



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
DOUTORADO - GEOGRAFIA**

TESE DE DOUTORADO

**ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA QUARTA
COLÔNIA – RIO GRANDE DO SUL**

GERSON JONAS SCHIRMER

**ORIENTADOR: PROF. DR. LUIS EDUARDO DE SOUZA
ROBAINA**

SANTA MARIA, RS, BRASIL.

2015.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
DOUTORADO – GEOGRAFIA**

**ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA QUARTA
COLÔNIA – RIO GRANDE DO SUL**

**POR: GERSON JONAS SCHIRMER
ORIENTADOR: PROF. DR. LUIS EDUARDO DE SOUZA
ROBAINA**

**Banca Examinadora: Dr. Romário Trentin
Dr.^a Andrea Valli Nummer
Dr. Sandro Sidnei de Vargas Cristo
Dr. Edson de Almeida Oliveira**

Tese apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Geografia como
requisito para obtenção do título de
Doutor em Geografia.

SANTA MARIA, RS, BRASIL, 2015.

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Schirmer, Gerson Jonas
ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA QUARTA COLÔNIA - RIO GRANDE
DO SUL / Gerson Jonas Schirmer.-2015.
253 p.; 30cm

Orientador: Luís Eduardo de Souza Robaina
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Geografia e Geociências, RS, 2015

1. Zoneamento Geoambiental 2. Quarta Colônia 3. SIGs
(Sistema de Informações Geográficas) I. Robaina, Luís
Eduardo de Souza II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências
DOUTORADO EM GEOGRAFIA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA QUARTA COLÔNIA-
RIO GRANDE DO SUL**

Elaborada por
Gerson Jonas Schirmer

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Geografia

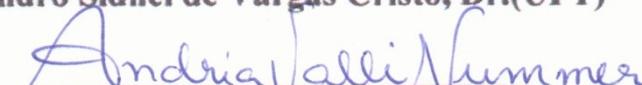
COMISSÃO EXAMINADORA:



Luís Eduardo de Souza Robaina, Dr.
(Presidente/Orientador)



Romário Trentin, Dr. (UFSM)


Sandro Sidnei de Vargas Cristó, Dr.(UFT)
Andrea Valli Nummer, Dr. (UFSM)
Edson Luis de Almeida Oliveira, Dr. (IFSul)

Santa Maria, 24 de Agosto de 2015.

Dedico este trabalho a meus familiares que sempre me apoiaram nesta caminhada e em especial, a minha esposa Marisa e minha filha Lara.

AGRADECIMENTOS

No decorrer de minha vida acadêmica tenho contado com apoio de diversas pessoas, seja para orientação, incentivo, compreensão ou consolo.

Meus agradecimentos a Deus por ter me acompanhado durante a pesquisa, em todos os dias, sendo meu porto seguro para determinar os caminhos a seguir;

Aos meus pais por terem me criado para me tornar uma pessoa com princípios éticos sempre pensando pelo bem comum.

A minha família toda por ter me ajudado de uma forma ou de outra, principalmente me incentivando;

A minha amada esposa, por me incentivar a seguir em frente, por me apoiar, por ser um ombro de consolo;

A minha filha pela compreensão, de nem sempre poder lhe dar atenção;

Ao professor Luís Eduardo de Souza Robaina por ter me orientado, sendo um amigo e conselheiro em todos os momentos;

Aos professores Romário Trentin, Andrea Valli Nummer, Sandro Sidnei Vargas de Cristo e ao Professor Edson Luis de Almeida Oliveira, que aceitaram fazer parte da banca de defesa de minha tese.

Aos colegas do Lageolam, por auxiliar nos meus trabalhos, confecção de mapas indicação de bibliografias e companheirismo;

A UFSM, por me possibilitar um ensino superior gratuito e de qualidade;

A CPAES, pelo apoio financeiro, com auxílio de diárias para campo, e bolsa de doutorado.

A todos demais que de uma forma ou outra contribuíram para elaboração desse trabalho.

Quem sabe concentrar-se numa coisa e insistir nela como único objetivo, obtém, ao fim e ao cabo, a capacidade de fazer qualquer coisa. *Mahatma Gandhi*

SCHIRMER, Gerson Jonas. **Zoneamento Geoambiental da Quarta Colônia – Rio Grande do Sul**. 2015, 251p. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFSM, Santa Maria.

Este trabalho apresenta uma proposta de Zoneamento Geoambiental para Quarta Colônia, composta pelos municípios de: Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivorá, Nova Palma, Pinhal Grande, Restinga Seca, Silveira Martins, São João do Polêsine, localizada na região Central do Rio Grande do Sul. Nesta tese, deu-se enfoque para o detalhamento dos elementos que compõem a paisagem, realizando cruzamentos de informações entre o uso da terra com os demais elementos que compõem a paisagem, para determinar conflitos ambientais existentes na área de estudo e facilitar a elaboração do Zoneamento Geoambiental. Justifica-se a pesquisa pela demanda existente de um trabalho dessa magnitude na área de estudo. Os sistemas geoambientais representam a integração das características dos elementos físicos da área de estudo, frente às atividades sociais, desenvolvidas pela ocupação que desenvolveram e transformaram a paisagem local. A metodologia baseia-se em uma abordagem sistêmica da paisagem, utilizando como ferramenta SIGs (Sistemas de Informação Geográfica). Através de uma representação de síntese, foram definidos cinco Sistemas, que caracterizaram a paisagem geoambiental dos municípios em estudo. O sistema Urbano é composto pela sede dos municípios em estudo. O Sistema de Encostas do Rebordo do Planalto, onde há maior concentração de vegetação arbórea e suscetibilidade de ocorrência de processos de movimento de massa. No Sistema Arrozaís em Rampas de Depósitos Recentes a ação antrópica resulta em conflitos ambientais, principalmente quanto à ocupação em áreas de Áreas de Preservação Permanente. Além disso, há susceptibilidade de torna-se áreas de risco em períodos de cheias. O Sistema de Colinas em Baixas Altitudes é composto por duas com diferenciação quanto aos processos de ocupação e geomorfológicos, que são: Colinas em Rochas Sedimentares de Encosta, com significativa ocupação antrópica e Colinas e Rochas Sedimentares de Baixa Altitude. No Sistema de Colinas Vulcânicas de Altitudes Elevadas composto por: Colinas de Altitudes em Rochas Friáveis, Colinas Vulcânicas com Médias Propriedades e Colinas Vulcânicas com Pequenas Propriedades. Nesse sentido, esta tese oferece um referencial teórico-metodológico, para estudo e verificações das potencialidades e das restrições ambientais, permitindo a maximização de propostas de desenvolvimento sustentável às comunidades, bem como a servir de base para a realização outros estudos nesses municípios. Concluiu-se que este Zoneamento Geoambiental permitiu determinar as principais áreas de conflito ambiental existente entre o uso da terra com os elementos naturais da paisagem.

Palavras-Chave: Zoneamento Geoambiental, SIGs (Sistema de Informações Geográficas), Quarta Colônia.

ABSTRACT

SCHIRMER, Jonas Gerson. **Geoenvironmental Zoning Quarta Colônia – Rio Grande do Sul**. 2015, 251p. Thesis (Doctor in Geography) - Graduate Program in Geography, UFSM, Santa Maria.

This paper presents a proposal for Geoenvironmental Zoning for Quarta Colônia, comprising the municipalities of: Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivora, Palma Nova, Pinhal Grande, Restinga Seca, Silveira Martins, São João do Polêsine, located in the Central region Rio Grande do Sul. In this thesis, there was focus on the detail of the elements that make up the landscape, carrying information from crosses between land use with the other elements that make up the landscape, to determine existing environmental conflicts in the study area and facilitate the development of Geoenvironmental Zoning. Justified the search by the existing demand for a job of this magnitude in the study area. The geo-environmental systems represent the integration of characteristics of the physical elements of the study area, in the face of social activities, developed by the occupation who developed and transformed the local landscape. The methodology is based on a systemic approach to landscape using GIS as a tool (Geographical Information Systems). Through a representative synthesis, five systems were defined, which characterized the geoenvironmental landscape of the municipalities studied. The Urban System consists of the headquarters of the municipalities studied. The slopes System Plateau rim, where there is greater concentration of woody vegetation and susceptibility of occurrence of mass movement processes. In rice paddies System ramps Recent Deposits human action results in environmental conflicts, especially regarding the occupation in areas of Permanent Preservation Areas. Furthermore, there is likely to become risk areas flood periods. The Hills Low Altitude System consists of two differentiation with regard to occupation and geomorphological processes, which are: Hills in Sedimentary Rocks the Hill, with significant anthropogenic occupation and Hills and Sedimentary Rocks Low Altitude. The Volcanic Hills High Altitudes system composed of: Altitudes Hills in Crispy Rocks, Volcanic Hills with Medium Properties and Volcanic Hills with Small Properties. In this sense, this thesis provides a theoretical framework for the study and verification of the potential and environmental restrictions, allowing maximization of proposals for sustainable development to communities as well as to serve as a base for conducting further studies in these municipalities. It was concluded that this Geoenvironmental Zoning allowed to determine the main areas of existing environmental conflict between land use with the natural elements of the landscape.

Keywords: Geoenvironmental Zoning, GIS (Geographic Information System), Quarta Colônia.

LISTA de SIGLAS

APP- Área de Preservação Permanente

CONDESUS – Conselho de Desenvolvimento Sustentável

CAIs- Complexos Agroindustriais

EMATER - Empresa da Assistência Técnica, Extensão Rural

FEE - Fundação de Economia e Estatística

FEEMA- Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INCRA- Instituto Nacional de Reforma Agrária

IUGS- International Union of Geological Sciences

LAGEOLAM - Laboratório de Geologia Ambiental

PRONAF- Programa Nacional da Agricultura Familiar

PNMA- Plano Nacional do Meio Ambiente

SIG – Sistema de Informações Geográficas

UFRGS- Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ZA- Zoneamento Ambiental

ZEE- Zoneamento Ecológico Econômico

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa com localização da áreas de estudo.	23
Figura 2: Organograma das relações que resultam na paisagem.	29
Figura 3: Organograma para análise da paisagem.	41
Figura 4: Sobreposição de camadas.	52
Figura 5: Relações espaciais horizontais.(a=cidade; b=atividade agrícola; c=mata nativa)	56
Figura 6: Análise vertical dos elementos que compõe a paisagem.	57
Figura 07: Visão sistêmica do Zoneamento Geoambiental.	60
Figura 8: Esboço metodológico da pesquisa.	62
Figura 09: Modelo das formas de vertente.	68
Figura 10: Organograma cruzamentos com o uso da terra, pré-elaboração Zoneamento Geoambiental.	75
Figura 11: Exemplo hipotético do detalhamento das análises dos conflitos ambientais	76
Figura 12: Recorte da coluna estratigráfica do estado do rio grande do sul, em azul tipos litológicos encontrados na área de estudo.	81
Figura 13: Litologias dos municípios da área de estudo.	83
Figura 14: Perfil litoestratigráfico esquemático da área de estudo.	84
Figura 15: Arenito micáceo vermelho Restinga Seca.	85
Figura 16: Voçorocas do buraco fundo, Restinga Seca.	86
Figura 17: Arenito fluvial com depósito de canal, terraço fluvial.	87
Figura 18: Foto a, afloramento de arenito fino e maciço em nova palma e foto b, em Dona Francisca.	87
Figura 19: Foto a, arenito eólico em nova palma e foto b, arenito eólico em Agudo.	88
Figura 20: Foto a, amígdalas em brecha vulcânica, em Agudo e foto b, vulcânica com fratura horizontal em Pinhal Grande.	89
Figura 21: Foto a, lamitos estratificados em Agudo e foto b, depósito fluvial em Faxinal do Soturno, respectivamente.	90
Figura 22: Foto a, rocha intemperizada a esquerda e foto b, conglomerados junto a drenagem.	91
Figura 23: Mapa com principais bacias hidrográficas da área de estudo.	94
Figura 24: Usina hidrelétrica de Dona Francisca.	95
Figura 25: Modelo numérico do terreno dos municípios em estudo.	97
Figura 26: Declividade da área de estudo.	99
Figura 27: Mapa com as unidades de relevo da área de estudo.	102
Figura 28: Perfil topográfico representando uma rampa de fundo de vale, Rincão dos Freu, Nova Palma.	103
Figura 29: Perfil topográfico com rampas em altitudes elevadas, Complexo da Serra, Agudo.	104
Figura 30: Perfil topográfico com rampas de baixa altitude nas várzeas do rio Soturno e do rio Jacuí, Faxinal do Soturno, Dona Francisca e Agudo.	104

Figura 31: Perfil topográfico com colinas em altitudes elevadas, na localidade de Rincão do Apel, Pinhal Grande.	105
Figura 32: Perfil topográfico com colinas em baixas altitudes, sítio dos melo, Faxinal do Soturno.	106
Figura 33: Perfil topográfico com patamares entre-escarpa, em Linha Boêmia, Agudo.	106
Figura 34: Perfil topográfico com topos de morro, Cerro Formoso, Dona Francisca.	107
Figura 35: Perfil topográfico entre os municípios de Faxinal do Soturno e Nova Palma.	108
Figura 36: Mapa com representação do plano de curvatura da vertente.	109
Figura 37: Perfil de elevação da vertente sul do Morro Agudo com indicação dos locais onde o perfil é côncavo e onde é cônvexo.	111
Figura 38: Mapa com representação do perfil de curvatura das vertentes na Quarta Colônia.	112
Figura 39: Ilustração das unidades geomorfométricas que podem ser encontradas na paisagem da área de estudo.	114
Figura 40: Mapa com 12 unidades geomorfométricas da Quarta Colônia.	115
Figura 41: Mapa apresentando a distribuição da unidade I na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.	117
Figura 42: Mapa apresentando a distribuição da unidade II na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.	118
Figura 43: Mapa apresentando a distribuição da unidade III na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.	119
Figura 44: Mapa apresentando a distribuição da unidade IV na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.	120
Figura 45: Mapa apresentando a distribuição da unidade V na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.	122
Figura 46: Mapa apresentando a distribuição da unidade VI na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.	123
Figura 47: Mapa apresentando a distribuição da unidade VII na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.	124
Figura 48: Mapa apresentando a distribuição da unidade VIII na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.	125
Figura 49: Mapa apresentando a distribuição da unidade IX na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.	126
Figura 50: mapa apresentando a distribuição da unidade X na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.	127
Figura 51: Mapa apresentando a distribuição da unidade XI na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.	128
Figura 52: Mapa apresentando a distribuição da unidade xii na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.	130
Figura 53: Variação da temperatura média do ar em 12 pontos coletados no município de Faxinal do Soturno/RS.	132
Figura 54: Relação da temperatura média do ar com a altitude , Cerro Comprido, Faxinal do Soturno/RS.	133
Figura 55: Variação da umidade relativa do ar no município de Faxinal do Soturno e Cerro Comprido/RS.	133

Figura 56: Mapa climático da Quarta Colônia.	134
Figura 57: Mapa de solos da área de estudo	137
Figura 58: Neossolo Litólico em Pinhal Grande.	138
Figura 59: Cultivo de trigo sobre Cambissolos em Nova Palma.	139
Figura 60: Foto a, perfil de Latossolos e foto b, voçorocas sobre latossolos com pecuária e lavoura, em Pinhal Grande.	141
Figura 61: Foto a, perfil de Argissolos em Nova Palma e perfil de argissolos sobre rocha vulcânica em Pinhal Grande.	142
Figura 62: Foto a, solo Hidromórfico do tipo Gleissolo próximo à drenagem e foto b, perfil de solo do tipo Planossolo, próximo ao rio Jacuí, com processos erosivos, em Agudo.	142
Figura 63: Voçoroca do Buraco Fundo, característico de Neossolos Quartzarênicos.	144
Figura 64: Área da reserva da mata atlântica.	145
Figura 65: Foto a, pecuária em área de transição no município de Pinhal Grande foto b, araucárias em poteiros no município de Agudo.	146
Figura 66: Área de estudo no mapa geomorfológico do Rio Grande do Sul.	148
Figura 67: Mapa geomorfológico da área de estudo.	149
Figura 68: Perfil geomorfológico da área de estudo.	150
Figura 69: Foto a, cultivo de arroz próximo ao rio Jacuí e foto b, forma do curso do rio Jacuí vista com imagem de satélite.	151
Figura 70: Foto a, rampas de depósito colúvio-alúvio do arroio corupá e foto b, do arroio Ivorá.	152
Figura 71: Foto a, colina de arenito em picada do rio e foto b, colina com lavoura de soja em Restinga Seca.	153
Figura 72: Colinas vulcânicas em Nova Palma.	154
Figura 73: Foto a, morros e morrotes em nova palma e foto b, em Agudo.	155
Figura 74: Morro Agudo no município de Agudo.	156
Figura 75: Foto a, topo de colina com afloramento de arenitos silicificados e foto b, voçoroca em colina de rochas friáveis do planalto, em Pinhal Grande.	157
Figura 76: Em amarelo, patamar entre-escarpa no município de Nova Palma.	157
Figura 77: Fumo burley na foto a e fumo virgínia na foto b.	165
Figura 78: Máquina colhendo soja em Nova Palma.	166
Figura 79: Gado de corte em Pinhal Grande.	167
Figura 80: Lavoura de feijão colhida manualmente(mês de maio), Cerro Azul, Pinhal Grande.	167
Figura 81: Cultivo de árvores frutíferas em área de encosta no município de Nova Palma.	168
Figura 82: Mapa do uso da terra da área de estudo.	170
Figura 83: Poteiro, que caracterizam as áreas de campo na área de estudo, em linha branca, Agudo-RS.	171
Figura 84: Lavoura de soja colhida, no mês de maio, na localidade de Linha Base, município de Nova Palma.	171
Figura 85: Floresta Mista com araucária na localidade de Cerro Azul, município de Pinhal Grande.	172
Figura 86: Vista da represa da Hidrelétrica Dona Francisca entre Agudo e Nova Palma.	172

Figura 87: Sobreposição da rede de drenagem com o uso da terra.	175
Figura 88: Visualização das classes do uso da terra sobreposta com declividades de 0-5%.	177
Figura 89: Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de 5-15%.	178
Figura 90: Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de 15-30%.	179
Figura 91: Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de 30-47%.	181
Figura 92: Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de >47%.	182
Figura 93: Mapa com tipos de uso existentes nas rampas de baixa altitude.	184
Figura 94: Mapa com usos da terra existente nas colinas de baixa altitude.	185
Figura 95: Mapa uso da terra nos patamares entre-escarpa.	187
Figura 96: Mapa uso da terra na associação de morros e morrotes.	188
Figura 97: Mapa uso da terra nos topos de morro.	189
Figura 98: Mapa uso da terra nas rampas de fundo de vale.	191
Figura 99: Mapa uso da terra nas rampas de altitude elevada.	192
Figura 100: Mapa uso da terra nas colinas de altitude elevada.	193
Figura 101: Mapa do uso da terra existente sobre os depósitos recentes.	195
Figura 102: Mapa do uso da terra existente sobre conglomerados vulcânicos.	196
Figura 103: Mapa do uso da terra existente sobre o vulcânica.	197
Figura 104: Mapa do uso da terra existente sobre os arenitos eólico.	199
Figura 105: Mapa do uso da terra existente sobre os arenito fino e maciço.	200
Figura 106: Mapa do uso da terra existente sobre os lamitos fossilífero.	201
Figura 107: Mapa do uso da terra existente sobre o arenito buraco fundo.	202
Figura 108: Mapa do uso da terra existente sobre o arenito micáceo.	203
Figura 109: Mapa com usos da terra sobre os Neossolo Litólico.	205
Figura 110: Mapa com usos da terra sobre os Cambissolo.	206
Figura 111: Mapa com usos da terra sobre os Latossolos.	207
Figura 112: Mapa com usos da terra sobre os Argissolos.	209
Figura 113: Mapa com usos da terra sobre os solos Hidromórficos.	210
Figura 114: Mapa com usos da terra sobre os Neossolo Quartzarênico.	211
Figura 115: Mapa com Zoneamento Geoambiental da Quarta Colônia.	214
Figura 116: Área urbana da cidade de Agudo.	216
Figura 117: Cidade de Dona Francisca.	217
Figura 118: Cidade de Faxinal do Soturno.	218
Figura 119: Cidade de Nova Palma.	219
Figura 120: Cidade de Pinhal Grande.	220
Figura 121: Cidade de Ivorá.	221
Figura 122: Cidade de Silveira Martins.	222
Figura 123: Cidade de São João do Polêsine.	223

Figura 124: Cidade de Restinga Seca.	223
Figura 125: Margens rio Jacuí vista da pista de asa-delta em Agudo.	225
Figura 126: Relevo escarpado típico do rebordo do planalto, em Agudo.	226
Figura 127: Rebanho de gado e voçoroca próximo ao topo da colina.	227
Figura 128: Colinas vulcânicas em agudo, foto a com moradias e poteiros e foto b com cultivo de fumo e eucalito.	228
Figura 129: Foto a, colina com forrageiras em pinhal grande e foto b, cultivo de soja e eucalipto em Ivorá.	229
Figura 130: Foto a, voçoroca do Buraco Fundo e foto b (fonte:google earth), marca de ravinas com vegetação no entorno.	230
Figura 131: Colinas em rochas sedimentares no município de Agudo.	231

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Características das formas de relevo	71
Quadro 2: Área das Unidades Geomorfométricas	119
Quadro 3: Resumo da formação e ocupação dos municípios da Quarta Colônia-RS	163
Quadro 4: Informações demográficas e espacial	165
Quadro 5: Informações econômicas com percentual do valor adicionado do PIB	166
Quadro 6: Quantidade de área dos usos	172
Quadro 7: Síntese das características dos Sistemas e Unidades Geoambientais da Quarta Colônia	235

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE SIGLAS	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE QUADROS	14

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. Breve histórico da pesquisa.....	17
1.2. Definição da problemática e objetivos.....	18

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
2.1 A Paisagem nos Estudos Geoambientais.....	26
2.2. As atividades Antrópicas e a Transformação da Paisagem.....	31
2.3. Técnicas para a Análise Ambiental da Paisagem.....	39
2.4. Cartografia Geoambiental: representação de síntese e correlação dos parâmetros presentes na paisagem.....	44
2.5. Zoneamento Geoambiental aplicado ao Planejamento.....	48
2.6. A utilização de SIGs no Zoneamento Geoambiental	51
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	60
3.1. Primeira Etapa da Pesquisa	62
3.2. Segunda etapa.....	63
3.2.1. Elaboração do mapa com tipos de clima na região	64
3.2.2. Identificação de parâmetros morfométricos	65
3.2.3. Levantamentos de solos e litologias.....	71
3.2.4. Confecção do mapa de usos da terra	72
3.2.5. Análises dos conflitos ambientais	74
3.2.6. Construção do mapa geomorfológico.....	76
3.2.7. Elaboração do mapa geoambiental.....	78
3.3. Terceira etapa	79

CAPÍTULO IV

4. ACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE NATURAL DA PAISAGEM DA ÁREA EM ESTUDO	80
4.1. Litologias.....	80
4.2. Análise da Rede Hidrográfica	91
4.3. Caracterização dos Constituintes do Relevo	95

4.3.1.	Hipsometria	96
4.3.2.	Declividade.....	98
4.3.3.	Análise das formas do relevo	100
4.3.4.	Análise da curvatura das vertentes	109
4.4.	Características Climáticas	130
4.5.	Os solos da Quarta Colônia.....	135
4.6.	Vegetação.....	144
CAPITULO V		
5.	ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA	147
5.1.	Compartimentação Geomorfológica da Quarta Colônia	148
CAPÍTULO VI		
6.	CARACTERIZAÇÃO DA FORMAÇÃO E DO USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	158
6.1.	Histórico da Formação e Ocupação dos Municípios da Área de Estudo.....	158
6.2.	Aspectos Socioeconômicos	162
6.3.	O sistema agrícola	164
6.4.	Análise do Uso e Ocupação da Terra	168
6.5.	Análise detalhada dos Conflitos Ambientais entre o uso da terra e os elementos físicos da paisagem.....	173
6.5.1.	Relação Uso da Terra/Hidrografia	173
6.5.2.	Relação entre a Declividade e o Uso da Terra	176
6.5.3.	Relação entre o Uso da Terra e as Unidades de Relevo	183
6.5.4.	Análise do cruzamento entre o Uso da Terra e a Litologia	194
6.5.5.	Relação do Uso da Terra/Solos	204
CAPÍTULO VII		
7.	ESTUDO GEOAMBIENTAL DA QUARTA COLÔNIA: uma análise integrada da paisagem.....	212
7.1.	Compartimentação dos Sistemas e Unidades Geoambientais	213
7.1.1.	Sistema Urbano	215
7.1.2.	Sistema Planície de Arrozais em Rampas de Depósitos Recentes	224
7.1.3.	Sistema de Relevo Escarpado do Rebordo do Planalto.....	225
7.1.4.	Sistema de Colinas de Altitudes Elevadas	226
7.1.5.	Sistema de Colinas de Baixa Altitude	230
CONSIDERAÇÕES FINAIS		233
REFERÊNCIAS		237

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

1.1. Breve histórico da pesquisa

A primeira pesquisa realizada na área de estudo, com caráter Geoambiental, ocorreu em 2010, com o trabalho de graduação intitulado “Mapeamento Geoambiental do Município de Agudo”, realizado por Schirmer (2010). Nesse trabalho, foi utilizada a metodologia de mapeamento geoambiental elaborada pelo LAGEOLAM. Na dissertação de mestrado intitulada, “Mapeamento Geoambiental dos Municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma e Pinhal Grande – RS”, buscou-se aprofundar as discussões teóricas em relação a metodologia aplicada no LAGEOLAM.

