

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOMÁTICA**

**DETERIORAÇÃO AMBIENTAL NOS MUNICÍPIOS DA  
QUARTA COLÔNIA DE IMIGRAÇÃO DO RIO  
GRANDE DO SUL, BRASIL, EM PRIMEIRA (I)  
APROXIMAÇÃO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Rosa Elaine lensen**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

**DETERIORAÇÃO AMBIENTAL NOS MUNICÍPIOS DA  
QUARTA COLÔNIA DE IMIGRAÇÃO DO RIO GRANDE DO  
SUL, BRASIL, EM PRIMEIRA (I) APROXIMAÇÃO**

**Por**

**Rosa Elaine Iensen**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geomática, Área de Concentração em Tecnologia da Geoinformação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Geomática.**

**Orientador: Prof. Waterloo Pereira Filho**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

**lensen, Rosa Elaine, 1965-**

**I22d**

Deterioração ambiental nos municípios da Quarta Colônia de imigração do Rio Grande do Sul, Brasil, em primeira (I) aproximação por Rosa Elaine lensen; orientador Waterloo Pereira Filho. - Santa Maria, 2009.

64 f. ; il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Geomática, RS, 2009.

1. Geomática 2. Áreas de preservação permanente 3. Planejamento ambiental 4. Monitoramento ambiental I. Pereira Filho, Waterloo II. Título

CDU: 502.1

Ficha catalográfica elaborada por

Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160

Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

2009

Todos os direitos autorais reservados a Rosa Elaine lensen, A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor. Endereço: Rua Dom Marcos Teixeira, 320 Parque do Sol, bairro São José, Santa Maria, RS, 97650-450, Fone (055) 32265085; End. Eletr: rosa\_iensen@yahoo.com.br

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Geomática**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**DETERIORAÇÃO AMBIENTAL NOS MUNICÍPIOS DA QUARTA CO-  
LÔNIA DE IMIGRAÇÃO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL, EM  
PRIMEIRA (I) APROXIMAÇÃO**

Elaborada por  
**Rosa Elaine Iensen**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Geomática**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Waterloo Pereira Filho, Dr.**  
Presidente/Orientador

**Galileo Adeli Buriol, Dr. (UNIFRA)**

**Mauro Kumpfer Werlang, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 08 de abril de 2009.

## AGRADECIMENTOS

*Ao término de uma jornada, faz-se necessário contar com várias pessoas que de certa forma tomaram uma importância significativa nas várias atividades relacionadas á elaboração desta dissertação. Algumas tiveram uma importância decisiva com o passar do tempo pelos esclarecimentos e orientações prestadas, e outras pelos pequenos auxílios em ocasiões necessárias merecem ser também mencionadas.*

*Agradeço ao curso Pós-Graduação em Ciências Rurais, da Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de participar do Mestrado em Geomática.*

*Ao professor e orientador Dr. Waterloo Pereira Filho pela orientação e amizade no decorrer dessa caminhada.*

*Ao Corpo Docente do CCR, pela oportunidade de compartilhar seus conhecimentos. Em especial aos professores: Rudiney Soares Pereira, Enio Giotto, Carlito Viera, Roberto Cassol e José Américo de Mello Filho*

*Ao professor Dr. Pedro Roberto Azambuja Madruga pela oportunidade, em conhecer um pouco mais sobre tecnologias de planejamento ambiental e também pelo incentivo e amizade.*

*Ao professor e amigo de todas as horas Galileo Adeli Buriol, pelo apoio incentivo, amizade, dedicação e esclarecimento.*

*Ao professor e amigo Mauro Werlang pela solidariedade e amizade.*

*Ao professor e amigo José Sales Mariano da Rocha, pela amizade e explicações.*

*Ao meu marido Paulo Roberto lensen e os meus filhos Filipe lensen e Fernando lensen pelo amor e compreensão dedicado a mim durante a realização do trabalho.*

*Aos amigos e colegas de estágio no Laboratório de Geoprocessamento, Adriana Salbego, Camila Zanetti, Cleonir Martins Carpes, Damáris Padilha, Jordano Zagonel, Luiz Marchiotti Fernandes, Márcio Lorenzi, Pedro Henrique da Silva, Sergio Henrique Fernandes, Silvia Aurélio, Valéria Parecida Rosa.*

*Aos colegas do curso da Pós-Graduação pelo companheirismo troca de conhecimentos e amizade.*

*E todos aqueles que embora não foram diretamente, citados, mas, de alguma forma contribuíram na elaboração desse trabalho e certamente ficaram para sempre na lembrança.*

## **EPIGRAFE**

**"O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem.**

**Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis."**

FERNANDO PESSOA

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Geomática  
Universidade Federal de Santa Maria

### **DETERIORAÇÃO AMBIENTAL NOS MUNICÍPIOS DA QUARTA COLÔNIA DE IMIGRAÇÃO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL, EM I APROXIMAÇÃO.**

AUTOR: ROSA ELAINE IENSEN  
ORIENTADOR: WATERLOO PEREIRA FILHO  
LOCAL E DATA DA DEFESA: 08 DE ABRIL DE 2009, SANTA MARIA.

As últimas décadas têm sido marcadas por profundas modificações tecnológicas, sociais, econômicas, mas principalmente ambientais o que tem afetado significativamente as estratégias de planejamento. Uma das principais ferramentas utilizadas pelos órgãos públicos na elaboração do planejamento territorial ambiental são mapas de Áreas de Preservação Permanente, pois este tipo de mapeamento permite avaliar as potencialidades dos ambientes de forma integrada, compatibilizando suas características naturais com suas restrições. No presente trabalho procurou-se averiguar o grau de deterioração ambiental de cada um dos 9 (nove) municípios pertencentes à Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul, Brasil, localizada entre as coordenadas geográficas 29°10'26" e 29°57'43" de latitude Sul e 53°01'14" e 53°40'05" longitude Oeste, ocupando aproximadamente de 290.407 hectares. Tendo como finalidade observar a situação real do ambiente de estudo. o trabalho foi desenvolvido em primeira aproximação e considerou os parâmetros ambientais: Lâmina d'água, Hipsometria, Declividade e Áreas de Preservação Permanente. Foi elaborada uma metodologia específica para a análise dos parâmetros citados e chegou-se a resultados em que, os municípios com melhores características ambientais foram Pinhal Grande, Nova Palma e Agudo. Em segundo figuraram os municípios de Silveira Martins, Ivorá, Faxinal do Soturno e Restinga Sêca. A pior situação ambiental contemplou-se os municípios de Dona Francisca, e São João do Polêsine.

**Palavras-chave:** Áreas de Preservação Permanente; Planejamento; Monitoramento Ambiental.

## **ABSTRACT**

Mastership Dissertation  
Program of Post-graduation in Geomatics  
Federal University of Santa Maria

### **ENVIRONMENTAL DETERIORATION IN FOURTH COLONY IMMIGRATION IN CENTRAL REGION IN RIO GRANDE DO SUL STATE RESEARCH IN I**

AUTHOR: ROSA ELAINE IENSEN  
SUPERVISOR: WATERLOO PEREIRA FILHO  
LOCAL AND DATE OF DEFENSE: APRIL 8TH 2009, SANTA MARIA.

The last decades have been marked by profound technological changes, social, economic, mainly environmental, that has affected the strategies of planning. One of the main tools used by public agencies in the preparation of territorial planning are environmental maps of permanent preservation, because this type of mapping gives the potential of environments in an integrated way, bringing their natural features with its restrictions. In this job we found up the degree of environmental deterioration of each one of the 9 (nine) municipalities belonging to the Fourth Colony of Immigration in Rio Grande do Sul state, Brazil, located between the geographic coordinates 29°10'26" and 29°57'43" south latitude and 53°01'14" and 53° 40'05" west longitude, occupying approximately 290,407 hectares. The work was developed in the first approximation and considered the environmental parameters: water blade, hypsometric maps, slope and areas of permanent preservation. Was developed a specific methodology for the analysis of parameters and we find out results in that the municipalities with better environmental characteristics were Pinhal Grande, Nova Palma and Agudo. In second place were the municipalities Silveira Martins, Ivorá, Faxinal do Soturno and Restinga Sêca. The worst environmental situation covered the municipalities of Dona Francisca, and São João do Polêsine.

**Key words:** Permanent Preservation Areas; Planning, Environmental Monitoring.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Mapa de localização da Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul, Brasil .....	25
FIGURA 02 - Mapa de Drenagem da Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul, Brasil .....	44
FIGURA 03 - Mapa Hipsométrico da Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul, Brasil .....	47
FIGURA 04 - Mapa de Declividade da Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul, Brasil .....	51
FIGURA 05 - Mapa das Áreas de Preservação Permanente da Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul, Brasil .....	54

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Área dos municípios da Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul .....	26
TABELA 02 - Rede de drenagem em porcentagem da Quarta Colônia ..	43
TABELA 03 - Referente às Classes Hipsométricas da Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul .....	46
TABELA 04 – Referente às Classes de declividades com os respectivos percentuados municípios da Quarta Colônia de Imigração, RS.....	48
TABELA 05 - Classes de Declividade em porcentagem da Quarta Colônia de Imigração, RS .....	50
TABELA 06 - Áreas em hectares e percentual referente às descrições das Áreas de Preservação Permanente juntamente com seus valores ponderados .....	52
TABELA 07 – Classes ambientais da Quarta Colônia de imigração, RS, Brasil .....	55

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 - Unidades de mapeamento em que os municípios da Quarta Colônia de Imigração, RS, Brasil, se inserem .....	31
QUADRO 02 - Cartas topográficas utilizadas .....	34
QUADRO 03 - Classes de declividade e sua descrição, segundo Ramalho; Beek (1995) .....	36
QUADRO 04 - Temas analisados e valores ponderados aplicados .....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>APP</b>	Área de Preservação Permanente.
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>DSG</b>	Diretoria de Serviços Geográficos
<b>EMBRAPA</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>SIG</b>	Sistema de Informação Geográfica
<b>UTM</b>	Universal Transverse of Mercator
<b>MNT</b>	Modelo Numérico do Terreno
<b>SEPLAN</b>	Secretaria de Planejamento da Presidência da República
<b>Tiff</b>	Tagged Image File Format
<b>CEEE</b>	Companhia Estadual de Energia Elétrica

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Geoprocessamento para análise ambiental .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Sistemas de informações geográficas e suas aplicações (SIG) ....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Importância da rede de drenagem para análise ambiental .....</b>	<b>18</b>
2.3.1 Importância da declividade e hipsometria para análise ambiental ....	19
<b>2.4 Áreas de preservação permanente (APP's) .....</b>	<b>20</b>
2.4.1 Código Florestal .....	21
<b>2.5 Deteriorações ambientais e planejamento .....</b>	<b>23</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 Localização da área de estudo .....</b>	<b>25</b>
3.1.1 Caracterização socioeconômica dos municípios .....	26
3.1.2 Clima .....	29
3.1.3 Hidrografia .....	29
3.1.4 Geologia .....	30
3.1.5 Solos .....	30
3.1.6 Vegetação .....	31
3.1.7 Vocação agrícola .....	32
<b>3.2 Materiais e aplicativos computacionais .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3 Metodologia .....</b>	<b>34</b>
3.3.1 Procedimentos metodológicos .....	34
3.3.2 Mapa da rede de drenagem .....	35
3.3.3 Mapa Planialtimétrico .....	35
3.3.4 Mapa Hipsométrico .....	35
3.3.5 Mapa de Declividade .....	36
3.3.6 Mapa das Áreas de Preservação Permanente .....	37
3.3.7 Avaliação da situação atual do ambiente e parâmetros utilizados .....	37
3.3.7.1 Os parâmetros estabelecidos .....	38
3.3.8 Tabulação dos dados e modelo matemático desenvolvido .....	39
3.3.8.1 Determinação do modelo matemático para cálculo da deterioração ambiental .....	39

<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>4.1 Rede de drenagem .....</b>	<b>42</b>
<b>4.2 Hipsométrico .....</b>	<b>45</b>
<b>4.3 Declividade .....</b>	<b>48</b>
<b>4.4 Áreas de preservação permanente .....</b>	<b>52</b>
<b>4.5 Integração dos dados .....</b>	<b>55</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>56</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>58</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da população mundial está diretamente relacionado ao aumento do uso consumista dos Recursos Naturais Renováveis. No Brasil, tal crescimento se dá de forma desordenada em relação à capacidade de recuperação do meio no qual o homem está inserido.

Os desmatamentos, as queimadas, a agricultura em áreas impróprias, e o avanço descontrolado da urbanização têm produzido danos como: erosão, assoreamento, empobrecimento dos solos, a diminuição da infiltração das águas, o aumento do escoriamento superficial, a lixiviação de biocidas no solo, e o transporte de lixo e esgoto.

Atualmente, as questões ambientais estão amparadas por legislações específicas, que controlam e orientam a utilização dos Recursos Naturais Renováveis, tanto urbanos como rurais. Mesmo assim, os administradores municipais têm grande dificuldade em controlar os equívocos da utilização e ocupação do espaço municipal. E a ação antrópica tem sido fonte de grandes desequilíbrios ambientais, principalmente sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP's), as quais deveriam ser preservadas conforme a Legislação ambiental vigente.

Dentro deste contexto, encontram-se os municípios da Quarta Colônia de imigração do Rio Grande do Sul, que é uma microrregião do Centro do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, situada entre o Planalto e Depressão Central, organizada pelas características históricas, culturais e também ambientais (ITAQUI, 2002). Um dos motivos que chama a atenção na sua formação natural, que faz parte da área de reserva da biosfera da Mata Atlântica, tendo alguns pontos fortes como: a biodiversidade animal e vegetal, a singularidade do relevo e as fontes de água. É formada por vales encaixados que formam o Rebordo do Planalto Meridional (Serra de São Martinho), entre o Planalto Meridional e a Depressão Periférica Central do Rio Grande do Sul.

A atividade econômica predominante nos municípios é a agricultura familiar. A maioria da população é constituída de colonos de origem italiana e, em menor proporção, de origem alemã (SPONCHIADO, 1996).

Em vista do exposto, este trabalho tem como:

Objetivo geral: caracterizar as deteriorações ambientais nos municípios da Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul, Brasil.

