mg/L	60	58	N.A.	N.A.	58	96,67	100,00	N.A.	N.A.
Coliformes totais	Ausente	120	84	-	-	84	70,00	88,10	-	-

Escherichia coli ou coliformes termotolerante	SAA	SAC	SAI
Numero de amostras com presença em 100 mL	3	-	-

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(*) Não Realizado.

N.A. Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Ano de referência: 2010 Município: TREZE TILIAS Data: 29/02/2012 Hora: 13:55
 População do Município: 6.341

Parâmetro	VMP(*)	Amostras Obrigatórias	Amostras realizadas			Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria		
			SAA	SAC	SAI			
Turbidez	5 UT	168	73	-	73	100,00	-	-
Cloro Residual	0,2 mg/L	168	14	-	14	100,00	-	-
Fluoreto	1,5 mg/L	60	45	N.A.	45	75,00	N.A.	N.A.
Coliformes totais	Ausente	120	72	-	72	60,00	93,06	-
					TOTAL			

Escherichia coli ou coliformes termotolerante	SAA	SAC	SAI
Numero de amostras com presença em 100 mL	-	-	-

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(*) Não Realizado.

N.A Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

UF: SC Município: RIO DAS ANTAS Data: 29/02/2012 Hora: 14:25
 Ano de referência: 2010 População do Município: 6.143

Parâmetros	VMp (*)	Amostras Obrigatórias	Amostras realizadas			Percentual de cumprimento com a Diretriz Nacional	Percentual de amostras realizadas em conformidade com a Portaria		
			S.A.A	S.A.C	SAI		TOTAL	S.A.A	S.A.C
Turbidez	5 UT	168	61	-	-	61	36,31	90,16	-
Cloro Residual	0,2 mg/L	168	4	-	-	4	2,38	100,00	-
Fluoreto	1,5 mg/L	60	25	N.A.	N.A.	25	41,67	96,00	N.A.
Coliformes totais	Ausente	120	59	-	-	59	49,17	40,68	-

Escherichia coli ou coliformes termotolerante	S.A.A	S.A.C	SAI
Número de amostras com presença em 100 mL	10	-	-

Fonte: SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano

Legenda:

(1) Valor Máximo Permitido em conformidade com a legislação de potabilidade - Portaria MS n.º 518/2004.

(*) Não Realizado.

N.A Não se Aplica.

Fonte: SISAGUA

ANEXO 2: Artigos Completos Publicados

LOPES, A. R. B. C.; HENNING, L. A.; BARARDI, T. S. G., SCHEIBE, L. F. Recursos hídricos superficiais e subterrâneos e o uso da terra no município de Videira, SC. In: Anais do XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. DATA: 31 de agosto a 03 de setembro de 2010 - LOCAL: São Luís – MA.

**RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E
SUBTERRÂNEOS E O USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE
VIDEIRA, SC**

**LOPES, A. R. B. C.⁴³; HENNING, L. A⁴⁴.; BARARDI, T.
S. G.⁴⁵, SCHEIBE, L. F.⁴⁶**

⁴³ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia, bolsista CTHidro . Pesquisadora da Rede Guarani/Serra Geral – SC. Laboratório de Análise Ambiental. Departamento de Geociências – CFH. Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário – Trindade. Florianópolis - SC BRASIL 88010-970. Tel: + (55) (48) 3721-8813. andbritto@yahoo.com.br.

⁴⁴ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia. Pesquisador da Rede Guarani/Serra Geral – SC. Laboratório de Análise Ambiental. Departamento de Geociências – CFH. Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário – Trindade. Florianópolis - SC BRASIL 88010-970. Tel: + (55) (48) 3721-8813. henning_geo@yahoo.com.br.

⁴⁵ Bolsista do Projeto Rede Guarani/Serra Geral. Curso de Graduação em Geografia. Laboratório de Análise Ambiental. Departamento de Geociências – CFH. Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário – Trindade. Florianópolis - SC BRASIL 88010-970. Tel: + (55) (48) 3721-8813. **tainasg@hotmail.com.**

⁴⁶ Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Coordenador Técnico do Projeto Rede Guarani/Serra Geral – SC. Coordenador do Laboratório de Análise Ambiental. Departamento de Geociências – CFH. Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário – Trindade. Florianópolis - SC BRASIL 88010-970. Tel: + (55) (48) 3721-8813. scheibe2@gmail.com.

RESUMO

Videira localiza-se na Bacia do Rio do Peixe, Meio-Oeste do Estado de Santa Catarina. O município foi selecionado por apresentar complexo e significativo desenvolvimento econômico, com uso da terra relacionado à produção e industrialização de aves, suínos e bovinos, atividades que demandam água boa em abundância. Ao longo das últimas décadas tem se registrado um aumento do uso das águas do Sistema Aquífero Guarani/Serra Geral (SAIG/SG), em função da progressiva contaminação dos recursos hídricos superficiais. A partir de dados do IBGE, SIAGAS/CPRM, trabalhos anteriores e de campo, buscou-se conhecer a estrutura geológica, uso da terra e possível influência na qualidade da água. Com o uso associado de imagens LANDSAT TM5 e do Google Earth, o trabalho mostrou feições estruturais que podem constituir faixas de maior vulnerabilidade dos aquíferos, especialmente considerando o expressivo número de aviários e criações de porcos, a ponto de comprometer a qualidade dos recursos hídricos superficiais e, possivelmente, da água subterrânea, o que deverá ser verificado pela coleta e análise da água em poços já existentes no município, assim como em toda a Bacia do Rio do Peixe, para uma caracterização mais adequada da relação entre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, e uso da terra.

Palavras-Chave – Águas subterrâneas, Uso da terra, Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral.

ABSTRACT

Videira is located in the Rio do Peixe river basin in midwestern Santa Catarina State. The municipality was selected because it has significant and complex economic development, particularly that involving the use of land related to the production and industrialization of poultry, hogs, and cattle, activities that demand abundant good water. Over the last decades there has been increased use of the water of the Guarani/Serra Geral Integrated Aquifer System (SAIG/SG), due to the progressive contamination of surface waters. Data from IBGE, SIAGAS/CPRM and previous field work have been used to better understand the geological structure, land use and quality of water. With the associated use of LANDSAT TM5 images and Google Earth, the studies have shown that some structural features can create regions where the aquifers are more vulnerable, especially considering the large number of poultry and hog farms, to the extent that the quality of surface water is compromised, and possibly that of ground waters as well. This can be verified through the collection and analysis of water from already existing wells in the municipality, and throughout the Peixe River Basin, to characterize the relationship between ground and surface water and land use.

1 – INTRODUÇÃO

A bacia do rio do Peixe, localizada no meio oeste catarinense, é uma das áreas prioritárias de pesquisa do projeto REDE GUARANI/SERRA GERAL (www.rgsg.org.br), cujo objetivo principal é o de gerar conhecimentos técnicos e científicos para a proteção e uso sustentável das águas do Sistema Integrado Aquífero Guarani/Serra Geral, no sul do Brasil, por meio de uma Rede de Pesquisa Regional de Universidades e Centros de Pesquisas e da proposição de um marco legal com vistas à gestão do Sistema.

Este artigo procura caracterizar os recursos hídricos e apresentar fontes com potencial de contaminação no município de Videira, um dos mais desenvolvidos da bacia do rio do Peixe, com o intuito de contribuir com as discussões sobre planejamento territorial, ponderando tipos de uso da terra e manutenção e ou recuperação da qualidade dos recursos hídricos.

Nas últimas décadas tem havido um incremento considerável da produção agrícola e conseqüentemente um aumento do consumo e do comprometimento da qualidade da água em toda a bacia do Rio do Peixe e, especialmente, no município de Videira, em Santa Catarina. O município tem registrado ao longo dos anos um incremento na utilização das águas subterrâneas, seja em decorrência da qualidade ou quantidade inadequada dos recursos hídricos superficiais, sujeito a freqüentes períodos de relativa estiagem. Desta forma, tem se registrado um incremento significativo no número e na profundidade de poços perfurados na região, buscando maiores

vazões no nível do Sistema Aquífero Guarani (SAG). No entanto, esta exploração tem sido realizada sem controles relacionados ao conhecimento das características dos aquíferos, já que se registram ainda significativas deficiências em relação ao estudo do uso da terra e sua relação com a qualidade dos recursos hídricos.

A economia do município, assim como de toda a região Meio Oeste de SC, está baseada nos setores da agricultura, criação de animais e agroindústria. Abordar produção agrícola, pecuária e industrial implica discutir a relação entre uso da terra, disponibilidade de recursos hídricos e qualidade ambiental.

Goudie e Viles (1997 apud GUERRA e MARÇAL, 2006) colocam que a ciência moderna e os avanços tecnológicos e industriais têm sido aplicados às áreas rurais nas últimas décadas, provocando significativas mudanças em um curto espaço de tempo. Os exemplos incluem o uso de fertilizantes e outros agroquímicos, e a criação seletiva de espécies vegetais e animais.

Essas modificações produzidas pela sociedade sejam agrícolas, agroindústrias ou urbanas, podem resultar em sérios problemas relacionados à contaminação dos solos e conseqüentemente na contaminação dos recursos hídricos. Neste sentido, a Geografia deve estar atenta às modificações produzidas pelas relações sociais no uso da terra.

Dados que abordam a estreita relação entre insumos utilizados na agricultura e seus efeitos no homem e solo são

apresentados por Carvalho et al. (2009), que referenciam que o uso de agrotóxicos e das intoxicações humanas em Santa Catarina passou por um crescimento acelerado no período de 1970 a 1990. Os mesmos autores informam que entre 1986 e 2008 houve um expressivo incremento no número de intoxicações (133 em 1986; 1101 em 2008) e de óbitos (7 em 1986; 19 em 2008), registradas oficialmente.

A mais recente contribuição na legislação refere-se à **Resolução CONAMA N° 420/2009**⁴⁷, que “dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas” O mesmo texto legal esclarece:

Art. 3º - A proteção do solo deve ser realizada de maneira preventiva, a fim de garantir a manutenção da sua funcionalidade ou, de maneira corretiva, visando restaurar sua qualidade ou recuperá-la de forma compatível com os usos previstos.

Parágrafo único. São funções principais do solo:

I - servir como meio básico para a sustentação da vida e de habitat para pessoas, animais, plantas e outros organismos vivos;

⁴⁷ DOU nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84.

II - manter o ciclo da água e dos nutrientes;

III - servir como meio para a produção de alimentos e outros bens primários de consumo;

IV - agir como filtro natural, tampão e meio de adsorção, degradação e transformação de substâncias químicas e organismos;

V - proteger as águas superficiais e subterrâneas;

VI - servir como fonte de informação quanto ao patrimônio natural, histórico e cultural;

VII - constituir fonte de recursos minerais; e

VIII - servir como meio básico para a ocupação territorial, práticas recreacionais e propiciar outros usos públicos e econômicos.

2 - O MUNICÍPIO DE VIDEIRA

O município de Videira localiza-se entre os paralelos S 26°52'62" e 27°06'76" e os meridianos W 51°17'42" e 50°58'17". A geologia de Videira caracteriza-se pela presença da Formação Serra Geral, que consiste de uma sucessão de derrames vulcânicos continentais, com espessuras individuais entre 20 e 50 metros, em que predominam basaltos (>90% em volume), superpostos e/ou intercalados por riolitos e riodacitos (4% em volume) (BIZZI et al.

2003). As rochas da formação Serra Geral apresentam textura bastante variada, desde vítrea até vesicular e amigdaloidal, e normalmente se apresentam-se intensamente fraturadas. Especialmente mais próximo à base, são frequentes também as intercalações de arenitos (*intertrapp*). Com idade entre 150 e 120 Ma., esta formação consiste no mais importante sistema aquífero explorado para abastecimento de água pela população no oeste do estado de Santa Catarina, denominado de Sistema Aquífero Serra Geral (SASG). A Formação Serra Geral e os arenitos eólicos da Formação Botucatu, a ela sotopostos, constituem o Grupo São Bento, situado no topo da sequência gondwânica da Bacia do Paraná.