Em Schirmer (2012), desenvolvido em conjunto com o LAGEOLAM, traz uma discussão teórica da importância das atividades antrópicas atuando sobre o meio físico, através de processos que refletem as características culturais e sociais de cada lugar, onde pode ocorrer conflitos ambientais quando não há conhecimento e práticas adequadas no uso e ocupação dos elementos da paisagem. Destaca-se que o trabalho realizado em 2012 trouxe um Zoneamento Geoambiental com fins não apenas acadêmico e para o planejamento ambiental, mas também buscando uma aproximação com o ensino.

Nesse sentido, o Zoneamento realizado em 2010 obteve não apenas resultado teórico, mas também prático, com a elaboração do “Livro Escolar do Município de Agudo”, para que os jovens obtenham maior conhecimento sobre o lugar onde vivem, tanto sobre os aspectos físicos quanto cultural e socioeconômico. Além disso, tentou-se apresentar propostas de planejamento ambiental a partir do Zoneamento Geoambiental. Porém, assim como Pilachevsky (2013), faltou uma análise mais detalhada dos diversos elementos da paisagem, a realização de correlações entre cada elemento da paisagem com o uso e ocupação, bem como faltou uma redução da carga subjetiva resultante do conhecimento empírico. Para suprir essa carga foi necessária a realização de cruzamentos de diferentes temas para determinar com maior precisão a susceptibilidade a ocorrência de processos de dinâmica superficial, principalmente os ligados a erosão e ocorrência de desastres naturais como inundação, movimento de massa.

Sabendo-se que região da Quarta Colônia-RS necessita de pesquisas nessa magnitude para evidenciar os conflitos ambientais existentes, realizou-se uma proposta de Zoneamento Geoambiental para esta região. Além disso, esta tese servirá de referencial teórico para demais trabalhos com essa temática.

As transformações na dinâmica do uso e ocupação na região, associada às restrições naturais, tem desenvolvido diversos conflitos ambientais, que podem desencadear processos de dinâmica superficial negativos. Dessa maneira, a seguir é apresentada a contextualização da problemática em análise, bem como os objetivos e hipóteses que norteiam o desenvolvimento da presente pesquisa.

1.2. Definição da problemática e objetivos

Desde os primórdios o homem sempre foi dependente do meio natural para saciar suas necessidades básicas, como se alimentar, morar, reproduzir, etc. Porém com a descoberta de técnicas para manipular este meio, o homem passou a ter uma relação de poder sobre esse meio natural. Nessa relação, de dependência e poder, entre o homem/natureza, tem-se a transformação do meio natural, constituindo o Espaço Geográfico.

O espaço geográfico é resultado da ação do homem, dessa forma, constitui-se de aspectos sociais, econômicos, ambientais e de sua dinâmica. Diante das alterações ambientais vivenciadas até o presente século nota-se, cada vez mais, que não se pode pensar no espaço de forma fragmentada. Compreender que as mudanças ambientais,, além de terem sua origem natural, também, são influenciadas pela ação antrópica, é um fato importante na análise dos elementos que compõem a paisagem.

Conforme Corrêa (1986), as obras do homem são suas marcas as quais apresentam um padrão de localização que é próprio de cada sociedade. Essas marcas geradas pela apropriação e transformação do meio natural, quando organizadas constituem o espaço do homem, a organização espacial da sociedade, ou simplesmente o Espaço Geográfico. O resultado da atuação acelerada do homem sobre o meio natural tem gerado desequilíbrios ambientais. Isto vem fazendo com que cada vez mais os cientistas, políticos e administradores pensem em criar instrumentos para o ordenamento e planejamento do espaço.

As intervenções causadas pela humanidade no Espaço Geográfico, em especial no meio físico, na busca de saciar as crescentes necessidades da sociedade, têm criado diversos conflitos quanto ao uso desse espaço e de seus recursos naturais. Os trabalhos de planejamento e ordenamento territorial buscam, de certo modo, prevenir os impactos

negativos que frequentemente aparecem quando o homem se apropria dos recursos para o atendimento das suas necessidades básicas de espaço (moradias, atividades rurais, etc.) e de insumos de uso imediato como água, energia, materiais e alimentos.

No âmbito da Geografia é de grande importância entender a relação sociedade/natureza, pois hoje não existe natureza que não tenha sofrido a influência humana, de alguma maneira, através dos diferentes meios de atuação antrópica sobre os recursos naturais. A transformação do meio natural pelo homem em áreas com fragilidades ambientais resulta na degradação ambiental. Ante o exposto, Ross (2006, p. 203), destaca que a realização de projetos de planejamento territorial ambiental deve ter como base “... preocupações com a preservação ambiental, conservação dos bens naturais e recuperação de áreas degradadas”.

Para Guerra (2006), a ciência moderna e os avanços tecnológicos e industriais têm sido aplicados às áreas rurais nas últimas décadas, tendo havido um progresso significativo em um curto espaço de tempo. Essas mudanças vêm acontecendo há bastante tempo, desde a Revolução Agrícola, através da mecanização e da industrialização de insumos.

Os avanços no meio rural aconteceram com rapidez, provocando modificações no meio físico terrestre. Dentre essas modificações, a irrigação e o desmatamento em grandes extensões de terras, inclusive em vegetações ciliares e encostas, têm proporcionado prejuízos ao ambiente natural e ao homem.

Quanto às atividades econômicas, percebe-se esses impactos principalmente com a ocorrência de desastres naturais ou com processos erosivos que afetam diretamente áreas rurais. A erosão dos solos é uma preocupação do homem desde que se passou a desenvolver a agricultura, quando adquiriu um modo de vida sedentário, nesse processo o uso da terra passou a ocorrer de modo mais intenso, conseqüentemente levando a destruição da cobertura vegetal acarretando a exposição do solo aos processos erosivos (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1999).

A temática referente as interferências antrópicas no meio ambiente se faz cada vez mais presente nas discussões acadêmicas das mais diversas ciências, nos meios de comunicação e entre a população em geral. O Espaço Geográfico, visto como fonte de recursos e base para as relações sociais, deve ser planejado e gerido de forma consciente e sustentável.

A necessidade apresentada pela sociedade em pensar, planejar e/ou organizar o espaço em que está contida e ao qual se relaciona, busca apoio em diferentes técnicas e áreas do

conhecimento. À medida que o conhecimento científico se aprimora as consequências são refletidas na forma de organização do espaço, na inter-relação entre suas principais esferas.

Nesse sentido, ao tratar das questões ambientais deve-se discutir os fenômenos da superfície terrestre, a partir de sua natureza heterogênea, tendo em vista o diagnóstico das potencialidades e restrições ambientais de cada sistema de maneira integrada. Esse tipo de estudo apresenta as interações entre processos e formas, que ao se agrupar formam uma paisagem complexa, com relações e inter-relações entre Homem/Natureza.

Com o auxílio de geotecnologias, torna-se possível o cruzamento de informação dos diferentes elementos que compõem a natureza, através da criação de um banco de dados. Assim, torna-se possível o ordenamento lógico desses dados e a execução de uma vasta gama de análises lógicas sofisticadas.

Os estudos geoambientais que utilizam como limite o município possuem maior relevância para os órgãos públicos. Ao elaborar um projeto utilizando o Zoneamento Geoambiental municipal, haverá informações de todo o município e atenderá os interesses da população em geral. Cendrero (1990), destaca:

Os estudos geoambientais podem ser considerados como um enfoque das Geociências voltado para o desenvolvimento ambientalmente sustentável e para a prevenção e mitigação de problemas geoambientais, problemas derivados da interação dos seres humanos com o meio físico. (CENDRERO, 1990).

Para a compreensão da definição do termo Zoneamento Geoambiental, é necessário o conhecimento prévio do significado do termo geoambiental. Nesse trabalho, conforme o conceito adotado por Aswathanarayana em 1995, entende-se que “geoambiental” “[...] refere-se às porções da Terra afetadas pelas atividades humanas. É composta por rochas, solos, fluidos, gases e organismos”.

De posse dessa definição, pode-se considerar o Zoneamento Geoambiental, segundo Jimenez-Rueda *et al.* (1995), como uma ferramenta de análise sistemática de uma área, constituído pelo exame de diversas variáveis do meio físico, dentre elas, as litológicas, as fisiográficas, as climáticas, as morfoestruturais, as de cobertura da terra, e as de alteração intempérica. Em conjunto, essas variáveis apresentam, de acordo com os condicionantes naturais e em função dos modificadores socioeconômicos, as potencialidades e a capacidade de suporte do meio físico.

O termo geoambiental, adotado pela *International Union of Geological Sciences - IUGS* foi criado para denominar estudos realizados por profissionais das geociências, sobre o

meio ambiente. Estes estudos, na geografia, contemplam aplicações dos conhecimentos técnicos do meio físico e socioeconômico, correlacionando informações sobre ambos.

O mapa geoambiental, mostra a espacialização hierárquica distribuída em Sistemas e Unidades, com as principais características do meio físico, a fim de definir as condições de limitações de uso e as consequentes potencialidades de cada porção da paisagem. Dessa forma, as informações sobre os temas geológicos, hidrogeográficos, geomorfológicos, pedológicos e de uso e ocupação, além de questões pertinentes a degradação e as áreas de proteção ambiental, são temáticas norteadoras de estudos geoambientais. As informações pesquisadas são representadas em um mapa final, onde são espacializadas as potencialidades e restrições ambientais de cada unidade da paisagem.

O Zoneamento Geoambiental fornece a organização da área em sistemas e unidades com características ambientais semelhantes quanto às potencialidades e restrições de uso e ocupação devido às condições atuais da área, referentes tanto as características físicas quanto as características de ação antrópica que constituirão sua dinâmica atual.

A definição dos sistemas geoambientais representa a integração, através da pesquisa dos elementos físicos, frente às atividades socioeconômicas desenvolvidas pela ocupação do meio que desenvolveram e transformaram a paisagem local. A unidade geoambiental caracteriza-se por destacar áreas semelhantes, mas que são passíveis de pequenas diferenciações dentro do sistema.

Dessa forma, para uma caracterização geoambiental, é necessário uniformizar as informações do meio físico, de modo que possam ser integradas em uma análise.

O Estudo Geoambiental, neste sentido, pode ser visto como um instrumento de ordenamento territorial que busca identificar as restrições e as aptidões ambientais naturais quanto ao uso e a ocupação humana, propondo uma forma harmônica de relação entre a sociedade e a natureza.

Nos trabalhos de Zoneamento Geoambiental existentes, percebe-se que há uma necessidade de detalhar mais as informações antes de realizar o Zoneamento Geoambiental. Com a utilização de novas geotecnologias isto se torna mais simplificado, pois tem-se a possibilidade de sobrepor, cruzar e integrar informações de maneira rápida e automatizada.

Assim, o presente trabalho apresenta um zoneamento baseado em cruzamento temáticos, utilizando geotecnologias, que permite estabelecer áreas com limitações e potencialidades, podendo servir de subsídio ao planejamento e a atuação ambiental mais efetiva na região da Quarta Colônia.

Nesta tese, a área de análise é a região da Quarta Colônia, buscando fornecer informações que pudessem vir a ser utilizadas no planejamento regional, além de apresentar as relações existentes entre o uso da terra e os elementos naturais da paisagem. Uma das questões levantadas, no trabalho, foi em relação à delimitação da área da Quarta Colônia.

De acordo com a delimitação do IBGE, boa parte dos municípios da Quarta Colônia pertence à Microrregião de Restinga Seca, com exceção de Pinhal Grande. Dessa maneira, a regionalização do IBGE não atende aos anseios da pesquisa.

Entretanto, deve-se considerar que existe uma delimitação da região da Quarta Colônia agrupada por características culturais e outra por interesses de desenvolvimento econômico. A primeira é composta por sete municípios de imigração Italiana, denominada de Quarta Colônia de Imigração Italiana, onde são excluídos Agudo e Restinga Seca.

Em 1996, criou-se o Consórcio de Desenvolvimento Sustentável da Quarta Colônia (CONDESUS/Quarta Colônia), formado por nove municípios da Região Central do Rio Grande do Sul. Este consórcio é administrado pelos prefeitos dos municípios envolvidos com o apoio de uma Secretaria Executiva. Os municípios que compõem essa região são: Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma, Pinhal Grande, São João do Polêsine, Restinga Seca, Ivorá e Silveira Martins, (figura 1). A inserção dos municípios de Agudo e de Restinga Seca na Quarta Colônia deu-se pelo fato de estes municípios terem afinidade e interesses comuns. A afinidade se relaciona, principalmente, as características culturais, o interesse de desenvolvimento do turismo na região, planejamento ambiental e busca de empreendimentos e verbas em âmbito estadual e federal. Dessa forma, utiliza-se esta última delimitação baseado nos municípios afins. A região da Quarta Colônia vem cada vez mais consolidando-se, ganhando força e importância no âmbito estadual.

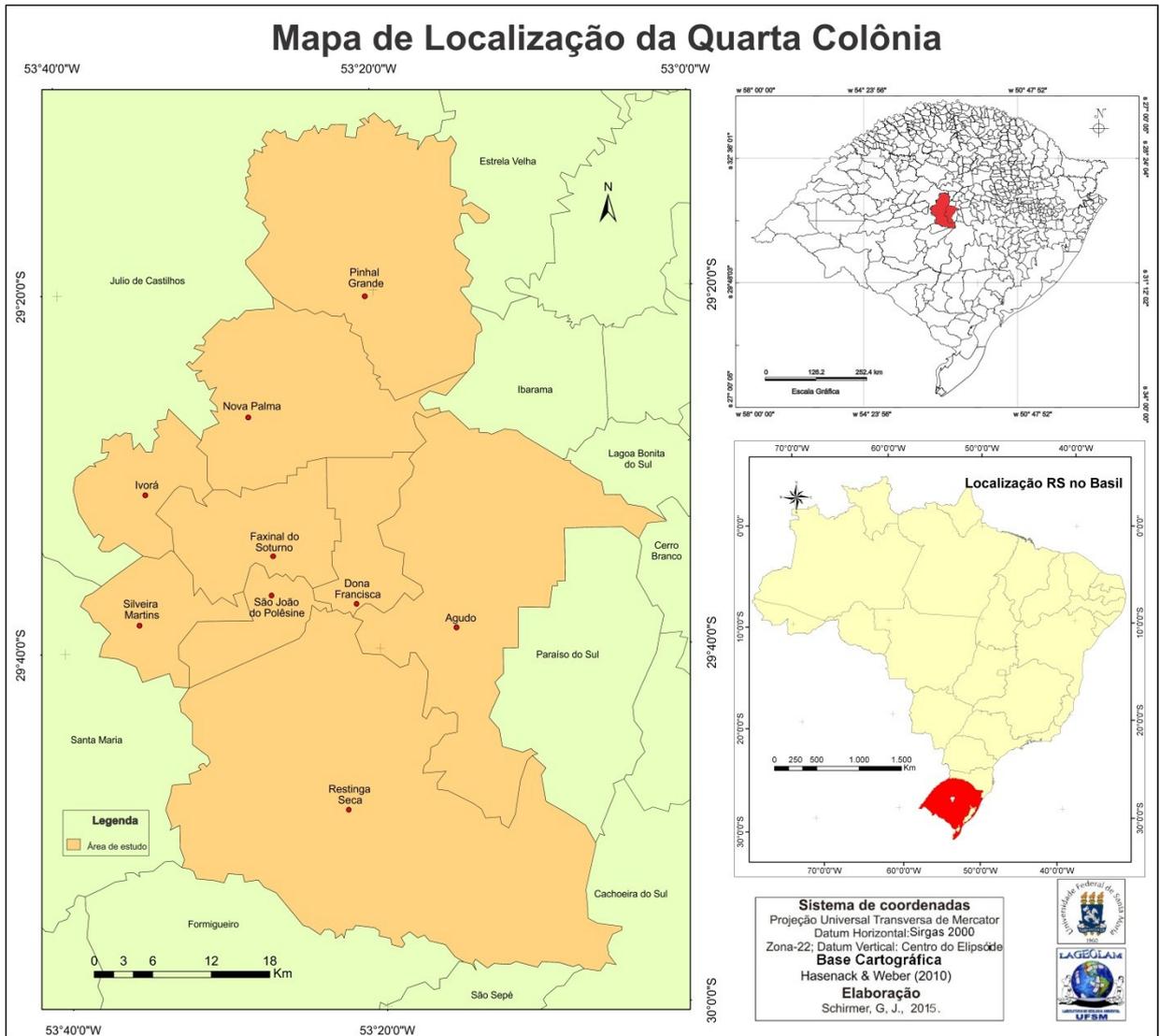


Figura 1: Mapa com localização da áreas de estudo.
 Org: SCHIRMER, 2015.

A região da Quarta Colônia possui uma diversidade fisionômica da paisagem. O relevo vai desde a Depressão Periférica passando pelo Rebordo do Planalto e chegando ao início do Planalto das Araucárias, ZERFASS (2007). Este é um elemento da paisagem de maior importância no controle das dinâmicas superficiais, naturais e antrópicas na região. Apresenta belezas naturais e culturais típicas deste espaço. O relevo escarpado com paredões e vales encaixados com cachoeiras e grutas destacam as belezas naturais. No aspecto cultural ganham destaque a gastronomia e arquitetura das igrejas e das moradias, que caracterizam as culturas italiana e alemã.

A ocupação agrícola dessa região desde seu início vem gerando conflitos ambientais por não respeitar as áreas com restrições ambientais. Percebe-se ocupações agrícolas em áreas

de encostas, junto as margens e sobre rochas friáveis. Adjacente a isso vem as alterações nos aspectos fisionômicos naturais da paisagem, onde se faz necessário um planejamento adequado com informações espacializadas sobre os diversos elementos que compõem a paisagem.

Dessa maneira, há uma demanda existente, por parte de educadores, técnicos e gestores da região, de informações ligadas a diferentes temas de forma espacializada e georreferenciada. Para pensar e implementar projetos e planejamentos é preciso que se apreenda com maior precisão possível as várias dimensões da realidade geográfica da área.

Tem-se assim como hipótese nesta tese de que o Zoneamento Geoambiental e o cruzamento entre o uso da terra e os elementos físicos da paisagem, com apoio de ferramentas de geoprocessamento e SIG, permite determinar com maior detalhe as potencialidades e restrições ambientais.

O presente trabalho possui como objetivo geral propor um Zoneamento Geoambiental na região da Quarta Colônia-RS, permitindo uma análise integrada dos elementos da natureza e do uso e ocupação da terra, visando definir áreas com restrições de uso e áreas com potencialidades ambientais para uso.

Como objetivos específicos desenvolvidos na pesquisa têm-se:

- Detalhar a metodologia para o Zoneamento Geoambiental;
- Avaliar a distribuição e as características do uso e ocupação atual da terra;
- Apresentar diferentes temas que compõem o meio físico natural como clima, hidrografia, relevo, solos, litologias da região;
- Correlacionar os elementos geomorfológicos aos usos da terra, determinando a caracterização geoambiental da Quarta Colônia;
- Apresentar e analisar cruzamentos entre aspectos do meio físico natural e o uso, indicando potencialidades e suscetibilidades.

Esta tese é composta por 8 capítulos mais as referências bibliográficas, incluindo o introdutório associado à localização, definição da área de estudo e da temática. No segundo capítulo, é apresentada uma revisão da literatura focando-se na fundamentação teórica e metodológica, que contempla os principais aspectos e conceitos abordados na pesquisa. Além de articular sobre um conjunto de bibliografias que se aproximam da temática tratada. Nele são discutidos os conceitos de paisagem e Zoneamento Geoambiental, bem como a utilização de geotecnologias neste tipo de trabalho.