Objetivos específicos:

1. Mapear a rede de drenagem, hipsometria, declividade e APP's.
2. Quantificar os parâmetros: lâmina d'água, hipsometria, declividade e Áreas de Preservação Permanente;
3. Colocar valores ponderados nas subdivisões de cada parâmetro ambiental considerado;
4. Classificar os municípios, considerando-se suas características ambientais de acordo com os parâmetros estudados.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Geoprocessamento para análise ambiental

O desenvolvimento tecnológico, especialmente da tecnologia da informática e o uso da computação, a partir da segunda metade do Século XX, possibilitaram, no campo das pesquisas científicas, o desenvolvimento de procedimentos metodológicos e técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, que ampliaram as possibilidades de obtenção e armazenamento de dados, facilitando, assim, a compreensão, o diagnóstico e o manejo de sistemas de organização complexa, especialmente a organização espacial (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 1).

A tecnologia do geoprocessamento tem sido um forte mecanismo para a solução de problemas surgidos de impactos ambientais, provocados pela ação contínua do homem sobre o meio ambiente. Esse tipo de tecnologia procura abstrair o mundo real, transferindo ordenadamente as suas informações para o sistema computacional. Essa transferência é feita sobre bases cartográficas, através de um sistema de referência apropriado (ROCHA, 2000).

Para Assad e Sano (1998), o termo Geoprocessamento significa um conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. A tecnologia tem influenciado de forma crescente nas áreas da cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional.

Na perspectiva moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço, deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana e seu inter-relacionamento. Assim, para Rosa e Ross (1999, p. 78), os SIG's, por permitirem a construção de um modelo digital de uma abstração do mundo real, não são apenas softwares responsáveis pela manipulação digital de informações georreferenciadas em meio digital. Eles também englobam o conjunto de conhecimentos teóricos relacionados a este modelo digital da realidade.

A integração dos diferentes mapas, com temas específicos, representando aspectos do ecossistema, colabora na estrutura das contas de recomendação de uso, incluindo a análise da dinâmica ambiental e os riscos envolvidos. Com esse

propósito, Bigarella e Mazuchowski (1985) utilizaram cartas topográficas, geológicas, geomorfológicas, pedológicas, fitogeográficas (vegetação e uso) para trabalhos de planejamento que envolvem o meio ambiente.

Para Rocha (2000), as técnicas de geoprocessamento auxiliam na prognose ambiental, permitindo simulações, criação de cenários, investigação de interação entre entidades, gerando condições objetivas para a definição de normas de manejo ambiental e criando segmentações territoriais, traduzindo-se em zoneamentos, que são subsídios para a formulação de normas de gestão e planos diretores.

Estes autores citados salientam que, neste tipo de trabalho, é necessária a utilização de fotografias aéreas em escalas convenientes, levantamentos bibliográficos e estudo de campo.

O Geoprocessamento também é entendido como um conjunto de tecnologias de coletas de dados, sendo que, se não existirem dados disponíveis e em condições de serem utilizados, essa tecnologia não cumpriria suas funções.

## **2.2 Sistemas de informações geográficas e suas aplicações (SIG)**

Enquanto o Sensoriamento Remoto tem, como uma de suas funções, fornecer informações sobre a superfície terrestre, as geotecnologias ou geoprocessamento tem como principal objetivo “fornecer ferramentas computacionais para que os diferentes analistas determinem as evoluções espacial e temporal de um fenômeno geográfico e as inter-relações entre diferentes fenômenos”. Para isso, a principal ferramenta do Geoprocessamento são os SIGs – Sistemas de Informações Geográficas (CÂMARA; MEDEIROS, 1998, p. 8).

De acordo com Matias (1997, p. 71):

...o surgimento e o desenvolvimento da tecnologia de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) pode ser atribuído aos avanços alcançados na área da Informática, visto na sua forma mais ampla, e fundamentalmente, na necessidade da sociedade encontrar técnicas mais potentes e adequadas para tratar a crescente complexidade da realidade geográfica no mundo contemporâneo. De forma geral, o surgimento desta tecnologia esteve associado muito de perto à área ambiental e, em muitos casos também militar, revelando uma forte importância político-econômico e, quase sempre estratégica.

Neste contexto, os SIGs se apresentam como sistemas que empregam informações e técnicas de diversas outras tecnologias, sendo que, por possibilitarem a automatização de tarefas que antes eram realizadas manualmente, permitem a integração de muitos dados georreferenciados, facilitando a realização de análises complexas e a produção de novas informações (CÂMARA; MEDEIROS, 1998, p.3).

A estrutura de um SIG pode ser muito variável, dependendo de sua aplicação final e também do tipo de usuário, do objetivo a que está destinado e a disponibilidade de recursos financeiros (ZANON, 2001).

Cada plano, individualmente, pode registrar espacialmente informações sobre uma variável, como, por exemplo: o número de habitantes das cidades, curvas de altitude, índices de produção agrícola e mapas de vegetação. A própria imagem ou mapa passa a ser um plano de informação.

Esses verdadeiros “bancos de dados estatísticos” podem compor espacialmente gráficos multidimensionais que não poderiam ser compostos de outra maneira. No nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG apresenta mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída). No nível mais interno do sistema, um sistema de gerência de bancos de dados geográficos controla o armazenamento e a recuperação de dados espaciais e seus atributos. Cada sistema implementa estes componentes de maneira distinta em função de seus objetivos e necessidades, mas todos os subsistemas citados devem estar presentes num SIG.

É importante lembrar que a aquisição de determinados dados em razão de elevados investimentos envolvidos em sua obtenção seria impensável de ser obtida por indivíduos isolados, sem o apoio de instituições que possam financiar tais custos. Muitas vezes, tais dados não estão disponíveis, obrigando sua geração por diversos processos. Quando isto ocorre, na ausência de determinado dado, estes precisam ser substituídos de modo a atingir um resultado satisfatório, porém com menor precisão.

### 2.3 Importância da rede de drenagem para análise ambiental

O Brasil, embora seja um país que se destaca em nível mundial pelo grande potencial hídrico, também já enfrenta graves problemas em relação a estes recursos, a distribuição espacial dos mesmos ocorre de forma desigual entre as regiões e muitas comunidades não têm acesso à água potável. As formas de organização espacial do território, com grandes contingentes populacionais e atividades industriais concentradas em áreas urbanas, faz com que a produção de efluentes e resíduos também ocorra de forma concentrada à poluição das águas e, conseqüentemente, a deterioração de sua qualidade.

O fato de o Brasil ser rico em recursos hídricos favorece também, além do uso para o abastecimento público, considerado o mais nobre, o desenvolvimento de muitas atividades, tais como o turismo, a pesca comercial e de recreação, a agricultura irrigada, o transporte, a indústria e a geração de energia elétrica, essa última responsável pela dinamização da vida urbana, rural e de diversos setores da economia.

A necessidade de otimizar os recursos hídricos, de forma racional e ecologicamente correta, faz com que esse assunto seja tratado com muita atenção. Neste sentido, é de vital importância a definição sobre a rede de drenagem das bacias hidrográficas.

Rocha (1977) classifica estes recursos, hierarquicamente, em três elementos básicos: ravinas, canais e tributários. O autor classifica como ravinas os drenos naturais que iniciam na parte mais elevada e desenvolvem-se até a base das encostas. A partir do momento em que as ravinas evoluem, passam a denominar-se canais, os quais passam a chamar-se de tributários quando definidos como canal principal.

Já para Guerra (1993), a rede de drenagem ou rede hidrográfica é a maneira como se dispõe o traçado dos rios e vales, com uma grande variedade de formas de drenagem. O autor ainda indica que a rede de drenagem tem, muitas vezes, um traçado característico, formado de acordo com a estrutura das rochas que compõem seu substrato.

Através das definições, pode-se dizer que as redes de drenagens são conjuntos de canais de escoamento que formam as bacias de drenagem, sendo que estas dispõem de tal modo que formam padrões ou arranjos espaciais.

### 2.3.1 Importância da declividade e hipsometria para análise ambiental

Vários autores dedicaram-se a analisar a influência da declividade nas formas de uso da terra, procurando metodologias adequadas para as definições das classes de declividade que podem ser inclinação, em relação a plano horizontal, de terreno, ou estrada, ou rio, entre outros. Marques (1971) afirma que a classificação e o mapeamento da declividade do terreno são indispensáveis nos levantamentos de uso da terra e constituem-se em elementos de maior importância no condicionamento de sua potencialidade de utilização.

O declive é a inclinação do terreno ou a encosta, considerada do ponto mais alto em relação ao mais baixo. A declividade é o grau de inclinação de um terreno em relação à linha do horizonte, podendo ser expressa também em porcentagem, medida pela tangente do ângulo de inclinação multiplicada por 100 ("antônimo de aclave, a declividade é a inclinação maior ou menor do relevo em relação ao horizonte" (GUERRA, 1978).

Para Penteado (1983), é muito difícil descrever geometricamente uma vertente, pois os declives são irregulares e, por isso mesmo, raramente podem ser descritos por equações matemáticas.

De Biasi (1992) menciona que a definição das classes de declividade, para serem utilizadas na elaboração da carta clinográfica, atende um aspecto bem amplo no que diz respeito à sua utilização na representação cartográfica, para os mais variados usos e ocupação do espaço, sejam eles urbanos ou agrícolas.

Já a hipsometria é uma técnica de representação da elevação de um terreno através de cores. As cores utilizadas possuem uma equivalência com a elevação do terreno. Geralmente, é utilizado um sistema de graduação de cores que começa com verde-escuro para baixa altitude e, passando por amarelo e vermelho, até cinza e branco para grandes elevações.

O conhecimento da hipsometria de uma região possibilita reconhecer prováveis fenômenos que nela ocorrem, especialmente quando associados aos outros elementos naturais, tais como posição geográfica, deslocamento de ventos e outros.

Nesse sentido, Ramalho Filho e Beek (1995) elaboraram um sistema de metodologia para ser utilizado na avaliação da aptidão agrícola das terras, em

trabalhos de interpretação de levantamento de solos. A necessidade de conhecer a disponibilidade das terras para o planejamento agrícola, em nível regional e nacional, levou a SEPLAN (Secretaria de Planejamento da Presidência da República), a desenvolver o presente sistema metodológico que tomou como base a metodologia utilizada pelo EMBRAPA, a qual foi ampliada, para que a aptidão agrícola das terras possa ser avaliada para um número maior de alternativas de utilização (lavouras, pastagem plantada, silvicultura e/ou pastagem natural e preservação da flora e da fauna).

Embora este sistema apresente flexibilidade, especialmente no que se refere à adoção de um ou mais níveis de manejo, seus aspectos foram tratados de forma abrangente, tendo em vista sua aplicação para diferentes áreas com diversidades físico-biológicas e variações do potencial econômico, dentro do país.

Basicamente, a aptidão das terras é definida através da comparação de suas condições agrícolas com os níveis estipulados para cada classe, de acordo com os três níveis de manejo considerados. Como produto final, um único mapa deve indicar o potencial das terras diagnosticadas em três níveis operacionais, para os diversos tipos de utilização indicados.

A avaliação do potencial produtivo das terras será um instrumento indispensável para a discussão de um planejamento racional dos recursos naturais renováveis, particularmente as Áreas de Preservação Permanente, maximizando a proteção da rede de drenagem, para compreender um equilíbrio harmonioso entre as atividades humanas e o ambiente (RAMALHO FILHO; BEEK 1995),

## **2.4 Áreas de preservação permanente (APP's)**

Os danos ambientais causados pelo homem parecem crescer de forma expressiva em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento, nos quais a conscientização da população com relação à degradação do ambiente está, muitas vezes, em segundo plano na lista de prioridades dos governos. Vários países sofrem pela falta de recursos naturais há muito tempo. Basta observar que os recursos escassos tornaram-se objeto de negociação mundial, pois países ricos investem na preservação de recursos fora de seus limites geográficos para posterior barganha dos mesmos (CASAGRANDE, 2004).

O Brasil, através de seus representantes, sempre expôs ao mundo que, ao preservar as florestas brasileiras, objetivando melhorar ou sustentar a qualidade ambiental do planeta, tenta, com isso, equilibrar a delicada balança da natureza já tão fortemente desequilibrada pela degradação promovida pelos países desenvolvidos. Sua atitude deveria ser premiada ou, em outras palavras, incentivada economicamente.

O Brasil é considerado o país que possui a maior floresta tropical do Mundo, com maior índice de diversidade biológica. No entanto, também é considerado o país onde existe uma elevada, e muitas vezes incorreta, exploração dos recursos. Por este motivo, é de extrema importância o íntegro cumprimento da atual legislação ambiental.

As leis ambientais elaboradas em âmbito federal, estadual e municipal têm papel importante na recuperação, em parte, dos problemas causados pela degradação dos recursos naturais existentes no país. As áreas de preservação permanente, segundo Isaias (2002), são aquelas necessárias à preservação dos recursos e das paisagens naturais e à manutenção do equilíbrio ecológico. Estes espaços não poderão ser utilizados, somente podendo sofrer interferência com autorização dos órgãos competentes para a educação ambiental ou para pesquisa.

Ao acompanhar este conceito, está a evolução legislativa brasileira de reflorestamento, que atualmente assume um papel dominante na questão da recomposição florestal.

#### 2.4.1 Código Florestal

Tendo por base aspectos citados conforme o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente) na legislação ambiental, a Lei 4.771/65 (15/09/65), art. 1º, afirma que as florestas existentes no território nacional são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, sendo que as ações ou omissões contrárias às disposições deste Código, na utilização e exploração das florestas, são consideradas uso nocivo da propriedade.

O Código Florestal, publicado no Diário Oficial da União em 16 de Setembro de 1995, estabelece em seus artigos 2º e 3º as áreas e espécies de preservação permanente:

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

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:

1. de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

2. de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

3. de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

4. de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

5. de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros.

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

Art. 3º - consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

a) a atenuar a erosão das terras;

b) a fixar as dunas;

c) a formar as faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;

d) a auxiliar a defesa do território nacional, a critério das autoridades militares;

e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;

f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;

g) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;

h) a assegurar condições de bem-estar público.

O desenvolvimento de programas de gestão ambiental em áreas urbanas e rurais tornou-se ferramenta imprescindível para alcançar o equilíbrio entre a natureza e o homem, visando atingir o desenvolvimento sustentável de ambos.

É claro que a aplicação dessa lei não é fácil, havendo resistências motivadas por interesses diversos e por desinformação, agravadas pela limitada capacidade de fiscalização dos órgãos ambientais.