A formação Serra Geral apresenta muitas zonas de falhas ou fraturas, e estas podem configurar-se como importantes zonas de recarga dos recursos hídricos subterrâneos. Algumas pesquisas têm destacado o papel dos lineamentos no que se refere à vulnerabilidade em relação aos aquíferos.

Scheibe (1986) descreve que a persistência das direções de fraqueza pré-cambrianas durante os processos deposicionais da bacia do Paraná são bem evidenciadas nas imagens de radar.

As áreas de ocorrência de basaltos, na porção norte e oeste do estado, estão limitadas pelos alinhamentos estruturais de Porto União de direção aproximada N 60 W e dos alinhamentos Ponte Alta, de direção aproximada N-S (SCHEIBE; FURTADO 1989). Podemos complementar essa descrição pelo resgate dos alinhamentos do Rio Engano e Rio Canoas, já descritos em Scheibe

& Furtado (1989) como eventos que possibilitam um compartilhamento em relação à estrutura geológica do estado. A Figura 1 apresenta os principais lineamentos da bacia do Rio do Peixe, destacando ainda os limites do município de Videira, aparentemente mais afetado na sua parte sul.

Principais Lineamentos da Bacia do Rio do Peixe

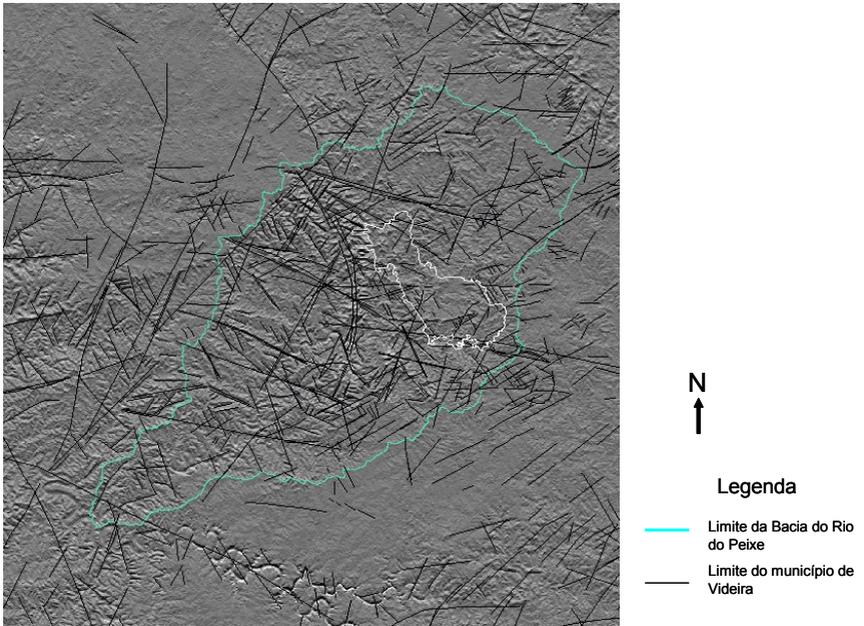


Figura 1: Principais lineamentos da Bacia do Rio do Peixe.

Fonte: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>

Modificado: Lopes, A. R. B. C..

Como resultado da relação entre formação geológica e clima, a área do município apresenta predomínio de relevo fortemente dissecado a suavemente ondulado. As altitudes registradas na parte norte encontram-se próximas a 1300 metros, e na parte Sul, em torno de 400 metros (Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento - SEPLAN/SC, 1989).

O principal caudal do município é o Rio do Peixe, rio que nasce na Serra do Espigão no município de Calmon e percorre no sentido predominante Norte-Sul cerca de 290 km até sua foz no Rio Uruguai. De acordo com Lindner (2007) Videira, assim como os municípios que compõem a bacia do Rio do Peixe, são condicionados por períodos extremos de excessos e escassez em relação a precipitação pluviométrica.

As características regionais do clima são ocasionadas pela localização latitudinal, que determina o regime de radiação, a duração e a intensidade da estação fria; a topografia é outro fator que influencia tanto a temperatura como a precipitação. De acordo com a classificação climática de Köppen, que relaciona clima e vegetação, Videira apresenta um clima temperado chuvoso e quente (C), apresentando-se úmido em todas as estações com verões quentes (Cfa). O município conforme a Gráfico 1 apresentou, entre 1970 e 2009, precipitações pluviométricas anuais entre 1100 e 2600 mm (AYOADE, 2001).

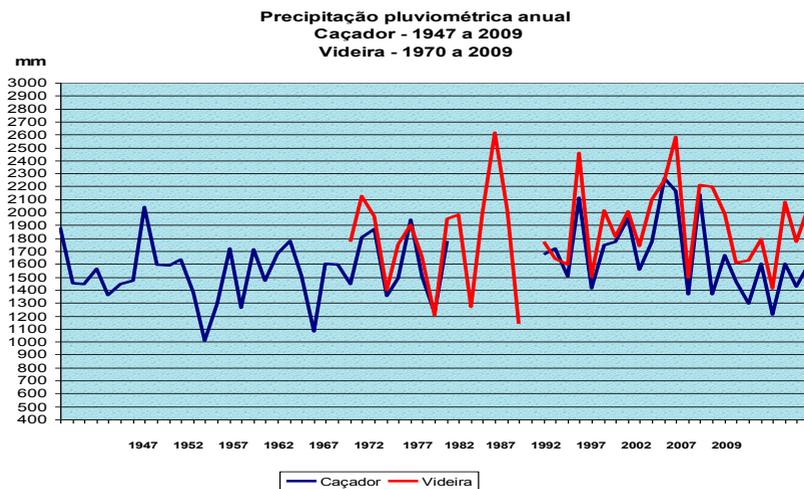


Gráfico 1. Precipitação pluviométrica anual: Caçador – 1947 a 2009 e Videira – 1970 a 2009.

Fonte: EPAGRI/CIRAM/2010. Modificado por Lopes, A. R. B.C..

Mesmo apresentando índices pluviométricos elevados, são recorrentes as referências a períodos de estiagem, durante os quais alguns aspectos da produção são comprometidos. O uso das águas subterrâneas tem sido um importante recurso para minorar esses problemas, em parte também relacionados com a contaminação das águas superficiais.

O Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS/CPRM registra (até março de 2010) trinta e oito poços para Videira e, para a bacia do rio do Peixe, mais de 600 poços profundos; este levantamento refere-se ao Projeto Oeste de Santa Catarina - PROESC, coordenado pelos geólogos Marcos Alexandre de Freitas, Bráulio Robério Caye e José Luiz Flores Machado. Este levantamento, realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM/ Superintendência Regional de Porto Alegre, abrangeu resgate de poços entre os anos de 1997 e 2002, com base em cadastramento de campo (FREITAS, 2003) e com dados resgatados junto a FATMA, CIDASC e EPAGRI, sofreu posterior atualização em 2005.

O objetivo dos trabalhos realizados pelo PROESC foi o de cadastrar poços que servissem a uso multifamiliar e não os de uso unifamiliar, no entanto, determinados poços de particulares foram cadastrados em virtude de sua representatividade em relação à vazão⁴⁸. A Figura 2 mostra a localização dos poços obtidos junto ao SIAGAS para Videira.

⁴⁸ Comunicação verbal do Geólogo Bráulio Robério Caye, CPRM em 30/03/2010.

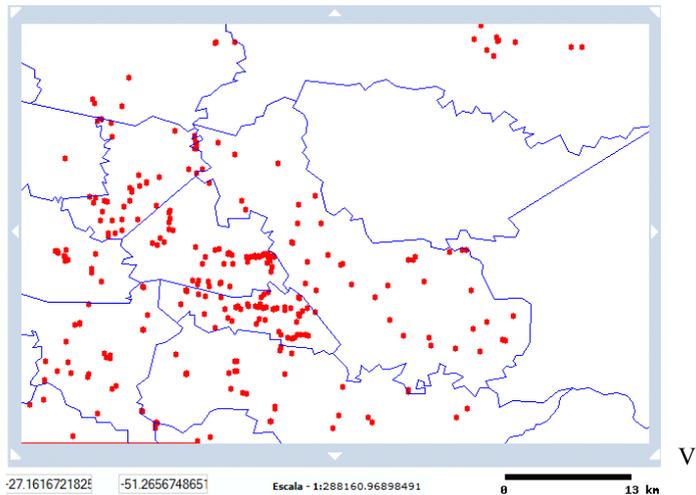


Figura 2. Localização dos poços em Videira e municípios vizinhos, obtida junto ao SIAGAS

(http://siagas.cprm.gov.br/wellshow/result_query.asp?geral=true&grupo=Dados Gerais&consulta=Subbacia Hidrográfica&criterio=Igual a&valor=Rios Uruguai, do Peixe e outros&w=800&h=, consultas em março de 2010.

Modificado por LOPES, A. R. B. C. e BARARDI, T. S.G..

Em entrevista, um dos operadores de equipamentos da CIDASC (Cia. Integrada de Desenvolvimento Agrícola de SC) na região de Videira destacou que ao longo dos últimos vinte e quatro anos a mesma tem atuado em sete municípios dentro da Bacia do Rio

do Peixe (Arroio Trinta, Videira, Tangará, Pinheiro Preto, Iomerê e Salto Veloso) perfurando poços com no máximo 200 metros de profundidade. Os poços perfurados mais recentemente pela CIDASC somam um total de 400, sendo geralmente de uso comunitário em pequenas localidades rurais, para as famílias de pouco poder aquisitivo. Mas, lembra que a maioria dos poços profundos existentes foram perfurados por empresas, para uso familiar e/ou de granjas de aves ou suínos. Do total de poços perfurados aproximadamente 200 foram considerados secos (há registros de colono que perfurou cinco poços, sem obter vazão significativa). Descreve também que houve poços que apresentaram níveis de óleo, betume e ferro que inviabilizam seu aproveitamento. E supõe que haveria entre 750 e 1000 poços perfurados pela CIDASC em toda a bacia do rio do Peixe, ao longo de 25 anos, porém, nem a metade estaria produzindo atualmente.

De acordo com dados obtidos junto a CASAN⁴⁹, Agência Regional de Videira, a mesma é responsável pela captação, tratamento e distribuição de água do Rio do Peixe e de poços para os municípios Salto Veloso, Iomerê, Arroio Trinta e Tangará. Sendo que para os municípios Ibiam, Celso Ramos⁵⁰ e Pinheiro Preto a captação é feita somente em poços.

⁴⁹ <http://www.casan.com.br/index.php?sys=224>

⁵⁰ O município de Celso Ramos não faz parte da Bacia do Rio do Peixe.

Conforme a Agência Regional de Videira, em 2009, um projeto com recursos provenientes em parte do Plano de Aceleração do Crescimento⁵¹ - Projeto do Governo Federal, possibilitou a perfuração de um novo poço para captação de água do Aquífero Guarani, para auxiliar no abastecimento de água da cidade. As coordenadas do poço são 27°00'54"S e 51°08'54"E, e a cota do local, 717 metros. A profundidade total do poço foi de 500,5 metros, sendo que a partir dos 406 metros foi registrada a presença do arenito Botucatu, correspondendo ao Aquífero Guarani. Foi registrada a presença de óleo entre 94 e 111 metros e 114 e 116 metros de profundidade, e uma vez concluído, a água deste poço não apresentou qualidade e vazão adequadas para o abastecimento público, já que as amostras coletadas apresentaram contaminação por cádmio, óleo e manganês. O poço foi abandonado e tamponado pela CASAN.

Junto à empresa Água Azul Poços Artesianos⁵², com sede em Videira, obtivemos dados referentes a 10 poços, em propriedades

⁵¹ Os recursos provenientes para a perfuração do poço, referem-se a 80% com origem no PAC – Plano de Aceleração do Crescimento e 20% recursos provenientes da própria Casan. A perfuração ocorreu em imóvel próprio da Casan. O poço **P11** localiza-se entre as coordenadas 27°00'54"N e 51°08'54"E.