No terceiro capítulo, descreve-se o método, os materiais utilizados, os procedimentos desenvolvidos e o conjunto de técnicas aplicadas, contemplando a obtenção de dados obtidos em campo como: solos, litologias e caracterização do uso e ocupação da terra.

O quarto capítulo, aborda os aspectos naturais da paisagem da área de estudo. Este capítulo descreve as características sobre o clima da região, hidrografia, características do relevo, litologias, solo e vegetação.

No quinto capítulo, foi realizada uma discussão a respeito da compartimentação geomorfológica da área de estudo. Buscou-se discutir os processos desencadeados frente as formas de relevo e a estrutura que as mantém.

No sexto capítulo, é discutida a formação do uso e ocupação da área de estudo, trazendo um breve resgate histórico da área de estudo e caracterização socioeconômica. Neste capítulo apresenta-se também os conflitos ambientais da área de estudo através de cruzamentos entre o uso da terra e os diferentes elementos físicos naturais da paisagem. A partir destes cruzamentos foi possível identificar a relação existente entre o uso da terra e a hidrografia, o uso da terra e relação da declividade, o uso da terra e as unidades de relevo, o uso da terra e clima, o uso da terra e as litologias, o uso da terra e os solos.

No sétimo capítulo, tem-se uma discussão acerca do Zoneamento Geoambiental. Nessa discussão são abordados os sistemas e as unidades geoambientais com uma análise integrada da paisagem.

O oitavo capítulo, faz-se algumas considerações finais/conclusões em relação a importância desta tese, em relação aos resultados obtidos e sugestões de utilização deste tipo de pesquisa. Por fim, tem-se as referências bibliográficas utilizadas na tese.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo traz alguns conceitos teóricos que norteiam esta tese. Além disso, apresenta a importância desse tipo de trabalho realizado pela Geologia Ambiental e pela Geografia, para o desenvolvimento regional.

O referencial teórico inicia com uma discussão sobre a análise da paisagem, importante no Zoneamento Geoambiental que visa servir de ferramenta para o ordenamento territorial.

2.1 A Paisagem nos Estudos Geoambientais

No presente trabalho a paisagem é observada apenas como categoria de análise dentro do enfoque de estudos geoambientais e não como algo a ser discutido epistemologicamente.

O termo *paisagem* foi inicialmente exposto à comunidade científica, no início do século XIX, pelo naturalista Alexander Von Humboldt (1769 – 1859), SILVA NETO (2013).

O conhecimento sobre a paisagem nasce com os geógrafos alemães no século XIX, mas como um conceito, sobretudo fisionômico, ligado especialmente ao método de observação (MENDONÇA, 2001).

Na literatura geográfica alemã Passarge foi o primeiro a utilizar a denominação geografia da paisagem, desde 1913, propôs em várias obras conhecidas o conceito de ciência da paisagem. Ele a apresentou como um novo ramo da geografia, destacando tinha que conquistar seu espaço com muita dificuldade, espaço este só viria ser reconhecido depois de muito tempo (TROLL, 1982, Apud MENDONÇA p.324).

O conceito de paisagem foi resgatado posteriormente por Bertrand (1972), que procurou reforçar a importância da visão integrada (holística) nos estudos da natureza. Nesta fase, já são introduzidos aos estudos da paisagem, as relações sociais. Inicia-se assim uma aproximação entre as distantes Geografia Física e Geografia Humana. Cabe lembrar que a discussão sobre a categoria paisagem, inicia-se anteriormente, induzindo-nos ao processo de institucionalização da Geografia como ciência, que escolhe a superfície da terra em seus aspectos físicos e humanos como objeto de estudo (VITTE, 2007).

Para Bertrand & Bertrand (2007 apud Silva Neto 2013), a paisagem nasce quando um olhar percorre um território, sobre esse olhar a paisagem pode ser percebida na sua essência, uma obra de interface entre natureza e sociedade, bem como, a expressão do trabalho das sociedades humanas sobre a natureza, ao mesmo tempo com e contra ela estabelecendo assim uma relação dialética.

Nos estudos geoambientais, o conceito de paisagem atende os objetivos desse trabalho, devido a essa se manifestar de forma sistêmica. O pesquisador ao realizar a caracterização de uma paisagem, observa os elementos existentes de forma integrada. Nesse sentido, temos a contribuição de Tricart (1977) “a paisagem é originalmente um ser lógico espacial, concreto; tardiamente ela adquiriu a dimensão lógica de um sistema”. No caso dessa tese, usa-se a paisagem na dimensão lógica de um sistema que sugere combinações dos elementos físicos, biológicos e sociais, em um conjunto geográfico indissociável, uma interface entre o natural e o social, sendo uma análise em várias dimensões.

Dentre os autores que trabalharam o conceito de paisagem destaca-se Bertrand (1972), que apresenta o significado de paisagem e meio, onde o primeiro é a combinação dinâmica, portanto instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente, uns sobre os outros formam um conjunto único. Já o segundo está mais associado ao significado de ecológico, onde organismos vivos realizam trocas de energia e matéria. Seus estudos definem um sistema de classificação que comporta seis níveis temporo-espaciais: de uma parte a zona, o domínio e a região, esses como unidades superiores e; de outra parte, o geossistema, o geofácies e o géotopo, como unidades inferiores.

Para Bertrand (1972):

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. (BERTRAND, 1972, p.2)

Como um dos pioneiros no Brasil a considerar o potencial biológico de ocupação da paisagem por meio da identificação de unidades de paisagem, Monteiro (2001), sugere o uso do termo unidade de paisagem, associado à escala (por exemplo: Unidade de Paisagem na escala 1:50.000). Isto para substituir os inúmeros termos utilizados, pelos vários autores, para nomear os níveis escalares da paisagem (geossistema, geofácies, géotopo, etc.), podendo-se acrescentar ainda, ecótopo, pedótopo, biótopo entre outros em escalas de maior detalhe.

A paisagem também está intrinsecamente ligada à noção de espaço, nesse sentido tem-se a contribuição de Santos (1997, Pag. 83), ao evidenciar a abrangência do significado de espaço como objeto de estudo da Geografia, em detrimento da noção de paisagem. Enfatiza que “a paisagem é apenas a porção da configuração territorial que é possível abarcar com a visão”, sendo portanto “um sistema material e, nessa condição, relativamente imutável; o espaço é um sistema de valores, que se transforma permanentemente (...) o espaço são essas formas mais a vida que as anima”. Dessa forma, a paisagem exprime as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza. No entanto, essa perspectiva de entendimento da paisagem possui maior contribuição para estudos relacionados a Geografia Cultural do que Geografia Física. Isso ocorre do fato que este conceito abrange mais aspectos da organização espacial econômica/social, do que físico/ambiental.

De acordo com Mateo Rodriguez (2000), analisar a paisagem requer que se tenha domínio da concepção dialética e compreensão da essência dos fenômenos ambientais e geográficos. Estes, para manterem sua inter-relação, seus traços e suas configurações, se revelam através de três níveis dialéticos complexos, totalmente interdependentes entre si: a paisagem natural (natureza), a paisagem social (sociedade) e a paisagem cultural (transformações espaço-temporais).

Para Silva Neto (2013), as transformações ao longo do tempo, ocorrem de maneiras distintas, o passado é representado por uma seta assimétrica, indicando a referência ao longo do tempo da natureza, também definido como tempo da morfogênese, ou segundo Suertegaray e Nunes (2001), o tempo que escoar. A seguir tem-se um organograma (figura 2), elaborado por Silva Neto (2011).

Ainda, segundo Mateo Rodriguez *et al.* (2000), a análise da paisagem é um conjunto de métodos e procedimentos técnico analíticos que permitem conhecer e explicar a estrutura da paisagem, estudar suas propriedades, índices e parâmetros sobre a dinâmica, a história do desenvolvimento, os estados, os processos de formação e transformação da paisagem e a pesquisa das paisagens naturais, como sistemas manejáveis e administráveis.

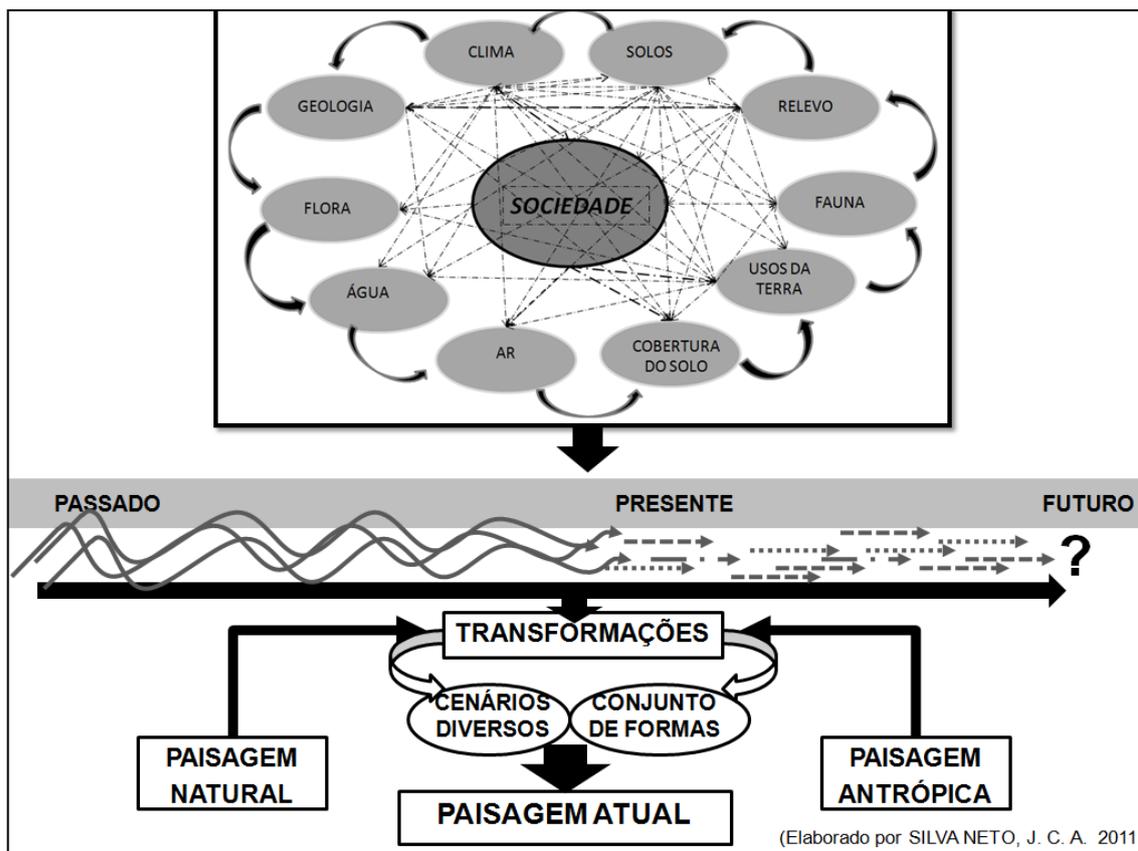


Figura 2: Organograma das relações que resultam na paisagem.

Fonte: SILVA NETO, 2013.

Nesse aspecto, temos também a contribuição de Caseti (1991), “o conceito de paisagem, como fator de integração de parâmetros físicos, bióticos e socioeconômicos”. Tem sido utilizado em estudos de impactos ambientais em diferentes empreendimentos, com importantes resultados, o que leva, necessariamente, ao reconhecimento da vulnerabilidade e potencialidade da natureza.

Conforme Lang e Blaschke (2009), o desenvolvimento do conceito de estrutura da paisagem apoia-se em ferramentas como os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), com objetivo de avaliar analiticamente a estrutura da paisagem por meio do processamento, descrição e análise de dados espaciais.

Assim, os estudos geoambientais, a partir da paisagem física como categoria de análise, pressupõem na integração dos elementos da natureza. A proposta fundamental, em trabalhos dessa magnitude, implica na divisão da área analisada em unidades, de acordo com as características de seus atributos. As unidades representam áreas com heterogeneidade mínima quanto aos atributos e, em compartimentos com respostas semelhantes frente aos processos de dinâmica superficial.

A complexidade da análise depende da escala espacial e temporal escolhida para desenvolvê-la. Ou seja, as diferentes escalas de análise resultam na identificação de diferentes componentes e arranjos espaciais.

A escala é um dos mais importantes aspectos na elaboração de um mapeamento geográfico, quando se quer compreender e interpretar a paisagem. Pela sua complexidade, toda paisagem possibilita múltiplas leituras e entendimentos. Mas é a temática de interesse ou o objeto de estudo que determinam os recortes necessários, tanto da escala como do detalhamento da análise que será dado.

Para De Nardin (2009), “parte-se do princípio de que cada autor vê a paisagem sob a ótica do seu campo teórico e seus conceitos são formulados a partir desta experiência”. Nesse sentido, a paisagem como categoria norteadora dos estudos geográficos pode ser compreendida através de várias definições de acordo com o tratamento metodológico a qual esteja vinculada. Ela existe de forma concreta e única, mas é vista por diversas perspectivas e grau de detalhe das informações obtidas.

Verdum (2005), acredita que as unidades de paisagem podem ser diferenciadas com base em Rougerie e Beroutchachvili (1991), através de quatro critérios: a forma, a função, a estrutura e a dinâmica. Esta ideia de Verdum ampara-se também no que foi apontado por Ab’Saber:

Mais do que simples espaços territoriais, povos herdaram paisagens e ecologias, pelas quais são responsáveis. Desde os mais altos escalões do governo a da administração até o mais simples cidadão, todos têm uma parcela de responsabilidade permanente, no sentido da utilização não-predatória dessa herança única que é a paisagem terrestre. Para tanto é preciso conhecer melhor limitações de uso específicas de cada tipo de espaço e de paisagem (AB’SABER, 2003, pag 10).

Porém graças à possibilidades técnicas, a observação de uma paisagem vai além do campo de visão. Esta ampliação surge a partir do momento em que o homem consegue ter não apenas a visão horizontal da superfície terrestre, mas também vertical com as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, por exemplo.

Dessa forma, dentro da metodologia de estudo geoambiental, a paisagem como categoria de análise geográfica, facilita a identificação e correlação dos usos da terra com a geomorfologia e possibilita entender como se estabelecem as relações sociais, tendo como palco o substrato natural.

Dentro desse enfoque, destaca-se a paisagem física como uma importante categoria de análise. O conceito da Paisagem pode oferecer um referencial teórico-metodológico

avançado, para estudo e encaminhamento dos problemas ambientais. Nesse sentido, a conceituação de paisagem que contempla as expectativas desta pesquisa, encontra-se em Bertrand (1972), Tricart (1977), Caseti (1991), Mateo (2000) e (2007), além das contribuições mais recentes de De Nardin (2009) e Trentin (2011), onde o conceito de paisagem é utilizado nos trabalhos de estudos geoambientais.

A análise da paisagem, tem por vistas fazer o levantamento das condições de uma série de variáveis ecológicas como clima, solo, geologia, topografia, hidrografia, vegetações espontâneas e cultivadas, fauna selvagem e doméstica, bem como sua interação com as variáveis socioeconômicas, uso da terra e transformações espaço-temporais. Para a geografia é um conceito que possibilita a realização de uma análise unificada do espaço. Assim, no presente trabalho admite-se aqui, ao utilizar o conceito de paisagem, um posicionamento em que o homem é parte integrante da natureza.

2.2. As atividades Antrópicas e a Transformação da Paisagem

A formação dos primeiros agrupamentos humanos constitui os primórdios da organização do homem em sociedade, que inicialmente teve uma relação harmônica com o ambiente natural. A apropriação do território, mudanças nos meios de produção e a geração de um excedente modificaram as relações de produção ao longo do tempo. Passou-se a estabelecer relações de poder do homem sobre o homem e do homem sobre a natureza, assim as relações com o meio ambiente tornaram-se cada vez mais predadoras em busca de maior produtividade.

Os diferentes estágios da humanidade são os diferenciais sociais e culturais impressos em diferentes espaços. A produção dos espaços sociais são extremamente contraditórios e afrontam diretamente a natureza em todos os sentidos. "A noção de que o homem deve dominar a natureza vem diretamente da dominação do homem pelo homem" (BOOCKHIN, in. FREIRE, 1992:57). A busca pelo progresso, pelo aumento gradativo da produção e pela acumulação de capital, está diretamente ligada ao caráter de apropriação da natureza e, este por sua vez assume as feições da racionalidade hegemônica denominada racionalidade econômica.

De acordo com Thomas (2001), nas últimas décadas do século XV, a preservação da natureza tinha um significado de oposição ao progresso humano, pois não haveria sentido em se preservar a natureza, se ela não tivesse a capacidade de produzir algo.

“As matas não cultivadas eram vistas, assim, como obstáculo ao progresso humano; e alguns moralistas que condenavam os *cercamentos* faziam uma exceção para derrubada de árvores. Atitude dos empreendedores agrícolas diante das árvores e matas geralmente era inflexível.” (THOMAS, 2001, p. 234).

Assim percebe-se que naquele período o “progresso humano” estava associado ao domínio desse humano sobre a natureza e não de complementaridade. Nesse sentido, para Reclus (2010) a ação realizada pelo ser humano adquire um caráter ambíguo em relação à natureza, de um lado reconstrói do outro devasta a natureza, se comportando ao mesmo tempo de forma cruel e civilizado:

“(…) como um viajante de passagem, o bárbaro pilha a terra; ele a explora com violência sem lhe devolver em cultura e cuidados inteligentes as riquezas que lhe tomou, ele acaba, inclusive, por devastar a região que lhe serve de moradia e torná-la inabitável. O homem verdadeiramente civilizado, compreendendo que seu próprio interesse confunde-se com o interesse de todos e aquele da própria natureza, age completamente diferente.” (RECLUS 2010, p.53).

Com o a evolução tecnológica, principalmente para a produção agrícola, o avanço dos efeitos do homem sobre a natureza tem aumentado significativamente. Dessa forma, percebe-se que o aumento das técnicas e a utilização dos recursos naturais de forma indiscriminada está associado a produção visando o lucro econômico. Nesse sentido, Robert (2000), considerou que os efeitos negativos oriundos da produção são denominados contra-produtivo, não importando o quanto modernas sejam as técnicas utilizadas na apropriação, se não considerar os limitantes físicos naturais, os efeitos da produção tende a atingir metas opostas dos objetivos iniciais. Essa apropriação da natureza, sem considerar os seus limitantes físico-naturais, pode desencadear processos irreversíveis, na qual a urgência da produção econômica em tornar qualquer área explorável e, aumentar os níveis de produção, exige da natureza uma capacidade além do que se entende por natural.

Segundo Ross (2001), as atividades agrárias apresentam-se gradativamente como intensas depredadoras dos recursos naturais e a utilização de tecnologias cada vez mais sofisticadas, buscando o aumento da produtividade por hectare alteram cada vez mais o ambiente natural, muitas vezes chegando ao estágio de degradação. Contraposto a esse fato, surge um pensamento voltado para a preocupação ambiental, ou seja, a busca pelo entendimento das dinâmicas da paisagem de forma integrada com o intuito do ordenamento das diferentes maneiras de explorar os recursos naturais de forma racional. Para Leff (2001), a problemática ambiental que repousa sobre as junções dos processos naturais e sociais de diferentes ordens de materialidade, não pode ser compreendida em sua complexidade e nem

resolvida com eficácia sem a integração e articulação dos diversos campos do saber. Nesse sentido, essa temática deve ser abordada de forma a atender os anseios de profissionais da Geografia, da Agronomia, da Sociologia, da Engenharia, da Geologia entre outros, com o ideal de atender as necessidades humanas, porém preservar áreas com restrições naturais aumentando a vida útil e equilibrada dos recursos naturais ainda existentes.

Segundo De Nardin (2009), o uso e ocupação das terras é um tema básico para o planejamento ambiental, pois retrata as atividades humanas que podem diagnosticar os impactos e as pressões sobre os elementos naturais. No entanto, deve-se levar em conta também as modificações ocorridas ao longo do processo de formação de cada território.

O processo histórico de ocupação do espaço, bem como suas transformações, em uma determinada época faz com que esse meio ambiente tenha caráter dinâmico. Dessa forma, o ambiente é alterado pelas atividades humanas e o grau de alteração de um espaço em relação a outro, é avaliado pelos seus diferentes estágios de desenvolvimento da tecnologia.

É a simples reação dos componentes da paisagem, a alteração sofrida e que tiveram o seu equilíbrio afetado que, posteriormente, poderá ocorrer um rearranjo destes mesmos, resultando em uma situação diferente da anterior. Sendo assim a atuação antrópica e seus avanços tecnológicos sobre os componentes da paisagem resulta em transformação no arranjo natural da paisagem, o que em sua grande maioria gera desequilíbrio ao meio ambiente.

Na legislação brasileira está assegurado no Art. 225 da Constituição Federal de 1988 que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Assim a preservação do meio ambiente pressupõe a busca da sustentabilidade do meio físico-biótico-social. Dessa forma, a exploração dos recursos naturais deve ser feita de tal maneira que se garanta a qualidade de vida e oportunidade das gerações futuras usufruírem do que existe no meio ambiente no momento atual.

Para Guerra (2006), as mudanças ambientais devido às atividades humanas sempre aconteceram, mas, atualmente, as taxas dessas mudanças são cada vez maiores, e a capacidade dos humanos em modificar a paisagem também tem aumentado. A combinação do crescimento populacional com a ocupação de novas áreas, assim como a exploração de novos recursos naturais, tem causado uma pressão cada vez maior sobre o meio físico.

As alterações ambientais, decorrentes dessa relação histórica “sociedade-natureza”, têm gerado intensas discussões em todos os segmentos da sociedade. O marco dessas inquietações do homem moderno com o meio ambiente, incorporando questões sociais,

políticas e econômicas, com o uso dos recursos deu-se em 1968, com o chamado Clube de Roma, onde um grupo de grandes empresários capitalistas contratou uma equipe integrada por especialistas de várias áreas para avaliar as condições ambientais do mundo e os limites do crescimento econômico.

Posteriormente, os debates foram incentivados através da 1ª Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, no ano de 1972, com a criação de políticas para gerenciar as atividades de proteção ambiental através do Programa Nacional das Nações Unidas para o Meio Ambiente.

Apenas em 1983 foi realizado o segundo grande evento organizado pela ONU, onde foi criada a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) e formada a base para os eventos seguintes, como a 2ª Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro, em 1992, que preconizou a crítica ambientalista ao modo de vida contemporâneo.

A terceira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, chamada de Rio+10, ocorreu na África do Sul em 2002, evento que aprovou o Plano de Implementação da Agenda 21. Dos resultados das conferências sobre meio ambiente, destaca-se o relatório “Nosso futuro comum” (ou Relatório Brundtland) de 1987, que oficializa o termo desenvolvimento sustentável, e a Agenda 21 de 1992¹, trazendo metas para atender as necessidades do presente, sem comprometer o atendimento das gerações futuras, além de buscar a solução para os problemas ambientais.