A discussão sobre a APP vem mobilizando as atenções de muitos. Essa convicção é, a cada dia, compartilhada por mais pessoas e hoje é impossível não perceber que muitas idéias, antes defendidas por grupos de militantes

ambientalistas, entraram na pauta das decisões de política internacional e constituem-se em questões de sobrevivência para a espécie humana.

Conservar e recuperar áreas de preservação permanente será a atribuição de muitos profissionais e apresentar e discutir a legislação atinente é uma das obrigações que vários profissionais e administradores terão que cumprir com competência.

Pesquisar e disseminar as técnicas de recuperação dessas áreas, desenvolver modelos produtivos compatíveis à principal destinação dessas áreas, avaliar passivos ambientais, conhecer as especificidades dos ambientes, as exigências das espécies vegetais, as dinâmicas dos ecossistemas que aí se estabelecem, tudo isso deve ser objeto para se analisar os municípios que compõem a Quarta Colônia, respeitando-se as suas competências.

Mas, além disso, há mais a ser feito. Algo mais concreto e mais urgente, provavelmente com grande impacto: fazer cumprir a lei, demarcando, sinalizando, protegendo e recuperando as Áreas de Preservação Permanente.

Pode-se assim, pelo exemplo, mostrar sugestões, formar cidadãos cumpridores dos seus deveres. Com o exemplo, ajudar seres humanos a exercitar sua humanidade, convidando-os a compartilhar responsabilidades frente a todos os demais seres vivos.

## **2.5 Deteriorações ambientais e planejamento**

A questão ambiental há muito tempo vem sendo um tema central preocupante em termos mundiais. A miséria, a pobreza, o aumento da população, empobrecimento de países, desemprego, falta de investimento da economia e devastação dos recursos naturais são as principais causas da deterioração ambiental mundial (CAIRNCROSS, 1992).

Burger (1976 *apud* SCHNEIDER, 1993) comenta que, se o homem aprender a manejar os ecossistemas de forma racional, isto é, dosar os desvios de produtos do ecossistema de maneira que o mesmo possa recuperar-se, só então os recursos renováveis, da mesma forma como os recursos não-renováveis acabaram destruindo a fonte mais importante de matéria-prima do sistema de produção e consumo.

Segundo Porto (1984), um dos graves problemas que os países subdesenvolvidos vêm enfrentando é a compatibilização do desenvolvimento e do progresso tecnológico com a manutenção e preservação do meio ambiente, evitando a deterioração dos recursos naturais, abolindo a falsa idéia de que tais recursos são inesgotáveis e mantendo o equilíbrio ecológico.

Há algumas décadas ocorre a preocupação com o resultado das ações humanas sobre a biosfera. Percebe-se que os recursos do planeta têm limites e que, embora a natureza possua um grande potencial de autodepuração, isso também é limitado. Então, se percebe a necessidade de definir até que ponto se pode alterar a biosfera e se passa a ter certeza de que é preciso planejar as ações quanto ao que se faz com relação ao ambiente em que se vive (FLORIANO, 2004).

Então, faz-se necessário definir e caracterizar o planejamento ambiental e descrever uma metodologia adequada, como subsídio a quem tenha necessidade de planejar qualquer atividade numa determinada área.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Localização da área de estudo

A Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul situa-se na região Centro do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 01), entre Santa Maria e Cachoeira do Sul (ITAQUI, 2002), entre as coordenadas geográficas 29°10'26" e 29°57'43" de latitude Sul e 53°01'14" e 53°40'05" de longitude Oeste, ocupando, aproximadamente, 290.408,07 hectares.

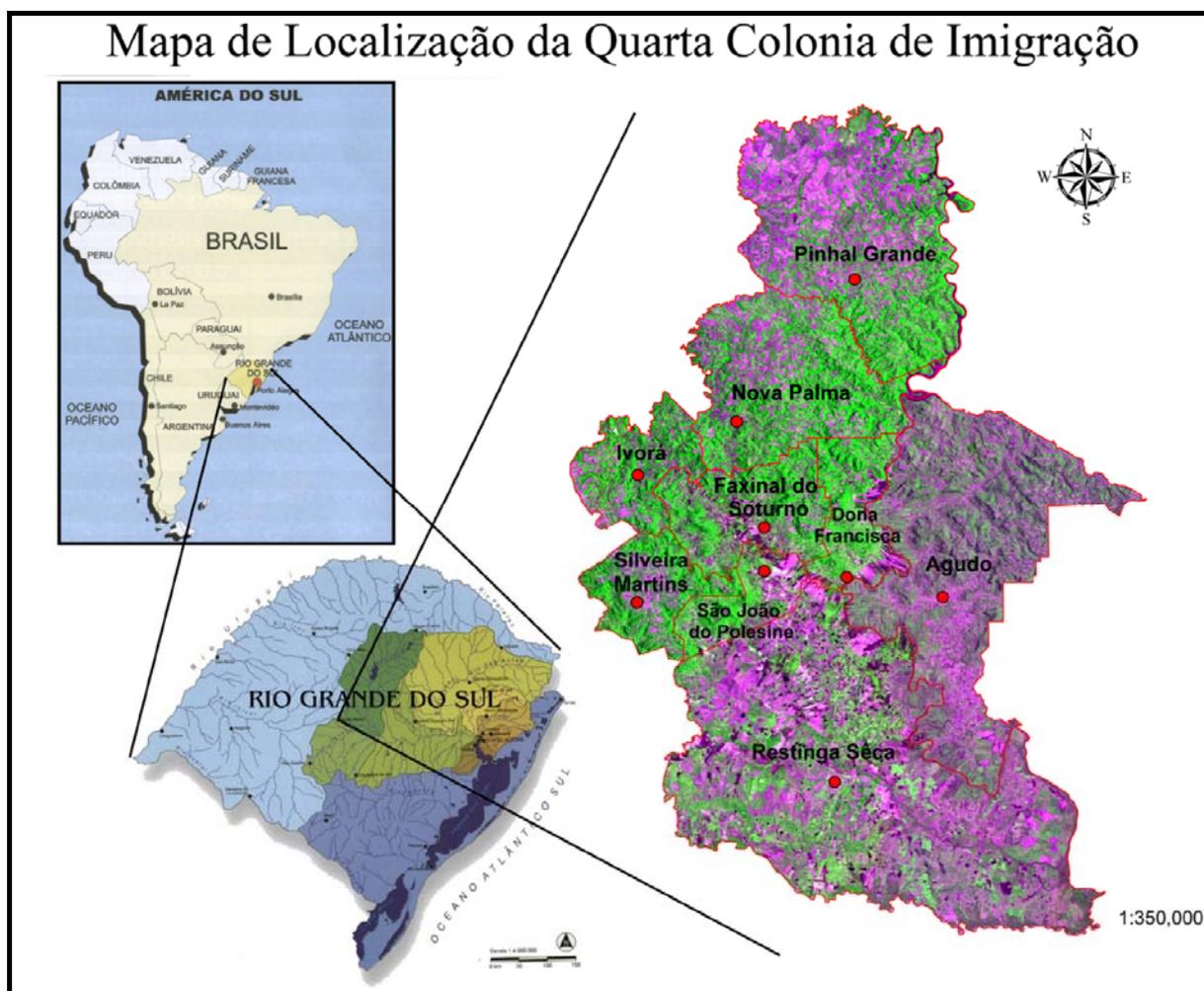


FIGURA 01 – Localização da Quarta Colônia de Imigração, RS, Brasil.

A Quarta Colônia de Imigração é constituída por nove municípios: Pinhal Grande, Nova Palma, Ivorá, Silveira Martins, Faxinal do Soturno, Dona Francisca,

Agudo, São João do Polêsine e Restinga Sêca. Na Tabela 01 tem-se representado cada um deles.

**TABELA 01 – Área dos municípios da Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do sul, Brasil**

<b>Municípios</b>	<b>Área total (ha)</b>
Agudo	53.832
Dona Francisca	11.832
Faxinal do Soturno	17.379
Ivorá	12.378
Nova Palma	31.403
Pinhal Grande	47.754
Restinga Sêca	96.291
São João do Polêsine	8.491
Silveira Martins	11.875
<b>Total</b>	<b>290.408,07</b>

Fonte: Laboratório de Geoprocessamento CCR (2009).

### 3.1.1 Caracterização socioeconômica dos municípios

O território do atual Estado do Rio Grande do Sul teve seu povoamento efetivo realizado em duas fases distintas. A primeira fase, ou “ciclo pastoril”, denomina-se assim devido à predominância da atividade pecuária que iniciou no Século XVII e esteve relacionada, principalmente, ao povoamento das áreas de campos. O povoamento deu-se pela ocupação dos jesuítas e, também, dos colonizadores portugueses que vieram a se instalar, principalmente, na Campanha Gaúcha e nas áreas litorâneas, dando origem aos latifúndios pecuaristas. A segunda fase, que iniciou no Século XIX, encontra-se atrelada ao povoamento das zonas de matas ou “ciclo da colonização européia não-portuguesa” (THOMAS, 1976, p. 17-27). Esta fase, mesmo alicerçada em bases forjadas para o contexto nacional, desenvolveu-se de forma particular no Rio Grande do Sul, sendo de primordial importância para a ocupação definitiva das grandes áreas do interior do Estado e para o surgimento de uma estrutura fundiária distinta da existência até então, baseada no trabalho familiar, na pequena propriedade e na policultura.

A colonização da área da Quarta Colônia, formada pelos nove municípios relacionados na Tabela 01, também se insere no contexto histórico da segunda fase,

devido à colonização de italianos e alemães, que passaram a desenvolver a agricultura familiar em pequenas propriedades.

O município de Dona Francisca desenvolveu-se devido à sua proximidade do Rio Jacuí que, embora inicialmente não fosse aproveitado para geração de energia elétrica, no período de colonização da região apresentava relevante importância, por ser a principal via de acesso para os colonizadores atingirem o interior do Estado e, também, como um condensador da população às suas margens, onde se encontravam áreas de terras planas para o desenvolvimento da agricultura, disponibilidade de água e alimentos (BERNARDES, 1997, p. 73). Hoje, a economia desse município depende, principalmente, do cultivo de arroz (ITAQUI, 2002). Sua área é de aproximada 11.379 hectares (tabela 01).

O início do povoamento do município de Nova Palma ocorreu por volta de 1883, com uma predominância de colonização alemã e italiana. A produção primária está centrada na prática agrícola, principalmente na produção de feijão, milho e fumo (ITAQUI, 2002). Este município tem, aproximadamente, 31.403 hectares (Tabela 01).

O município de Agudo está situado na margem esquerda do Rio Jacuí, nas encostas da Serra Geral. A sua economia é dependente de culturas oriundas de minifúndio, principalmente do fumo, arroz irrigado, milho, soja e de atividades pecuárias (ITAQUI, 2002). Atualmente, estende-se por uma área aproximada de 53.832 hectares (Tabela 01).

Faxinal do Soturno possui este nome em função dos pantanais ribeirinhos que, nos primeiros tempos, se apresentavam cobertos de mato cerrado e escuro, lugar soturno e perigoso, principalmente no inverno (WIKIPEDIA, 2009). Atualmente, este município possui uma área aproximada de 17.004 hectares (Tabela 01).

Ivorá teve diversas denominações. Inicialmente foi designada de Núcleo Forte. Posteriormente, recebeu a denominação de Nova Údine, em homenagem aos colonizadores, muitos deles originários de Udine, na Itália. Em 1939, recebeu o nome de Ivorá, nome indígena que significa “Rio da Pedra Formosa” (WIKIPEDIA, 2009). Possui uma área atual de, aproximadamente, de 12.378 hectares (Tabela 01) e a economia primária depende, principalmente, do cultivo de fumo, milho e feijão, bem como da criação de gado.

Pinhal Grande: o nome atribuído ao município deve-se à mata nativa, mais especificamente aos pinhais. O seu relevo é preenchido, principalmente, por

gramíneas e por pinhais de *Aracuaria angustifolia*, numa área aproximada de 47.754 hectares (Tabela 01). Está situado na região de Planalto Médio e é constituído essencialmente por uma população descendente de italianos e portugueses (WIKIPEDIA, 2009).

O município de Restinga Sêca, devido a sua situação geográfica (Depressão Central, entre os rios Jacuí e Vacacaí), recebeu este nome, pois Restinga, significa orla de bosque ou mato em baixadas, à margem do arroio ou sangas e o termo Sêca origina-se de uma sanga denominada Passo da Parteira que, em determinada época do ano, ficava com pouca água e cortava o curso (WIKIPEDIA, 2009). A economia deste município prende-se à prática agrícola de minifúndio (soja, milho, fumo, etc.) e à criação de gado extensivo para corte. A indústria de produção de móveis está em contínuo desenvolvimento (ITAQUI, 2002). É o município com maior percentagem de ocupação na Quarta Colônia (Tabela 01), com cerca de 35%, respectivamente com uma área aproximada de 96 291 hectares (Tabela 01).

São João do Polêsine inicialmente era chamada de Manoel Py (nome do antigo dono da região), mas com a chegada dos imigrantes italianos passou a ser chamada de Polêsine. Isso se deu porque os imigrantes ficaram impressionados pela semelhança do lugar (dos vales do rio Jacuí Centro) com a região de Polêsine, às margens do rio Pó, ao sul de Pádua, na Itália (WIKIPEDIA, 2009).

A terra era muito fértil, devido ao húmus trazido pelas cheias dos rios. Além disso, os italianos diziam que, em certas épocas do ano, o lugarejo parecia com um tapete colorido por retalhos da própria natureza. E, mais tarde, com a escolha do Padroeiro São João do Polêsine e a construção (entre 1897-1899), ocorreu a conjugação dos nomes, transformando-se em São João do Polêsine (ITAQUI, 2002) e, atualmente, estende-se por uma área de cerca de 8.491 hectares (Tabela 01).

Silveira Martins, com 11.875ha, é considerado o berço da Quarta Colônia. Fundada por italianos, em 1877, era conhecida como “Cittá Bianca” (cidade branca), porque as barracas eram cobertas com lençóis brancos e, logo após, em 1878, mudou o nome para “Cittá Nueva” (cidade nova), denominação dada pelos italianos ao povoado que surgia no sopé do morro e que, somente em 1879, passou a chamar-se Silveira Martins, em homenagem ao hábil político da época, Gaspar Silveira Martins (WIKIPEDIA, 2009).

### 3.1.2 Clima

Conforme Isaías (1992), o clima da região da Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul, de acordo com o sistema de classificação de Köppen, se caracteriza como tipo subtropical úmido “Cfa”, sendo as chuvas bem distribuídas ao longo de todo o ano e as temperaturas variando de  $-3^{\circ}\text{C}$ , no mês mais frio, a superiores a  $22^{\circ}\text{C}$ , no mês mais quente.