⁵² Empresa **de perfuração de poços** Água Azul Poços Artesianos. www.aguaazulpocos.com.br. Rua Abraão Brandalise, n. 176, Videira - SC, 89560-000 (0xx)49 3566-2447.

particulares ou de empresas, que atingiram o Sistema Aquífero Guarani, com profundidades da ordem de 500 a 600 metros, temperatura da água de aproximadamente 30°C. e vazões superiores a 30 m³ por hora (capacidade nominal das bombas utilizadas) conforme Tabela 1 e Figura 3 :

Fonte da Informação	Município	Coordenadas	Altitude	Profundidade	Vazão
Agua Azul - 01	Videira	485789E e 7013144S		538m	30 m ³ /h
Agua Azul - 02	Videira	483265E e 7013839S		485m	30 m ³ /h
Agua Azul - 03	Videira	486618E e 7011230S		402m	40 m ³ /h
Agua Azul - 04	Videira	485836E e 7012711S		520m	35 m ³ /h
Agua Azul - 05	Videira	487022E e 7013885S	500m	350m	30 m ³ /h
Agua Azul - 06	Videira	488371E e 7013768S		520m	30 m ³ /h
Agua Azul - 07	Videira	485256E e 7012960S	717m	500 m	
Agua Azul - 08	Videira	481683E e 7008060S	869m	556m	30 m ³ /h
Agua Azul - 09	Videira	481095E e 7007445S	855m	644m	30 m ³ /h
Agua Azul - 10	Videira	481128E e 7007043S	774m	502m	30 m ³ /h
Agua Azul - 11	Videira	489178E e 7008378S	711m	390m	jorrante 5m ³ /h
Termas de Ouro - 12	Ouro	439032E e 6978945S	498m	516m	jorrante 9 m ³ /h
Termas Leonense - 13	Campos Novos	444142E e 6979221S	410m	294m	jorrante 200m ³ /h

Tabela 1: Dados de alguns poços que atingem o Aquífero Guarani, em Videira e municípios vizinhos. Autoras: LOPES, A. R. B. C. e BARARDI, T. S.G..

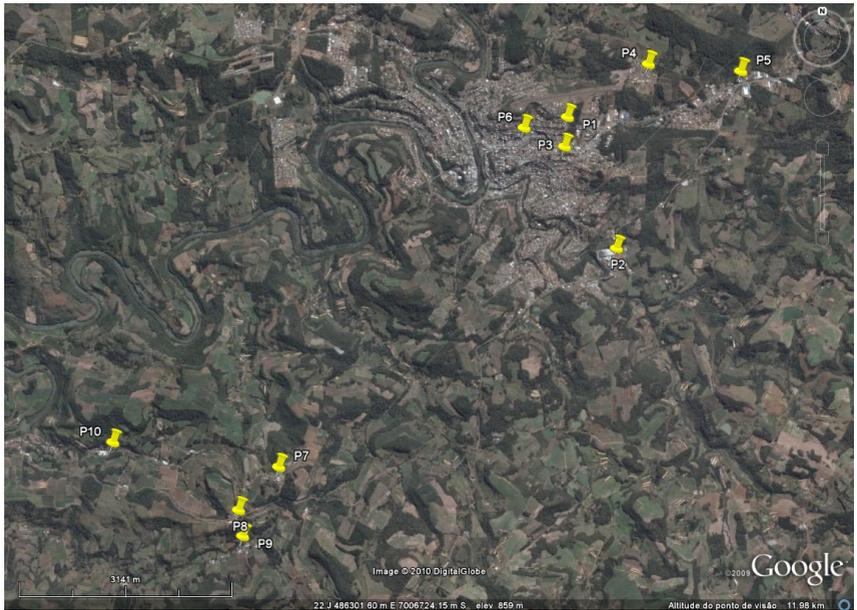


Figura 3. Localização dos poços que atingem a Formação Botucatu no município de Videira/SC. Base: Google. Fonte: Empresa Água Azul Poços Artesianos, de Videira, em dez. 2009. Autora: BARARDI, T. S.G.

3 - O USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE VIDEIRA

A qualidade dos recursos hídricos de um município é reflexo do uso da terra. Videira possui uma área total de 378 km², com população estimada de 46.585 habitantes (IBGE, 2010). Sua produção agrícola está baseada no cultivo de caqui, figo, laranja, pêra, pêssego, uva, arroz, batata inglesa, cebola, feijão, fumo, milho e tomate. A produção anual de aves soma 3.581.500 cabeças, de suínos 156.600 e de bovinos, 13.800. Videira possui ainda 316 indústrias de transformação, de acordo com os dados divulgados em 2004⁵³.

O mapa de uso da terra do município de Videira (Figura 4) destaca os cultivos, mata nativa, solo exposto, área urbanizada, pastagens, reflorestamento, rios e açudes, os dados referem-se ao ano de 2008.

Os resultados são apresentados por categorias de uso da terra, superfície em hectares e porcentagem correspondente. (Tabela 2). Em Videira, 15.657,57 hectares (41,3%) referem-se a cultivos em diversos estágios de desenvolvimento; 14.137,2 hectares (37,3%) de mata nativa; 4.052,97 hectares (10,7%) de solo exposto, as áreas referentes a solo exposto podem representar espaços em preparo para o cultivo ou corte de reflorestamento; 1.398,78 hectares (3,7%) classificados como áreas urbanizadas; 1.177,65 hectares (3,1%) de pastagens; 257,4 hectares (0,7%) não identificados ou espaços com presença de nuvens, impossibilitando a identificação; 138,06 hectares (0,4%) de rios e açudes. É importante destacar que as áreas de solo exposto, bem como uma parte das áreas de pastagens podem

⁵³ www.ibge.gov/cidadesatopwindow.htm?1 acesso em 25/05/09

representar áreas de cultivos em fase de pousio ou inicial de desenvolvimento.

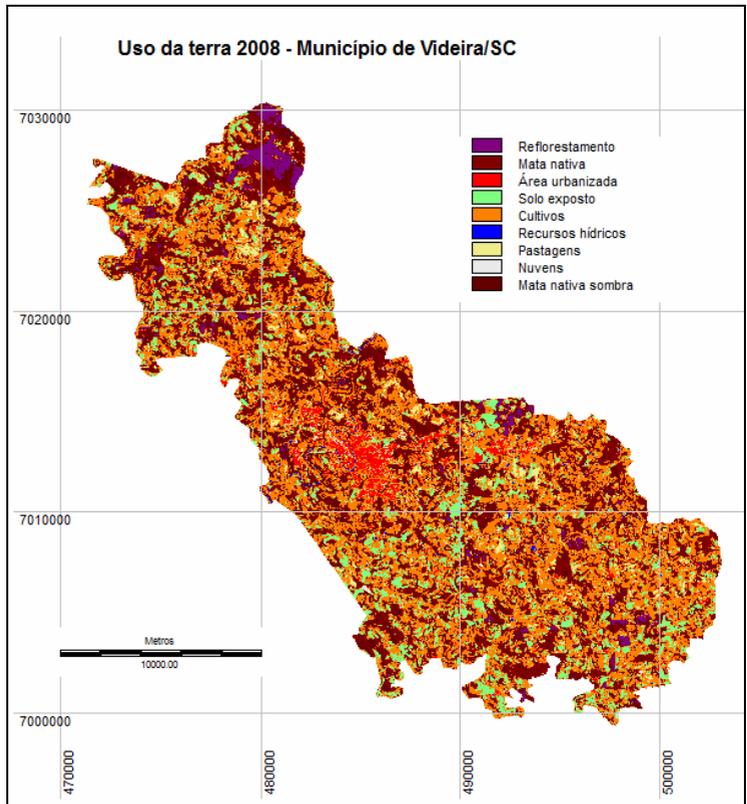


Figura 4: Mapa de uso da terra no município de Videira – 2008.

Mapa integrante da tese de Andréa Regina de Britto Costa Lopes, sob o título: Recursos Hídricos e uso da terra na Bacia do Rio

do Peixe/SC. Orientador: Scheibe, Luiz Fernando. Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFSC. Autora: Lopes, A. R. B. C..

Base: Landsat 7/ETM: órbita e ponto 221/078 e 221/079 de 08/09/2008. Canais 354.

Tabela 2 : Uso da terra no município de Videira – 2008

Hectares	Categoria	% da área total do município
15657.57	Cultivos	41.3
14137.20	Mata nativa	37.3
4052.97	Solo exposto	10.7
1398.78	Área urbanizada	3.7
1177.65	Pastagens	3.1
1047.24	Reflorestamento	2.8
257.40	Nuvens	0.7
138.06	Rios e açudes	0.4

Considerando, portanto, que cerca de 50% da área do município é ocupada por atividades agrícolas, em sua maioria no sistema convencional com grande uso de agrotóxicos e fertilizantes, é importante levar em consideração seu potencial de degradação, resultando na contaminação do homem e podendo levar também à contaminação dos recursos hídricos, dependendo da composição e estrutura do solo.

De acordo com o Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN do Ministério da Saúde/DATASUS⁵⁴ foram registrados, no período de 2004 a 2009, 20 casos de intoxicação por agrotóxicos, no município de Videira (Figura 5).

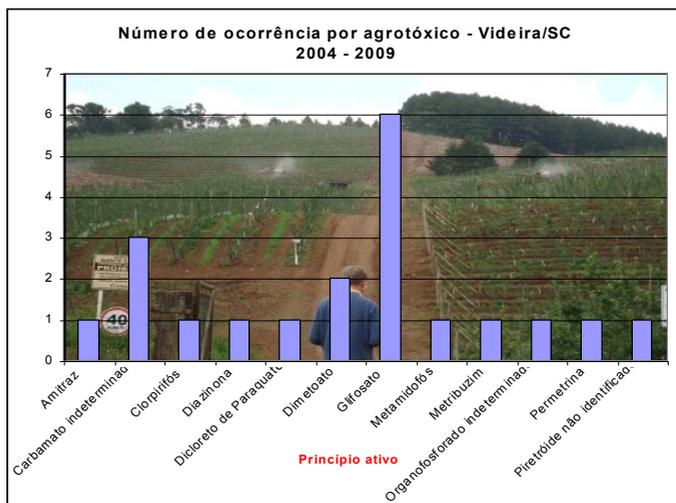


Figura 5: Ocorrências por agrotóxicos em Videira.

Fonte: SINAN do Ministério da Saúde/DATASUS. Autora: Lopes, A. R. B. C.

⁵⁴ <http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb>

Alguns princípios ativos dos principais agrotóxicos utilizados em cultivos desenvolvidos no município, e sua toxicidade (Tabelas 3 e 4)

Tabela 3. Princípios ativos dos principais agrotóxicos e respectivo grau de toxicidade.

Cultivo	Princípio ativo do agrotóxico e toxicidade
Caqui	Fenitrothion (II), Parathion metílico (I), Trichlorfon (II)
Laranja	Carbaryl (II), Fluazifop P. Butil (II)
Uva	Fenitrothion (II), Benomyl (III), Chlorthalonil (I), Dithianona (II), Glyphosato (II), Paraquat (I)
Batata	Aldicarb (I), Alfacypermitrin (I), Carbofuran (I), Dimetoato (I), Disulfoton (I), Thoprophos (I)
Cebola	Alfacypermitrin (I), Carbaryl (II), Deltametrina (II), Dimetoato (I), Disulfoton (I)
Feijão	Carbaryl (II), Carbofuran (I), Disulfoton (I), Chlorpyrifos (II), Esfenvaleratin (I)
Fumo	Carbaryl (II), Carbofuran (I), Bifenthrin (II), Dimetoato (I), Parathion metílico (I), Cyfluthrin (I)
Milho	Carbofuran (I), Esfenvaleratin (I), Fosfeto de magnésio (I), Terbufos (I), Methomyl (I), Deltametrina (II)
Trigo	Carbofuran (I), Dimetoato (I), Cyfluthrin (I), Permetrin (II), Monocrotophos (I), Fenitrothion (II)

Fonte: MARTINS, P. R. Trajetórias tecnológicas e meio ambiente: a indústria de agroquímicos/transgênicos no Brasil. Campinas, SP. 2000.

Tabela 4. Classificação toxicológica dos agrotóxicos em função do DL₅₀.