De acordo com Dias (2011), a busca de uma agenda comum de ataque à pobreza e à destruição ambiental constitui-se num objetivo que une países desenvolvidos e em desenvolvimento nos fóruns internacionais. A construção de uma nova ordem ambiental para ser equitativa deve basear-se no equilíbrio das opções de transformação produtiva.

Neste sentido, o conceito de desenvolvimento sustentável surge para enfrentar a crise ecológica, que foi alimentada pelos encontros e conferências realizadas em todo o mundo. Para Jacobi (2003), a noção de sustentabilidade implica, portanto, uma inter-relação necessária de justiça social, qualidade de vida, equilíbrio ambiental e, principalmente, a ruptura com o atual padrão de desenvolvimento.

A análise unificada do espaço geográfico, através de conceitos e métodos que procuram integrar sociedade e natureza, se desenvolveu por meio da abordagem da Ciência da

¹ Informações mais detalhadas em SACHS, Ynacy. Estratégias de transição para o século XXI OLIVEIRA, L. e MACHADO, L.M.C.P. Percepção, Cognição, Dimensão Ambiental e Desenvolvimento com Sustentabilidade. In: Vitte e Guerra, 2004.

Paisagem definida pela União Geográfica Internacional (IGU), como a disciplina científica que estuda as dinâmicas da paisagem. Os pressupostos teóricos e conceituais que norteiam este tipo de pesquisa concentram-se em informações de caráter sistêmico, alicerçadas em bibliografias que tratam da integração dos elementos da sociedade e da natureza buscando apresentá-la de forma espacializada em diferentes unidades.

Nesse sentido, os trabalhos realizados pelos Geógrafos tornam-se imprescindíveis na elaboração de estratégias de desenvolvimento, por possuírem conhecimento sobre os elementos que compõem a paisagem, de forma integrada, determinando os limites e fronteiras possíveis de serem utilizados de maneira racional, as potencialidades fisiográficas e ecológicas.

Assim, nos trabalhos de estudos geoambientais procura-se apresentar e discutir as limitações do meio natural, buscando atender as necessidades de informações aos planejamentos e gestão ambiental. Além disso, busca-se apresentar sugestões para que se minimizem os impactos negativos causados pela ação antrópica na transformação da paisagem.

A busca pelo lucro, principalmente com avanço do agronegócio, no caso do Brasil, não pode abstrair da conciliação com a proteção e recuperação dos ecossistemas naturais, sob risco de ampliar seus custos até o ponto da inviabilidade econômica, decorrente da insustentabilidade ambiental e da falta de estímulos para o aumento da produtividade. Nesse sentido, as florestas têm e terão cada vez mais um papel fundamental na redução, controle e mitigação dos impactos negativos resultantes de possíveis mudanças climáticas.

O meio natural por si só possui áreas com restrições ambientais, mesmo sem a atuação do ser humano. Essas áreas são influenciadas por um ou em alguns casos por um conjunto de elementos da paisagem. Por exemplo, áreas de encostas muito inclinadas, acima de 45°, são áreas com restrição ambiental impostas pela forma do relevo, as áreas com processo erosivo intenso, formando grandes voçorocas, possui influência da geologia, solos e relevo. Estes são alguns exemplos de áreas com restrições ambientais que com a ação do homem, principalmente através do agronegócio, podem se intensificar e acelerar os processos negativos resultantes da dinâmica da paisagem. A preservação dessas áreas, principalmente com mata nativa, auxilia na minimização dos impactos negativos.

De um modo geral as áreas com alguma restrição ambiental são protegidas por lei, onde passam a ser Áreas de Preservação Permanente. De acordo com a Lei Federal 4.771/65, conhecida como Código Florestal:

Área de Preservação Permanente é a área, 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. (BRASIL, 2014).

A elaboração de trabalhos técnicos e científicos que destacam a importância da delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), tornam-se cada vez mais imprescindíveis no processo de conservação e recuperação dos recursos naturais. A Legislação ambiental brasileira é considerada por muitos, uma das mais bem elaboradas do mundo, porém a mesma possui deficiência em sua implementação. Isto ocorre principalmente pelo fato do país possuir uma grande extensão territorial, tornando essa Legislação lenta ou pouco praticada. De acordo com Eugênio (et al., 2010), um dos fatores que contribui para isto é a deficiência em investimentos que visam julgar as agressões causadas nas áreas prioritárias para a conservação ambiental.

Atualmente, devido à intensificação das atuações antrópica sobre o ambiente natural, pode-se perceber a degradação de grandes extensões de APPs. Dessa maneira, de acordo com Ares (2006), pode-se observar um processo de substituição das paisagens naturais por outros tipos de uso e ocupação da terra. Outro aspecto a ser destacado diz respeito a conversão das áreas com cobertura florestal em fragmentos florestais, causando problemas ambientais e, em muitos casos, afetando a disponibilidade de recursos naturais importantes à vida silvestre.

A utilização de trabalhos baseados nas novas Geotecnologias pode-se destacar como uma alternativa bastante viável para se diminuir expressivamente o tempo gasto com o mapeamento de áreas a serem protegidas. Consequentemente otimiza o período hábil de fiscalização do cumprimento das leis relacionadas à Legislação.

De acordo com Oliveira (2002), embora normalmente os dados relacionados as APPs seja normalmente disponibilizados em escalas de detalhe muito pequenas, a utilização de equipamentos e o desenvolvimento de sofisticados programas e a sua inclusão ao conjunto de funções de Geotecnologia, tem permitido o processamento rápido e eficiente dos dados necessários para a caracterização das variáveis morfométricas do terreno, facilitando assim a definição das APPs.

Pina (1998), afirma que a Geotecnologia ajusta-se perfeitamente à abordagem territorial na medida em que permite a distribuição espacial dos dados, a visualização das relações espaciais, a detecção de processos de concentração e de dispersão de fluxos, bem como a identificação dos processos históricos de comportamento dos dados espaciais.

A compreensão e o acompanhamento das mudanças introduzidas pelo homem e as respectivas respostas da natureza torna-se mais acessível por meio das bacias hidrográficas, pois estas são consideradas, pelo caráter integrador. No entanto, ao se buscar a manutenção dessas áreas, precisa-se achar um equilíbrio entre o setor ambiental, o setor social e o setor econômico, pois a sociedade como um todo precisa pensar de forma sustentável e isto se dá através destes três setores.

A criação do novo código florestal (LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012), que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, encontrou um impasse na agricultura familiar, pois estes detêm pequenas áreas de terra e em alguns casos com grande percentual de sua propriedade com Áreas de Preservação Permanente. A chamada agricultura familiar constituída por pequenos e médios produtores representa a imensa maioria de produtores rurais no Brasil. De acordo com o IBGE (2010), são cerca de 4,5 milhões de estabelecimentos. Sendo que o segmento detém 20% das terras e, em alguns produtos básicos da dieta do brasileiro como: feijão, arroz, milho, hortaliças, mandioca e pequenos animais, chegam a ser responsável por 60% da produção. Em geral, agricultores com baixo nível de escolaridade que diversificam os produtos cultivados para diluir custos, aumentar a renda e aproveitar as oportunidades de oferta ambiental e disponibilidade de mão-de-obra.

Embora haja um esforço importante do Governo Federal com programas como o Pronaf, programas estaduais de assistência técnica e associativismo há um imenso desafio a vencer. Este setor demanda um grande esforço de pesquisa, onde o desafio maior da agricultura familiar é adaptar e organizar seu sistema de produção a partir das tecnologias disponíveis de modo ético e social, ambiental e economicamente sustentado.

A partir das décadas de 1950 e 1960 têm ocorrido muitos avanços tecnológicos no mundo. Estes avanços têm provocado inúmeras transformações no modelo de desenvolvimento social e econômico da população, tanto nos países desenvolvidos, quanto nos subdesenvolvidos. Nesse sentido, no Brasil também ocorreu estas transformações, especialmente no meio rural. No que diz respeito à modernização do campo ao seguir os parâmetros de desenvolvimento indicados pela “Revolução Verde” (utilização de maquinário agrícola, adubos e defensivos químicos, etc.), pode-se destacar a década de 1960 como um marco na história da agricultura brasileira.

De acordo com Friedrich (2008):

A partir da década de 70, com o intenso processo de modernização, surgem os Complexos Agroindustriais (CAIs), os quais caracterizam-se pela integração indústria x agricultura. Esta modernização do campo teve o Estado como financiador de

implementos e insumos, porém este processo se deu de forma desigual e excludente, pois beneficiou apenas os grandes proprietários de terras. Isso explica, de certa forma, a grande desigualdade social apresentada no meio rural brasileiro e esta, com o processo de globalização manifestado a partir da década de 90, tende a se aprofundar e tornar-se cada vez maior, salientando as diferenças entre grandes e pequenos proprietários rurais. (FRIEDRICH 2008.)

O grande impasse no novo código florestal deu-se justamente devido a diferença entre estes grandes e pequenos proprietários, pois para os grandes proprietários (acima de 4 módulos rurais) os impactos sentidos pelo produtor são menores do que pelos pequenos proprietários, uma vez que possuem uma alta produção. Assim a manutenção da mata nativa em áreas com restrições ambientais necessita de uma legislação forte e pensada com os princípios da sustentabilidade, com robustez científica e respaldada por políticas públicas inovadoras e instituições comprometidas com a proteção e ampliação da cobertura florestal no país.

Desde 1965, conta-se com um Código Florestal abrangente, porém complexo e que não atende às particularidades dos diferentes biomas e às realidades socioeconômicas das diversas regiões do país, sendo sua aplicação restrita. Assim a atualização do código florestal, vem sendo discutido pelos deputados desde 1999, sendo aprovado o novo código florestal em 2012.

No que diz respeito a esta pesquisa, a área de estudo (Quarta Colônia) é composta predominantemente por agricultores familiares, com exceção da porção sul de Restinga Seca. Sendo assim, o novo código florestal tem ocasionado intensas discussões entre setores de caráter ambientalista e de produção agrícola. Há uma relação direta entre as áreas com restrição ambiental e o novo código ambiental. Nesse sentido, cabe destacar o Artigo 6º:

Art. 6º Consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando declaradas de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo, as áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação destinadas a uma ou mais das seguintes finalidades:
I - conter a erosão do solo e mitigar riscos de enchentes e deslizamentos de terra e de rocha;
III - proteger várzeas;
IV - abrigar exemplares da fauna ou da flora ameaçados de extinção;
V - proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico, cultural ou histórico;
(BRASIL, 2012).

Dos incisos deste artigo (I e III) são os que possuem maior influência nas áreas de restrição identificáveis em um zoneamento geoambiental na região da área de estudo, pois estão relacionadas a áreas onde pode-se ter voçorocas e processos de inundação. No intuito de mitigar os impactos econômicos negativos sobre as pequenas propriedades, deu-se a

possibilidade de unificar a área de reserva legal da propriedade em caso de parcelamento por herança, de acordo com o Art. 16:

Art. 16°. Poderá ser instituído Reserva Legal em regime de condomínio ou coletiva entre propriedades rurais, respeitado o percentual previsto no art. 12 em relação a cada imóvel, mediante a aprovação do órgão competente do Sisnama. Parágrafo único. No parcelamento de imóveis rurais, a área de Reserva Legal poderá ser agrupada em regime de condomínio entre os adquirentes, (BRASIL, 2012).

Esta possibilidade pode ser tanto positiva quanto negativa. Em casos onde esta área de reserva legal coincide com uma área de restrição ambiental, por exemplo, onde há alta suscetibilidade de ocorrência de voçorocamento, torna-se positivo, porém se estas áreas estão em locais diferentes de uma propriedade torna-se negativo, pois a área de preservação fica fragmentada e a área de reserva legal pode ocupar área produtiva.

Assim, o estudo da paisagem, visando definir as áreas com restrição e as áreas com potencialidades ambientais, devem observar a legislação vigente, no caso o Novo Código Florestal, para que se consiga elaborar uma gestão do território de maneira adequada possibilitando compreender, regular e ordenar esta compatibilização entre os diversos setores. Nesse sentido, através do zoneamento geoambiental, torna-se possível adotar metodologias capazes de averiguar as diversas características ambientais da paisagem de forma integrada, de acordo com as realidades de cada local.

2.3. Técnicas para a Análise Ambiental da Paisagem

Percebe-se que a partir da década de 1980, busca-se realizar interpretações mais completas, imparciais e abertas para novas abordagens através da interdisciplinaridade nos trabalhos acadêmicos. Assim, o estudo e interpretação da organização do espaço demandam análises realizadas de forma integrada sobre os diversos elementos que compõem a paisagem expressa na superfície terrestre.

No âmbito da Geografia Física, os estudos integrados da paisagem contemplam as dinâmicas socioeconômicas e socioambientais sobre um plano de atributos associado aos elementos físicos. A partir do zoneamento geoambiental torna-se possível interpretar de forma integrada as relações existentes entre características e comportamentos dos sistemas socioeconômicos atuantes e o conteúdo físico da paisagem, promovendo a compreensão interdisciplinar da organização do espaço.

De um modo geral na ciência geográfica, podem ser combinados temas, teorias e métodos às várias formas, com o intuito de se explicar o espaço. Dessa maneira, destaca-se que a abordagem metodológica na ciência geográfica é baseada no reconhecimento, na interpretação e na análise de uma determinada área de estudo que, na maioria das vezes, é vista como reflexo dos processos da sociedade sobre os processos naturais, que podem expressar suas condições atuais.

De acordo com Suertegaray e Nunes (2001), a partir do século XIX, surge um significado científico, sobretudo na Geografia, que começa a usar o termo para definir um conjunto de formas que caracterizam um determinado setor da superfície terrestre e não apenas uma definição pictórica, impregnada de sentido estético empregada por artistas e paisagistas. Com o refinamento das pressuposições teórico-metodológicas, surgem conceitos de heterogeneidade e homogeneidade das formas da superfície terrestre, permitindo assim a criação de mecanismos e possibilidades de classificação das paisagens, seja ela urbana, rural, natural ou cultural.

Esta perspectiva de se estudar a paisagem levou ao uso da abordagem sistêmica para compreender a paisagem. De acordo com Bertrand (1972), esta abordagem permite relacionar as unidades geográficas globais, adaptadas ao estudo das paisagens, compostas por um complexo de elementos e de interações que compartilham de uma dinâmica comum, definidas a partir de um potencial ecológico (clima, geomorfologia, hidrografia), uma exploração biológica (fauna, flora e solos) e uma utilização antrópica.

Na área ambiental, a abordagem sistêmica ou geossistêmica é definida, metodologicamente, a mais adequada para subsidiar as pesquisas relacionadas as análise da paisagem. Os procedimentos a partir dessa abordagem metodológica, deve apresentar etapas que possibilitem verificar a inter-relação existente entre os diversos elementos (naturais e antrópicos) que compõem a paisagem.

A proposta de Tricart (1977), em “Ecodinâmica”, introduz o conceito ecológico na análise dos ambientes e desenvolve os princípios da Ecodinâmica cujos estudos baseiam-se na dinâmica dos elementos da paisagem. A partir da análise morfodinâmica dos processos decorrentes de fluxos de matéria e energia, o relevo também é entendido como integrante de um sistema. Os processos que ocorrem dão-se em diferentes níveis inter-relacionados entre si: nível da atmosfera, da parte aérea da vegetação, nível da superfície do solo e, da parte superior da litosfera.

Sua proposta conclui que o conceito ecológico, associado ao instrumental lógico dos sistemas, permite estudar as relações entre os diversos componentes do meio ambiente.

Também destaca a necessidade de estabelecer uma taxonomia fundada no grau de estabilidade e instabilidade da morfodinâmica. Porém, ele ressalta também que para uma análise mais detalhada necessita-se de lançar mão de dados quantitativos e nesse sentido há grande dificuldade de se obtê-los devido as peculiaridades de cada ambiente e de recursos técnicos.

A ideia de Ross (1994), ao mesmo tempo em que integra estas propostas (de Tricart e de Bertrand), traz uma nova dinamicidade para as questões do meio ambiente a partir do momento que propõe uma análise empírica da fragilidade ambiental. Essa análise empírica da fragilidade exige o cruzamento dos dados referentes à carta de declividade, carta simplificada da litologia, carta de uso da terra e cobertura vegetal, carta das formas de relevo e marcas de processos erosivos, além da análise dos dados pluviométricos.

Seguindo o raciocínio dos teóricos discutidos acima, para que se consiga abordar os diversos elementos que influenciam na paisagem, acredita-se que os procedimentos para uma análise ambiental da paisagem, deve-se observar o seguinte organograma, (figura 3).

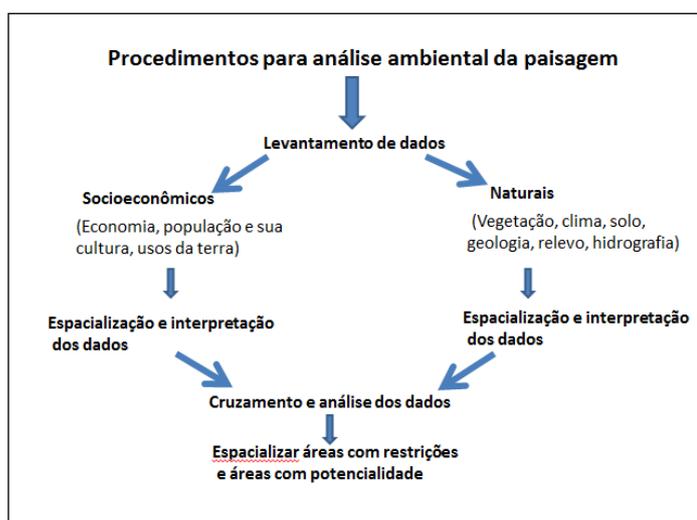


Figura 3: Organograma para análise da paisagem.
Org: SCHIRMER, 2015.

Na concepção de análise discutida acima, profissionais de diversas áreas tem buscado a integração dos elementos da paisagem através da elaboração de zoneamentos. Os diversos tipos de zoneamentos realizados por diferentes profissionais seguem cada um com um objetivo específico. De acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) o Zoneamento Ambiental é um de seus instrumentos (inciso II, artigo 9º, Lei nº 6.938 [BRASIL, 1981]). O Decreto 4297 (BRASIL, 2002) regulamenta o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) como instrumento da PNMA, que dividirá o território em zonas, de acordo com as necessidades de proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais e do

desenvolvimento sustentável.

De acordo com Silva (1997, p11), para regulamentar da Lei 6.938/81, com o objetivo de resolver a gestão dos recursos ambientais, a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) de São Paulo, considerou o Zoneamento Ambiental como uma integração sistemática e interdisciplinar da análise ambiental ao planejamento do uso do solo.

Nesse sentido, o Zoneamento Ambiental (ZA) representa a espacialização da questão ambiental, levando em conta as grandezas socioambiental e socioeconômica, que são inseparáveis e que possibilitam os níveis de preservação ou de degradação do ambiente físico e social. Neste aspecto Silva (1997, p11), destaca que o ZA tem um caráter diferenciador, de acordo com as especificidades do território e funciona como um instrumento necessário para alcançar os objetivos de prevenir, controlar ou monitorar os impactos ambientais e prever os rebatimentos sobre a sociedade.

Dentre os profissionais que mais realizam Zoneamentos Ambientais estão: os engenheiros florestais, os engenheiros civil, os agrônomos, os geólogos e os geógrafos, cada um com enfoque para determinado objetivo.

Tem-se a contribuição de Grecchi e Pejon (1998) onde comentam que:

...os estudos de natureza geoambiental possibilitam a caracterização de áreas quanto as suas aptidões e restrições às atividades já em desenvolvimento e/ou prováveis de serem implantadas, além de indicar porções do terreno com uma maior qualidade ambiental que possam ser preservadas (GRECCHI E PEJON, 1998).

Trabalhos desenvolvidos na área da geologia ambiental por Zuquette e Gandolfi (2004), quanto as suas condições geotécnicas e ambientais são diferentes em decorrência da evolução geológica, geomorfológica e climática. Ainda de acordo com as contribuições de Zuquette (2004, pag. 292), “o zoneamento geoambiental é um modo de compartimentação para estudo de área com base nas características do geoambiente, suas relações e inter-relações com o meio biológico e com as atividades antrópicas, evidenciando as suas potencialidades e restrições de uso”.

As contribuições destes geólogos, tem sido muito utilizada nos trabalhos de zoneamentos geoambientais realizados pelos geógrafos. Cabe ressaltar que elaboração de Zoneamentos possui, na atualidade, o apoio indispensável de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, com software que permitem a interpretação de vários temas em uma única visualização, sendo possível a sua integração. Assim, um banco de dados desse

tipo, possui grande importância não só para órgão da administração pública, mas também, pelos agentes econômicos e pela própria população, visando o seu exercício de cidadania.

Nos últimos anos os trabalhos na perspectiva do Zoneamento Geoambiental desenvolvidos pelos geógrafos brasileiros, tem-se baseado na proposta metodológica de Mateo Rodriguez (2004). Onde considera que a concepção científica sobre a Geoecologia das Paisagens é a base para o planejamento ecológico do território. É um típico estudo alicerçado no conceito de paisagem.

Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), apresentaram uma proposta metodológica, cuja meta final é indicar um modelo racional de organização do território, que abrange as seguintes etapas fundamentais: organização, inventário, análise, diagnóstico, proposta e execução.

Este procedimento indicado por Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) está baseado na abordagem sistêmica da paisagem, considerando a inter-relação entre os sistemas naturais e socioeconômicos. São trabalhos desenvolvidos com uma análise qualitativa da paisagem, onde depende muito do trabalho de campo e resultados provenientes muitas vezes de interpretações subjetivas.

Nessa perspectiva, temos como exemplo trabalhos desenvolvidos por Perreira (2012), Sato (2012), Travalini (2012) e Pinton (2011). São trabalhos desenvolvidos pela Universidade Estadual Paulista de Rio Claro, que objetivam chegar ao chamado “Estado Geoecológico e Geoambiental”, o que seria, sinteticamente, uma caracterização da área em diferentes unidades utilizando critérios baseados na capacidade estabilidade ambiental da paisagem, frente a determinados usos e processos de dinâmica superficial natural.

Conforme Vedovello (2004), o Zoneamento Geoambiental é um importante subsídio à gestão ambiental, em termos de definição de políticas públicas, planejamento e gerenciamento dos espaços e recursos naturais. Isto acontece, por esses tipos de zoneamentos apresentarem de forma espacializada cartograficamente, áreas com potencialidades e áreas com restrições ambientais.