A precipitação pluviométrica média anual na região é cerca de 1.647mm, bem distribuídos de modo semelhante por todos os municípios, durante o ano todo. Em relação aos deslocamentos das massas de ar e aos ventos CEEE (1989, p.11) salienta que as massas de ar de maior atuação na área são as de origem tropical marítima e polar marítima e os ventos são predominantemente provenientes do quadrante leste, também ocorrendo outros de forma menos intensa, com ventos de quadrante sul no inverno e quadrante norte no verão.

Ocorrências de geadas no período invernal são comuns e a umidade relativa do ar varia numa média de 75 a 80%, atingindo valores mais elevados no Outono e no Inverno.

### 3.1.3 Hidrografia

A área de estudo está inserida na bacia hidrográfica de Vacacaí e Vacacaí-Mirim, compreendendo uma área de 290.408,07 hectares Localizada nas regiões fisiográficas da Depressão Central e Campanha, a Quarta Colônia de Imigração limita-se ao norte com as bacias do Alto Jacuí e Ibicuí; ao sul com as bacias de Santa Maria e do Camaquã; ao leste com a bacia do Baixo Jacuí; e a oeste com a bacia da Santa Maria. É composta pelos rios Vacacaí, Vacacaí-Mirim, dos Corvos, São Sepé e os Arroios Arenal e Acangupa (ITAQUI, 2002).

O rio Jacuí é o principal curso de água que, juntamente com os seus afluentes, vai atravessar a Unidade de relevo Depressão Periférica da Bacia do Paraná. O rio apresenta cursos sinuosos e, por vezes, até angulosos. Os canais fluviais são constantemente alterados, devido, principalmente, à ação do homem, às contínuas alterações climáticas, à alterações no nível da base ou no nível freático ou da cobertura vegetal (ITAQUI, 2002).

O rio Jacuí é uma importante hidrovia do Estado, sendo o mesmo navegável até o município de Dona Francisca. Ele é responsável, também, por 85% das águas formadores do lago Guaíba, segundo dados da Agência Nacional das Águas

O rio Soturno é afluente da margem direita do rio Jacuí e caracteriza-se por ser um rio de águas limpas e de leito predominantemente pedregoso, com exceção da porção Sul, onde ocorrem as planícies de deposição. É um rio de porte médio, tendo como largura média trinta (30) metros e a profundidade oscilante entre 2,5 a 1 metro. Nasce no município de Júlio de Castilhos e seu percurso banha terras do município de Nova Palma, Faxinal do Soturno, percorrendo uma direção nordeste/sudeste até desaguar no rio Jacuí, próximo à cidade de Dona Francisca, no referido município. Com seu percurso montanhoso, o rio Soturno é aproveitado para uso nas plantações e a produção de energia elétrica (DESCOVI FILHO, 2007).

#### 3.1.4 Geologia

O relevo da Depressão Central Gaúcha é caracterizado por grandes planícies aluviais e coxilhas sedimentares com declínios médios. As formações geológicas constam da Formação Santa Maria (membro Passo das Tropas e Alemoa), Formação Rosário do Sul, Formação Botucatu, Formação Serra Geral e Formação Caturrita (GUERRA, 1980). Estas formações geológicas deram origem a diferentes tipos de solos com limitações moderadas a muito fortes quanto à produção sustentada de um determinado tipo de utilização. A utilização mais comum é a produção de gado de forma extensiva e de culturas anuais de sequeiro nas áreas de coxilha e de arroz irrigado por inundação nas áreas de várzea.

#### 3.1.5 Solos

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, elaborado pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), descreve que a área em estudo está incluída em várias unidades de mapeamento, nomeadamente na unidade de Círiaco (Associação Círiaco-Charrua), Santa Maria e Oásis e, apesar de apresentarem, menos expressividade, ainda se verificam as unidades São Pedro, Venda Grande e Vacacaí no município de Restinga Sêca e a unidade de Júlio de Castilhos nos municípios de Nova Palma e Pinhal Grande (ITAQUI, 2002) (Quadro 01).

Segundo a definição da Embrapa (1999), entende-se por unidade de mapeamento cada porção de solo que, pelas suas características, seja possível distinguir de outro tipo de solo, ou seja, de outra unidade de mapeamento.

Unidade de Mapeamento	Distribuição pelos municípios da Quarta Colônia de Imigração	Classificação da EMBRAPA-CNPS, 1999
<b>Círiaco (Associação Círiaco-Charrua)</b>	<b>Encostas da Serra Geral</b>	<b><i>Neossolo Litólico</i> <i>Chernossolo Argilúvico</i></b>
<b>Santa Maria</b>	<b>Por toda a Quarta Colônia de Imigração</b>	<b><i>Alissolo Hipocrômico</i></b>
<b>Oásis</b>	<b>Faxinal do Soturno, Nova Palma, Pinhal Grande, Agudo.</b>	<b><i>Argissolo Vermelho-Amarelo</i></b>
<b>São Pedro</b>	<b>Restinga Sêca</b>	<b><i>Argissolo Vermelho</i></b>
<b>Venda Grande</b>	<b>Restinga Sêca</b>	<b><i>Chemossolo Argilúvico</i></b>
<b>Vacacaí</b>	<b>Restinga Sêca</b>	<b><i>Planossolo Hidromórfico</i></b>
<b>Júlio de Castilhos</b>	<b>Nova Palma, Pinhal Grande.</b>	<b><i>Argissolo Vermelho-Amarelo</i></b>

Quadro 01 - Unidades de mapeamento em que os municípios da Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul se inserem.  
Fonte: EMBRAPA 1999.

### 3.1.6 Vegetação

Tendo em conta a posição geográfica da Quarta Colônia de Imigração, verifica-se que esta é influenciada por diferentes formações florestais, o que confere à área em estudo uma elevada riqueza no que diz respeito à biodiversidade (KLAMT, DALMOLIM e CABRAL, 1997); classificada como sendo floresta estacional Semidecidual, a qual se subdivide em floresta aluvial (ao longo de cursos d'água), floresta Submontana (de 30 a 400 metros de altitude) e floresta Montana (acima de 400 metros de altitude). A floresta aluvial ocorre na Depressão Central e a floresta estacional Semidecidual no Planalto e nas escarpas do Planalto. Na floresta estacional Semidecidual, o frio é responsável pela estacionalidade fisiológica das plantas, sendo que, neste conjunto florestal na época desfavorável encontram-se entre 20% e 50% de árvores caducifólias, onde se destacam a *Apuléia Leiocarpa* (grápia) e a *Parapiptadenia Rigidas* (angico).

Segundo Leite e Klein (1990), citam que a região em estudo é tipicamente Ombrófila, isto é, tipicamente constituída por espécies que se adaptam a intensidades pluviométricas regulares e constantes ao longo do ano, com índices de

umidade elevados e que, associado a um período alargado de frio, funciona com restrições ao desenvolvimento de algumas espécies tropicais.

A área de estudo está incluída no Bioma Mata Atlântica, sua formação é de Floresta Estacional Decidual, caracterizada por árvores de 25 a 30 m de altura, com grande diversidade florística, principalmente no rebordo, podendo ser encontrada na bacia uma considerável ocorrência de epífitas, samambaias e cipós.

Brenda e Longhi (2002) destacam que ocorrem na área espécies comuns das formações secundárias, todas especializadas na colonização de clareias. Dentro da área, as espécies estão distribuídas conforme a aptidão dos ambientes naturais, na qual três tipos de formações podem ser encontradas: formações aluviais, formações submontanas, que compreendem terrenos ondulados e dissecados e formações montanas, que abrangem áreas com altitude superior a 400 metros.

Caracterizada por sua beleza e biodiversidade, destacam-se nestas formações espécies como: angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*), cabreúva (*Myrocarpus frondosus*), camboatá (*Cupania vernalis*), canjerana (*Cabrela canjerana*), cedro (*Cedrela fissilis*), cerejeira (*Eugenia involucrata*), pitangueira (*Eugenia uniflora*), guajuvira (*Patagonula americana*), ipê (*Tabebuia* sp.), mamica-de-cadela (*Zanthoxylum rhoifolium*) dentre outras.

Podem, no topo do Planalto, aparecer as formações campestres, caracterizadas pela presença de espécies rasteiras (gramíneas), associadas aos capões e matas de galeria.

### 3.1.7 Vocação agrícola

A região em torno de Santa Maria apresenta dois conjuntos fisiogeográficos bastante distintos: o Rebordo do Planalto e a Depressão Central. Nas áreas localizadas no Rebordo do Planalto, a agricultura familiar é a fonte primária de rendimento, com a produção de fumo, batata, milho, entre outros produtos. Estas práticas, usualmente, encontram-se associadas a solos com utilização restrita. Nas áreas de Depressão, a exploração principal consiste no cultivo de arroz, soja e pecuária.

A lavoura permanente, o contínuo aumento de reflorestamento com essências exóticas e de pastoreio intensivo proporcionam um decréscimo da floresta nativa. É de fazer referência ao fato de que estas atividades têm deixado de funcionar

individualmente, aumentando a utilização de propriedades onde estas atividades funcionam em conjunto, aumentando, de igual modo, o empobrecimento dos solos em nutrientes e em capacidade produtiva. Para além deste fato, a região encontra-se inserida numa área de Encosta de Serra Geral, onde o risco de erosão é um fenômeno preocupante (DIAGNÓSTICO DE SANTA MARIA, 2005).

### **3.2 Materiais e Aplicativos Computacionais**

Foram utilizados os seguintes materiais e aplicativos computacionais: cartas topográficas em formato digital, elaborados pela Diretoria de Serviços Geográficos (DSG) do Exército Brasileiro na escala 1:50.000, conforme o Quadro 01.

Os equipamentos computacionais utilizados foram: um computador, tipo PC Pentium 4; impressora Jato de Tinta HP DeskJet 670C e máquina digital.

Os aplicativos computacionais utilizados constituíram-se, principalmente, do sistema operacional Windows 2000, desenvolvido pela Microsoft; SIG (Sistema de Informações Geográficas) ArcGIS 9.2; editor de texto Word 2000, desenvolvido pela Microsoft; planilha de cálculo Excel 2000, desenvolvido pela Microsoft e software Adobe Photoshop C2.

Referência da carta	Nomenclatura	Escala
Agudo	SH. 22-V-C-V/2-MI - 2966/2	1:50.000
Arroio do Só	SH. 22-V-C-IV-4 - MI - 2965/4	1:50.000
Camobi	SH. 22-V-C-IV-2-MI – 2965/2	1:50.000
Cascata de Ivaí	SH. 22-V-C-II-1- MI – 2949/1	1:50.000
Faxinal do Soturno	SH. 22-V-C-V-I-MI - 2966/1	1:50.000
Jacuí	SH. 22-V-C-V/4-MI - 2966/4	1:50.000
Nova Jacuí	SH. 22-V-C-II-2-MI – 2949/2	1:50.000
Nova Palma	SH. 22-V-C-II-3-MI - 2949/3	1:50.000
Restinga Sêca	SH. 22-V-C-V-3-MI - 2966/3	1:50.000
Sobradinho	SH. 22-V-C-II-4-MI – 2949/4	1:50.000
Val de Serra	SH. 22-V-C-I-4-MI – 2948/4	1:50.000

**Quadro 02 – Cartas topográficas utilizadas.**  
Org. IENSEN, R. E (2009).

### 3.3 Metodologia

#### 3.3.1 Procedimentos metodológicos

A metodológica do trabalho se deu de acordo com a abordagem sistêmica e resume-se basicamente nas etapas descritas a seguir:

As cartas topográficas foram escanerizadas sendo, dessa forma, passadas do formato analógico (impresso) para o formato digital (arquivo raster). A seguir, foi realizada a montagem do mosaico utilizando o software Adobe Photoshop C2 e este salvo em formato Tiff, para posterior georreferenciamento no aplicativo ArcGIS 9.2.

As cartas topográficas foram georreferenciadas (Sistema de Projeção Cartográfica Universal Transversa de Mercator - UTM) (DATUM SAD69) e, posteriormente, digitalizadas as curvas de nível, a rede viária, a hidrografia e os limites municipais.

Esse mapa base serviu para gerar os mapas temáticos da rede de drenagem, hipsométrico, declividade e de preservação permanente.

### 3.3.2 Mapa da rede de drenagem

Na digitalização da rede de drenagem utilizou-se o aplicativo computacional ArcGis 9.2. Digitalizou-se na tela a rede de drenagem e das nascentes da área de estudo e estes salvos em formato shp, gerando o mapa temático da rede hidrográfica, já resultando a tabela com os valores, com a finalidade de representar toda a rede de drenagem da área de interesse. Este mapa serviu de suporte para delimitar, quantificar e espacializar as áreas das (APP's) (Item 3.3.6) que compõem os municípios, sendo que, do total da área da rede de drenagem, extraiu-se as áreas constituídas por rios, açudes e lagos denominando-se drenagem, servindo como base para o planejamento referente às questões de proteção ambiental da região, no quesito lâminas d'água.

### 3.3.3 Mapa Planialtimétrico

Nesta etapa, foi realizada a digitalização em tela das curvas de nível de todos os municípios que compõem a área de estudo, acrescentando suas devidas cotas altimétricas e estas salvas em formato *shp*, servindo de base para gerar o mapa hipsométrico. As curvas foram extraídas de 20 em 20 metros, conforme as cartas da DSG em escala 1:50.000, podendo ser gerado o Modelo Número do Terreno (MNT) da área de estudo.

### 3.3.4 Mapa Hipsométrico

O mapa hipsométrico gerou 7 (sete) classes de hipsometria a partir do MNT (Modelo Numérico do Terreno), representado em cotas de 100 em 100m, sendo assim possível representar a forma do relevo e a inclinação das vertentes. Nesse mesmo processo, gerou-se uma tabela quantificada. Esse mapa é um dos parâmetros importantes na determinação do planejamento de técnicas conservacionistas.

### 3.3.5 Mapa de declividade

Por meio do mapa hipsométrico, foi possível gerar o mapa das classes de declividade da área de estudo. Nesse trabalho, utilizou-se como parâmetro as classes de declividade propostas por Ramalho e Beek (1995). A partir dos dados do modelo digital de elevação, foi feita a reclassificação, conforme representado no Quadro 03. A declividade foi dividida em 7 (sete) classes clinográficas delimitadas para a área de estudo, juntamente com a tabela quantificada e seus respectivos usos limitantes.