Classe toxicológica	Descrição	Faixa indicativa de cor
I	Extremamente tóxicos (DL ₅₀ < 50 mg/kg de peso vivo)	Vermelho vivo
II	Muito tóxicos (DL ₅₀ – 50 a 500 mg/kg de peso vivo)	Amarelo intenso
III	Moderadamente tóxicos (DL ₅₀ – 500 a 5000 mg/kg de peso vivo)	Azul intenso
IV	Pouco tóxicos (DL ₅₀ > 5000 mg/kg de peso vivo)	Verde intenso

Fonte:

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaJuazeiro/agrotoxicos.htm#toxicidade>. In: MARTINS, 2000.

De maior importância em relação à qualidade dos recursos hídricos citam-se as atividades referentes à criação a aves e, especialmente, de suínos, considerando-se seu grande potencial de poluição. A Figura 6 refere-se a 799 pontos relativos a espaços destinados à criação de aves ou suínos (a diferença nem sempre é visível na imagem) no município de Videira, identificados na imagem Google Earth (2006), o que dá bem uma idéia da grande

concentração dessas atividades no município, bem como de sua estreita relação com os cursos d'água.

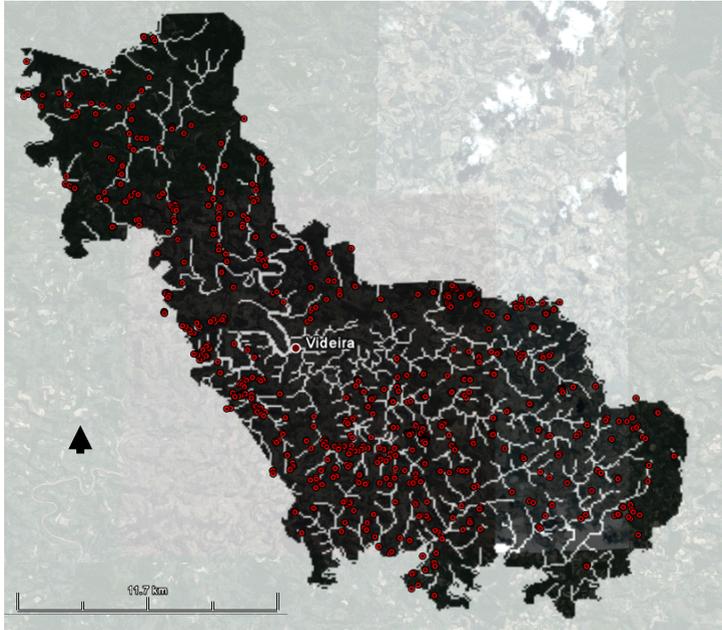


Figura 6. Localização de aviários e criações de suínos no município de Videira.

Base: Google ano 2006. Modificado por LOPES, A. R. B. C.

Mapa integrante da tese de Andréa Regina de Britto Costa Lopes, sob o título: Recursos Hídricos e uso da terra na Bacia do Rio do Peixe/SC. Orientador: Scheibe, Luiz Fernando. Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFSC. Autora: Lopes, A. R. B. C..

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

Para desenvolver a pesquisa optou-se em usar produtos e técnicas de sensoriamento remoto, como elementos para um sistema de informações geográficas.

Foi composto um mosaico com as imagens de satélite Landsat 7/ETM: órbita e ponto 221/078 e 221/079 de 08/09/2008 para obtenção do mapa de uso do solo. As imagens utilizadas, com resolução de 30 metros, foram trabalhadas a partir do Idrisi 32. A composição do mapa referente à produção de aves e suínos foi realizada a partir de imagens fornecidas pelo Google Earth. Foi realizado trabalho de campo para observações do relevo e coleta de dados junto à Epagri, Casan e empresas privadas sobre número de poços em Videira. Realizou-se acesso a sites oficiais do Ministério da Saúde/ DATASUS⁵⁵ para coleta de dados referentes à intoxicação por agrotóxicos e junto à Epagri/Ciram em Florianópolis para coleta de dados hidrológicos e climatológicos, tipos e fontes de captação para abastecimento do município, e, ainda, ao site do SIAGAS/CPRM para localização de poços profundos do Sistema Integrado Guarani/Serra Geral no município de Videira e vizinhos.

⁵⁵ <http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/>

5 – CONCLUSÕES

Com o uso de imagens LANDSAT TM5, o trabalho mostrou algumas feições estruturais (lineamentos) do município de Videira que podem constituir faixas de maior vulnerabilidade dos aquíferos do Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral. Esta característica assume maior importância, especialmente considerando a grande porcentagem da área do município que é utilizada para cultivos como de fumo, milho e tomate, altamente dependentes de insumos como fertilizantes químicos e agrotóxicos. Avulta, também, o expressivo número de aviários e criações de suínos, a ponto de comprometer a qualidade dos recursos hídricos superficiais e, possivelmente, da água subterrânea.

Apesar dos índices pluviométricos elevados, o uso das águas subterrâneas tem crescido substancialmente, especialmente em épocas de escassez de chuvas. Embora a imensa maioria dos poços existentes utilize as águas do Sistema Aquífero Serra Geral, devido ao número cada vez maior de poços secos e com o incremento tecnológico das empresas de perfuração, cada vez mais está sendo buscado, por empresas ou mesmo pessoas físicas, o manancial das águas do Sistema Aquífero Guarani, coberto na área por cerca de 300 a 400 metros de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral.

Um fator regional de complicação para a exploração das águas subterrâneas é a presença natural, em fraturas desta formação, de resíduos de óleo, cujas características e possível proveniência

deverão ser estudadas no decorrer dos trabalhos da Rede Guarani/Serra Geral.

Os dados apresentados neste trabalho deverão servir como orientação para elaboração de um plano municipal de recursos hídricos que contemple a sua gestão integrada (GIRH).

6 – AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Projeto Rede Guarani/Serra Geral (FAPESC/CTHidro/ANA/CNPq); à CIDASC Cia. Integrada de Desenvolvimento Agrícola de SC; à Empresa de perfuração de poços Água Azul Poços Artesianos; à CASAN - Regional Videira na pessoa da senhora Maria Justina Comelli Schrör, Chefe da Agência Regional de Videira; à Therma de Ouro; às Termas Leonense, localizada no Distrito de Barra do Leão – Campos Novos; e à Granja São Roque, Linha São Roque, município de Videira, pelo fornecimento dos dados utilizados nas pesquisas que conduziram a este artigo. À Rede Guarani/Serra Geral pelo apoio financeiro para os trabalhos de campo e ao CTHidro pelo fornecimento da bolsa 556644/2009-3 à doutoranda Andréa R. B. C. Lopes.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos.** Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; revisão de Suely Bastos;

coordenação editorial de Antonio Christofolletti. 7ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES (Eds). **Geologia, tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. CPRM, Serviço Geológico do Brasil, Brasília, 2003. disponível em: www.cprm.gov.br/publique;media.capII.pdf, acesso em 18.01.2010.

BRASIL, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.
<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>.

BRASIL, Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. INPE, disponível em <http://www.cbears.inpe.br/>

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 420/2009 - "Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas." - Data da legislação: 28/12/2009 - Publicação DOU nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620> acesso em 14/04/2010.

CARVALHO, Miguel M. Xavier de.; NODARI, Eunice S.; NODARI, Rubens Onofre. **Avanço no Uso de Agrotóxicos e das Intoxicações Humanas em Santa Catarina** Rev. Bras. De Agroecologia/nov. 2009 Vol. 4 No. 2

CORONETTI .Termas Leonense. Distrito de Barra do Leão – Campos Novos, SC. (Comunicação pessoal)

ESTADO DE SANTA CATARINA. **Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina**. Escala 1:500.000 1986.

FAÍSCA, Luciano. Empresa de perfuração de poços Água Azul. Água Azul Poços Artesianos. www.aguaazulpocos.com.br Rua Abraão Brandalise, 176 Videira - SC, 89560-000 (0xx)49 3566-2447 (Comunicação pessoal)

FREITAS, M. A.; CAYE, B. R.; MACHADO, J. L. F.. PROESC: **Diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do Estado de Santa Catarina – Projeto Oeste de Santa Catarina**. Porto Alegre: CPRM/SDM-SC/SDA-SC/EPAGRI. 2003.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 2006.

LINDNER, E. A.; GOMIG, K.; KOBAYAMA, M.. **Sensoriamento remoto aplicado à caracterização morfométrica e classificação do uso do solo na bacia rio do Peixe/SC**. In: Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3405-3412. disponível em : marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.18.13.46/doc/3405-3412.pdf . Acesso em 21/09/2007.

MARTINS, P. R. **Trajetórias tecnológicas e meio ambiente: a indústria de agroquímicos/transgênicos no Brasil**. Campinas, SP, 2000. In: www.sociologos.org.br/teses/paulo/apendice6.doc

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevô**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 10 abr. 2009.

PASQUAL, Nelson. Granja São Roque. Linha São Roque, município de Videira, Cx. Postal 314. pasqual@gsaoroque.com.br. (Comunicação pessoal)

SANTA CATARIA. Secretaria do Desenvolvimento Rural e da Agricultura – SDA. Secretaria de Recursos Hídricos – SRH/MMA. Bacias hidrográficas do Estado de SC diagnóstico geral. Florianópolis, 1997. 163p. SEPLAN/SC

SANTA CATARINA. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. CASAN, Abastecimento de água. Disponível em <http://www.casan.com.br>, acesso em 05/10/2007.

SCHEIBE, L. F.. Geologia e Petrologia do Distrito alcanino de Lages, SC. Tese de doutorado/USP. São Paulo. 1986.

SCHEIBE, L. F. & FURTADO, S. M. de A.. Proposta de alinhamentos estruturais para um esboço geotectônico de Santa Catarina. In: **GEOSUL, N 8 Ano IV** Revista do Departamento de Geociências. Segundo semestre de 1989. Editora UFSC. Florianópolis, SC

SCHRÖR, Maria Justina Comelli. Casan. Chefe da Agência Regional de Videira. Rua Veneriano dos Passos, 430, Cx Postal, 53. Videira/SC. justina@casan.com.br (Comunicação pessoal)

THERMAS DE OURO. Rodovia SC 458, 1200. Nossa Senhora da Saúde, 89663 000
Município de Ouro. Fone/Fax: 49 3555 6327.
www.thermasdeouro.com.br. (Comunicação pessoal)

ZABOT, Onorino Nestor. CIDASC. Rua João Zardo, Videira - SC, 89560-000 (0xx)49 3566-0054. (Comunicação pessoal)

www.rgsg.org.br.

http://siagas.cprm.gov.br/wellshow/result_query.asp?geral=true&grupo=Dados_Gerais&consulta=Subbacia_Hidrografica&criterio=Iguala&valor=Rios_Uruguai,_do_Peixe_e_outros&w=800&h=

<http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb>

LOPES, A. R. B. C.; SCHEIBE, L. F. Formação histórica e recursos hídricos no município de Videira/SC. In: Anais do I Simpósio Internacional de História Ambiental e Migrações, Florianópolis, na Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, de 13 a 15 de setembro de 2010.

Formação Histórica e Recursos Hídricos no Município de Videira/SC

Andréa Regina de Britto Costa Lopes

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina. Pesquisadora da Rede Guarani/Serra Geral – SC. Laboratório de Análise Ambiental. Departamento de Geociências - CFH. Campus Universitário – Trindade. Florianópolis - SC. **andbritto@yahoo.com.br**. Bolsista CTHidro processo nº 556644/2009-3.

Luiz Fernando Scheibe

Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina, Coordenador Técnico do Projeto Rede Guarani/Serra Geral – SC. Coordenador do Laboratório de Análise Ambiental. Departamento de Geociências - CFH. Campus Universitário – Trindade. Florianópolis – SC. (55) (48) 3721-8813. **scheibe2@gmail.com**.