Dentro dessa ótica, a partir do início do ano de 2000 vem sendo desenvolvidos diversos trabalhos pelo Laboratório de Geologia Ambiental(LAGEOLAM) da Universidade Federal de Santa Maria e por pesquisadores a ele ligados. Dos trabalhos realizados pelo grupo, tem-se como destaque norteador nessa pesquisa, os realizados por De Nardin (2009), Trentin (2011), onde destaca que:

... para a caracterização geoambiental, deve-se considerar além das informações do

meio físico e da dinâmica da paisagem, os processos de uso e ocupação da terra, tanto rural quanto urbanos, pois entende-se que ambos apresentam resultados da atuação social que possibilitam o surgimento de novas formas e organizações na dinâmica da paisagem (TRENTIN, 2011).

O trabalho desenvolvido por Pilachevsky(2013), na UNESP de Rio Claro, apresenta um Zoneamento Geoambiental a partir de uma abordagem integrada e multitemática. O zoneamento desenvolvido por ela busca reduzir a subjetividade encontrada nos trabalhos anteriores, através da atribuição de pesos para avaliar as zonas segundo o grau de susceptibilidade a ocorrência de processos de dinâmica superficial. Porém seu trabalho traz muito pouco detalhe nas análises realizadas na elaboração das cartas multitemática que geram o Zoneamento Geoambiental.

No que concerne ao enfoque da dinâmica da paisagem e sua representação cartográfica, todas essas teorias convergem para um ponto comum, a busca para sua explicação e sustentabilidade. Em todos os casos, a noção de espaço e da inter-relação do homem com seu ambiente - estão inseridas na maior parte das definições Zacaria (2006). Nesse sentido, todas as propostas apresentadas podem ser aplicadas em zoneamentos que visem trazer um ordenamento territorial e planejamento ambiental.

Assim, neste trabalho, os procedimentos adotados para uma análise da paisagem baseiam-se na metodologia empregada para o Zoneamento Geoambiental, desenvolvida pelo LAGEOLAM, onde são destacado elementos físicos e antrópicos de forma integrada e espacializada. Além disso, busca-se acrescentar um detalhamento da metodologia através da análise dos conflitos ambientais existentes entre o uso da terra e os diversos elementos naturais da paisagem.

2.4. Cartografia Geoambiental: representação de síntese e correlação dos parâmetros presentes na paisagem

Desde as primeiras pesquisas realizadas por naturalistas, com destaque para o alemão Alexander von Humboldt (1764-1859), busca-se a melhor maneira de representar a paisagem no espaço. As primeiras tentativas, de concepções positivistas, baseavam-se em trabalhos descritivos, apresentando principalmente, as características da vegetação e do relevo.

Posteriormente houve tentativas americanas de representação. Essas buscavam auxílio da matemática para quantificar cada elemento da paisagem. Dentre os tipos de trabalho dessa

magnitude tem-se os realizados na área de geomorfologia onde são definidas classificações métricas para cada parâmetro levantado. Este tipo de trabalho possui um caráter analítico e sintético. Ou seja, leva em conta as informações de cada elemento da natureza de forma individualizada.

Nesse mesmo período, foram realizados estudos da paisagem por pesquisadores soviéticos e franceses, principalmente, na tentativa de hierarquizar taxonomicamente estudos que trouxessem um caráter mais integrador dos elementos da paisagem. Dentre alguns desses pesquisadores destacam-se o soviético Sotchava (1960) e os franceses Tricart (1977) e Bertrand (1972). Desde então houve uma evolução neste tipo de trabalho, deixando de ser algo apenas do meio acadêmico, para ser também utilizado na realização de diagnósticos e prognoses para fins práticos de planejamento do território a partir de informações da paisagem.

Nestes trabalhos as unidades de paisagem eram identificadas através da percepção da variação horizontal dos elementos que a compunha, levando em consideração sua estrutura e funcionamento ligados aos processos que ocorrem no decorrer do horizonte das paisagens que foram afetadas por atividades humanas, as quais compreendem rochas, solos, fluídos, gases, organismos, etc. Como todos esses elementos são influenciados pela atmosfera, clima e cobertura vegetal, pode-se concluir que a reflexão desses componentes só é possível com um número elevado de documentos cartográficos que espacialize as ocorrências de determinados fenômenos.

A cartografia vem a esse encontro como uma importante ferramenta de auxílio para representação desse espaço. Através dela, as informações são transformadas em símbolos, necessitando o usuário, ao olhar para um mapa, decodificar a mensagem e realizar as análises necessárias para o entendimento dos fenômenos. Com a inclusão da tecnologia computacional nas tarefas de produção e disseminação cartográfica, surgiram algumas facilidades para a utilização dos mapas e integração dos parâmetros que compõem a paisagem.

Neste sentido, Duarte (1988), comenta que a cartografia e a geografia são ciências que jamais se separam, pois existe um grande relacionamento entre ambas, de maneira que o geógrafo necessita conhecer os fundamentos da cartografia a fim de elaborar suas interpretações no início do trabalho, buscando levantar as hipóteses, a seguir no desenvolvimento através da correlação de dados, e finalmente na apresentação dos resultados.

As intervenções antrópicas sobre o meio tem alterado cada vez mais as características naturais do meio ambiente. A integração dessas intervenções com as características físicas da paisagem podem ser representadas pela cartografia geoambiental. Os trabalhos cartográficos,

que iniciaram a discussão sobre intervenções antrópicas, são os Mapas Geotécnicos e, por isso, servem como base para trabalhos Geoambientais.

De acordo com Cendrero (1990), a cartografia geotécnica tradicional passa de uma abordagem essencialmente geotécnica para incorporar informações sobre riscos naturais, erosão, contaminação de águas subterrâneas, além da preocupação com a exaustão ou degradação de recursos minerais. Aponta o mapeamento geoambiental como um ramo da Geologia Ambiental, a qual vem sendo utilizada em vários países em vista da busca do entendimento da relação entre os componentes do meio físico, juntamente com a consideração de fatores biológicos e do uso e ocupação do solo.

A partir de suas concepções define duas linhas metodológicas no desenvolvimento de mapas geoambientais, a analítica com elaboração de mapas temáticos, avaliação de elementos através dos mapas, análise multitemática, com enfoque geossistêmico na elaboração de mapas de Unidades de Paisagem; e sintética com a elaboração de mapas de unidades homogêneas, avaliação das unidades homólogas por foto-análise, análise sintética, com ênfase na informação geológica, elaboração de mapas de Geodiversidade.

De acordo com (Zuquette, 1993), o mapeamento geoambiental, envolve um grande volume de dados, com necessidade de cruzar níveis de informações variados, com atributos diferenciados, muitas vezes com critérios rígidos de precisão envolvidos. A cartografia Geoambiental pode ser entendida, de forma ampla, como todo o processo envolvido na obtenção, análise e correlação dos parâmetros de cartas temáticas de hidrografia, geologia, relevo, solo, vegetação e uso atual, clima e aptidão das terras.

Segundo Vedovello:

A cartografia geoambiental pode ser entendida de forma ampla, como todo o processo envolvido na obtenção, análise, representação, comunicação e aplicação de dados e informações do meio físico, considerando-se as potencialidades e fragilidades naturais do terreno, bem como os perigos, riscos, impactos e conflitos decorrentes da interação entre as ações humanas e o ambiente fisiográfico, VEDOVELLO (2004).

Pode-se, por isso, incorporar elementos bióticos, antrópicos e sócio-culturais em sua análise e representação. Nesta concepção, a cartografia geotécnica estaria incluída no escopo geral da cartografia geoambiental.

Os conceitos pioneiros de mapas geoambientais foram introduzidos no Brasil, pelos pesquisadores do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (1986, 1990, 1993),

definindo a região de estudo em macrocompartimentos, hierarquizados do táxon maior para o menor em *Domínios, Regiões e Geossistemas*, indicando o arranjo estrutural do relevo decorrente dos aspectos geológicos, geotectônicos e paleoclimáticos, constituindo-se em unidades naturais de planejamento, (Del'Arco, 1999). Seguindo esse conceito, com algumas modificações, Corrêa & Ramos (1995), elaboram o mapa geoambiental a partir da análise e correlação dos parâmetros de cartas temáticas de geologia, relevo, solo, vegetação e uso atual, clima e aptidão das terras.

A partir disso, pode-se dizer que parte dos pesquisadores segue essa linha (analítica), entendendo que os *Domínios Geoambientais* são definidos pelos constituintes geológicos e padrões de relevo, as *Unidades Geoambientais* (táxon menor) pelos solos e cobertura vegetal e uso atual das terras, com a elaboração, dependendo das características regionais, dos demais temas: recursos minerais, formações superficiais, geoquímica ambiental, hidrologia, hidrogeologia, riscos geológicos, geofísica, solos, aptidão agrícola, unidades de conservação e pontos turísticos. Baseado nas informações dos temas levantados é apresentado, na legenda, para cada unidade geoambiental, as potencialidades e fragilidades do uso e ocupação frente a paisagem natural.

De acordo com Robaina (2010, pag. 187), o mapa geoambiental, mostra a espacialização hierárquica distribuída em Sistema e Unidades, com suas principais características, a fim de definir as condições de fragilidade, limitações de uso e as consequentes potencialidades de cada porção. Sendo que sistema é entendido como maior nível hierárquico que representa a associação de condições similares de processos e características ambientais, manifestadas por um mínimo de uniformidade de substrato, solos, geomorfologia, entre outros. A Unidade é entendida como uma Subdivisão do Sistema, a qual se distingue por apresentar determinados processos e características que refletem em nível de diferenças e uniformidade, em termos de usos da terra, processos de erosão e vegetação atípica dos demais sistemas, entre outros.

Os mapas Geoambientais têm em vista sua característica intrínseca da multi e interdisciplinaridade, visão sistêmica do meio físico (geodiversidade), linguagem acessível a outros profissionais, apontando as limitações e potencialidades frente ao uso e ocupação dos terrenos. Englobando as informações de vários temas como: geologia, recursos minerais, geomorfologia, solos, aptidão agrícola, geoquímica, geofísica, geotecnia, riscos geológicos, uso e ocupação dos solos, cobertura vegetal, clima, águas superficiais e subterrâneas. Objetiva, principalmente, o planejamento, gestão e ordenamento do território.

A sobreposição e correlação das diversas cartas analíticas produzidas, a partir dos levantamentos, permitem obter um produto cartográfico que sintetiza o diagnóstico ambiental de cada etapa, servindo de suporte para a correlação entre todos os elementos do meio físico e antrópico identificados. Esse processo possibilita a determinação de unidades homogêneas da paisagem, apresentando áreas com restrições e com potencialidades ambientais, configurando assim o zoneamento geoambiental.

Esta tese leva em consideração as diversas metodologias citadas para realizar o zoneamento geoambiental, com ênfase na definição de sistemas e unidades paisagísticas homogêneas a partir das informações de seus elementos e processos ocorridos. Cada vez mais, tem-se a necessidade de integração de diversas áreas nesses trabalhos. Há também a necessidade de realização conjunta de trabalhos com caráter analíticos, sintéticos e por final correlativos, visando o ordenamento territorial.

2.5. Zoneamento Geoambiental aplicado ao Planejamento

Para entender os problemas ambientais de forma genérica propondo algumas alternativas de manejo de áreas com restrições ambientais e destacando os potenciais naturais de uma paisagem, passa por um estudo holístico do ambiente e pela compreensão da história de ocupação socioeconômica política, cultural e técnica estabelecidas, levando em conta os processos de apropriação da natureza em seus vários níveis.

Os trabalhos de planejamento e ordenamento territorial buscam, de certo modo, prevenir os impactos negativos que frequentemente aparecem quando o homem se apropria dos recursos ambientais para o atendimento das suas necessidades básicas de espaço (moradias, atividades rurais, etc.) e de insumos de uso imediato como água, energia, materiais e alimentos. Especificamente, procura-se através do planejamento e ordenamento do território definir cartograficamente os setores de um território que apresentam peculiaridades de qualidade ambiental e dependendo da situação encontrada, propor o melhor uso. Além disso, sua preservação ou mesmo a recuperação ou reabilitação das áreas que se encontram degradadas por atividades que sejam incompatíveis com sua vocação de uso (MASSON *et al.* 1990).

De acordo com Ab' Sáber (2003), já se pode prever que, entre os padrões para o reconhecimento do nível de desenvolvimento de um país, devam figurar a capacidade do seu povo em termos de preservação de recursos, o nível de exigência e o respeito ao zoneamento

de atividades, assim como a própria busca de modelos para uma valorização e renovação corretas dos recursos naturais.

Para Sánchez (1992):

“Zonear é um conceito geográfico que significa desagregar um espaço em zonas ou áreas específicas. O modelo de todo zoneamento que interpreta qualidades ecológicas de um território depende de objetivos e da natureza dos indicadores e utilizadas durante a análise”. (SÁNCHEZ, 1992, p.19).

De acordo com Vallejo (2009), o zoneamento é um instrumento de ordenamento territorial, utilizado para se conseguir determinados resultados no manejo de uma unidade da paisagem, estabelecendo usos diferenciados para cada zona.

Refletir e analisar as condições de vida e problemas ambientais de uma dada sociedade, passa pela necessidade de saber quais as relações de produção que se estabeleceram e que hoje prevalecem no meio ambiente. Nessa perspectiva proposta do zoneamento corresponde a um instrumento que se opõe ao ideal do modelo desenvolvimentista, caracterizado por intensa atuação das políticas governamentais centralizadas e progressistas que não reconhecem as diferenciações e restrições de uso existentes em cada paisagem.

De acordo Ross (2006):

As proposições de zoneamento ambiental devem refletir a integração das disciplinas técnico-científicas na medida em que consideram as potencialidades do meio natural, adequando os programas de desenvolvimento e os meios institucionais a uma relação harmônica entre sociedade e natureza, cujo princípio básico é o ordenamento do território calcado nos pressupostos do desenvolvimento com política conservacionista. (ROSS, 2006, p.149).

Nesse sentido, define-se o Zoneamento Ambiental, a partir da ideia de “integração sistemática e interdisciplinar da análise ambiental ao planejamento dos usos do solo, com o objetivo de definir a melhor gestão dos recursos ambientais identificados.” (IBGE, 2004, p.322).

O processo de re-organização das formas criadas pelo homem a partir da relação da apropriação da natureza estabelece outro processo, que segundo Leff (2006), seria a reapropriação social da natureza. Nesse sentido, indicar as rupturas desencadeadas pela atuação do homem na natureza, enfatizando uma nova organização das formas espaciais que se materializa na paisagem, é o intuito do Zoneamento Geoambiental.

Partindo desses pressupostos teóricos, esta tese traz como discussão central a questão de que os estudos da paisagem devem ser desenvolvidos sob uma perspectiva sistêmica de interação entre sociedade e natureza, a exemplo do que foi sendo recomendado por Jurandyr Ross, Aziz Ab' Sáber, Valter Casseti, Jean Tricart, Georges Bertrand, Antônio Christofolletti, entre outros estudiosos ligados as causas ambientais. Neste trabalho, busca-se através do Zoneamento Geoambiental, subsidiar um ordenamento territorial através da interpretação da paisagem.

Ao verificar a literatura, percebe-se que várias instituições e pesquisadores nacionais e internacionais têm produzido elevada quantidade de trabalhos de Zoneamentos Geoambientais, com metodologias distintas, para serem utilizadas no planejamento e uso adequado do território. Conforme DE NARDIN & ROBAINA (2010), “o Zoneamento Geoambiental pode ser caracterizado como um instrumento de auxílio no planejamento e no ordenamento territorial seja em escala regional ou local.”

A proposta de Zoneamento Geoambiental procura definir, através de uma abordagem sistêmica, as restrições e potencialidades ambientais da paisagem. Essa paisagem pode ser estudada tanto no limite da bacia hidrográfica, no limite do município ou estado, ou ainda de uma região, desde que se consiga estabelecer uma correlação entre o uso e ocupação com a geomorfologia dentro do território.

O planejamento busca a organização e ordenamento do território a partir de ações lógicas e racionais, visando à melhoria das condições atuais da sociedade presente naquele espaço. Este se dá a partir do conhecimento da realidade, a avaliação das ações a serem tomadas e o posterior processo de transformação, visando sempre melhoramentos futuros, FLORENZANO (2008). No planejamento ambiental, o foco de estudo está voltado aos recursos naturais e as consequências da apropriação destes pelo homem, como por exemplo, a própria vulnerabilidade humana frente aos processos desencadeados pelo desequilíbrio gerado nessa relação. Trata-se de um processo contínuo envolvendo coleta, organização e análise sistematizada de informações, para se chegar a decisões ou escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis em função da suas potencialidades, e com a finalidade de atingir metas específicas no futuro, tanto em relação a recursos naturais quanto á sociedade, SANTOS (2004).

Nesse sentido, se faz necessária a adoção de sistemas de planejamento que identifiquem e integrem componentes biofísicos, econômicos, sociais e institucionais, observando a estrutura e a função dos sistemas naturais ou antrópicos, de forma a compreender os seus comportamentos diante das perturbações. Os componentes e seus

intricados sistemas devem ser avaliados em função de um espaço e de um período de tempo, SANTOS (2004).

Através desta perspectiva, a proposta de Zoneamento Geoambiental adquire um enfoque direcionado para a determinação das restrições e potencialidades ambientais das paisagens. Neste sentido, ao avaliar que o meio ambiente é formado por elementos interligados e interdependentes, a análise de sistemas compreende o método mais adequado para estudar e explicar a estrutura e as mudanças existentes nas paisagens.

2.6. A utilização de SIGs no Zoneamento Geoambiental

Este tópico da tese apresenta uma reflexão do conceito de SIG's (Sistema de Informações Geográficas) e sua aplicabilidade como ferramenta para análise da paisagem, tendo objetivo central destacar o SIG's como suporte técnico-operacional na reflexão teórica, numa perspectiva da análise integrada da paisagem. Nesse sentido, busca-se compreender sua arquitetura, para enfim abordar o Zoneamento Geoambiental no contexto do sistema de informação geográfica.

SIG é um sistema automatizado capaz de coletar dados das mais diversas fontes, gerenciar tais informações, analisar com o objetivo de gerar novas informações a partir dos dados existentes e apresentar resultados em um formato passível de ser compreendido pelo usuário (*National Science Foundation* (1990) *apud* RODRIGUES (1991)). Integra, numa única base de dados, as informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno.

Assim, é possível criar um banco de dados, onde pode-se gerenciar grandes quantidades de informação e gerenciar os dados tanto na definição de estruturas para armazenamento como na provisão de mecanismos para manipulação. De acordo com Vedovello e Mattos (1998), em um SIG tem-se a possibilidade manipular diversos dados, como por exemplo: numéricos, temáticos, imagem, redes e cadastral.

Além disso, o SIG permite uma representação espacial das categorias da Geografia, como: espaço, paisagem, território, região e lugar, através da proposição de modelos que, com crescente sofisticação e inevitável reducionismo, possam simular parte do comportamento dos diferentes processos socioeconômico-ambientais (CÂMARA et al. 2001, p.135).

Na condição de uma importante ferramenta técnico-operacional para mapeamento das unidades da paisagem, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), permitem a

integração, manuseio e relação entre Planos de Informações (PI's), possibilitando ainda a transformação de dados brutos em informações úteis, politicamente relevantes no contexto ambiental e socioeconômico (LANG & BLASCHKE, 2009).

Na esfera da ciência geográfica utiliza-se as diversas ferramentas disponibilizadas pelas geotecnologias, como a cartografia digital, os sistemas de informações geográficas (SIG's), sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, ações passíveis de desenvolvimento dessa tese. Nesse sentido tem-se a contribuição de Buzai (2000, p.20):

...computacionales, y recién iniciados los othenta aparece La primera reflexión sobre su rol em La cartografía, a su consideracion como 'revolucion tecnológica' que traerá um notable impacto a partir de La automatizacion de las tareas geográficas (BUZAI, 2000).

Lang & Blaschke (2009), enfatizam que o auxílio dos SIGs, permite “explicar e visualizar relações espaciais”, possibilitando ainda representar e apresentar essas relações em formato de mapas, além de desenvolver cenários espaciais e avaliar as intervenções humanas inseridas em paisagens naturais. Através da integração de vários PI's, através da sobreposição de camadas, modelagens de mapas síntese e com a utilização de álgebra de mapas gera-se novas informações, (figura 4).

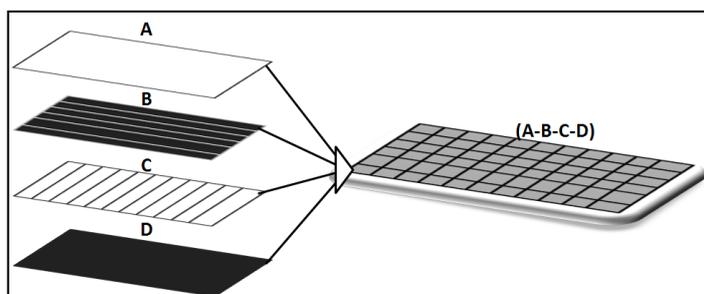


Figura 4: Sobreposição de camadas.
Fonte: Silva Neto, 2013.

A utilização de imagens oriundas do sensoriamento remoto vem sendo cada vez mais intensificada, pois tem-se apresentado como um sistema de aquisição de dados eficiente e de alta confiabilidade, permitindo por exemplo, a incorporação de novas visões da realidade ambiental.

De forma genérica, Sensoriamento Remoto, conforme Novo (2008), pode ser definido como sendo a tecnologia que permite a aquisição de dados sobre objetos sem contato físico com eles. Para que esses dados sejam adquiridos, é necessária a utilização de sensores, que de

acordo com Florenzano (2002), são equipamentos capazes de coletar energia proveniente do objeto, convertê-la em sinal passível de ser registrado e apresentá-lo em forma adequada à extração de informações.

As imagens de satélite são ideais para o mapeamento dos usos da terra, uma vez que as diferentes formas de utilização da superfície terrestre refletem a energia solar de forma diferenciada. Se tratando das técnicas de classificação de imagens orbitais, Meneses (2004), considera que é o processo de associar os *pixels* de um conjunto de bandas de uma imagem a um número finito de classes individuais que representem os objetos do mundo real com base nos seus valores digitais.

As técnicas de classificação podem ser definidas a partir do grau de intervenção do analista. Nesse aspecto, em estudos geoambientais, o pesquisador utiliza as informações obtidas com o sensoriamento remoto sobre o arranjo espacial estudado, integrando essas informações a características físicas obtidas através da topografia e da geologia local.

Na atualidade as técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento têm se tornando indispensáveis na elaboração de zoneamentos, pois permitem a visualização de vários temas em uma única visualização, sendo possível a integração ou o cruzamento desses em um único mapa. Nessa perspectiva destaca-se Florenzano (2008), que aponta o crescente uso de sistemas de informação geográficas (SIGs) nas questões ambientais.