<b>0 a 3%</b>	Terras não suscetíveis à erosão. Geralmente ocorrem em solo de relevos planos ou quase planos (Nulo).	Plano/ praticamente plano
<b>3 a 8%</b>	Terras que apresentam moderada suscetibilidade à erosão. Geralmente possuem boas propriedades físicas (Ligeiro).	Suave ondulado
<b>8 a 13%</b>	Terras que apresentam moderada suscetibilidade à erosão. Seu relevo é normalmente ondulado (Moderado).	Moderadamente ondulado
<b>13 a 20%</b>	Terras que apresentam forte suscetibilidade à erosão. Ocorrem em relevo ondulado e fortemente ondulado (Forte).	Ondulado
<b>20 a 45%</b>	Terras com suscetibilidade maior do que o grau forte, tendo seu uso agrícola muito restrito (Muito Forte).	Forte ondulado
<b>&gt; 45%</b>	Terras que apresentam severas suscetibilidades à erosão, não recomendadas para o uso agrícola, sob pena de serem totalmente erodidas em poucos anos (Extremamente Forte).	Montanhoso
<b>Acima de 100%</b>	São terras exclusivas para preservação ambiental	Escarpado

Quadro 03 - As classes de declividade e sua descrição, segundo (RAMALHO; BEEK1995).

### 3.3.6 Mapa das Áreas de Preservação Permanente

O mapa de Preservação Permanente da Quarta Colônia de Imigração foi elaborado seguindo os parâmetros impostos pela legislação vigente e que rege este tipo de abordagem técnica.

Para a definição das áreas de preservação permanente ao longo dos cursos d'água, foram utilizadas as ferramentas do software ArcGIS 9.2, realizado um "buffer" de 50m a mais 600m de distância para cada lado de toda rede de drenagem de toda a área de estudo, dependendo da largura do rio, que o curso d'água apresentava, atendendo para cada APP os limites estabelecidos no Código Florestal (Art. N°. 4.771 de 15/09/1965). Os critérios para enquadrar áreas de preservação permanente foram:

a) cursos d'água - uma faixa marginal a partir de 50 metros (rios de até 10m a 50m);

b) declives superiores a 45° - que tanto as bibliografias consultadas e a maioria dos autores consideram como sendo área de preservação permanente.

c) nascentes de rios - a lei prevê um raio de preservação permanente de, no mínimo, 50 metros.

d) lâmina d'água – faixa marginal a partir de 30 metros.

Para a determinação das áreas de APPs, ou seja, de correlação, foram utilizados, como base, os dados relativos ao mapa de drenagem e com o mapa de declividade. A partir deste cruzamento, foram quantificadas as áreas das APPs em relação à declividade, gerando assim a tabela.

### 3.3.7 Avaliação da situação atual do ambiente e parâmetros utilizados

Seguindo a metodologia proposta por Rocha (2006) para avaliar a situação atual das condições de preservação dos parâmetros hídricos, hipsométrico, declividade e APPs, utilizou-se valores ponderados, entre 1 e 10, representados em percentagem (%) de deterioração ambiental, sendo que o valor 1 representa a melhor situação e o valor 10 a pior situação.

Com esta metodologia, avaliou-se 4 (quatro) parâmetros ambientais: Lâminas d'água, Declividade, Hipsometria e Áreas de Preservação Permanente; logo foram

estratificados as porcentagens, codificação dos parâmetros, valores ponderados e avaliação analítica das deteriorações

### 3.3.7.1 Os parâmetros estabelecidos

#### **1° Parâmetro:** Lâmina d'água

A lâmina d'água sofre influência diretamente da erosão e das enchentes. Por isso, a avaliação deste parâmetro é importante para a verificação das áreas de uso da água e recarga de aquíferos.

Para aplicar esta metodologia, utilizou-se os valores da tabela gerada no ArcGIS 9.2, referente às porcentagens (%) dos rios mais a soma das porcentagens (%) das laminas d'água (açudes, lagos) do parâmetro de cada município, com o menor valor ponderado para a soma de maior valor das porcentagens e maior valor ponderado para as somas de porcentagens de menor valor, sendo posteriormente calculados os valores ponderados ambientais e indicados em tabela das classes ambientais.

#### **2° Parâmetro:** Declividade

A importância deste parâmetro está relacionada com o fato de áreas mais planas serem mais procuradas para ações antrópicas. Neste caso, atribuiu-se o valor ponderado mais alto. Pelo contrário, em áreas de maior declive, atribuiu-se o valor ponderado mais baixo, posto que essas áreas deverão ser preservadas com florestas, como no caso de topos de morros, pois permitem aumentar a infiltração da água de chuva, alimentando o lençol/freático (são áreas de recarga dos aquíferos subterrâneos).

A declividade foi calculada no ArcGIS 9.2. A declividade tem importância fundamental na velocidade de escoamento superficial e, portanto, tem fortes implicações no processo de erosão dos solos.

#### **3° Parâmetro:** Hipsométrico

Para este parâmetro foram criadas sete (sete) classes hipsométricas, conforme descrito anteriormente e definidas (geradas) no software ArcGIS 9.2. Foi então definido para a classe com maior área de ocorrência em porcentagem (%) atribuído o menor valor ponderado, no caso 1(um), que representa a melhor situação.

#### 4° Parâmetro: Áreas de Preservação Permanente

Determinadas pela rede de drenagem e pelas declividades superiores a 45°, neste parâmetro foram levados em consideração as normas preconizadas no Código Florestal Brasileiro, Lei nº 4.771 de 1965 (Encostas e margens de rios).

Para determinação dos valores ponderados, foram levadas em consideração as áreas de maior expressão de APP's em porcentagem (%) atribuídos também a elas o valor 1(um).

#### 3.3.8 Tabulação dos dados e modelo matemático aplicado

No Quadro 04 têm-se os valores ponderados, máximo e mínimo de cada parâmetro considerado.

Número	Temas	Valores Ponderados
01	Rede de Drenagem	1-10
02	Declividade	1-10
03	Hipsométrico	1-10
04	Áreas de Preservação Permanente	1-10
<b>Totais</b>		$\sum$ Mín.= 10 $\sum$ Máx.= 40

QUADRO 04 - Temas analisados e valores ponderados aplicados  
Fonte: ROCHA, J.M.S (2006).

#### 3.3.8.1 Determinação do modelo matemático para cálculo da deterioração ambiental

Foi aplicado na área de estudo o seguinte modelo matemático para a determinação da deterioração ambiental, baseado em Rocha (2006).

Considerando os quatro indicadores com os valores ponderados entre 1 e 10, o valor máximo possível de ser alcançado é igual a 40, ou seja, 100% de deterioração. A partir dos valores ponderados obtidos para os indicadores, aplicou-se a equação da reta  $Y = ax + b$ , na qual o mínimo possível a ser obtido na fórmula descritiva é 10 (somatório de todas os valores ponderados de 1), o que representa o melhor estado de conservação do município. O valor máximo a ser obtido na equação descritiva é 40 (somatório de todos os valores ponderados máximos), o que

representa o pior estado de conservação do município. Com estes valores, tem-se o ângulo de inclinação da reta.

**Sendo:**

**Y** a deterioração ambiental por município;

**X** os valores encontrados pela aplicação dos parâmetros considerados e

**a, b** os coeficientes da equação da reta.

**A deterioração ambiental varia de 0% a 100% (valores de Y)**

quando  $y = 0$ ,  $x = 4$

quando  $y = 100$ ,  $x = 40$

$$0 = 10a + b$$

$$10 = 40a + b$$

**Exemplo do cálculo completo**

Soma mínima = 4

Soma máxima = 40

$$Y = ax = b$$

$$Y = 0 \text{ e } x = 4$$

$$Y = 100 \text{ e } x = 40$$

Então fica 100 dividido por 36 que é 2,7778 valor de **a**

$$x = 4 \times 2,7778 = 11,1111 \text{ que é o valor de } \mathbf{b}$$

**onde**

$$a = \mathbf{y} = 2,7778 \qquad \mathbf{y} = 2,7778 - \mathbf{x} = -11,1111$$

$$b = \mathbf{x} = -11,1111$$

Para chegar ao valor da classe ambiental tem-se o seguinte cálculo:

**Exemplo do Valor de y:**  $2,7778 \times 19$  (soma dos parâmetros de Silveira Martins) -  $11,1111 = 41,67$  que é o valor de Y. conforme a tabela 07. Representando a classe ambiental **B** que é igual à classe **MÉDIA**.

Com o valor de **y** que é 2,7778, multiplicou-se pela soma de todos os parâmetros de cada município, diminuindo-se do valor de **x**, que é 11,1111.

Com esta equação calculou-se o valor de **y** de cada indicador **x** e com o valor calculado de **y**, define-se a Classe Ambiental.

O valor de **y** significa Unidade Crítica de Deterioração e **x** o valor do indicador encontrado, variando entre o mínimo e o máximo.

A equação acima serviu de base para usar todos os valores encontrados para **(x)** em cada município, definindo-se as unidades críticas de deterioração **(y)**.

Um quadro demonstrativo que integra todos os valores que foram utilizados para se efetuar a tabulação dos valores ponderados para os 4 (quatro) parâmetros considerados, cujos resultados ali se encontram, o qual apresenta as deteriorações ambientais para cada município **(valores de y)**.

Para a definição das Classes Ambientais, conforme Rocha (2006), calculou-se a amplitude (maior valor de deterioração ambiental menos o menor valor) e o intervalo (valor da amplitude dividido pelo número de classes=3), dos valores em percentagem de deterioração (valores em **y**), através da seguinte equação:

Ao valor mínimo de deterioração ambiental encontrado, acrescentou-se uma fração da amplitude e, assim, encontrou-se o primeiro intervalo correspondente à classe de Área de Preservação Permanente (APP). Repetiu-se este procedimento, adicionando-se mais uma fração da amplitude ao intervalo superior da classe anterior e englobando-se, assim, as demais classes ambientais:

**A** (situação **BOA**)

**B** (situação **MÉDIA**)

**C** (situação **RUIM**)

**Obs.** Para se ter a classe com situação **MUITO BOA** seria necessário levantar mais parâmetros ambientais. No caso da deterioração em primeira aproximação, deu-se pelo fato de que só foram levantados quatro (4) parâmetros. Isto significa poucos parâmetros para um diagnóstico mais próximo à realidade. Para o estudo de deterioração em segunda aproximação seriam necessários seis (6) parâmetros, significando uma aproximação da realidade e com 10 parâmetros ou mais estariam em terceira aproximação, isto é, a realidade local.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas figuras 02 a 05, apresentam-se os mapas respectivos de: drenagem, hipsometria, declividade e APP da região e nas tabelas 02, 03, 04, 05 e 06 sendo analisados individualmente e os valores correspondentes a cada parâmetro também analisados individualmente.

### 4.1 Rede de drenagem

A rede de drenagem da Quarta Colônia é de 3.437,09km, encobrendo 4.534,59 hectares. Porém, em termos de área coberta por lâmina de água, os demais rios correspondem a 202,54%. A figura 02 apresenta a área ocupada pela rede hidrográfica. Verifica-se que, ao longo da rede de drenagem, são predominantes em áreas junto aos cursos de água nascentes e lâminas, mais relevantes pela localização geográfica do município de Restinga Sêca, onde o relevo plano, deste modo, a elevada área de APPs, percorrendo 1.119,36km de (32,57%) e a lâmina d'água com 3.512,03 hectares (77,45%), totalizando o percentual total da rede drenagem com 110,02% (Tabela 02). A seguir, vem o município de Pinhal Grande, com 644,56, km representando 18,75%, a lâmina com 183 hectares (4,02%) totalizando 22,77%. Agudo apresenta-se com 549,84 km (16,00%) e a lâmina com 126,00 hectares (2,78%), totalizando 18,78%. Nova Palma totaliza 427,94km (12,45%) mais a lâmina com 117,12 hectares (2,58%), totalizando 15,03%.

Quanto aos municípios com menor percentual de rede hidrográfica, encontram-se: Dona Francisca com o percentual total de 4,84% de rios e lâminas d'água, seguido de Silveira Martins, representando 5,49%.

Na rede de drenagem, os valores ponderados foram aplicados na soma das porcentagens (%) dos valores referentes aos rios da quarta colônia mais os valores das lâminas d'água (açudes e lagos), destacando-se Restinga Sêca com melhor valor ponderado, devido à extensa rede hidrográfica e com maior valor percentual ficando o município de Dona Francisca (com 4,84%), considerado o valor mais baixo em termos de deterioração.

TABELA 02 – Rede de drenagem da Quarta Colônia em km, % em hectares.

<b>Municípios</b>	<b>Rios (km)</b>	<b>Rios (%)</b>	<b>Lâmina d'água (ha)</b>	<b>Lâmina d'água (%)</b>	<b>Drenagem total (%)</b>	<b>Área Total (ha)</b>	<b>Valor ponderado % por município</b>
<b>Agudo</b>	549,84	16,00	126	2,78	18,78	53.832	3
<b>D. Francisca</b>	108,39	3,15	76,85	1,69	4,84	11.379	10
<b>F. Soturno</b>	170,88	4,97	260,96	5,75	10,72	17.004	5
<b>Ivorá</b>	187,19	5,45	40,44	0,89	6,34	12.378	6
<b>Nova Palma</b>	427,94	12,45	117,12	2,58	15,03	31.403	4
<b>P. Grande</b>	644,56	18,75	183,00	4,02	22,77	47.754	2
<b>S.J.Polêsine</b>	87,70	2,55	156,34	3,45	6,00	8.491	7
<b>R. Seca</b>	1.119,36	32,57	3.512,03	77,45	110,02	96.291	1
<b>S. Martins</b>	141,23	4,11	63,77	1,38	5,49	11.875	8
<b>Total</b>	<b>3.437,09</b>	<b>100</b>	<b>4.536,51</b>	<b>100</b>	<b>200,00</b>	<b>290.407</b>	

Fonte: IENSEN, R. E, (2009).