RESUMO

O município de Videira, localizado no meio Oeste de Santa Catarina, entre 26°52'62" e 27°06'76"S e 51°17'42" e 50°58'17"W, foi selecionado por apresentar complexo e significativo desenvolvimento econômico baseado na agropecuária, indústria e serviços. A partir da abordagem sócio-espacial, procura-se compreender os aspectos da formação histórica e sua relação com a qualidade dos recursos hídricos do município. A partir de dados do IBGE, trabalhos anteriores e de campo, buscou-se conhecer a possível influência do desenvolvimento no uso da terra na qualidade da água, no município e em toda a bacia do rio do Peixe. Entre as décadas de 1970 e 2010, enquanto o número de habitantes cresceu cerca de 100%, o total da produção de suínos aumentou 162%, e o de aves, 277%. Com o uso associado de imagens do *Google Earth* e *LANDSAT TM5*, o trabalho mostrou expressivo número de aviários e

criações de porcos que comprometem as águas do rio do Peixe, cujo IQA/NSF situa-se, para todas as amostras, abaixo do nível bom. Esses níveis podem comprometer também a água subterrânea, o que deverá ser verificado pela coleta e análise da água dos poços perfurados no município em seu processo de formação histórica.

Palavras-Chave – Videira, Formação histórica, Recursos hídricos.

ABSTRACT

The municipality of Videira, located in midwestern Santa Catarina between $26^{\circ}52'62''$ $-27^{\circ}06'76''$ S and $51^{\circ}17'42''$ - $50^{\circ}58'17''$ W, was selected because it has complex and significant economic development, based in agrobusiness, industry and service. The aspects of the hystorical formation and its relationship with the hydric resources of the municipality are studied, with socio-spacial approach. Data from IBGE, previous work and field work, were used to understand the possible influence of the development, land use and water quality, of the municipality and throughout the Peixe River Basin. Between 1970 and 2010, while the number of inhabitants has grown 100%, the total hogs production has grown 162%, and of the poultry, 277%. With the associated use of Google Earth and LANDSAT TM5 images, the studies show expressive number of poultry and hog farms, that compromise the water quality of the Peixe river, whose IQA/NSF is situated, for all samples, under the level "good". These levels can also compromise the subsurface water, what can be verified through the collection and analysis of water of well holes in the municipality during it's process of historic formation.

Word-Key – Videira, Historic formation, Hydric resources.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta os primeiros resultados do projeto Rede Guarani/Serra Geral no município de Videira, e é parte integrante da pesquisa Recursos Hídricos e Uso da Terra na Bacia do Rio do Peixe/SC. Localizada no meio-oeste catarinense, esta bacia configura-se como uma das áreas prioritárias de pesquisa do projeto Rede Guarani/Serra Geral (www.rgsg.org.br), cujo objetivo principal é o de gerar conhecimentos técnicos e científicos para a proteção e uso sustentável das águas do Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral (SAIG/SG).

O município localizado entre os paralelos sul $26^{\circ}52'62''$ e $27^{\circ}06'76''$ e os meridianos a oeste $51^{\circ}17'42''$ e $50^{\circ}58'17''$, possui uma economia, assim como de toda a região meio-oeste do estado de Santa Catarina, baseada nos setores da agricultura, pecuária e agroindústria. Videira foi selecionado entre os municípios que compõem a bacia do rio do Peixe por apresentar a maior produção de aves e suínos.

Neste município nas últimas décadas tem se registrado um incremento considerável da população urbana e da produção rural, e conseqüentemente um aumento do consumo e do comprometimento da qualidade da água em Videira como em toda a bacia do Rio do Peixe. Abordar as produções agrícolas, pecuárias e industriais implica discutir a relação entre formação sócio-espacial, uso da terra e disponibilidade de recursos hídricos (superficiais e subterrâneos), os quais constituem elementos básicos dessa produção.

Monteiro (2001) aponta que Santa Catarina, por sua localização geográfica é um dos Estados da federação que apresenta melhor distribuição da precipitação pluviométrica durante o ano. Dentre os sistemas produtores do tempo que atuam na região, temos os sistemas frontais (atuando durante todo o ano); os sistemas convectivos no verão; e os complexos convectivos de mesoescala na primavera. Esses sistemas são mais intensificados quando da atuação dos fenômenos El-Niño e menos intensos sob influência da La-Niña.

Ainda que a distribuição das chuvas seja boa em todo o ano, observa-se por vezes períodos prolongados com deficiência ou ausência total de chuva, em decorrência dos bloqueios, ou seja, frentes (corrente de ar) seca e quente que atuam na região (SACCO, 2010).

2 - O MUNICÍPIO DE VIDEIRA

A geologia da área caracteriza-se pela presença da Formação Serra Geral, que consiste de uma sucessão de derrames vulcânicos continentais, com espessuras individuais entre 20 e 50 metros, em que predominam basaltos (BIZZI *et al.* 2003). Com idade entre 150 e 120 Ma., esta formação consiste no mais importante sistema aquífero explorado para abastecimento de água pela população no oeste do estado de Santa Catarina, o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) (SCHEIBE; HIRATA, 2008).

A Formação Serra Geral apresenta muitas zonas de falhas ou fraturas e estas podem configurar-se como importantes zonas de recarga dos recursos hídricos subterrâneos. Algumas pesquisas têm destacado o papel dos lineamentos no que se refere à vulnerabilidade em relação aos aquíferos. Scheibe (1986) descreve que a persistência das direções de fraqueza pré-cambrianas durante os processos deposicionais da bacia do Paraná é bem evidenciada nas imagens de radar. As áreas de ocorrência de basaltos, na porção norte e oeste do estado, estão limitadas a leste pelos alinhamentos estruturais Porto União, de direção aproximada N 60 W, e Ponte Alta, de direção aproximada N-S (SCHEIBE; FURTADO, 1989).

Scheibe e Hirata (2008) destacam o número crescente de poços perfurados tanto no Sistema Aquífero Guarani quanto, especialmente, no Sistema Aquífero Serra Geral. O aquífero Guarani é constituído por arenitos e confinado, e apresenta na sua zona de recarga maior vulnerabilidade à contaminação antrópica. Já o aquífero Serra Geral, constituído de basaltos e outras rochas vulcânicas, é fraturado e situa-se junto à superfície, apresentando-se, portanto muito mais vulnerável aos processos de contaminação.

Como resultado da relação entre formação geológica e clima, a área do município de Videira apresenta predomínio de relevo fortemente dissecado a suavemente ondulado. As altitudes situam-se entre 1130 metros e 400 metros, nas proximidades do rio do Peixe, principal rio do município (IBGE, 2010).

2.1. A FORMAÇÃO HISTÓRICA DE VIDEIRA

Poli (1991 *apud* VALENTINI, 2009) visualizou três fases da ocupação: a fase indígena; a fase cabocla e a fase de colonização.

Valentini (2009) descreve que a ocupação humana no Sul do Brasil se desenvolve a partir da presença pioneira de antigas comunidades indígenas Xokleng e Kaingang, sendo que os Kaingang, Coroados ou Guaianás, localizavam-se nos campos de cima da serra, ocupando a região que atualmente vai do Rio Grande do Sul até São Paulo⁵⁶.

Lavina (1999) assinala que o contato dos indígenas com os europeus provavelmente deu-se no início do século XVII, onde grupos parecem ter sido aldeados em reduções jesuíticas. De acordo com Silvio Coelho dos Santos (*apud* LAVINA, 1999) os indígenas da etnia Kaingang foram gradativamente incorporados às fazendas

⁵⁶ A denominação Kaingang significa homem, surgiu em 1822 nos escritos de Telamaco M. Borba, até então diferentes denominações como: Gauaina, Coroados, Bugres, Xoklens, Tupi e Botocudo foram utilizadas para designar os indígenas localizados no sul do país. Para mais detalhes consultar NACKE, A.. Os Kaingang: passado e presente. In: NACKE, A.; RENK, A.; PIOVEZANA, L.; BLOEMER, N. M. S.. Os Kaingang no Oeste Catarinense: Tradição e atualidade. Chapecó, SC Ed. Argos, 2007, .

de criação de gado, tanto como peões, ou força de defesa contra outros grupos indígenas.

A fase cabocla foi caracterizada como a “frente da frente” pois, à medida que as comunidades indígenas eram “conquistadas”, os “mestiços” ocupavam temporariamente a terra como “posseiros”. Assim, caboclo foi outro grupo importante na construção do município de Videira: grupos descendentes da miscigenação entre indígenas e europeus, estes na sua maioria portugueses, tinham como principal atividade a retirada das matas e o cultivo da terra (POLI, 1991 *apud* VALENTINI, 2009).

A economia regional do século XVIII baseava-se na criação extensiva do gado bovino, coleta de erva-mate⁵⁷ e extração da madeira, no entanto, o trabalho com o gado não comportava muita mão-de-obra, assim o crescimento demográfico não era acompanhado pela ampliação das possibilidades de trabalho, exceto na frente de trabalho relacionada aos ervais.

Até 1882 não havia uma ocupação efetiva da área apesar da distribuição de títulos⁵⁸ de terra. De 1500 a 1822 a região do meio-

⁵⁷ A evolução do processo de extração da erva-mate e a transformação da atividade em empreendimento industrial de interesse econômico alcançaram o auge no momento que principiou a extração comercial da madeira, a indústria madeireira atuou também no processo de retirada da erva-mate (VALENTINI, 2009).

⁵⁸ Foram distribuídos aproximadamente 255 títulos de terra até o ano de 1910 (WERLANG, 2006).

oeste foi alvo de disputa entre Portugal e Espanha⁵⁹ e a partir de 1895 iniciou-se uma disputa entre os estados do Paraná e Santa Catarina⁶⁰ pela posse das terras. Após o acordo dos limites entre Santa Catarina e Paraná em 1917, referentes à posse das terras do Contestado⁶¹, as políticas governamentais tinham como propósito ocupar os vazios demográficos.

Em 1890 tem início a construção de uma estrada de ferro que ligaria os Estados de São Paulo ao Rio Grande do Sul. Entretanto após 15 anos apenas 599 quilômetros do total de 1403 quilômetros haviam sido concluídos. Nessa época, o Ministro da

⁵⁹ Mesmo depois da independência, as disputas pela posse da terra continuaram entre Brasil e Argentina até 1895.

⁶⁰ A província do Paraná desde sua criação (desmembramento de parte do Estado de São Paulo) passou a reivindicar para si o domínio de terras até o rio Uruguai, já o estado de Santa Catarina considerava a área como sua baseada na distribuição das Capitânicas hereditárias. Essa disputa teve início em 1853 e submetida ao Supremo Tribunal Federal nos anos de 1904, 1909 e 1910 com ganho de causa para Santa Catarina.

⁶¹ A Guerra do Contestado (1911-1915) foi um movimento de contestação da posse das terras por empresas privadas realizado pelas populações residentes anteriormente e populações transferidas (trabalhadores dispensados) nas áreas cedidas pelo estado a empresa colonizadora. Em 1916 foi assinado acordo entre os estados do PR e RS e as terras contestadas divididas entre os estados.

Viação e Obras Públicas promove a vinda ao Brasil de Percival Farquhar, funda a *Brazil Railway Company* e adquire o controle acionário da Companhia Estrada de Ferro São Paulo – Rio Grande. Para a rápida construção do trecho faltante da ferrovia, a empresa contratou expressivo número de trabalhadores de outras áreas do país⁶².

Através da *Brazil Development & Colonization Company*, a *Brazil Railway Company* planejou a imigração de europeus em larga escala. Nos contratos da *Brazil Railway* o tamanho das propriedades variava de 20 a 25 hectares para cultura e de 100 a 1000 hectares para terras aproveitáveis na indústria extrativista e pastoril. A demarcação dos lotes era subordinada ao regime hidrográfico da área. Outra prática na época da colonização referia-se à compra de lotes e sua partilha em propriedades menores com aproximadamente 3,4 hectares (WERLANG, 2006). Com o processo de colonização inicia-se também a exploração dos pinheirais. A serraria de Três Barras foi considerada a segunda maior madeireira do mundo, e o complexo extrativo madeireira instalado na região pertencente ao mesmo grupo foi considerado o maior complexo extrativo

⁶² Segundo Werlang (2006) os trabalhadores viriam dos municípios do Rio de Janeiro, Santos, Salvador e Recife. Já Valentini (2009) aponta as colônias de imigração do Paraná e colônias de campesinato independente do Rio Grande do Sul como locais de origem dos trabalhadores.

madeireiro do mundo (LLOYD, 1913 *apud* VALENTINI, 2009).