Essas integrações permitem que o intérprete reconheça áreas homogêneas, quanto a restrições e aptidões ambientais dentro dos limites de estudo. Além disso, facilita a interpretação e discussões a respeito da configuração espacial resultante.

Quanto aos critérios para identificação dos compartimentos, eles podem variar de acordo com o objetivo final da compartimentação, mas de modo geral, eles são baseados nas propriedades texturais (relevo, forma e estrutura de drenagem) do meio analisado (CARDOSO et al., 2009; SILVA et al., 2010; ZAINE, 2011).

Alguns procedimentos de individualização das unidades do meio físico facilitam a interpretação das propriedades texturais, dentre eles, as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Nascimento e Garcia (2005), salientam a esse respeito que a utilização de processos de fotointerpretação sistemáticos de imagens de satélites, através da identificação da homogeneidade das unidades da rede de drenagem e da definição das Unidades Básicas de Compartimentação auxiliam e são fundamentais para a realização da compartimentação fisiográfica.

As técnicas de interpretação, por sua vez, fornecem os subsídios metodológicos para a interpretação das imagens multiespectrais ou aerofotogramétricas. Diversos autores

contribuíram para a elaboração de métodos interpretativos para compartimentação fisiográfica e mapeamentos geotécnicos e geoambientais em geral, dentre eles, Ray (1963), Guy (1966), Riverau (1972), Soares e Fiori (1976), Veneziane e Anjos (1982) e Zaine (2011).

Cabe destacar que pelo método lógico de interpretação de uma imagem, tanto formato raster quanto vetorial, depende basicamente dos seguintes processos: Fotoleitura, Fotoanálise e Fotointerpretação, PILACHEVSKY (2013).

De acordo com Soares e Fiori (1976), cada etapa da interpretação deve ser observada características que atendam ao objetivo do trabalho. Assim, os critérios que facilitam a identificação de zonas homogêneas são baseadas nas propriedades da forma do terreno. Deve-se destacar que no decorrer da interpretação devem ser observadas a capacidade de percepção do intérprete, associado a conhecimentos científicos acumulados, conhecimento empírico e trabalho de campo para averiguação.

A análise espacial e sua aplicabilidade como aporte para análise da paisagem, necessita de suporte técnico-operacional numa perspectiva da análise integrada da paisagem. Nesse sentido, deve-se compreender a arquitetura dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), para enfim abordar a análise espacial no contexto do sistema de informação de forma automatizada.

De uma maneira abrangente, um SIG é composto por: Interface com usuário; Entrada e integração de dados; Funções de consulta e análise espacial; Visualização e plotagem; Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos). Estes componentes se relacionam de forma hierárquica.

No nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG deve ter 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 oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos.

Nos últimos anos vem sendo buscado pela academia, através de um SIG, viabilizar o uso de recursos de geoprocessamento através da Internet, bem como delinear uma arquitetura básica para SIG interoperáveis, desenvolvendo várias funções. Já neste trabalho, busca-se trabalhar com SIG composto por uma estrutura capaz de desenvolver funções que englobem uma relação entre dados numérico, vetoriais e de imagens de forma integrada. Destaca-se que na área ambiental, onde é grande a necessidade de integração de dados de diferentes formatos, como imagens, mapas temáticos e modelos de terreno, uma das tendências vem sendo o

desenvolvimento de tecnologias que permitam o tratamento simultâneo de dados matriciais (grades e imagens), com dados vetoriais.

Assim, as principais características deste tipo de SIG, deve apresentar: Gerenciamento separado de dados gráficos e tabelas; Armazenamento de gráficos em estruturas proprietárias; Armazenamento de dados alfanuméricos em banco de dados relacional; Capacidade de processar dados vetoriais, grades e imagens.

A partir deste SIG torna-se possível automatizar as análises espacial através de cruzamento de dados. Automatizar nada mais é que tornar automático por meio da informática os trabalhos manuais repetitivos; ou ainda, é o conjunto das técnicas baseadas em máquinas e programas com objetivo de executar tarefas previamente programadas pelo homem e de controlar sequencias de operações sem a intervenção humana. Através de sequencias de programação do sistema, o usuário consegue maximizar com qualidade e precisão seu processo produtivo, controlando, assim, variáveis diversas e analisando todos os resultados obtidos (Gomes 2004).

Dessa maneira, é interessante utilizar esse benefício tecnológico para solução de problemas, inclusive os relacionados a análise ambiental da paisagem, como por exemplo, a elaboração de Zoneamento Geoambiental. Nesse sentido, o mapeamento automatizado permite o cruzamento quase que instantâneo de dados com precisão rapidez na obtenção dos resultados.

A ideia é o desenvolvimento de um sistema computacional que a partir de dados inseridos pelo usuário, ou previamente armazenados em bancos de dados, o sistema possa processá-los e mostrar como resultado os Mapas da área em estudo. Para atingir essa meta, é necessário o desenvolvimento de um Banco de Dados Geográficos com os dados da área de estudo. Uma das principais preocupações é a disponibilidade dos dados de entrada a partir do banco ou simplesmente digitados pelo usuário de maneira passível de se realizar processamentos e cruzamentos; após o processamento no sistema, o resultado final é o Mapa Geoambiental. Sendo assim, automatizar os mapas de justifica-se pelo fato de diminuir as tarefas manuais do usuário e deixar que o sistema processe as informações de entrada, gerando como resultado mapas que possam servir para o ordenamento territorial. Essa automação tende a produzir o mapa com mais rapidez, confiança e precisão nos dados.

No entanto, para se analisar a paisagem em um SIG (Sistema de Informação Geográfica) de forma automatizada se faz necessário primeiro conhecer cada um dos elementos que interferem na sua estrutura, na sua função e na sua forma, pois cada elemento deve ser transformado em dados passíveis de ser realizadas operações no software, no caso

deste trabalho no ArcGis 10.0. Assim, é imprescindível compreender na paisagem a ser estudada como é a atuação do clima e pluviosidade, tipos de solo, relevo, hidrografia, litologias cobertura vegetal e uso e ocupação da terra.

Com os avanços geotecnológicos, tornou-se possível tanto a visualização e sobreposição de mapas para análises qualitativas, quanto a ponderação de variáveis espaciais no SIG, possibilitando a realização de cruzamentos e integração de dados de forma automatizada.

Destaca-se novamente que o termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é utilizado para sistemas que efetivam “o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial” (CÂMARA e DAVIS , 2001, p.42).

Dessa maneira, os SIG's permitem a inter-relação de dados a partir do fundamento comum da localização geográfica, cujo princípio básico é que todo dado inserido na interface de um SIG, deve estar georreferenciados, ou seja, tem uma localização na superfície terrestre baseado em projeções cartográficas (CÂMARA e MONTEIRO, 2001).

Lang & Blaschke (2009), destacam que o auxílio dos SIGs, permite “explicar e visualizar relações espaciais”, possibilitando ainda representar e apresentar essas relações em formato de mapas, além de desenvolver cenários espaciais e avaliar as intervenções humanas inseridas em paisagens naturais.

As relações espaciais podem ser analisadas de forma horizontal ou vertical. Na análise espacial horizontal tem-se a comparação entre dois ou mais ambientes, (figura 5):

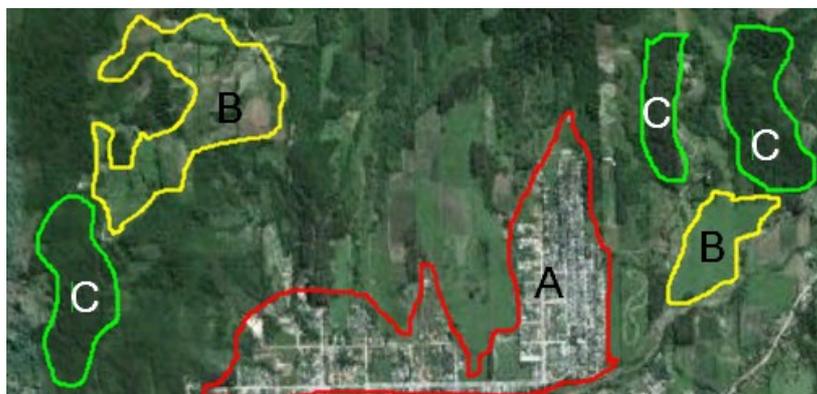


Figura 5:Relações espaciais horizontais.(A=Cidade; B=Atividade agrícola; C=Mata nativa)
Fonte: Imagem Google Earth.
Org: SCHIRMER, 2015.

Na análise espacial “horizontal” verificam-se os diferentes padrões e formas das áreas analisadas, observam-se também as relações de distâncias entre uma área e outra. Esse tipo de

análise permite constatar, os atributos separadamente de áreas circunvizinhas distintas, por exemplo, na (figura 5) observa-se que a área “A” tem como atributo espacial a ocupação urbana, diferente da área “B” que apresenta como atributo a ocupação com agricultura e pastagem e também diferente da área “C” que apresenta uma configuração distinta das outras duas, pois se caracteriza pela presença de cobertura vegetal.

Na análise espacial “vertical” as várias camadas/layers de dados são analisadas de forma integrada, ou seja, são sobrepostas, combinadas e entrecortadas. A partir da figura anterior (5) pode-se fazer um recorte da área “A” e analisá-la de forma vertical, ou seja, de maneira integrada, (figura 6).

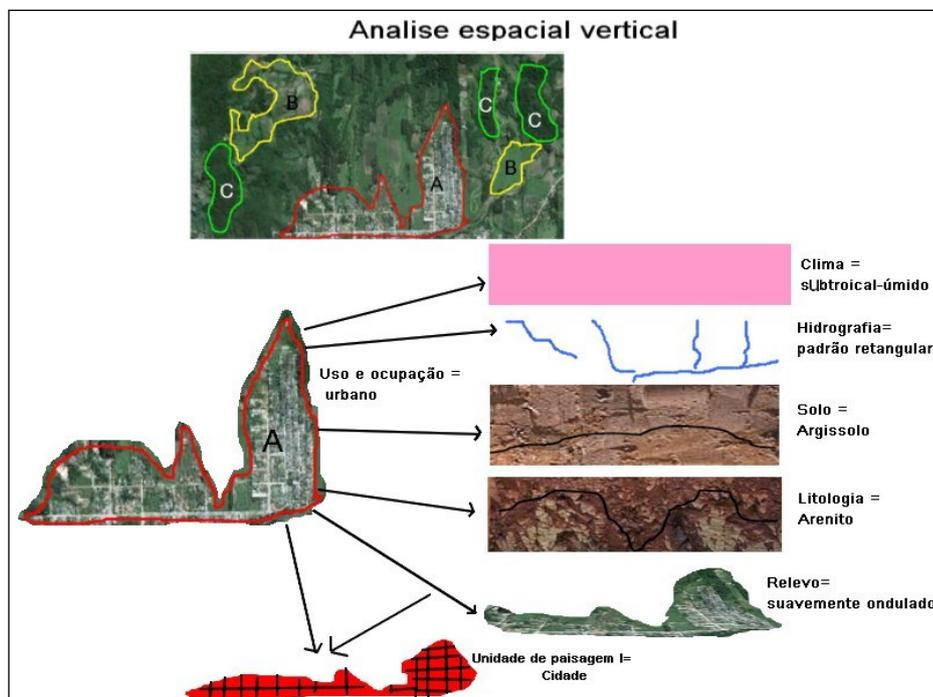


Figura 6: Análise vertical dos elementos que compõe a paisagem.
Org: SCHIRMER, 2015.

Esse tipo de abordagem normalmente é utilizado na análise integrada da paisagem, que é caracterizada pela correlação dos elementos da paisagem. Assim, o banco de dados do SIG deve estar organizado de acordo com a estrutura dos elementos da paisagem que serão avaliados a partir da análise espacial para definição das zonas geoambientais.

A escolha das variáveis de entrada para analisar a paisagem dependerá, primordialmente, do tipo de análise realizada, ou seja, as variáveis deverão ser escolhidas, a partir dos objetivos da pesquisa. Por exemplo, na definição de áreas com potencialidades e restrições ambientais naturais, serão inseridas as variáveis como clima, litologia, uso da terra e cobertura vegetal, relevo, hidrografia e tipos de solos. Sendo que estes elementos devem ser

primeiramente caracterizados de forma individual, para posterior compreensão destes de maneira integrada.

Tem-se ainda as operações pontuais, que corresponde a análise da distribuição espacial de uma variável. Por exemplo, a realização de um fatiamento de uma imagem para definir as características da classe uso do solo lavoura, onde é possível destacar sua localização, área de abrangência e outras características que venham ser úteis para o trabalho de pesquisa.

Desse modo, as operações pontuais determinarão a partir dos dados de entrada os resultados dos dados de saída, baseado em um único layer de origem, ou na combinação de dois ou mais layers, como por exemplo, o cruzamento do uso da terra com a declividade. Dentro da análise da paisagem, pode-se ainda realizar ponderações das variáveis que a compõe, nesse caso se faz necessária a transformação de um dado temático e um dado numérico.

Nesse sentido, a ponderação é definida como a atribuição dos valores para cada layer selecionado, que resultará em uma grade de valores, derivando assim, em uma imagem ponderada, com valor estabelecido pelo usuário. A ponderação pode ser antecedida pelo procedimento de reclassificação que constitui-se na substituição de valores de entidades gráficas por outros, conforme a necessidade do usuário (FITZ, 2008).

Nas definições de unidades de paisagem ou zonas geoambientais homogêneas as operações de ponderação torna-se mais complexa, pois os cruzamentos de informações geram um número excessivo de unidade. A partir de oito unidades geomorfológicas: rampas de depósitos colúvios-aluvio do Jacuí(1), rampas de depósitos colúvios-aluvio dos arroios(2), colinas em rochas sedimentares(3), colinas em rochas vulcânicas(4), colinas em rochas friáveis do Planalto(5), Patamares entre-escarpas(6), morros e morrotes isolados(7), associação de morros e morrotes do rebordo(8); e 5 classes de uso da terra e cobertura vegetal: Lavouras(1), mata(2), pecuária(3), área urbana(5) e lamina ou córrego de águas(5) Vejamos a proposta de modelo de ponderação desta tese, a partir do exemplo do cruzamento da unidade geomorfológica com as classes de uso da terra.

Nestes cruzamentos obtém-se ao final dos cruzamentos da geomorfologia com o uso da terra como produto um mapa com 40 unidades. Desta mesma forma ao se produzir o mapa geomorfológico a partir de cruzamentos automatização, lançando mão de ponderação gera-se um número excessivo de unidades, pois deve-se cruzar informações geomorfométricas com solos, litologia e hidrografia. Assim, a interpretação destas unidades torna-se exaustiva e repetitiva, o que necessita de um reagrupamento a partir de características semelhantes que surgem no decorrer da interpretação do mapa.

Desta maneira, esta tese seguirá a proposta de Zoneamento Geoambiental desenvolvida nos últimos anos por DE NARDIN (2009), DE NARDIN & ROBAINA (2010), SCHIRMER (2010), TRENTIN (2011) e SCHIRMER (2012), porém com o diferencial de que serão elaborados cruzamentos detalhados, utilizando como bases o uso e ocupação, por considerar que este é o que mais altera e é alterado na relação existente entre os elementos naturais e culturais da paisagem. Estes cruzamentos detalhados são realizados com o intuito de trazer informações que facilitem a compreensão da dinâmica existente nas zonas geoambientais encontradas.

CAPÍTULO III

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A elaboração do Zoneamento Geoambiental tem como premissa a compartimentação da paisagem com base nas características do geoambiente e suas inter-relações com as atividades antrópicas, colocando em evidência as suas potencialidades e restrições de uso, a partir de áreas com maior homogeneidade. A metodologia utilizada para a construção do zoneamento pode ser realizada a partir de um método qualitativo ou a partir de um método quantitativo. Na primeira tem-se a sobreposição de informações para obtenção do mapa síntese e as interpretações sofrem maior influência subjetiva ou de trabalho de campo. Na concepção do método quantitativo, é lançada mão da automatização para elaboração do mapa final com o Zoneamento Geoambiental, sendo que as interpretações são realizadas a partir de dados numéricos obtidos através de operações realizadas com o SIG. Porém em ambos os métodos as unidades são geradas a partir de uma visão sistêmica dos diversos elementos da paisagem.

Essa visão teórico-metodológica refere-se ao emprego do método de investigação da abordagem sistêmica. A (figura 07), demonstra que o Zoneamento Geoambiental se encaixa perfeitamente nessa abordagem.

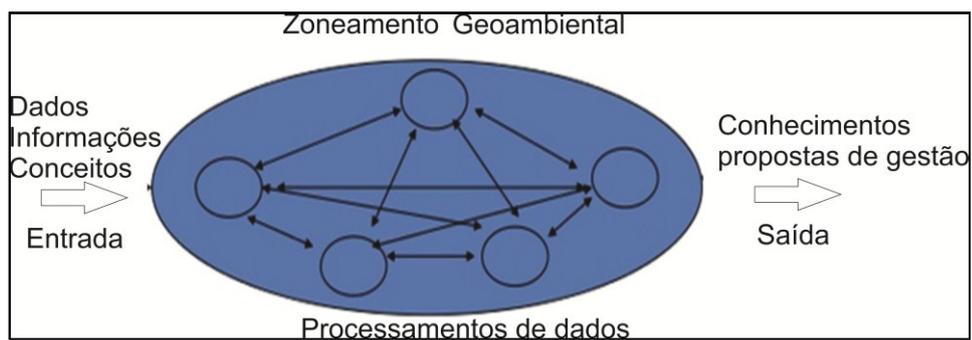


Figura 07: Visão sistêmica do Zoneamento Geoambiental.
Org: SCHIRMER, 2014.

A abordagem sistêmica busca conjugar conceitos de diversos meios científicos, visando resolver problemas sob o ponto de vista da Teoria Geral de Sistemas proposta por Bertalanffy (1976). De acordo com esta teoria, o todo possui propriedades globais de interação organizacional, com qualidades e comportamentos sob efeitos de restrições do sistema. As partes estão ligadas ao todo e vice-versa, constituindo uma unidade múltipla.

Aproximando a discussão para a questão ambiental Tricart (1977), comenta que o conceito de sistema é o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente, pois ele permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade da análise e a necessidade contrária de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. Para o autor, um sistema é um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia, sendo que estes fluxos originam relações de dependência mútua entre os fenômenos.

Na execução desta tese, os procedimentos utilizados foram enquadrados nas orientações propostas por Ab'Sáber (1969) e Ross (1990), para a compreensão do caráter empírico e geomorfológico presentes na pesquisa.

Para a caracterização geoambiental, foram adotadas concepções de cartografia geoambiental adotadas por Zuquette (1987, 1993), seguindo metodologias aplicadas por Robaina *et al.* (2009), De Nardin (2009), Schirmer (2010) e Trentin (2011). Assim esta tese foi elaborada com base em uma pesquisa qualitativa, seguindo um abordagem de visão sistêmica.

Destaca-se que primeiramente foi realizada uma análise multicritério, ou seja, uma análise desagregada, para compreender as partes do sistema que compõe a paisagem. Por fim foi realizada uma análise integrada, ou seja, uma análise agregada, com intuito de compreender a paisagem com um todo, como um sistema. Nesse sentido, o trabalho desenvolve-se, basicamente, através de diferentes etapas operacionais, (figura 08).

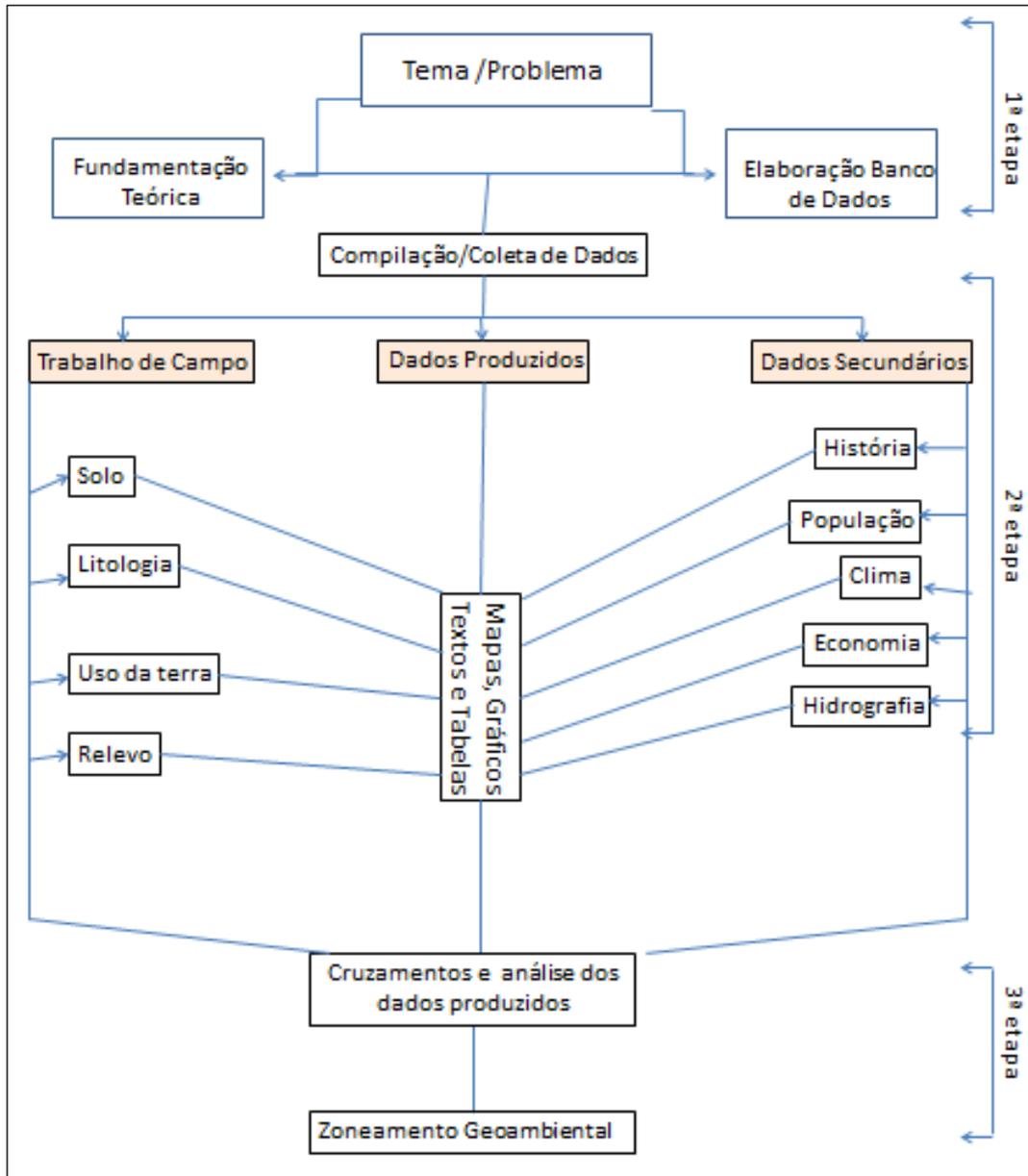


Figura 8: Esboço metodológico da pesquisa.
Org: SCHIRMER, 2015.