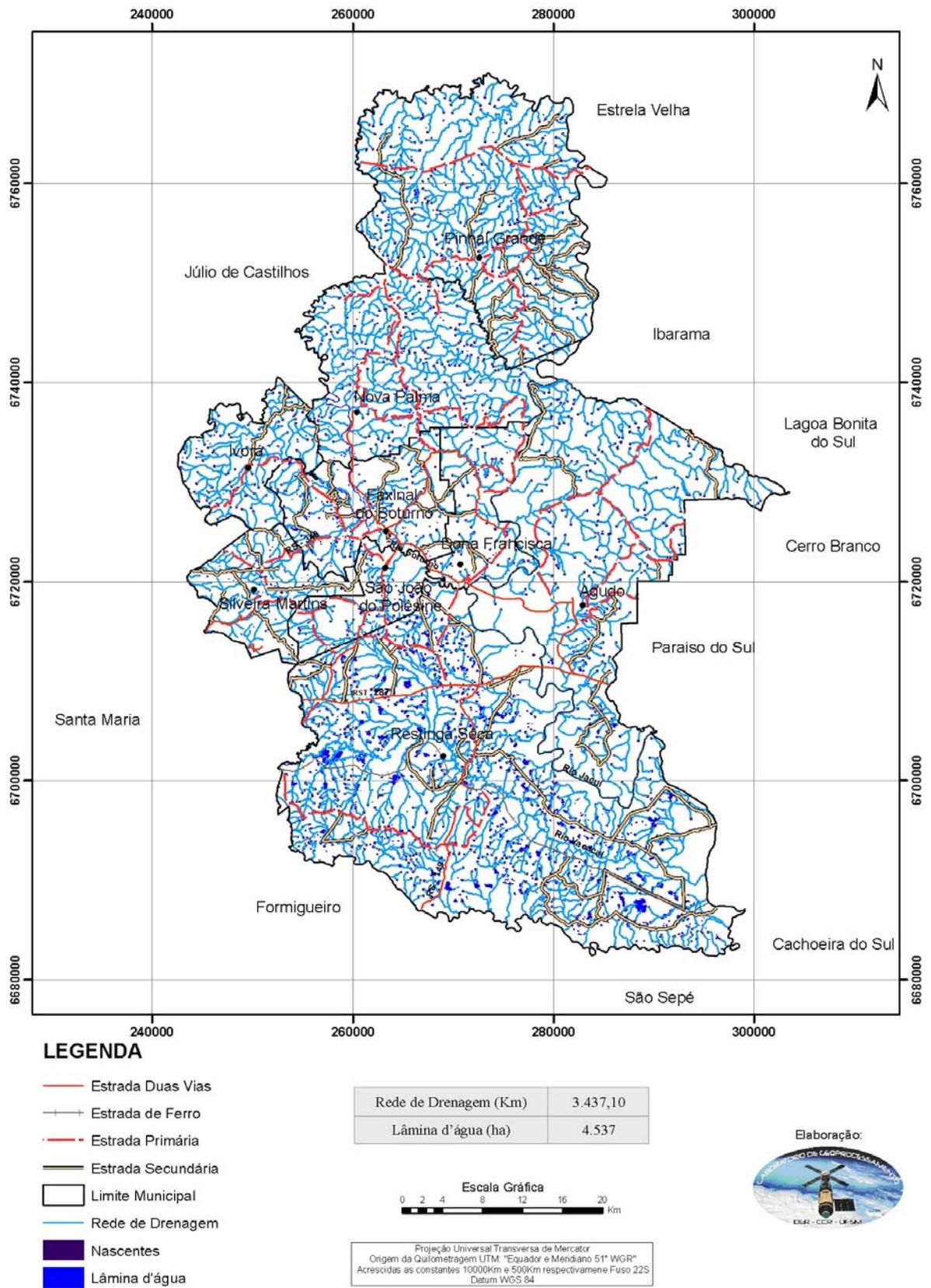


FIGURA 02 - Mapa da Rede Drenagem da Quarta Colônia de imigração do Rio Grande do Sul, Brasil.

## 4.2 Hipsométrico

O mapa hipsométrico representa as altitudes do relevo, que podem ser separadas por classes, conforme o interesse do analista.

As classes hipsométricas foram agrupadas em intervalos de 100 metros, gerando 7 (sete) classes, apresentando-se de 0 (zero) a classes maiores de 600 metros de altitude, conforme representa a figura 03.

Destacaram-se as classes entre 300 e 400 metros, no município de Pinhal Grande, com a maior porcentagem, cerca de 51,5%; e Restinga Sêca com menor porcentagem, 0,04%, sendo que nas classes acima de 400 metros não foi possível realizar a análise, posto que os municípios Restinga Sêca, São João do Polêsine, Silveira Martins, Faxinal do Soturno, Nova Palma, Pinhal Grande e Dona Francisca não apresentam os referidos dados, como mostra a Tabela 03.

Assim, com os valores ponderados em relação às classes, fica claro que a melhor classe é de Pinhal Grande, correspondente ao número 1 (um), seguido de Nova Palma com valor 2 (dois) e Silveira Martins com valor 3 (três), mostrando claramente que esses municípios apresentam melhores condições de conservação, devido à geomorfologia (relevo).

Já no que se refere aos municípios de maior preocupação com relação à preservação, destacam-se Restinga Sêca com valores preponderantes de 10 (dez), seguido de São João do Polêsine com 8 (oito) e Dona Francisca com 7 (sete).

Conclui-se que quanto mais plano é o relevo maior é a preocupação com as áreas de preservação permanente, devido ao uso da terra. Isto é, maior é a ação antrópica e, portanto, maior a degradação.

Portanto, os valores ponderados das classes hipsométricas oferecem mais um subsídio para fazer uma análise mais aproximada da realidade.

TABELA 03 - Referente às Classes Hipsométrica da Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul.

Classes (m)	F.Soturno		Ivorá		N.Palma		P.Grande		S.J.Polêsine		R.Seca		S.Martins		D.Francisca		Agudo		Total Classes	
	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	(ha)	(%)						
<b>0 -100</b>	6.051	35,6	350	2,8	1.813	5,8	297	0,6	4.197	49,4	93.303	96,3	10	0,1	4.869	42,8	21.132	39,2	132.021	45,5
<b>100- 200</b>	4.131	24,3	1.727	13,9	3.394	10,8	2.173	4,6	2.584	30,6	2.797	2,4	718	6,0	2.853	25,1	6.713	12,5	27.090	9,3
<b>200- 300</b>	3.424	20,1	2.749	22,3	4.527	14,4	7.707	16,1	1.050	12,3	128	1,3	1.719	14,5	1.903	16,7	7.468	13,9	30.675	10,6
<b>300- 400</b>	2.142	12,6	3.275	26,4	10.922	34,8	24.570	51,5	421	4,9	63	0,04	3.457	29,1	1.061	9,3	6.578	12,3	52.489	18
<b>400- 500</b>	1.168	6,9	4.260	34,5	9.900	31,5	12.242	25,6	238	2,8			5.970	50,4	587	5,2	6.203	11,5	40.568	14
<b>500- 600</b>	89	0,5	17	0,14	848	2,7	765	1,6							107	0,9	5.724	10,6	7.550	2,6
<b>&gt; 600</b>																	14	0,02	14	0
<b>V.P./clas.h</b>		<b>5</b>		<b>4</b>		<b>2</b>		<b>1</b>		<b>8</b>		<b>10</b>		<b>3</b>		<b>7</b>		<b>6</b>		
<b>Total</b>	<b>17.004</b>	<b>100</b>	<b>12.378</b>	<b>100</b>	<b>31.403</b>	<b>100</b>	<b>47.754</b>	<b>100</b>	<b>8.491</b>	<b>100</b>	<b>96.291</b>	<b>100</b>	<b>11.875</b>	<b>100</b>	<b>11.379</b>	<b>100</b>	<b>53.832</b>	<b>100</b>	<b>290.408</b>	<b>100</b>

LEGENDA:\*(V.P./clas.h) valores ponderados por classes hipsométricas

Fonte: IENSEN, R. E; (2009).

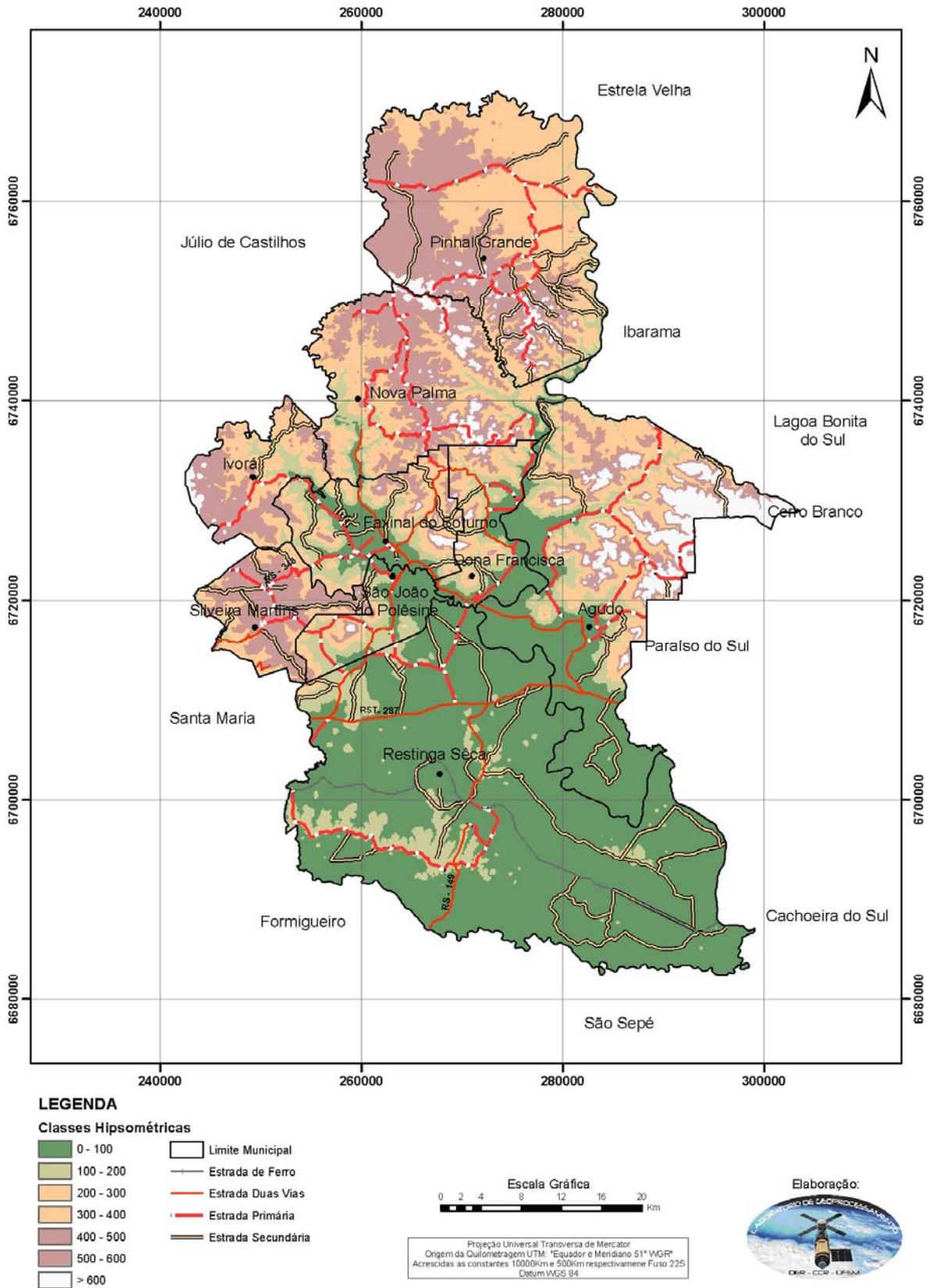


FIGURA 03 - Mapa Hipsométrico da Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul, Brasil.

### 4.3 Declividade

Os municípios integrantes da Quarta Colônia apresentam uma superfície territorial equivalente a 290.408,07 hectares. Os intervalos das classes de declividade estabelecidos, conforme Ramalho e Beek (1995) indicam o grau de limitação do uso do solo em função da susceptibilidade à erosão.

Este mapa, representado na Figura 04, tem grande importância no que se refere ao suporte para estudos ambientais, como, por exemplo: estudos de definição e análise de áreas de preservação permanente, áreas de exploração dos recursos naturais renováveis e não-renováveis.

A partir da classificação proposta por Ramalho e Beek (1995), as classes de declividade da área de estudo foram identificadas e quantificadas, resultando nos valores por hectare conforme demonstra a tabela 04,

TABELA 04 – Referente às classes de declividades com os respectivos percentuais dos municípios da Quarta Colônia de imigração, RS

MUNICÍPIOS	Área (ha)	CLASSE DE DECLIVIDADE (ha)							v.p.c.d*
		0 - 3%	3 - 8%	8 - 13%	13 - 20%	20 - 45%	45 - 100%	> 100%	
Agudo	53.832,49	21.259,77	3.779,92	3.618,00	5.440,20	12.922,49	6.508,77	303,34	1
D.Francisca	31.402,97	3.587,15	1.021,96	932,08	1.554,25	3.069,03	1.177,91	36,79	5
F.Soturno	47.753,92	5.181,85	1.453,38	1.626,42	2.174,62	4.669,78	1.843,42	54,25	4
Ivorá	12.378,44	2.929,30	864,73	1.411,76	1.987,97	3.914,15	1.248,50	22,03	8
Nova Palma	96.290,74	6.667,90	1.710,02	2.915,61	4.324,02	10.761,44	4.871,51	152,47	2
P.Grande	11.379,17	16.160,66	6.132,86	7.176,67	5.839,65	8.652,50	3.645,94	145,64	3
R.Seca	17.003,72	72.813,62	13.867,21	6.074,52	2.586,17	897,93	51,09	0,2	10
S.J.Polésine	8.491,14	3.885,82	868,29	928,41	1.081,49	1.405,14	316,83	5,16	6
S.Martins	11.875,48	5.616,00	642,5	619,7	1.043,80	2.706,60	1.331,50	15,5	7
<b>Total (ha)</b>	<b>290.408,07</b>	<b>138.102,07</b>	<b>30.340,87</b>	<b>25.303,17</b>	<b>26.032,17</b>	<b>48.999,06</b>	<b>20.995,47</b>	<b>735,38</b>	
<b>Total (%)</b>	<b>100</b>	<b>47,56</b>	<b>10,45</b>	<b>8,71</b>	<b>8,96</b>	<b>16,87</b>	<b>7,23</b>	<b>0,25</b>	

**LEGENDA\*(v.p.c.d)** Valores ponderados por classes de declividade.  
Fonte: IENSEN, R. E; (2009).

Na região em estudo, predomina o relevo plano com declividade de 0 a 3%, representando uma área total quantificada em 138.102,07 hectares, que representou 47,56% da área, conforme a Tabela 04. Já o relevo suave ondulado, de 3 a 8%, foi quantificado em 30.340,87 hectares e constitui 10,45% da área. O relevo

suavemente ondulado, com declividade de 8 a 13%, corresponde a 25.303,17 hectares e está presente em 8,71% da área.