Fora das áreas da *Brazil Railway*, o governo de Santa Catarina repassava a empresas particulares imensas glebas de terras, também para fins de colonização. A partilha era feita entre políticos e empresários, no entanto as terras da região consideradas devolutas eram ocupadas por indígenas e inúmeros posseiros, luso-brasileiros na sua maioria, que jamais tiveram a preocupação de legalizá-las. Assim como os indígenas, os caboclos foram igualmente espoliados de suas terras e de seu modo de vida; de forma geral, tornaram-se assalariados em atividades extrativas. Outras famílias indígenas se mantiveram na região, vivendo, mais tarde, com contratos de parcerias na condição de agregados e meeiros em terras adquiridas por agricultores oriundos do Rio Grande do Sul (NACKE, 2007).

Embora a política governamental da ocupação do oeste de SC estivesse voltada para a pequena e média propriedade, o tamanho dos lotes variava: de 30 a 200 hectares eram destinados à agricultura; de 100 a 500 hectares a terras de ervais; de 150 a 900 hectares destinados a terras de pinhais e de 2000 a 4000 hectares para as terras destinadas à pecuária (WERLANG, 2006).

Paralelamente à exploração da madeira, colonos de origem alemã, italiana e polonesa dos Estados do Rio Grande do Sul e Paraná foram atraídos pela possibilidade de acesso a terras férteis a preços acessíveis. De acordo com Alba (2008) os colonos

estruturaram-se em pequenas propriedades, com predomínio de mão-de-obra familiar e regime de policultura. A produção era voltada à subsistência, com troca dos produtos excedentes. Posteriormente, houve o cultivo de alguns produtos voltados ao mercado, como fumo, feijão e suínos.

2.2. O USO DA TERRA E OS RECURSOS HÍDRICOS EM VIDEIRA

O primeiro elemento natural explorado em grande escala na região foi a madeira (VALENTINI, 2009). Em 1933 o tabaco passa a ser considerado o primeiro produto que consegue um mercado estável entre os agricultores. Paralelamente ao comércio de tabaco surge o mercado para a banha, e posteriormente o do “porco-carne” (WERLANG, 2006).

No ano seguinte, em 1934, dentre os municípios que compõem a Bacia do Rio do Peixe, foi constituída em Videira a primeira grande agroindústria – a Perdigão. Outras importantes agroindústrias: Sadia (1944), Chapecó Alimentos (1952) e Cooperativa Central Oeste Catarinense – Aurora (1975) também se desenvolvem a partir de descendentes de colonos do Rio Grande do Sul que se estabeleceram no meio-oeste e extremo oeste do estado de Santa Catarina (ALBA, 2008). Em 1948 a suinocultura já é considerada a principal atividade com valor comercial, e passa a estimular ainda mais a imigração. A partir de 1952, paralelamente à criação de suínos, ganha mercado a produção de aves.

Com o enfraquecimento da exploração da madeira, novos valores foram agregados aos produtos da região: cultivo de espécies frutíferas, criação de suínos e aves e o manejo do reflorestamento, objetivando aproveitamento na indústria celulósica-papeleira, o plantio em grande escala de espécies frutíferas exóticas, atividade que deu novo impulso à economia local e regional. Valentini (2009) igualmente aponta que os reflorestamentos têm início como alternativa econômica de forma a disponibilizar também matéria-prima para as indústrias madeireiras.

Quanto ao município de Videira, atualmente, a produção agrícola está baseada na agricultura, com o cultivo de caqui, figo, laranja, pêra, pêssego, uva, arroz, batata inglesa, cebola, feijão, fumo, milho e tomate, e na pecuária, com a produção de aves, suínos e bovinos. Videira possui ainda 316 indústrias de transformação, de acordo com os dados divulgados em 2004⁶³ (IBGE, 2010). De acordo com Santa Catarina (2005) Videira não possui sistema de coleta e tratamento de esgoto. O município possui uma área total de 378 km², e uma população estimada de 46.585 habitantes (Tabela 1)⁶⁴.

⁶³ www.ibge.gov/cidadesatopwindow.htm?1 acesso em 25/05/09

⁶⁴ Na data do Recenseamento em 1960, Videira era formado por oito distritos: Videira (sede), Anta Gorda, Arroio Trinta, Dez de Novembro, Iomerê, Lourdes, Pinheiro Preto e

Tabela 1: População de Videira – 1940 a 2010

	População								
	1940	1950	1960	1970	1991	1996	2000	2007	2010
Videira	5.73	23.625	26.445	21.864	35.922	39.08	41.589	44.479	46.585

Fonte: Brasil/IBGE, 2010

Os produtos de maior destaque na lavoura permanente ao longo dos últimos 20 anos têm sido a uva e o pêssego (Tabela 2), e o das lavouras temporárias é o milho (Tabela 3).

Tabela 2: Produção da lavoura permanente em Videira.

		Município de Videira - SC																		
		Ano																		
Lavoura permanente		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Total		1.547	1.186	1.220	1.307	1.382	1.395	1.299	1.197	1.217	1.242	1.242	1.302	1.317	1.322	1.322	1.218	1.251	930	
Caqui		-	-	-	15	20	20	25	25	30	35	35	35	35	35	35	35	35	35	25
Erva-mate (folha verde)		-	-	-	-	-	-	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Figo		-	-	10	10	10	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Laranja		14	20	20	20	33	21	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Limão		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maçã		196	166	170	202	202	141	136	136	136	136	120	-	-	-	-	-	-	-	-
Pera		-	-	-	-	-	-	1	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2
Pêssego		70	100	130	160	225	225	350	350	360	380	380	400	600	600	600	600	500	500	438
Tangerina		-	-	-	-	5	5	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Uva		1.267	900	900	900	900	900	708	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	700	450

Fonte: BRASIL/IBGE, 2010 - Produção Agrícola Municipal.

<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=t&o=3&i=P> (acesso em 07/06/2010)

Tabela 3: Produção das lavouras temporárias em Videira

		Município = Videira - SC																	
Lavoura temporária		Variável = Área plantada - lavoura temporária (Hectares) por Ano																	
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Total	11.684	11.701	12.022	10.990	11.711	13.537	9.618	7.150	7.272	7.113	7.139	6.984	6.920	6.908	6.919	6.850	6.730	6.718	6.718
Alho	30	70	50	40	12	8	4	4	4	5	2	2	3	-	-	-	-	-	-
Arroz (em casca)	200	200	100	100	100	100	113	80	70	70	60	60	60	60	60	40	20	10	10
Batata-inglesa	50	50	50	50	50	50	5	5	35	30	30	30	30	30	30	30	30	30	10
Cebola	40	45	120	100	100	100	45	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Cevada (em grão)	-	70	35	35	35	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Feijão (em grão)	900	900	1.000	950	1.000	3.000	1.005	700	750	700	730	660	610	600	600	500	400	400	200
Fumo (em folha)	234	151	152	180	179	84	81	62	62	10	9	9	7	8	14	15	15	13	16
Mandioca	30	45	45	45	45	45	26	36	18	18	18	18	-	-	-	-	-	-	-
Milho (em grão)	10.000	10.000	10.300	9.300	10.000	10.000	8.100	6.100	6.100	6.100	6.150	6.150	6.150	6.150	6.150	6.200	6.200	6.200	6.400
Soja (em grão)	50	-	-	-	-	-	85	-	80	80	80	-	-	-	-	-	-	-	-
Tomate	20	20	20	40	40	40	44	32	32	30	10	5	5	5	5	5	5	5	2
Trigo (em grão)	130	150	150	150	150	90	100	80	70	20	-	-	5	5	10	10	10	10	30

Fonte: BRASIL/IBGE, 2010 - Produção Agrícola Municipal
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=t&o=3&i=P> (acesso em 07/06/2010)

Além da produção agrícola, a criação de suínos e aves ao longo das últimas décadas tem aumentado de forma significativa. Tomando como ponto de partida o total de animais existentes em 1975, a produção de suínos aumentou 162% e a produção de aves 277%, entre os anos de 1975 a 2008 (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4: Efetivo de suínos no Brasil, região Sul, Santa Catarina e Videira.

Efetivo dos rebanhos - tipo Suíno									
Variável - Efetivo dos rebanhos (cabeças)									
Ano	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2008	
Brasil	37.640.291	34.331.236	32.247.687	33.623.186	36.062.103	31.562.111	34.063.934	36.819.017	
Sul	15.406.609	15.412.290	11.988.097	10.636.968	12.579.582	13.452.029	15.090.727	17.798.250	
Santa Catarina	3.603.953	3.878.532	3.238.321	3.330.516	4.404.480	5.093.888	6.309.041	7.846.398	
Videira - SC	73.034	71.917	100.477	109.000	160.000	135.450	156.600	191.870	

Fonte: BRASIL/IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal

<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=73&z=t&o=3&i=P> (acesso em 07/06/2010)

Tabela 5: Efetivo de aves no Brasil, região Sul, Santa Catarina e Videira.

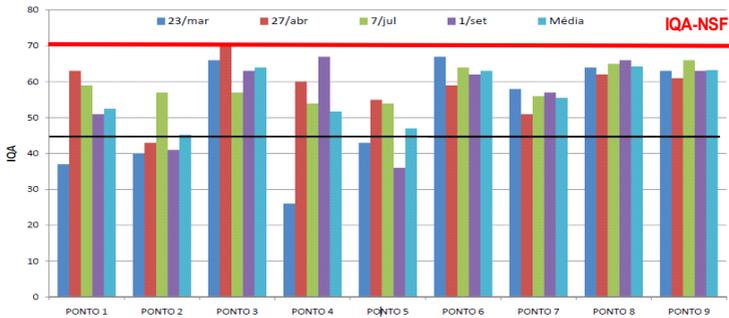
Efetivo dos rebanhos - tipo Aves							
Variável - Efetivo dos rebanhos (cabeças)							
Tipo de rebanho = Galos, frangas, frangos e pintos + Galinhas							
Ano	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2008
Brasil	311.867.144	441.321.941	470.087.999	546.235.505	729.531.299	842.740.173	999.041.234
Sul	92.113.270	152.066.260	181.208.526	218.269.586	327.869.197	379.831.270	455.136.559
Santa Catarina	26.110.921	43.022.938	55.355.988	66.636.309	84.146.740	123.740.489	177.520.435
Videira - SC	1.055.887	2.515.057	2.778.835	3.742.000	3.200.000	3.245.600	3.989.300

Fonte: BRASIL/IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal

<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=73&z=t&o=3&i=P> (acesso em 07/06/2010)

Análises de qualidade da água do rio do Peixe (FRINHANI; AZZOLINI; NIENOV 2009) evidenciaram que o Índice de Qualidade da Água - IQA/NSF registra-se abaixo do nível bom para todas as amostras nos meses de março, abril, julho e setembro de 2008 no rio do Peixe. Os pontos 4 e 5 referem-se, respectivamente a amostras coletadas a montante e a jusante de Videira. (Gráfico 1).

Gráfico 1: Índice de Qualidade da Água - IQA/NSF na Bacia do Rio do Peixe/SC. (índice adotado pela National Science Foundation dos EUA. A linha em preto refere-se ao IQA/CETESB, adotado como referência pelos autores do artigo)



3. RESULTADOS

Com o uso associado de imagens do *LANDSAT* TM5 e *Google Earth* procuramos espacializar o uso da terra - os resultados são apresentados segundo as classes: cultivos, mata nativa, solo exposto, área urbanizada, pastagens, reflorestamento e rios e açudes (Tabela 6 e Figura 1).

Tabela 6: Uso da terra em Videira – 2008

Hectares	Categoria	% da área total do município
15657.57	Cultivos	41.3
14137.20	Mata nativa	37.3
4052.97	Solo exposto	10.7
1398.78	Área urbanizada	3.7
1177.65	Pastagens	3.1
1047.24	Reflorestamento	2.8
257.40	Nuvens	0.7
138.06	Rios e açudes	0.4

Base: Landsat 5_TM: 221_078/79 de 08/09/2008 (INPE, 2008).

* As áreas de solo exposto bem como parte das áreas delimitadas como de pastagens podem representar áreas de preparo para cultivos, em fase de pousio ou fase inicial de desenvolvimento, e áreas de corte de reflorestamento.