3.1. Primeira Etapa da Pesquisa

A primeira etapa constituiu-se no levantamento bibliográfico, sendo realizado através da consulta, leitura e seleção de uma série de bibliografias relacionadas à área e a temática de estudo. As bibliografias abordam o conceito de paisagem, técnicas de zoneamento geoambiental e sobre o histórico da área de estudo. Concomitantemente foi criado um banco de dados no aplicativo ArcGIS versão 10, com sistema de coordenadas no Datum Sirgas 2000 e Fuso 22S. Cabe ressaltar que a licença deste aplicativo foi adquirida pelo LAGEOLAM no

qual o pesquisador desenvolver o trabalho. A utilização deste software deu-se pela praticidade e rapidez oferecida na realização de integração e cruzamento de informações, possibilitando a visualização de vários temas em um mapa.

Neste banco de dados foi realizada a delimitação da área de estudo, bem como informações sobre hidrografia, estradas, curvas de nível e manchas urbanas, obtidas através dos arquivos no formato Shapefile do banco de dados topográficos do Rio Grande do Sul (1:50.000) (Hasenack, e Weber, 2010). Foi utilizado também, os arquivos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística contendo as malhas cartográficas dos municípios da federação. As curvas de nível utilizadas neste banco de dados estavam com espaçamento de 20 metros.

Para o levantamento de informações socioeconômicas e históricas de ocupação, foram buscados dados de órgão oficiais como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional de Reforma Agrária (INCRA), Fundação de Economia e Estatística (FEE) e Empresa da Assistência Técnica, Extensão Rural (EMATER) e bibliotecas locais. Estes dados são importantes para se entender a relação dos usos antrópicos, principalmente o agrícola e sua influência na transformação da paisagem.

3.2. Segunda etapa

Esta etapa diz respeito ao levantamento de informações através de trabalho de campo, com apoio da Capes para o pagamento de diárias, e construção de mapas temático, ou seja, a apresentação dos parâmetros que irão compor o zoneamento geoambiental. É nessa etapa que são observadas as classes de uso importantes para realizar a análise integrada da paisagem.

Para os trabalhos de campo foram primeiramente traçados os trajetos a serem percorridos, através de informações já adquiridas de dados secundários, como por exemplo, o modelo digital de elevação da área de estudo. Com essa informação buscou-se sempre traçar perfis topográficos, a serem percorridos, onde existem variações de relevo, a fim de averiguar a influência deste nas características da paisagem.

Posteriormente buscava-se auxílio para cobrir os gastos junto da coordenação do curso, uma vez que esta pesquisa necessitou de muitas idas a campo. Sendo que três vezes recorreu-se ao auxílio da coordenação para adquirir transporte para campo e as demais idas a campo foram realizadas com a utilização do recurso adquirido com a bolsa CAPES de doutorado, a qual foi de grande utilidade para o desenvolvimento desta pesquisa. Pois serviu

para cobrir as necessidades de consumo do pesquisador possibilitando dedicação exclusiva a pesquisa.

Nos trabalhos de campo, foram coletados dados sobre, tipos de solo, tipos de rocha, tipos de uso da terra, averiguação dos conflitos ambientais existentes e principais formas de relevo existentes, a fim de facilitar na elaboração e interpretação dos mapas. Estes dados foram registrados através de aparelho de recepção GPS e câmera fotográfica pertencentes ao LAGEOLAM. Além disso, também foram feitas anotações em cadernetas e coletadas amostras de rochas e de solo para serem examinadas em laboratório.

3.2.1. Elaboração do mapa com tipos de clima na região

O tempo e o clima influenciam de forma direta na paisagem através dos processos atmosféricos que agem sobre o ambiente, principalmente sobre a hidrosfera, a biosfera e a litosfera. Portanto é um importante elemento da paisagem a ser abordado. A compreensão do clima e da pluviosidade atuante na região se faz necessário, para entender os diversos processos de dinâmica superficial que a ocorrem na Quarta Colônia.

Ainda não se tem nenhum trabalho específico sobre o clima da região da Quarta Colônia como referência, pois a área da região é muito pequena para ser desenvolvido um estudo climático individualmente. Dessa maneira, o mapa climático da área de estudo, terá como base o trabalho de Rossato (2011), que realizou uma proposta de regionalização do clima do Rio Grande do Sul em sua dissertação de mestrado pela UFRGS. Outro trabalho que serviu de base é Hoppe et al (2012), onde analisou o perfil termo-higrométrico do Município de Faxinal do Soturno e do Cerro Comprido. Neste estudo foi analisada a variação da temperatura ao longo das diferenças altimétricas existentes desde a base até o topo do Cerro Comprido.

Além destes trabalhos, também buscou-se dados junto às prefeituras, jornais locais e a EMATER, quanto a precipitação, ocorrência de cheias, de seca, vendavais, granizo e ocorrência de neve. Assim, no estudo do clima da região são levados em consideração o clima regional do Rio Grande do Sul e a influencia deste no local. A elaboração deste mapa climático possibilita obter diversas informações quanto a ocorrência de eventos adversos e sua relação com o relevo e com os usos da terra.

3.2.2. Identificação de parâmetros morfométricos

Através das curvas de nível e da hidrografia, pode-se retirar informações e assim avaliar as diferentes feições do relevo da área, através de estudo como os parâmetros de perfis topográficos, amplitude, declividade e altitudes. Primeiramente foi gerada uma imagem 3D, a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) da área de estudo, no aplicativo ArcGIS 10, para ter-se uma compreensão visual prévia do comportamento escultural do relevo local. Este MDE foi realizado utilizando a ferramenta “Topo to Raster” do ArcGis, onde as curvas de nível foram associadas a “contour”, os pontos cotados foram associados a “point elevation” e a máscara dos municípios serviu de limite. A partir do MDE definiu-se então, as classes hipsométricas em áreas menores que 120 m, de 120 a 220 m, de 220 a 320m, de 320 a 420m, de 420 a 520m e de 520 a 620m, pois dessa forma, pode-se representar melhor as áreas de ruptura do relevo local.

Declividade

Para Müller Filho & Sartori (1999), o mapa de declividade representa a inclinação das vertentes, que costuma ser medida de duas formas, em valores percentuais e em valores angulares. As duas maneiras de mensurar os declives são semelhantes e levam em consideração os seguintes dados extraídos dos declives: a diferença de nível entre os pontos altimétricos considerados e seu afastamento horizontal.

A declividade corresponde a um dos mais importantes parâmetros na análise das vertentes, pois representa sua inclinação. É sob influência dela que desencadeiam os processos de erosão, escorregamentos, movimento de massa, além de ser um forte controlador dos tipos de uso da terra. Por este fato, antes de se realizar qualquer análise da paisagem, necessita-se estudar detalhadamente a importância deste parâmetro na área de estudo, pois é através da declividade que se deduzirá diversas interpretações feitas durante a pesquisa.

Para este trabalho, o mapa de declividade, foi realizado a partir das seguintes classes estabelecidas pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo), como <5%; 5-15%, onde:

<5% - Áreas de baixa declividade e onde se registram processos deposicionais; A partir desta inclinação o processo erosivo começa a ser significativo;

5 - 15% - Faixa que define o limite máximo para o emprego da mecanização na agricultura; e, áreas propícias à ocorrência de processos de movimentos de massa e escorregamentos.

Para melhor caracterizar a área foram acrescentadas ainda mais três classes sugeridas por De Biase e Hertz (1989):

15-30% - é definido por legislação federal - Lei 6766/79, também chamada de Lei Lemann, que vai definir o limite máximo para urbanização sem restrições, a partir do qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas;

30 – 47% (25°), definido pelo código florestal como limite máximo de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas - Lei 4771/65 15/09/65, revogada pela Lei 12.651/12;

>47% o artigo do código florestal prevê que acima de 25° de inclinação não é permitida a derrubada de florestas, só sendo tolerada a extração de toras, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.

Hidrografia

A hidrografia no contexto da paisagem atua como um modelador ou esculptor. Por vez, esse modelamento se dá através do desencadeamento de dinâmica superficial e em outros na aptidão hídrica para usos diversos do solo. Desta forma, tanto os processos nas vertentes repercutem na dinâmica fluvial, quanto as alterações no comportamento dos canais fluviais nas vertentes. Um exemplo pode ser descrito por meio do desmatamento, que reduz a capacidade de infiltração e aumenta o escoamento superficial, aumentando a erosão hídrica, fornecendo maior volume de sedimentos para a calha fluvial o que pode resultar no assoreamento do leito e enchentes mais frequentes na planície de inundação.

Por outro lado, o assoreamento pode alterar o regime do fluxo do escoamento na calha, alterando padrões de drenagem, refletindo mudanças em parâmetros morfométricos, por exemplo, aumentando a declividade nas cabeceiras de drenagem e diminuindo em direção a foz. Este exemplo remete à teoria defendida por John Hack (1960), a respeito do equilíbrio dinâmico dos meios e da noção mais dinâmica do referencial dos níveis de base locais.

Outro aspecto importante da influência da hidrografia na paisagem diz respeito ao mosaico que se forma na superfície terrestre. A existência significativa de água resulta, normalmente, no desenvolvimento de vegetação arbórea. Desta mesma forma a diferenciação de usos agrícolas também são condicionados pela presença ou ausência de recurso hídrico.

Ao se estudar a hidrografia, deve-se observar os diversos aspectos que ela influencia e é influenciada pelo contexto da paisagem como: forma da rede de drenagem, densidade de drenagem, amplitude altimétrica da nascente até a foz e características dos cursos d' água

quanto a forma (meandrante ou retilínea). Estas características facilitam a compreensão dos processos de dinâmica superficial existente.

A definição das delimitações das bacias hidrográficas existentes nos municípios de estudo é a partir de 4ª ordem dos cursos d'água que tem sua foz no Rio Jacuí, principal rio da região Central do Rio Grande do Sul.

Análise das vertentes

Na análise das formas do relevo é necessário compreender as seguintes variáveis: Plano de curvatura (côncavo, convexo e plano), Perfil de curvatura (convergente, divergente e plano), declividade da vertente, altimetria e orientação de vertente. A combinação destes elementos em uma determinada área e escala, resultará em uma unidade de relevo.

A vertente é uma componente básica de qualquer paisagem, por expressar a forma concreta atual da superfície terrestre. Para Bloom (1970), uma paisagem é normalmente composta de pequenos elementos de encosta, cada um deles reagindo de modo particular ao efeito local do intemperismo.

Hugget (1975), estabelece a combinação de formas de vertentes combinando a curvatura vista em perfil e em plano; propõe nove padrões ideais para indicações das direções dos fluxos da água sobre as vertentes (Figura 09), cujas diferenças nos solos e na paisagem são resultantes, em parte, do movimento da água e sua distribuição nas vertentes.

Cada forma de vertente representa características singulares na paisagem devido ao forte controle que o relevo possui sobre o escoamento da água. Assim a água atua sobre a rocha de maneiras diferentes ao longo das porções da vertente, resultando em solos mais ou menos espessos, que por sua vez influenciam no desenvolvimento diferenciado da vegetação e dos usos.

A integração dos parâmetros utilizados para análise do relevo e da rede de drenagem permite a definição de unidades de relevo, que determinam as áreas com características semelhantes dentro dos limites da área de estudo. Levou-se em consideração a integração dessas Unidades nos grandes Domínios Geomorfológicos, definidos pelo projeto RADAM Brasil, onde através dos levantamentos sistemáticos e simultâneos baseado na interpretação de imagens de radar pode-se obter informações relevantes.

O perfil de curvatura representa a forma da vertente no sentido descendente e indica a proporção de mudança do potencial do gradiente, influenciando no fluxo da água e na velocidade de processos de transporte de sedimentos. O plano de curvatura representa a

medida da convergência e divergência topográfica e por isso influencia a concentração de água na paisagem (SIRTOLI et al., 2008).

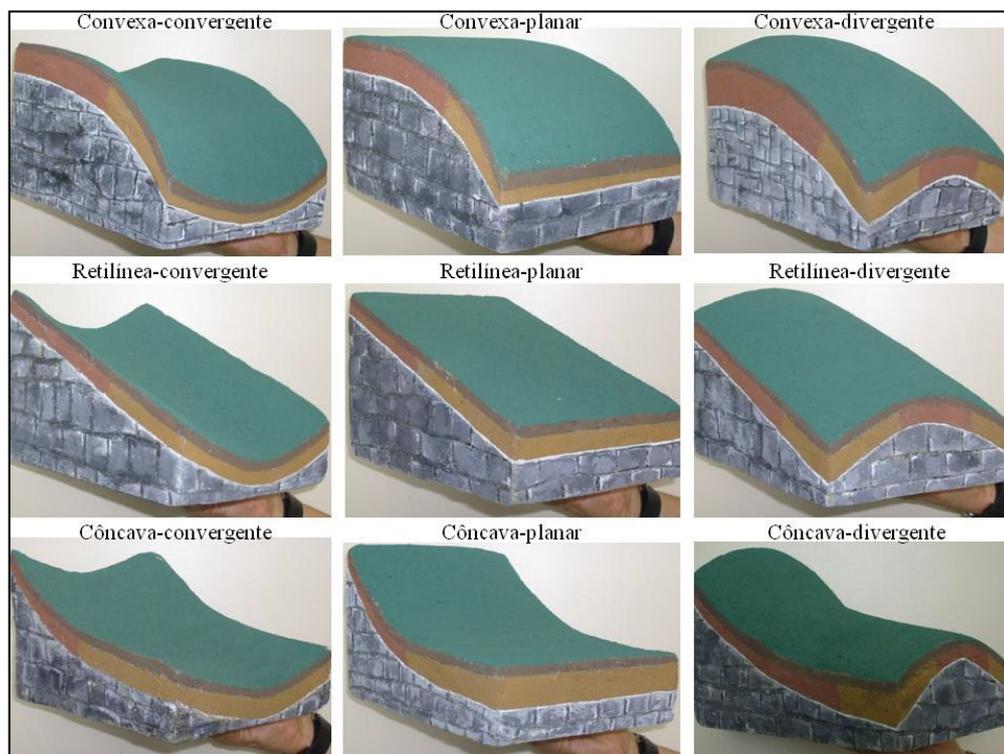


Figura 09: Modelo das formas de vertente.

FONTE: Fotos modelos reduzidos da EMBRAPA apresentados por Curcio (2008).

Nesta tese, entende-se por unidade de relevo as saliências existentes nas vertentes, ou seja, as formas visíveis da superfície terrestre. Entre as formas visíveis destaca-se 3 principais: Morros e Morrotes; Rampas e Colinas. Cabe destacar que estas formas formam o modelado terrestre. Este mapeamento foi realizado a partir da sobreposição e interpretação dos seguintes mapas no ArcGIS: Declividade, Altimetria, Curvas de nível e rede de drenagem.

Com o auxílio do software Google Earth foi gerado perfis topográficos para cada unidade, na tentativa de representar as diversas unidades de relevo identificadas no mapeamento. Optou-se pela geração de perfil no Google Earth, devido este apresentar concomitantemente a imagem de satélite com características da paisagem, a declividade e altimetria em que se encontra o traçado. Nesta etapa, primeiramente faz-se o traçado com a régua existente no Google Earth e posteriormente gera-se o perfil. Cabe destacar que para geração deste perfil deve-se ter um exagero vertical de no mínimo 1 no Aplicativo.

A definição das nomenclaturas das Unidades de Relevo homogêneas da área de estudo, de uma forma geral, levou em consideração os trabalhos realizados por De Nardin

(2009); Schirmer (2010) e Trentin (2011), pois estes trabalhos trazem uma interpretação condizente com a realidade do relevo local. Os principais critérios adotados nestes trabalhos são o de declividade dominante das vertentes e amplitude do relevo. Sendo assim abaixo tem-se as características gerais de cada forma.

Quadro 1: Características das formas de relevo

Forma	Declividade(%)	Altura(m)
Rampas	0 - 5%	< 40
Colinas	0 - 15%	40 - 100
Patamares Entre-escarpa	0 - 15%	40 - 60
Morrotes	> 15%	< 100
Morros	>15%	>100

Org: SCHRIMER, 2014.

Geomorfometria

Para análise do relevo utiliza-se uma proposta de mapeamento geomorfológico automatizado apresentado por Silveira & Silveira (2013), que se apoiaram nos preceitos de Iwahashi & Pike (2007). A classificação é realizada por meio do cruzamento de informações e atributos topográficos gerados através de SIG e hierarquizados através de árvore de decisão baseado em valores pré-definidos, com base em conhecimento da área. Foram empregados quatro atributos topográfico: altimetria, declividade, perfil de curvatura e plano de curvatura, e por foi realizado um reagrupamento devido a pouca representatividade de algumas unidades.

Realizou-se a interpolação destas informações altimétricas utilizando-se o interpolador ANUDEM, Hutchinson (1989), (1996), (2008), disponível como ferramenta no aplicativo ArcMap versão 10, ESRI (2013), que cria um modelo digital do terreno hidrologicamente consistentes.

Quanto às informações altimétricas são consideradas as variações de amplitude apresentada pela área de estudo, indicando condições mais propícias à dissecação para as áreas de maior altitude e de acumulação para as áreas de menor altitude. Desta forma, estas informações foram consideradas em função da distribuição do histograma de frequência.

As informações de declividades são informações geradas a partir do MDE e foi obtida no presente trabalho por meio do polinômio de Horn (1981). Foi discretizada em duas classes cujo limite é de 5%. As vertentes com altas declividades estão mais sujeitas a processos denudacionais, enquanto as de baixa são propícias aos processos agradacionais.

Tanto a altimetria quanto declividade foram utilizados apenas duas classes, devido ao grande número de classes de unidades de relevo que gera com o aumento do número de informações inseridas. Porém em uma área de estudo do tamanho da Quarta Colônia se tornaria inviável a separação de muitas unidades, pois dificultaria nas análises de muitas das classes.

As vertentes podem ser definidas de forma simplificadas como um elemento da superfície terrestre inclinado em relação à horizontal, que apresenta um gradiente e uma orientação no espaço (VELOSO, 2002), e dessa forma podem ser classificadas de acordo com a sua curvatura no plano ou em perfil.

O plano de curvatura da vertente corresponde a variação do gradiente de arqueamento na direção ortogonal da vertente (curvatura da superfície perpendicular à direção da inclinação) e refere-se ao caráter divergente/convergente do terreno, enquanto, o perfil de curvatura é a taxa de variação do gradiente de arqueamento na direção de sua orientação (a curvatura da superfície no sentido do declive) e está relacionada ao caráter convexo/côncavo do terreno sendo decisiva na aceleração ou desaceleração do fluxo da água sobre o mesmo. Ambos foram obtidos a partir do MDE por meio do emprego do polinômio de Zevenbergen e Thorne (1987).

O perfil das vertentes, em ambiente SIG, é analisada de acordo com seu valor de curvatura (histograma de frequência) e teoricamente, vertentes retilíneas têm valor de curvatura nulo, vertentes côncavas têm positivos e convexas têm curvatura negativa, VALERIANO (2003). Porém, vertentes com valores nulos são muito raras na natureza, assim muito pouco do que se julga retilíneo apresenta valor de curvatura realmente nulo, mas sim valores pertencentes a um intervalo de tolerância na vizinhança desse valor.

A classificação do plano das vertentes, em ambiente SIG, é analisada de acordo com o seu histograma de frequência que indica o valor da referida curvatura. Semelhante ao perfil, os valores nulos correspondem a inexistência de curvatura correspondendo a vertentes plana, já os valores positivos representam curvatura divergente e os valores negativos correspondem a curvatura convergente.

Para as análises geomorfométricas do referido trabalho, optou-se pela classificação da curvatura das vertentes quanto ao perfil em côncavas e convexas e quanto ao plano em convergentes, divergentes e planas.

Após análise da distribuição espacial das unidades identificadas, juntamente com as características relacionadas à forma e modelado apresentado nas referidas unidades, estas

foram reagrupadas, com relação a características semelhantes quanto a representatividade das formas existentes na área de estudo frente aos processos de dissecação e sedimentação.

3.2.3. Levantamentos de solos e litologias

Na interpretação de qualquer paisagem natural da Terra, deve-se ter a concepção de que a estrutura geológica se apresenta como o componente natural mais antigo, onde os demais elementos posteriormente se desenvolveram. Do ponto de vista geológico, deve-se tentar entender como a estrutura geológica se apresenta distribuída ao longo do espaço e como ela exerce influência na configuração dos relevos e paisagens.

Cada tipo de rocha associada a outros fatores como: o clima, vegetação, relevo, são responsáveis pela formação dos distintos tipos de solos, assim, a composição dos solos é associado ao seu material de origem, ou seja, à sua formação geológica. Segundo Penteadó (1985), a litologia deve ser examinada em função de suas propriedades geomorfológicas, tais como a coesão, macicez, tamanho dos grãos, heterogeneidade, presença ou ausência de fraturas e porosidade. Desse modo, a compreensão das litologias existentes na área de estudo se faz necessário, pois é sobre elas que acontece o desenvolvimento superficial da paisagem.

Para o mapeamento de solos, litologias e caracterização da estrutura da paisagem tem-se a utilização dos dados coletados em campo com o equipamento de recepção GPS (Sistema de Posicionamento Global) e com a câmera fotográfica digital. As características físicas investigadas e descritas dos solos e litologias são referentes a cor, textura, espessura e estruturas. A textura refere-se à proporção das frações de areia, silte e argila encontrada nos solos, sendo agrupadas de acordo com o triângulo textural, adotado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004).

A coleta das amostras leva em conta o substrato litológico e a posição no relevo. Além disso, também leva-se em consideração a posição na vertente, sendo coletadas amostras no topo, média encosta e base das vertentes, através da realização de perfis em campo.

Cabe ressaltar que as estruturas litológicas são descritas em campo e definidas através de características, como a presença de estratificações, fraturas e camadas. Os trabalhos de identificação em campo e as análises dos materiais coletados permitem a construção do mapa litológico, definindo as diferentes litologias presentes na área.

Nas coletas de campo agrupam-se ainda informações sobre: degradação ambiental nas proximidades das drenagens e encostas íngremes, presença de formas de paredões rochosos

característicos do rebordo do planalto, que representam os estudos da dinâmica da paisagem integrando o contexto humano e natural.