Nas áreas que apresentam declividade entre 0 a 13%, é recomendado o plantio de culturas anuais com o uso de práticas de conservação do solo para controlar o processo de erosão.

No relevo colinoso, com intervalo de declividade de 13 a 20%, encontrou-se 26.032,17 hectares, representando 8,96% da área. Nesses locais, recomenda-se a exploração de culturas permanentes, uma vez que esse tipo de cultura proporciona ao solo maior proteção.

As áreas com declividade entre 20 a 45%, caracterizadas como relevo forte ondulado, apresentaram 48.999,06 hectares, perfazendo um total de 16,87% da região, como se observa na Tabela 04. Essas áreas devem ser destinadas para o desenvolvimento de atividades como pecuária e silvicultura, podendo ainda ser utilizadas para a conservação ambiental, evitando, desta forma, problemas de erosão do solo.

Cerca de 7,23% da região apresenta relevo montanhoso, ou seja, com declividade entre 45 a 100%, totalizando uma área de 20.995,47 hectares. Essas áreas não são recomendadas para uso agrícola, uma vez que apresentam severa susceptibilidade à erosão, devendo ser mantida uma cobertura vegetal com fins de preservação ambiental.

Já as áreas com declividade superior a 100% (45°), que representam 0,25% da área total, com 735,38 hectares, constituem as Áreas de Preservação Permanente, definidas pelo Código Florestal Federal (Lei nº 4.771/65) e Resolução CONAMA nº 303-302/2002.

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são definidas como “área protegida por lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”. Dessa maneira, aplicaram-se os valores ponderados de 1 a 10 para áreas declivosas que devem ser preservadas da ação antrópica, ou seja, livres de exploração econômica.

Os municípios de Agudo, Nova Palma e Pinhal Grande são os que apresentam maior representatividade em relação às Áreas de Preservação Permanente, com a geomorfologia (relevo) mais acidentada, ou seja, significam

áreas com melhor preservação ambiental. Já os que apresentam menor representatividade são os municípios de Restinga Sêca, seguido de Ivorá e Silveira Martins, apresentando áreas de menor preservação ambiental devido ao uso da terra.

Já na análise por município, conforme mostra a Tabela 05, apresentaram as maiores declividades (entre 0 a 3%) Restinga Sêca, com 75,6%, seguidos de Silveira Martins, com 46,9%, e São João do Polêsine, apresentando 45,8%. De 3 a 8%, Restinga Sêca continua predominando com 14,4%, seguido de Pinhal Grande com 12,8% e São João do Polêsine com 10,2%.

Nas declividades de 8 a 13% predominam Pinhal Grande com 15,1%, Ivorá com 11,4% e São João do Polêsine com 10,9%. Já nos declives entre 13 a 20% encontram-se Ivorá, predominando com 16,1%, Nova Palma com 13,8% e Dona Francisca com 13,7%.

De 20 a 45% nas classes de declividade, o município de maior expressão em declive é Nova Palma, com 34,3%; em segundo lugar vem Ivorá, 31,6% e, em terceiro lugar, Faxinal do Soturno, com 27,5%. E nos declives entre 45 a 100% ficam os municípios de Nova Palma, com 15,5%, Agudo, com 12,1% e Silveira Martins, com 11,1%.

Observa-se que o município de Restinga Sêca é 0%. Isto se deve ao fato de ter um relevo não escarpado, seguido de São João do Polêsine e Ivorá, ambos com 0,2%, isto é, com pouca expressividade em relevo escarpado.

TABELA 05 - Classes de Declividade em porcentagem em relação aos municípios da Quarta Colônia de imigração, RS.

MUNICÍPIOS	CLASSE DE DECLIVIDADE (%)						
	0 - 3%	3 - 8%	8 - 13%	13 - 20%	20 - 45%	45 - 100%	> 100%
Agudo	39,5	7	6,7	10,1	24	12,1	0,6
Nova Palma	21,2	5,4	9,3	13,8	34,3	15,5	0,5
Pinhal Grande	33,8	12,8	15,1	12,2	18,2	7,6	0,3
S. João do Polêsine	45,8	10,2	10,9	12,7	16,5	3,7	0,2
Restinga Sêca	75,6	14,4	6,3	2,7	0,9	0,1	0
Dona Francisca	31,5	9	8,2	13,7	27	10,3	0,3
Faxinal do Soturno	30,5	8,5	9,6	12,8	27,5	10,8	0,3
Ivorá	23,7	7	11,4	16,1	31,6	10	0,2
Silveira Martins	46,9	5,4	5,2	8,7	22,6	11,1	0,13

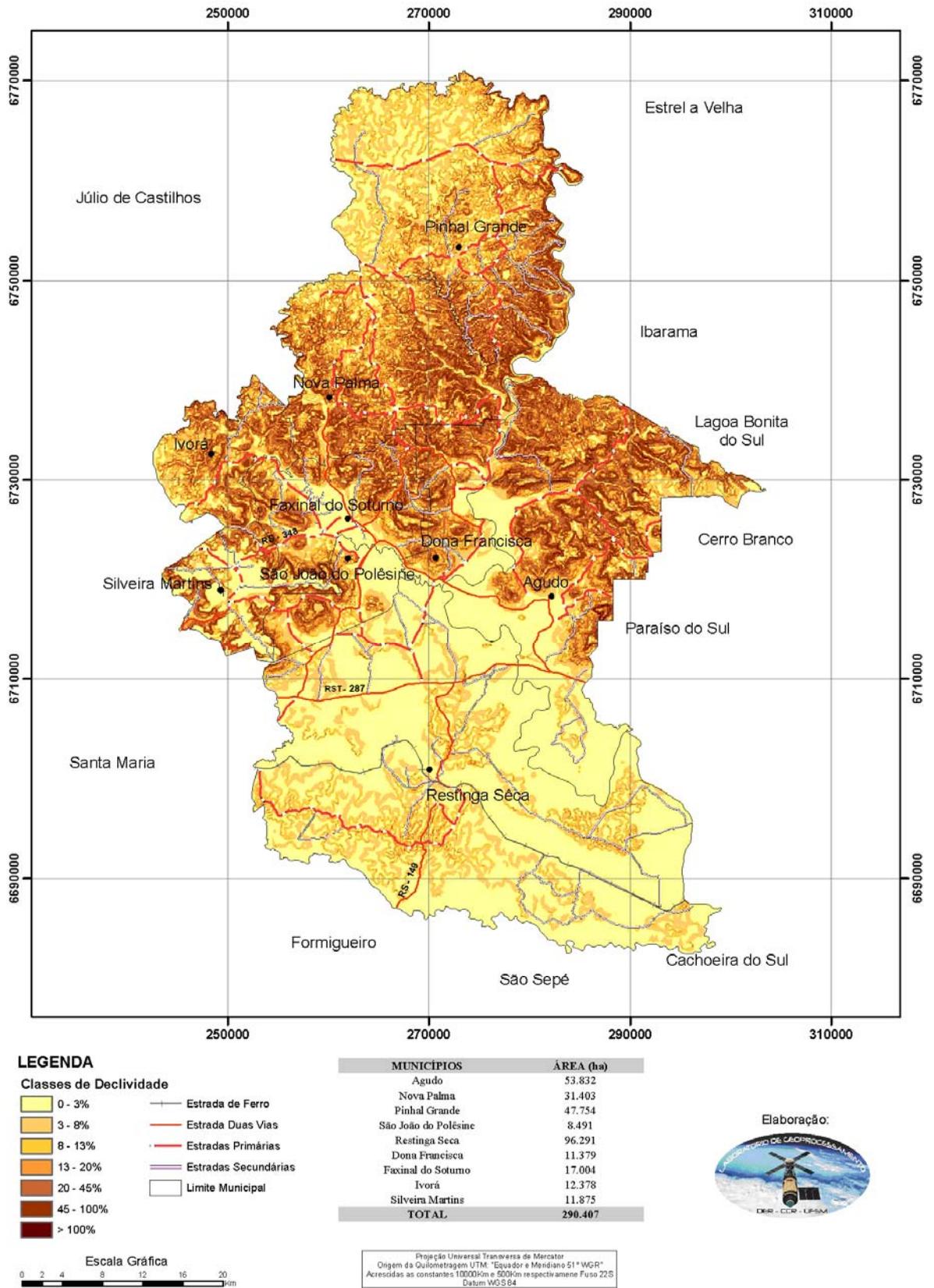


FIGURA 04 - Mapa de Declividade da Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul, Brasil.

#### 4.4 Áreas de preservação permanente

As áreas enquadradas como sendo de Preservação Permanente foram discriminadas segundo o Código Florestal em vigência, além dos parâmetros observados por Ramalho e Beek (1995). As APP's representam a área de floresta nativa reservada à manutenção dos ecossistemas intactos, nos quais não é permitido o manejo, apenas a execução de expedições científicas credenciadas pelos órgãos ambientais, garantindo, assim, o futuro das próximas gerações.

Representada na Figura 05 com coloração verde escuro, as áreas (APPs) da região da Quarta Colônia foram determinadas partindo de técnicas de geoprocessamento, visando à espacialização hidrográfica e a determinação das áreas com declividades superiores a 45°.

TABELA 06 - Áreas em hectares e percentual referente às descrições das Áreas de Preservação Permanente juntamente com seus valores ponderados.

Áreas de Preservação Permanente (ha)									
Municípios	Área Total municípios (há)	Drenagem	(%)	Declividade acima de 45°	(%)	Intersecção	Área total	(%)	*V.P. APP
<b>Agudo</b>	53.832	4.582	8,51	326,00	0,61	24,59	<b>4.932</b>	<b>9,16</b>	<b>7</b>
<b>D. Francisca</b>	11.379	1.098	9,65	16,23	0,14	1,92	<b>1.116</b>	<b>9,80</b>	<b>6</b>
<b>F. Soturno</b>	17.004	1.481	8,70	65,43	0,38	5,91	<b>1.552</b>	<b>9,13</b>	<b>8</b>
<b>Ivorá</b>	12.378	1.223	9,88	4,95	0,04	0,84	<b>1.228</b>	<b>9,92</b>	<b>5</b>
<b>N.Palma</b>	31.403	3.150	10,03	176,97	0,56	26,81	<b>3.354</b>	<b>10,68</b>	<b>3</b>
<b>P.Grande</b>	47.754	4.895	10,25	115,76	0,24	45,62	<b>5.056</b>	<b>10,59</b>	<b>4</b>
<b>S.J.Polêsine</b>	8.491	723,00	8,52	0		0	<b>723,00</b>	<b>8,08</b>	<b>10</b>
<b>R. Sêca</b>	96.291	10.486	10,89	0		0	<b>10.486</b>	<b>10,89</b>	<b>2</b>
<b>S.Martins</b>	11.874	873,00	7,35	1.246,98	10,50	32,56	<b>2.120</b>	<b>17,85</b>	<b>1</b>
<b>total</b>	<b>290.407</b>	<b>28.511,00</b>	<b>9,82</b>	<b>1.952,32</b>	<b>0,67</b>	<b>138,25</b>	<b>30.567</b>	<b>10,52</b>	

LEGENDA:\*(**Intersecção**) são as áreas com APP de drenagem acima de 100% de declividade.

\*(**V.P. APP**) Valores ponderados em Áreas de Preservação Permanente.

Fonte: IENSEN, R. E, (2009).

As Áreas de Preservação Permanente de toda a rede de drenagem somam 28,511 hectares. Tendo como base a figura 05 e a tabela 06, referentes à hidrografia, verifica-se que o município que apresenta um maior percentual de APP é Restinga Sêca, com cerca de 10.486, hectares (10.89.% da área), sendo que as drenagens incluem rios, nascentes, lagos, açude (lâminas d'água). Em contrapartida, São João do Polêsine apresenta uma área de preservação de 723 hectares (8.52.% da área).

Os municípios de Silveira Martins, Agudo e Nova Palma apresentam maior representatividade de APP, referente à declividade superior a 45°.

Entretanto, os municípios de Restinga Sêca e São João do Polêsine, situados mais ao sul, apresentam os valores mais baixos da referida categoria, região onde o relevo é plano, caracterizado por áreas com culturas irrigadas bem como a atividade pecuária.

Na Tabela 06, além da quantificação das APPs em cada município também se verificam os valores ponderados de 1 a 10 em que foi feita a análise dos municípios como: Silveira Martins com maior e melhor Preservação Permanente com, 17,85%, seguido de Restinga Sêca, com 10,89% e Nova Palma, com 10,68%. Já entre os piores municípios encontram-se São João do Polêsine, totalizando 8,08% da área, Faxinal do Soturno, com 9,13% e Agudo, com 9,16%.