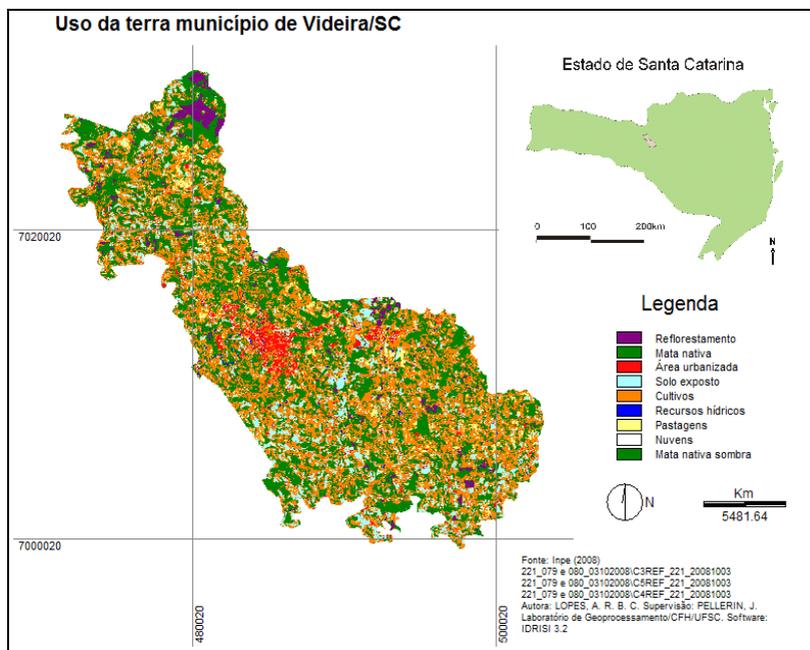


Figura 1: Mapa de uso da terra do município de Videira – 2008.

Em imagens do *Google Earth* foram identificados 800 pontos relativos a edificações de aviários ou granjas de suínos, distribuídos por todo o município, no ano de 2006 (Figura 2), o que

evidencia a grande importância da atividade de criação de animais: Videira é o sexto maior produtor de suínos no Brasil⁶⁵.

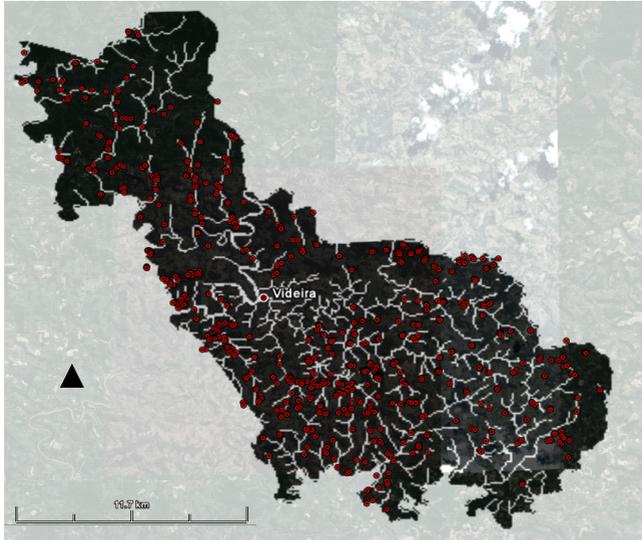


Figura 2. Localização de aviários e criações de suínos (●) no município de Videira, SC.

Base: Google ano 2006. Elaborado por LOPES, A. R. B. C.

⁶⁵ Fonte: IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal.

Tipo de rebanho - Suíno/2008			
Produção			
Brasil	36.819.017		
Uberlândia (MG)	619.464	Xaxim (SC)	217.651
Seara (SC)	447.290	Videira (SC)	191.870
Concórdia (SC)	434.538	Patos de Minas (MG)	165.000
Xavantina (SC)	303.295	Brasília (DF)	119.000

A partir de 1974 houve um aumento significativo da produção de suínos e aves no município. A criação de suínos pode trazer impactos negativos ao meio físico e ao homem. Os dejetos liberados pelos suínos são altamente poluentes e quando lançados em grandes quantidades no ambiente (com pouco ou nenhum tratamento prévio), trazem conseqüências como a degradação dos solos e dos mananciais de água, alteração da biodiversidade aquática, proliferação de organismos que são prejudiciais à saúde humana (BEVILAQUA; SCHEIBE, 2010).

Levando em conta as características químicas e biológicas de suas águas na altura de Videira, o rio do Peixe pode ser classificado como de Classe III⁶⁶ (apesar do excesso de coliformes detectados) exigindo, portanto, tratamento avançado para o abastecimento público. Ressalte-se que a cidade de Videira não é atendida por sistema de coleta e tratamento de esgotos (Santa Catarina, 2005) ainda que pesquisas desenvolvidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de SC S.A e Universidade Federal de Santa Catarina venham realizando desde 1994 pesquisas (inclusive com estudo de caso em Videira) apresentando alternativas de custo acessível, de sistemas de tratamento de esgoto de gestão

⁶⁶ Classe I – coliformes termotolerantes não deve ser exceder o limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, na Classe II não devem exceder o limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, e na Classe III não devem exceder o limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros (Resolução CONAMA n. 274, de 2000 e Resolução no 357, de 17 de março de 2005).

descentralizada, de residências, bairros, comunidades isoladas, indústrias ou instituições (PHILIPPI *et al.*, 2007).

Bellaver e Oliveira (2009), para o cálculo do balanço da água nas cadeias de produção de aves e suínos, consideraram a estimativa de água consumida, água destinada à higienização dos equipamentos e instalações das granjas, água retida e ou exportada nas carcaças dos animais abatidos, e a água importada em cereais ou ingredientes que entram no sistema de produção com origem em outras regiões, chegando ao total de 26,29 litros de água por kg de carne produzida, para as aves, ou 63,09 L/frango, com peso médio 2,4kg.; e ao total de 29,42L/kg de suíno produzido, ou 3.236,2 L/suíno com peso médio de 110 kg. Para o caso de Videira, considerando a produção de 191.870 suínos no ano de 2008, chegamos ao consumo anual de 620.929.694 de litros de água necessários para a produção de suínos; e de 251.684.937 litros de água para a produção de 3.989.300 aves. Os mesmos autores concluem, no entanto, que essa quantidade representaria uma pequena porcentagem da água disponível, tendo em vista um balanço hídrico regional, muito semelhante ao caso de Videira.

Destacam ainda Bellaver e Oliveira (2009) que, embora a água de consumo para os animais possa pertencer até à classe III, essa condição não se aplica totalmente à produção de suínos e aves, pois esses exigem melhor qualidade da água. Por isso mesmo, em geral, a água utilizada nos aviários e granjas de suínos tem origem

em fontes naturais ou poços profundos (água subterrânea), não sendo utilizada diretamente a água dos rios, devido aos riscos sanitários. Essa situação é comprovada pelo elevado número de poços existentes no município.

O SIAGAS/CPRM cadastrou em Videira, 38 poços ⁶⁷ (Tabela 7 e Figura 3). O número total de poços no município é muito maior, conforme informações obtidas junto aos técnicos da CIDASC, responsável mais de 400 poços perfurados na área rural da região, sendo que entre 1992 e 1997 houve um aumento significativo do número de poços perfurados na Bacia.

Dados levantados junto à empresa Água Azul Poços Artesianos referem-se especificamente a poços mais profundos, que atingiram o topo do sistema Aquífero Guarani, permitindo vazões superiores aos 30m³/h e representando, por sua vez, uma nova frente de exploração das águas subterrâneas na região (Tabela 8).

⁶⁷ A coleta de dados realizada pela CPRM utiliza metodologia de amostragem, ou seja, apenas parte dos poços são registrados e contabilizados por este órgão.

Tabela 7: Poços registrados pelo SIAGAS no município de Videira/SC

NUM_UTMS	NUM_UTMW	STR_LOCAL_PONTO	PROFUNDIDADE
7013305	482158	LINHA BONITA, RUA VITORIO A. GREGOLON	124
7015212	480802	RODOVIA VIDEIRA/ANTA GORDA, KM 5	57
7021336	473108	SITIO ALF (LINHA BEIRA RIO/LINHA PAULINA)	40
7019532	476069	ANTA GORDA, RUA ISAIAS BRONDELEIRO	108
7025516	473882	SITIO OURO PRETO (ANTA GORDA)	75
7013522	491959	RUA HERMES CARLETTO (RIO DAS PEDRAS)	92
7024273	475405	COMUNIDADE SAO PEDRO	63
7023373	479412	IMBUIAL - GRANJA CARBONI 4	130
7019134	481321	JS INDUSTRIA DE EMBUTIDOS	78
7017244	481290	ESCOLA POLO PROFª SUELI MARIA GUELLER	100
7017231	483435	GRANJA SK - LINHA 15 DE NOVEMBRO	72
7020079	482940	SITO BUSANELLO	97
7010836	489650	SITIO SANTA LUCIA	61
7004074	498152	SITIO DOS DIAS	69
7009680	488464	SITIO TESTOLIN	61
7006364	497534	SITIO SCAPINEL	42
7007069	498774	FAZENDA BIASIOLO	84
7005275	500212	SITIO SANTO ANTONIO	67
7005168	500545	GRANJA PEDRO PITT	52
7007665	501257	SITIO ENVERNADO DO ESPINILHO	58
7004345	495913	SITIO SERAFINI	57
7004641	493640	SITIO MINEIRO	67
7005466	493465	SITIO DIRCEU DEON	61
7005666	491087	SITIO COSER	532
7007321	489844	SITIO BOLZANI	76
7010359	483007	SITIO RIGO	70
7011083	481989	PROPRIEDADE ATILIO TEDESCO	92
7013784	492162	VILA RIO DAS PEDRAS	166
7013449	491480	POÇO 3, CAMARA FRIGORIFICA FRAIBURGO	178
7010346	497322	SITIO (GRANJA DONA LURDES)	100
7011252	492944	SITIO GAIO	60
7014310	495302	INDUSTRIA DE BEBIDAS 7 COLINAS LTDA	100
7014446	496496	GRANJA ZONTA	100
7010931	486317	CONSTRUTORA FETZ LTDA - SC 303, KM 04	80
7014011	484033	ALMOXARIFADO PREVEMAX	118
7018653	476435	VINICOLA ZAGO	36
7013084	485448	CASA FAISCA	22
7012951	485292	PATIO CASAN	500

Fonte: SIAGAS, 2010⁶⁸.

⁶⁸ O poço (coordenada 7012951S e 485292W) perfurado pela CASAN registrou resíduo de óleo (substância

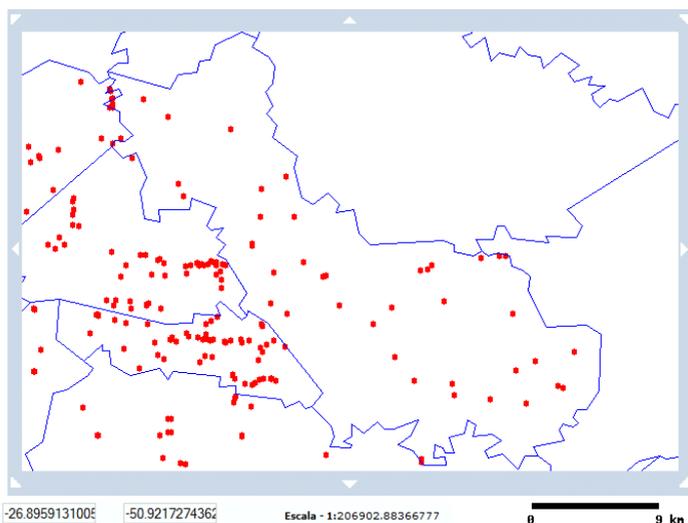


Figura 3: Localização dos poços registrados pelo SIAGAS no município de Videira/SC (parte central da figura)

Fonte: SIAGAS. <http://mapoteca.cprm.gov.br>

que inviabiliza a exploração das águas subterrâneas), entre as profundidades de 94 m a 111m e entre 114m a 116m. São muitos os casos de presença de óleo em poços perfurados na região, conforme Onorino Nestor Zobot, responsável técnico da EPAGRI, e Luciano Faísca, da Água Azul Poços Artesianos.

Tabela 8: Localização e profundidade de poços que atingiram o SAG.

NUM_UTMS	NUM_UTMW	PROFUNDIDADE
485789	7013144	538
483265	7013839	485
486618	7011230	402
485836	7012711	520
487022	7013885	350
488371	7013768	520
485256	7012960	500
481683	7008060	556
481095	7007445	644
481128	7007043	502
489178	7008378	390

Fonte: Água Azul Poços Artesianos⁶⁹

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida a partir de referencial bibliográfico para caracterização da geologia e da formação histórica do município. A partir de imagens de satélite *Landsat 7/ETM*: órbita 221/078 e 221/079 de 08/09/2008 trabalhadas com o Software Idrisi 3.2, com controle de campo, foi obtido o mapa de uso da terra. Para o mapa de altimetria foram utilizadas bases do IBGE, na escala de 1:100.000, com aplicação do *software ILWIS 3.3 Academic*.

⁶⁹ Empresa de perfuração de poços Água Azul Poços Artesianos. **www.aguaazulpocos.com.br** Rua Abraão Brandalise, 176 Videira - SC, 89560-000 (0xx)49 3566-2447 (Comunicação pessoal).

A figura referente à localização de aviários e criações de suínos em Videira foi elaborada a partir de imagens do *Google Earth*, do ano de 2006 (última atualização disponível), e os dados referentes à evolução da população e tipos de cultivos resgatados no site e biblioteca do IBGE. Os dados relativos aos poços foram obtidos junto ao SIAGAS/CPRM, à Termas de Ouro; às Termas Leonense; junto à empresa de perfuração de poços Água Azul Poços Artesianos; à CIDASC; e Companhia de Saneamento do Estado de Santa Catarina – CASAN, Agência Regional de Videira.

Os trabalhos de campo foram realizados com objetivo de confirmação e observações do relevo, relações sociais e tipos de uso da terra, assim como para a coleta de dados de poços.

4. CONCLUSÕES

Apesar da ocupação inicial pelos Kaingang, a população de Videira constitui-se principalmente por grupos imigrantes/descendentes de origem italiana e alemã.

Enquanto entre as décadas de 1970 e 2010 o número de habitantes cresceu cerca de 100%, o total da produção de suínos aumentou 162% e a criação de aves aumentou 277% sobre a produção já existente.

Os usos da terra mais significativos no município de Videira referem-se a 15.657,57 ha (41,3%) de cultivos (em diversos estágios de desenvolvimento) e 14.137,2 ha (37,3%) de mata nativa. Na

lavoura permanente os produtos de maior destaque nos últimos 20 anos têm sido a uva e o pêssego, com 450 e 438 ha respectivamente, de um total de 930 ha de área plantada no município. Entre as lavouras temporárias, o milho é o principal cultivo, com área plantada de 6.400 ha de um total de 6.718 ha. Com a imagem do *Google Earth* foi possível registrar 800 aviários e granjas de suínos, atividades de grande importância para a economia regional e nacional.

Em função desses usos, a qualidade das águas superficiais, e especialmente, as do rio do Peixe, encontra-se em grande parte comprometida: amostras de água do rio do Peixe, coletadas tanto a montante como a jusante de Videira, revelaram IQA/NSF abaixo do nível bom. Desta forma, essas águas não podem ser utilizadas na produção dos mesmos suínos e aves, pois esses exigem melhor qualidade da água. Em geral, a água utilizada nos aviários e granjas de suínos tem origem em fontes naturais ou poços profundos (água subterrânea), não sendo utilizada diretamente a água dos rios, devido aos riscos sanitários. Apesar dos esforços que vêm sendo empreendidos, onerando especialmente os produtores de suínos, há necessidade de implementação de estratégias mais eficientes e de maior abrangência em relação ao tratamento dos resíduos provenientes dessa produção.

A alternativa tem sido o aumento cada vez maior do número de poços profundos perfurados no município. Os dados do SIAGAS/CPRM e outras informações locais comprovam o elevado número de poços existentes, com aumento significativo de perfurações entre 1992 e 1997 – sendo que de 1990 para 1995 a produção de suínos aumentou em 47%.

Dados levantados junto à empresa Água Azul Poços Artesianos referem-se especificamente a poços mais profundos, que atingiram o topo do sistema Aquífero Guarani, permitindo vazões superiores aos 30m³/h e representando, por sua vez, uma nova frente de exploração das águas subterrâneas na região.

Como as reservas de águas subterrâneas não são ilimitadas e sua recarga depende também da qualidade dos próprios mananciais superficiais, a continuidade do desenvolvimento das atividades produtivas no município depende de um maior cuidado com a poluição destes mananciais, bem como de melhor aproveitamento dos recursos hídricos provenientes da precipitação, através de uma gestão integrada dos mesmos com o uso da terra, conciliando estratégias de aproveitamento dos recursos hídricos pluviais com o objetivo de preservar as águas subterrâneas como reserva estratégica.

Os trabalhos de campo revelaram a presença natural, em fraturas da Formação Serra Geral, de resíduos de óleo, comprometendo a qualidade dessas águas. Este se configura como mais um fator regional de complicação para a exploração das águas

subterrâneas do Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral (SAIG/SG), e deverá ser estudado no decorrer dos trabalhos da Rede Guarani/Serra Geral.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBA, R. S. **Estudos de Geografia Agrária do Oeste Catarinense**. Chapecó: Argos Editora Universitária, 2008.

BELLAVER, C.; OLIVEIRA, P. A.. **Balanço da água nas cadeias de aves e suínos**. Publicado na Avicultura Industrial 10 2009. pág. 39-44. Disponível em: http://www.qualyfoco.com.br/arquivos_publicacoes/arquivos/1266836613_Agua_essencial_v2.pdf acesso em 09/07/10.

BEVILAQUA, T.; SCHEIBE, L. F.. **Biodigestores, Geração de Energia e Preservação do Meio Ambiente na Região do Alto Uruguai Catarinense**.

BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES (Eds). **Geologia, tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. CPRM, Serviço Geológico do Brasil, Brasília, 2003. Disponível em: www.cprm.gov.br/publique;media.capII.pdf, acesso em 18.01.2010.

BRASIL. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. 2010. Disponível em: <http://mapoteca.cprm.gov.br> e http://siagas.cprm.gov.br/wellshow/result_query.asp?geral=true&grupo=Dados_Gerais&consulta=Subbacia_Hidrográfica&criterio=Igual_a&valor=Rios_Uruguai,_do_Peixe_e_outros&w=800&h.

BRASIL, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Acesso em 2010 <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>.

BRASIL, MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. INPE, 2008. Disponível em <http://www.cbets.inpe.br/>.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S.A. Estação: Concórdia - SC (automática) Estação: Campos Novos - SC (automática) Fonte: Epagri/Ciram. Estação: Joaçaba - SC (automática) Fonte: Epagri/Ciram/Inmet. Estação: Caçador – SC. Fonte: Epagri/ Ciram. Estação Videira – SC. Fonte: Epagri/Ciram. Estação: Campos Novos – SC. Fonte: Epagri/Ciram/Inmet. Florianópolis, 2010. <http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>

ESTADO DE SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Saúde. Diretoria de Vigilância Epidemiológica. Gerência de Atenção Básica. **Relatório: Destino de Esgoto por Municípios e Regionais de Saúde, Segundo Siab - Sistema de Informação da Atenção Básica e Casan - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento.** 2005. Florianópolis, abril de 2006. Coordenação Estadual Estratégia Saúde da Família: Panizzi, M.. Elaboração Relatório, Santos, P. P.. Coordenação Estudo, Junckes T. A. V.; Botelho, E. M.; Rosa, M. C.. Disponível em: www.saude.sc.gov.br/.../Relatório%20Destino%20Esgoto%20SIAB%20.doc

FAÍSCA, L.. Empresa de perfuração de poços Água Azul Poços Artesianos. www.aguaazulpocos.com.br, Rua Abraão Brandalise, 176, Videira - SC, 89560-000 (0xx)49 3566-2447 (Comunicação pessoal).

FRINHANI, E. de M. D.; AZZOLINI, J. C.; NIENOV, F.. Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas – Enfoque para a Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe. **In: Curso de Extensão bacia**

hidrográfica do rio do peixe: meio Ambiente e Sociedade. UNOESC. 08/09 a 12/09. Joaçaba. SC. In: SCHEIBE, Luiz Fernando; TREVISOL, Joviles Vítório (Orgs.). **Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe: natureza e sociedade.** Joaçaba: Ed. Unoesc, 2010. No prelo.

LAVINA, R.. Indígenas de Santa Catarina: história de povos invisíveis. IN BRANCHER, A. (Org.) **História de Santa Catarina: estudos contemporâneos.** Ed. Letras Contemporâneas. Florianópolis, 1999.

MONTEIRO. M. A.. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. In: **Geosul**, Florianópolis, V.16, n. 31, p. 69 – 78. Jan./Jun.. 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **CONAMA. RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005.**

NACKE, A.. Os Kaingang: passado e presente. In: NACKE, A.; RENK, A.; PIOVEZANA, L.; BLOEMER, N. M. S.. **Os Kaingang no Oeste Catarinense: Tradição e atualidade.** Chapecó, SC Ed. Argos, 2007.

PHILIPPI, L. S. (COORD.); SEZERINO, P. H.; OLIJNYK, D. P.; KOSSATZ, B.. **Eficácia dos Sistemas de Tratamento de Esgoto Doméstico e de Água para Consumo Humano Utilizando Wetlands Considerando Períodos Diferentes de Instalação e Diferentes Substratos e Plantas Utilizados.** Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado. Florianópolis/SC – 2007.

SACCO, F. G.. **Configurações Atmosféricas em Eventos de Estiagem de 2001 a 2006 na Mesorregião Oeste Catarinense**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina. Orientadora: prof. Dra. Magaly Mendonça. Florianópolis, 2010. Inédito.

SCHEIBE, L. F.. **Geologia e Petrologia do Distrito alcanino de Lages, SC**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociência. USP. São Paulo. 1986.

SCHEIBE, L.F. (COORD.) **Projeto REDE GUARANI/SERRA GERAL**, apresentado pela FUNJAB (Fundação José Arthur Boiteux/UFSC) à FAPESC (Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina) dez/2006, inédito (46 p.). 2006. www.rgsg.org.br

SCHEIBE, L. F.; FURTADO, S. M. de A.. Proposta de alinhamentos estruturais para um esboço geotectônico de Santa Catarina. In: **GEOSUL, N 8 Ano IV** Revista do Departamento de Geociências. Segundo semestre de 1989. Editora UFSC. Florianópolis, SC.

SCHEIBE, L. F.; HIRATA, R.. **O contexto tectônico dos sistemas aquíferos Guarani e Serra Geral em Santa Catarina: uma revisão**. In: XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2008, Natal. Anais do XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Natal: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2008. v. 1. p. PAP0183-PAP1200.

VALENTINI, D. J.. **Atividades da Brazil Railway Company no Sul do Brasil: a instalação da Lumber e a Guerra na Região do Contestado (1906-1916)**. Porto Alegre: PUCRS, 2009. 300 f. Tese (Doutorado em História) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em História, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://verum.pucrs.br/ppgh>

WERLANG. A. A.. **Disputas e ocupação do espaço no oeste Catarinense: A atuação da Companhia Territorial Sul Brasil.** Editora Universitária. Chapecó, 2006.

6. AGRADECIMENTOS

À Coordenadora Geral do Projeto Rede Guarani/Serra Geral (FAPESC/CTHidro/ANA/CNPq), Profa. Dra. Maria de Fátima S. Wolkmer pelo apoio financeiro para os trabalhos de campo. A CIDASC - Cia. Integrada de Desenvolvimento Agrícola de SC; à CASAN - na pessoa da Sra. Maria Justina Comelli Schrör, Chefe da Agência Regional de Videira; ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; à Epagri/Ciram - /SC; à Thermas de Ouro; à Termas Leonense/Distrito de Barra do Leão – Campos Novos e à Granja São Roque/Linha São Roque, Videira. Agradecemos de forma especial à Água Azul Poços Artesianos.