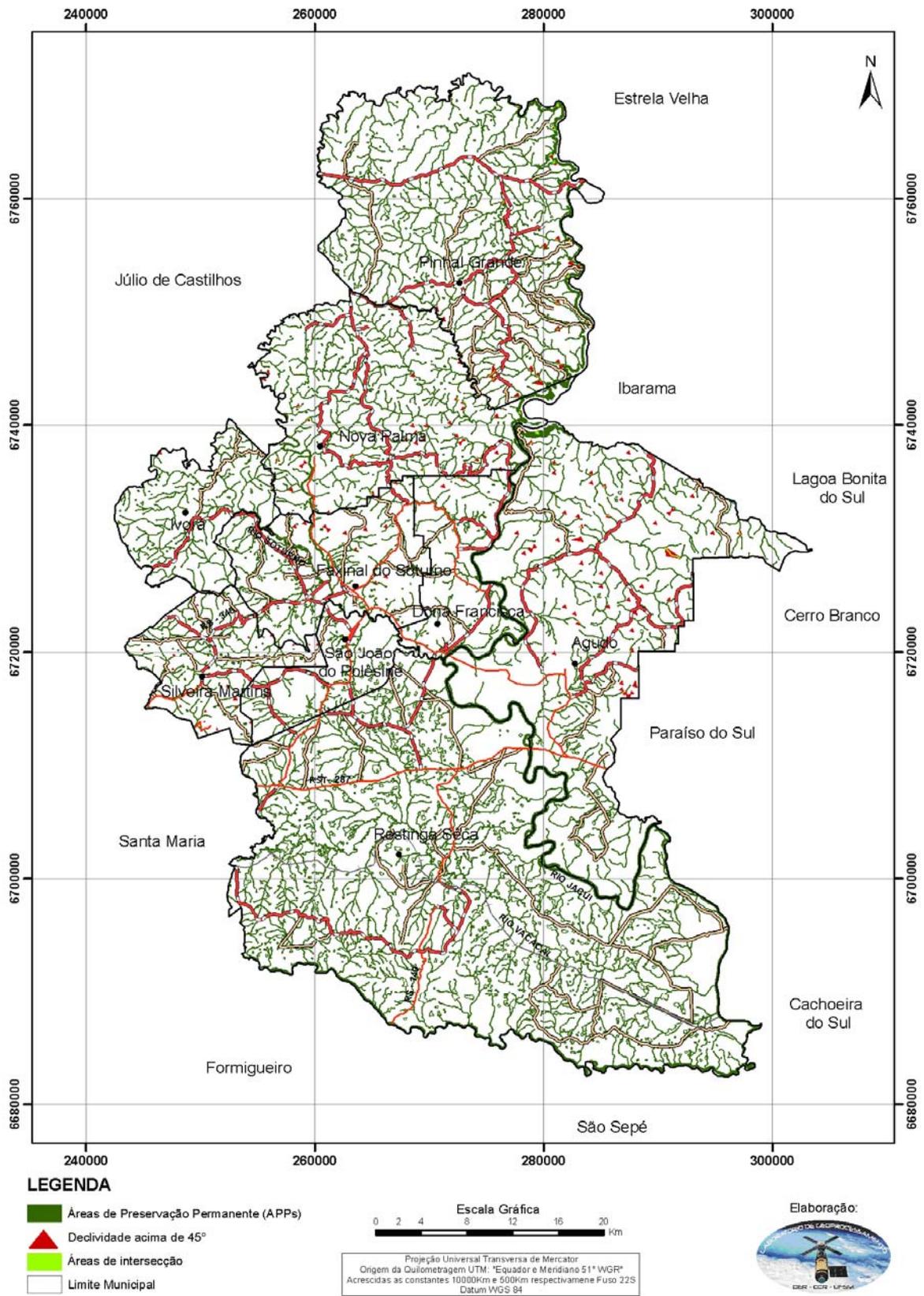


FIGURA 05 - Mapa das Áreas de Preservação Permanente da Quarta Colônia de imigração do Rio Grande do sul, Brasil.

#### 4.5 Integração dos dados

Observando-se a Tabela 07 (classes ambientais) pode-se visualizar as 03 (três) classes nas quais fundamentou-se a classificação do grau de deterioração ambiental de cada município.

Dentre os municípios que apresentam classes com situação **BOA (A)** estão: Pinhal Grande com 16,66% de deterioração, Nova Palma com 19,44%, seguido de Agudo com 36,11%.

Quanto às classes de situação **MÉDIA (B)**, Silveira Martins apresenta-se com 41,67%, Ivorá com 50,00%, Faxinal do Soturno com 50,00% e Restinga Seca com 52,78% de deterioração.

Na situação **RUIM (C)**, ficaram classificados os municípios de Dona Francisca com 66,66% e São João do Polêsine apresentando 77,78% de deterioração ambiental.

TABELA 07 – Classes ambientais da Quarta Colônia de imigração, RS, Brasil.

Municípios	$\Sigma$ Mín	$\Sigma$ Max	$\Sigma$ ENC (estabelecido p/ 9 municípios) X	Y %	Classe Ambiental
Agudo	4	40	17	36,11	A
D.Francisca	4	40	28	66,66	C
F.Soturno	4	40	22	50,00	B
Ivorá	4	40	22	50,00	B
N.Palma	4	40	11	19,44	A
P.Grande	4	40	10	16,66	A
R.Seca	4	40	23	52,78	B
S.J.Polêsine	4	40	32	77,78	C
S.Martins	4	40	19	41,67	B

Fonte: IENSEN, R. E, (2009).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região da Quarta Colônia de Imigração do Rio Grande do Sul vem sofrendo mudanças administrativas e de planejamento ambiental, apresentando-se como uma região de grande importância em função, principalmente, do uso e ocupação da terra, bem como das características de relevo, drenagens e Áreas de Preservação Permanente que a compõem.

Foram classificadas as classes ambientais em 3 (três) situações: boa, média e ruim, pois 3 (três) municípios dos 9 (nove) que compreendem a Quarta Colônia com 290,407 hectares estão na condição de situação ambiental boa, sendo eles Pinhal Grande, representando 16,66%, em segundo Nova Palma com 19,44% e Agudo com 36,11%. Isso indica que a deterioração ambiental é quase nula, devido ao relevo apresentar forte declividade e também apresentar maiores altitudes. Isso faz com que aconteça pouca interferência antrópica, favorecendo a conservação local.

Na classe ambiental de situação média encontram-se os municípios de Silveira Martins com 41,67%, Ivorá com 47,22%, Faxinal do Soturno com 50% e Restinga Sêca apresentando 52,78%. Isto mostra que há uma deterioração mais acentuada em relação aos outros municípios. Nesses municípios observam-se restrições para o uso da terra, sendo necessário um uso mais adequado, conforme estabelece a legislação ambiental.

Na pior classe ambiental encontram-se os municípios de Dona Francisca representando 66,66% e São João do Polêsine com 80,56% deteriorados. A determinação da classe ruim (pior classe) deu-se pelo fato de que a deterioração nesses municípios apresentou-se de forma expressiva à fragilidade na área de São João do Polêsine, que atingiu o maior somatório de valores ponderado com 33 e Dona Francisca com 28 de todos os parâmetros. Estas áreas apresentam grandes restrições em relação à utilização econômica da terra, merecendo a aplicação de práticas conservacionistas e impróprias para utilização agrícola.

Portanto, no estudo da deterioração ambiental dos municípios da Quarta Colônia, procurou-se contribuir para o conhecimento da realidade ambiental em que a área se apresenta, proporcionando dados atualizados da região, com finalidade de auxiliar numa implantação futura de políticas públicas compatíveis com a sua

realidade, posto que apresentam algumas restrições no que se refere à utilização da terra, gerando alternativas mais adequadas de utilização.

No entanto, vale destacar que esta análise e caracterização ambiental servirão de base para as questões de planejamento ambiental que visam ao manejo adequado dos recursos existentes, pois o gerenciamento ambiental em todo seu contexto, tanto municipal quanto em nível de conservação, engloba questões muito mais complexas, devendo levar em conta aspectos socioeconômicos, culturais e educacionais, visto que estes aspectos apresentam relação direta com o ambiente natural e as formas com que este é utilizado. A atuação na linha ambiental, bem como a área de estudo, necessita de outras análises ambientais, visto que ocorrem diferentes culturas e cada área apresenta uma particularidade e realidade de uso.

Assim, se destaca que, além dos dados produzidos neste trabalho, são necessárias outras pesquisas complementares que englobem outros focos de atuação na linha ambiental. Considera-se que a metodologia utilizada no presente trabalho permitiu que os objetivos propostos fossem atingidos, salientando que, mesmo as Áreas de Preservação Permanente apresentaram-se como maior preocupação. O que interessa não é a análise do elemento de forma isolada, mas sim como esse elemento interage com os demais, de forma que possa, no seu conjunto, constituir-se, ambientalmente adequado, economicamente viável e socialmente integrado.

## 6 REFERÊNCIAS

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1998. 434p.

BERNARDES, N. **Bases geográficas do povoamento do Estado do Rio Grande do Sul**. Ijuí: Unijuí, 1997.

BIGARELLA, J.; MUZUCHOWSKI, J. Z. Visão integrada da problemática da erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROÇÃO, 3., 1985, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABGE. 1985. 329p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**: promulgada em 05/09/1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em 21.set.2008.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.433, de 08 de Janeiro de 1997** (Política Nacional de Recursos Hídricos). Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/leis/L9433.htm>>. Acesso em 21.set.2008.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA nº 20, de 18 de Julho de 1986**. D.O.U. de 30/07/1986. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html)>. Acesso em 12.out.2008.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Diretoria das Bacias Hidrográficas do Leste. **Sinopse das bacias hidrográficas do Atlântico Sul**. Volume II – Atlântico Sudeste, Brasília, 2001.

BRENDA, D. A; LONGHI, S.J . Inventário florestal da Quarta Colônia. In: ITAQUI, J. Quarta Colônia: **inventário técnico de flora e fauna**. Condesus, Quarta Colônia, Santa Maria, RS, 2002.

CAIRNCROSS, F. **Meio ambiente: custos e benefícios**. Tradução de Cid Knipel Moreira. São Paulo; Nobel, 1992. 269p.

CÂMARA, G ; MEDEIROS, J. S. de. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D. & SANO, E. E. **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: Embrapa, 1998. p. 13-29.

CASAGRANDE, L. Avaliação do parâmetro de propagação de sedimentos do modelo de Williams (1975) na bacia do rio Vacacaí-Mirim com o auxílio de técnicas de geoprocessamento modelo. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) – Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2004. 242 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Hucitec, 1999.

COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA – CEEE. **Relatório de impacto ambiental da usina hidrelétrica Dona Francisca.** (s.l.), CEEE, 1989.

DE BIASI, M. A. A Carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo: Ed. USP, n. 6, 1992. p. 45-53.

DESCOVI FILHO, L. L. V. Mapeamento de unidades de relevo da sub-bacia hidrográfica do rio Soturno/RS. UFSM. **Trabalho de Graduação em Geografia.** Santa Maria: UFSM, 2007. 51p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Critérios para distribuição de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento.** Rio de Janeiro: SNLCS, 1999.

FLORIANO, Eduardo Pagel. **Planejamento ambiental:** caderno Didático nº 6. Santa Rosa, 2004. 54 p. Consultado em: 25.mar.2009.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA DO RIO GRANDE DO SUL. **Diagnóstico sócio-econômico do entorno de Santa Maria.** Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, 2005.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico–geomorfológico.** 6 ed. Coleção. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

\_\_\_\_\_. **Dicionário geológico-geomorfológico.** 6. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

\_\_\_\_\_. **Dicionário geológico–geomorfológico.** 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 15.fev. 2009.

ISAIAS, T. **Planejamento de uso da terra para o município de Santa Maria, RS, através do diagnóstico físico conservacionista das micro bacias hidrográficas,** Santa Maria, 1992.

ISAIAS, T. **Legislação ambiental:** análise ambiental. Santa Maria: CREA, 2002.

ITAQUI, J. Quarta Colônia: **Inventários técnicos:** flora e fauna. Santa Maria: Condesus, Quarta Colônia, 2002.

KLAMT, E. ; DALMOLIN, R. S. ; CABRAL, D. **Solos do município de São João do Polêsine:** características, distribuição geográfica e aptidão de uso. Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Solos, 1997.

LEITE, P. F; KLEIN, R. M. Vegetação. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil:** Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 1990.

MARQUES, M J. Q. A. et al. **Manual brasileiro para levantamento da capacidade do uso da terra.** Rio de Janeiro, IBGE, 1971.

MATIAS, L. F. Aplicação de novas tecnologias em Geografia Física: geoprocessamento na gestão sustentável do meio ambiente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7.; FÓRUM LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 1., 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Tec Art, 1997. p. 69-78.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos da geomorfologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. 185 p.

PORTO. R. P. A. **Conservação do solo em bacias hidrográficas, lavoura arrozeira**, Porto Alegre. V.7. n° 352. 1984.

QUARTA COLONIA. **Ivorá. Disponível em:**  
<[http://quartacolonia.prumosweb.com.br/quartacolonia\\_ivora.jsp](http://quartacolonia.prumosweb.com.br/quartacolonia_ivora.jsp)>. Acesso em: 05.mar.2009.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS. 1995.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora, Ed. Do Autor, 2000.

ROCHA, J. S. M. da. **Avaliação quantitativa da capacidade de uso da terra no Estado do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: UFSM, 1977.

ROCHA, J. S. M.; GARCIA, S. M.; ATAIDES, R. V. **Manual de avaliações de impactos e passivos ambientais**. 3. ed. rev. e ampl. Santa Maria: Imprensa Universitária, 2006.

ROSA, M. R. ; ROSS, J. L. S. Aplicação de SIG na geração de cartas de fragilidade. **Revista do departamento de Geografia**, São Paulo, n. 13, p. 77-105, 1999.

SEPLAN. Secretaria de Planejamento da Presidência da República. **Levantamento dos recursos naturais**. Rio de Janeiro, IBGE, 1986.

SCHNEIDER, P. R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: UFSM, 1993.

SPONCHIADO, B. A. **Imigração e Quarta Colônia: Nova Palma**: Pe. Luizinho. Santa Maria: Pallotti, 1996.

THOMAS, C. Conquista e povoamento do Rio Grande do Sul. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, n. 19, 1976.

ZANON, P. C. F. Geoprocessamento aplicado ao planejamento e análise do uso da terra no município de Ivorá - RS. 2001. 156 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2001.

WIKIPEDIA. **Projeto Radam Brasil. Disponível em:**  
<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Projeto\\_Radambrasil](http://pt.wikipedia.org/wiki/Projeto_Radambrasil)>. Acesso em: 10.jan.2009.

\_\_\_\_\_. **Faxinal do Soturno.** Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Faxinal do Soturno](http://pt.wikipedia.org/wiki/Faxinal_do_Soturno)>. Acesso em; 09.mar. 2009.

\_\_\_\_\_. **Silveira Martins.** Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Silveira Martins](http://pt.wikipedia.org/wiki/Silveira_Martins). Acesso em: 05.mar.2009.

\_\_\_\_\_. Pinhal Grande. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Pinhal Grande](http://pt.wikipedia.org/wiki/Pinhal_Grande)>. Acesso em: 05.mar. 2009.

\_\_\_\_\_. Restinga Sêca. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Restinga Seca](http://pt.wikipedia.org/wiki/Restinga_Seca)>. Acesso em: 06.mar.2009.

\_\_\_\_\_. São João do Polêsine. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/São João do Polêsine](http://pt.wikipedia.org/wiki/São_João_do_Polêsine)>. Acesso em: 07.mar.2009.

\_\_\_\_\_. Silveira Martins. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Silveira Martins](http://pt.wikipedia.org/wiki/Silveira_Martins)>. Acesso em: 07.mar 2009.