O objetivo principal do levantamento de solos é o reconhecimento da natureza e distribuição das unidades pedológicas, procurando identificar e cartografar os solos ocorrentes em na área, fazendo a caracterização morfológica e analítica da maneira mais completa possível, a fim de permitir o enquadramento das unidades de mapeamento em sistema natural de classificação de solos. Já as classificações técnicas ou interpretativas agrupam as unidades pedológicas em classes de terras.

3.2.4. Confeção do mapa de usos da terra

Uso e ocupação das terras é um tema básico para o planejamento e gestão ambiental, pois retrata as atividades humanas que podem diagnosticar os impactos e as pressões sobre os elementos naturais. Consequentemente, a retirada da cobertura vegetal, que funciona como uma proteção natural dos solos, influenciará na intensificação da erosão, proporcionando ainda a incidência da radiação solar na superfície do solo, o que pode implicar na destruição da matéria orgânica do solo.

Dentro da metodologia do Zoneamento Geoambiental, a identificação da ocupação e dos usos da terra possibilita entender como se estabelecem as relações sociais tendo como palco o substrato natural. As informações descrevem não apenas a situação atual, mas as mudanças recentes e o histórico de ocupação da área de estudo.

A esse respeito, considerando a dinâmica da ocupação, a utilização de imagens de satélite tornou possível o acompanhamento periódico da vegetação e dos diferentes usos da paisagem. O processamento digital de imagem e realização do mapa de uso da terra foi utilizado o Software Spring 4.3, devido a confiabilidade e ao bom resultado apresentado para este tipo de operação.

Para a confeção do mapa de uso da terra utilizou-se como base de recobrimento da área, a imagem orbital do sensor "OLI" do LANDSAT-8, bandas 543(R, G, B) de composição colorida, com 30 metros de resolução espacial, Órbita-Ponto 222/80 e 222/81, de 09 de setembro de 2014. Essas imagens foram adquiridas através do catálogo de imagens da Nasa no site: <http://glovis.usgs.gov/>.

As melhores épocas do ano para se adquirir imagens com maior facilidade de diferenciação de elementos espaciais na região de estudo, é início de outono e final do inverno. No caso desta tese foi escolhido o final de inverno, por apresentar melhor qualidade das imagens disponíveis. A aquisição das imagens com esse período ocorreu em função do

conhecimento prévio da área de estudo, onde se tem informações sobre a fase dos cultivos da região. Nesse período a grande maioria das espécies cultivadas já foi colhida ou estão na fase madura (senescência), como é o caso do trigo e do azevém, isso resulta em melhor diferenciação das áreas utilizadas com cultivos, devido à refletância do solo exposto e dos cultivos maduros serem bem diferentes da vegetação arbórea.

A projeção cartográfica de referência que utilizou-se, foi a Coordenada UTM (Projeção Universal Transversa de Mercator), o Datum Horizontal Sirgas 2000 e Fuso 22S. A escala da imagem orbital de recobrimento da área é de aproximadamente 1:150.000. O limite utilizado da malha do IBGE foi atualizado de acordo com os limites naturais existentes, como drenagens e estradas.

Os resultados obtidos referentes aos usos da terra implicaram em etapas de classificação automática e ajustes manuais, como já descritos na metodologia. No entanto, percebeu-se que ainda restaram algumas confusões na classificação. Isto deu-se pelo motivo de neste período, ainda existirem plantações de inverno (trigo e pastagens) um pouco mais atrasadas na fase de senescência resultando em confusão com campo. Por se ter a presença de água nas lavouras de arroz resultando em confusão com água e em alguns casos as sombras do relevo também resultou em confusão com água.

As classes de uso da terra foram definidas através de trabalho de campo na área e por fotointerpretação da imagem orbital, sendo identificados quatro principais tipos de uso, a saber: Vegetação Arbórea, Água, Campo e Lavoura. Além dessas, durante o treinamento foi adquirido amostras de sombra de relevo, onde no campo estão associadas a porções muito inclinadas e que estão presentes as coberturas com vegetação arbórea.

Após a importação e processamento da imagem no Spring, foi realizado o treinamento das amostras para cada classe temática identificada. O treinamento (reconhecimento da assinatura espectral das classes) consiste em coletar amostras na área da imagem representante de uma das classes, traçadas diretamente sobre região segmentada da imagem.

Para determinação da classe lavoura foram adquiridas 80 amostras de aquisição, para determinação da classe vegetação arbórea foram adquiridas 47 amostras, para a classe campo foram adquiridas 95 amostras de aquisição, para a classe água foram adquiridas 84 amostras de aquisição. Salienta-se que para cada tema/classe foi atribuída uma cor específica de modo que houvesse uma ideia de valor, ou seja, intensidade de uso da terra.

O classificador de imagem adotado para análise por região foi Bhattacharya (classificação supervisionada). Esse classificador é um dos componentes do Spring (versão 4.3.3), software utilizado para determinação de cada classe de uso da terra.

Na aplicação do Classificador Bhattacharya, foi necessário a previa segmentação da imagem orbital, ou seja, a divisão da imagem em regiões uniformes, correspondentes à área de interesse. Utilizou-se o método de crescimento por regiões, por meio de detecção de bordas. Este método utiliza medidas estatísticas de similaridade e agregação para o agrupamento dos dados. Foram tomados os parâmetros de Limiar de similaridade igual a 5 e Área de pixel igual a 15 para a definição das regiões.

Para a classificação adotou-se 99,9% de Limiar de Aceitação no classificador Bhattacharya. As amostras adquiridas foram analisadas e obteve-se um desempenho geral de 100% de exatidão e uma confusão média de 0%. Após a classificação realizou-se a Pós-classificação, adotando um Peso 2 e um Limiar 5.

Em modelos de dados foi criado um plano de informação (PI) com categoria de uso da terra, criando as classes dos temas observados. Em seguida, realizou-se o mapeamento para as classes, associando cada tema a sua respectiva classe na imagem classificada, sendo que a sombra foi associada à vegetação arbórea. Após o mapeamento fez-se o recorte do plano de informação que contém o mapa de uso dentro dos limites da área de estudo.

A partir desse mapeamento contendo um mapa matricial das classes, foi transformada a matriz em vetor. Com esse mapa pode-se refazer a edição vetorial das classes, através de uma revisão das regiões classificadas. Nessa revisão aplicou-se o conhecimento de campo sobre a área de estudo podendo ser ajustadas áreas que houve classificação errônea do classificador, por exemplo, as áreas alagadas de lavouras de arroz, que estavam como água; e as pastagens de inverno na fase intermediária onde estava como campo.

A partir desta etapa pode-se exportar o mapa de uso da terra em formato shapefile para manipulá-lo no ArcGis. É neste aplicativo que são realizadas operações de cruzamentos dos usos com outros parâmetros da paisagem, metodologia esta detalhada mais adiante.

3.2.5. Análises dos conflitos ambientais

Nos trabalhos de Zoneamento Geoambiental já realizados tem-se uma passagem direta dos parâmetros da paisagem para o Zoneamento Geoambiental, através da sobreposição. Isto percebeu-se tanto nos trabalhos realizados no Lageolam, quanto em outros trabalhos como os realizados na UNESP de Rio Claro. Isso pressupõe além de um trabalho de campo exaustivo, a participação subjetiva nas análises apresentadas nos Zoneamentos Geoambientais. Percebe-se que há um hiato entre o levantamento dos principais parâmetros da paisagem e o mapa geoambiental. E é neste hiato que ocorrem as interpretações subjetivas que tende a ser

minimizada com a realização de cruzamentos entre os parâmetros, tendo como base o uso da terra, bem como a determinação de graus de susceptibilidade a ocorrência de processos de dinâmica superficial.

Nesta fase do trabalho, realiza-se o cruzamento de diversos mapas para a análise individual dos elementos da paisagem. Os cruzamentos são realizados todos com o uso da terra. Esta etapa metodológica traz o detalhamento de informações que são a base para se conseguir determinar graus de susceptibilidade a processos de dinâmica superficial. A (figura 10), tem-se a proposta de como realizar, analisar e discutir estes cruzamentos e correlações dos parâmetros da paisagem.

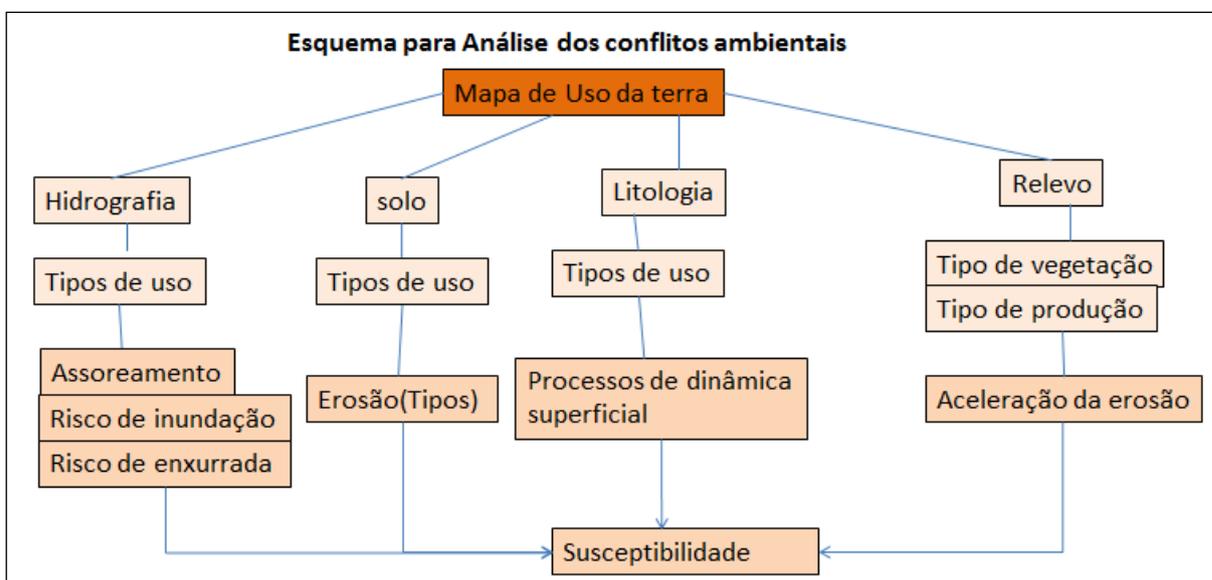


Figura 10: Organograma cruzamentos com o uso da terra, ara análise dos conflitos ambientais. Org: SCHIRMER, 2015.

O cruzamento dessas informações resultará na elaboração de um maior número de mapas temáticos possibilitando a determinação de áreas com maior ou menor ocorrência de processos de dinâmica superficial, como desencadeamento de processos erosivos, alagamentos, enxurradas, cheias, maior intensidade de calor e de frio de acordo com o perfil topoclimático, etc. Abaixo tem-se a (figura 11), um esboço de como aconteceu essas análises.

A determinação do grau de susceptibilidade, á ocorrência de processo de dinâmica superficial, foi elaborado de acordo com os tipos de mapas cruzados. Isso acontece devido cada parâmetro desencadear um processo singular na paisagem, porém que faz parte do contexto todo desta. Assim no cruzamento de um mapa de solos com o relevo, por exemplo, as áreas mais íngremes com solos arenosos serão consideradas de “alta susceptibilidade” a

erosão, solos arenosos em áreas em áreas suavemente onduladas com “média susceptibilidade” a erosão e solos arenosos em áreas planas com “baixa susceptibilidade” a erosão.

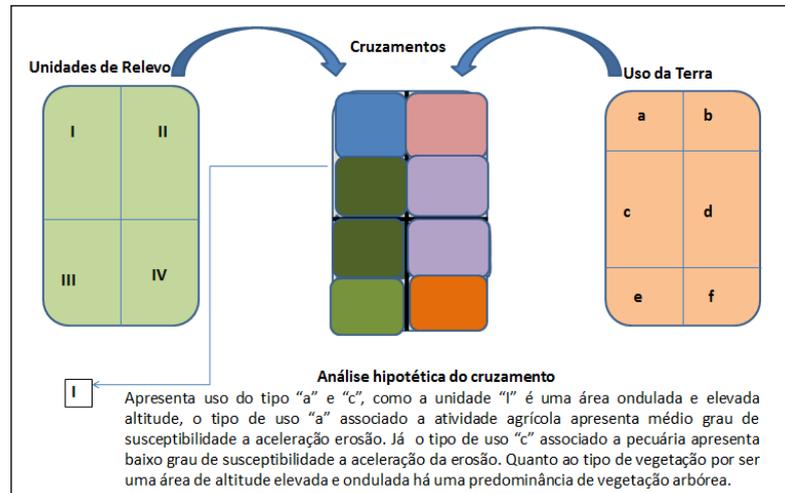


Figura 11: Exemplo hipotético do detalhamento das análises pré-zoneamento geoambiental. Org: SCHRIMER, 2015.

O final dessa análise possibilitou ter-se uma compreensão detalhada das particularidades da paisagem local. Essa compreensão atua como um facilitador na compreensão de zonas geoambientais com seus respectivos graus de susceptibilidade a ocorrências de processos negativos, resultando em áreas com restrição ambiental e graus de pontos positivos da paisagem resultando em áreas com potencialidades ambientais. Estas zonas serão determinadas a partir da sobreposição do mapa geomorfológico e de uso da terra, onde tem-se a integração não apenas dos parâmetros que compõem a paisagem, mas também todos os processos que estes desencadeiam em uma ação conjunta.

3.2.6. Construção do mapa geomorfológico

A compartimentação geomorfológica, da presente pesquisa, utiliza como base metodológica os trabalhos de Ross (1990, 1992), Penteado (1985), Ab’Saber (1969) e Tricart (1977) que definiram uma compartimentação do relevo em níveis taxonômicos.

Para introduzir a reflexão acerca das questões geomorfológicas parte-se da premissa de que o relevo, objeto de estudo da geomorfologia, é o resultado da atuação de forças antagônicas sintetizadas pelas atividades tectônicas e estruturais, e pelos mecanismos morfoclimáticos ao longo do tempo geológico, podendo ocorrer de forma sucessiva ou simultânea. Essas forças são definidas como forças endógenas (dobras, falhas, vulcões,

terremotos) e forças exógenas (desgaste e acumulação) (MESCIERJAKOV, 1968; ROSS, 1990; GUERRA E GUERRA, 2005).

Segundo Trentin (2011), a Geomorfologia consiste na identificação das formas de relevo, por meio de estudo de sua origem, estrutura, natureza das rochas, clima e dos fatores endógenos e exógenos responsáveis pelo modelado ou formação de determinados elementos da superfície terrestre.

Para a análise geomorfológica foi abordado o relevo a partir da escala geográfica, estadual e local. Cabe destacar que em serão levados em consideração as condições morfoesculturais e morfoestruturais nessa análise. A elaboração do mapa geomorfológico neste trabalho parte da correlação e sobreposição dos diferentes mapas obtidos a partir dos levantamentos realizados. Dentre as associações propostas ganha ênfase as análises feitas entre as formas homogêneas de relevo, e a estrutura e gênese do substrato rochoso, tipos de solos, com os respectivos processos dinâmicos de origem natural atuante, que originam o mapa geomorfológico.

A análise e a adequada escala cartográfica de informação dão-se através de uma metodologia própria, que se aproxima da realidade local, e assemelha-se à proposta metodológica de Ross (1992), que define diferentes táxons divididos de acordo com a escala de detalhe, influencia do substrato onde está localizado e os processos envolvidos. Dessa forma, dividem-se em Domínios Morfoesculturais, Regiões ou Províncias Geomorfológicas, Unidades Geomorfológica, Padrões de Formas Semelhantes, Padrões de Vertentes e Topos, e Feições superficiais.

Os dois primeiros níveis de classificação geomorfológica trabalha-se em escala 1:250.000 e o terceiro nível em escala de levantamento 1:100.000, com informações do Projeto RADAM Brasil (1986). A partir do quarto nível de análise, foi utilizado o recorte de estudo, na escala 1:50.000, através da identificação dos padrões de formas semelhantes. O (5º e 6º nível) baseou-se nos elementos físicos, referentes às características da drenagem do relevo, substrato geológico e características do solo, através de uma metodologia própria que se enquadra com a realidade da região. Essa metodologia refere-se a definição das unidade geomorfológica através da sobreposição e interpretação dos elementos físicos. Já para a definição das feições de cada unidade (6º nível), utiliza-se das informações de levantamentos de campo e identificação em imagens de satélite.

Por fim, analisando a importância dos estudos geomorfológicos para a temática da pesquisa, entende-se que além de indispensável os estudos na linha geomorfológica dentro do zoneamento, apresentam uma variedade de possibilidades de aplicação, principalmente no

sentido de minimizar os prejuízos causados por processos de dinâmica superficial e danos ambientais nas diferentes formas de ocupação humana.

3.2.7. Elaboração do mapa geoambiental

Na metodologia para Zoneamento Geoambiental tem-se efetuado a síntese de todas as informações coletadas, analisadas, interpretadas e correlacionadas durante a pesquisa, na forma de mapa para melhor visualização dos resultados. As categorias de informação analisadas e levantadas são as classes de documentos Básicos, Derivados e Interpretativos e Finais, que em termos cartográficos representam a cartografia analítica, de síntese, onde é feita uma análise integrada do uso da terra e da geomorfologia.

Nesta etapa, ocorre a construção do material cartográfico com todas as informações levantadas, processadas, analisadas e correlacionadas e por fim mapeadas, servindo de base para a caracterização geoambiental no software ArcGis 10. As categorias de informação analisadas e levantadas são as classes de documentos, que em termos cartográficos representam a cartografia analítica e de síntese, pois representam informações individuais de parâmetros da paisagem.

Por fim são relacionados todos os parâmetros que dão origem ao Mapa Geoambiental, realizado através da sobreposição do mapa geomorfológico e do mapa de uso e ocupação. A correlação se faz necessária, pois a paisagem não pode ser apenas avaliada a partir das partes, mas pelo conjunto do todo, ou seja, encontrar áreas homogêneas a partir da heterogeneidade dos parâmetros analisados de forma sistêmica.

No que diz respeito ao Zoneamento Geoambiental, foram utilizadas as concepções da cartografia geoambiental adotada por Zuquette (1987, 1993), posteriormente, De Nardin (2009) e De Nardin e Robaina (2010), onde comentam ser este “um processo que tem por finalidade básica levantar, avaliar e analisar os atributos que compõem o meio físico seja, geológicos, hidrogeológicos, hidrológicos e outros”. Procura-se realizar a caracterização e sistematização dos elementos que compõem a paisagem de forma integrada, ou seja, traçando-se as inter-relações existentes entre eles.

Na divisão geoambiental se utiliza um atributo como controlador estrutural ou um grupo deles para formar um sistema ou uma unidade, que são a base para a análise de uma área. Define-se como atributo o elemento base que é inserido e manuseado sobre um documento cartográfico, como informação que representa parte dos componentes da paisagem. No caso desta tese foi utilizado o Uso da Terra.

O mapa com o Zoneamento Geoambiental resulta da integração e correlação dos diversos elementos da paisagem que estão sintetizados no mapa de uso da terra e geomorfológico. Sendo que a determinação das zonas é realizada no ArcGis 10.

A caracterização das unidades geoambientais homogêneas refere-se às informações obtidas através da avaliação das potencialidades e restrições encontradas nas paisagens da área de estudo. Essa caracterização é feita a partir da análise de cada unidade geomorfológica com o tipo de uso existente nessa unidade.

Dessa forma, o zoneamento é uma setorização da paisagem, com o objetivo de potencializar o uso sem comprometer o meio ambiente, e propor alternativas que minimizem as limitações características de cada unidade de paisagem.

Nesta etapa foram discutidas as recomendações para a aplicação dos resultados apresentados e as conclusões da viabilidade da metodologia para trabalhos que venham propor um zoneamento com o objetivo de um planejamento regional, utilizando os limites dos municípios como área limite de estudo.

A presente proposta está fundamentada em uma análise integrada dos componentes antrópicos e naturais, através de uma caracterização dos elementos básicos que formam estes componentes; da cartografia analítica e através da interpretação analítico-integrativa se chega aos documentos finais, que concretizam a caracterização geoambiental.

3.3. Terceira etapa

Esta etapa corresponde à interpretação dos dados das etapas anteriores, tendo como principal objetivo a identificação e compreensão dos mecanismos que condicionam o processo de dinâmica superficial nas unidades geoambientais. Avaliando a intensidade e suscetibilidade destas unidades frente aos processos de dinâmica superficial caracterizando as potencialidades e restrições quanto ao uso e ocupação. Nesta etapa discutiu-se ainda a metodologia e a utilização do Zoneamento Geoambiental na geografia, quanto a sua aplicabilidade na análise integrada da paisagem, bem como em planejamentos ambientais e fins didáticos.

Além disso, nesta etapa se concretizaram as recomendações para a aplicação dos resultados apresentados e as conclusões da viabilidade da metodologia para trabalhos que venham propor um zoneamento com o objetivo de um planejamento regional.

CAPITULO IV

4. ACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE NATURAL DA PAISAGEM DA ÁREA EM ESTUDO

Neste capítulo, são apresentados os elementos do meio físico-natural da paisagem como: condições climáticas, a rede de drenagem, o relevo, as litologias e os solos presentes na área de estudo. O processamento e a integração dessas informações do meio físico servem de base para a definição das unidades geomorfológicas e permitiu à compreensão e processos superficiais que ocorrem na região, bem como das potencialidades e restrições ambientais.

4.2. Litologias

Os municípios da área de estudo estão inseridos no limite meridional de uma extensa bacia constituída por rochas sedimentares e vulcânicas que recobre 1.500.000 km² do território Sul-americano, conhecida como Bacia do Paraná. No estado do Rio Grande do Sul, esta bacia recobre as porções norte e oeste do estado. De acordo com Milani (1997), a Bacia do Paraná, no Rio Grande do Sul, tem sua formação entre o final da Era Paleozóica e o final da Era Mesozóica, totalizando 450 milhões de anos.

No Rio Grande do Sul o domínio da Bacia do Paraná engloba rochas vulcânicas (ácidas e básicas). A cobertura sedimentar Gonduânica na área de estudo é composta por um sistema fluvial e um sistema de origem desértica. Ocorrem, ainda, os depósitos aluviais recentes, associados a áreas de acumulação, compostas por depósitos aluviais do rio Jacuí e seus afluentes.

A (figura 12), representa um recorte da coluna estratigráfica, com a distribuição dos tipos litológicos e ambientes de sedimentação do Estado do Rio Grande do Sul.

Em destaque observam-se os tipos litológicos encontrados na área de estudo, sendo os depósitos recentes, pertencentes aos Depósitos Coluvio-aluviais, Depósitos Pós-vulcânicos, segundo Menegotto, Sartori e Maciel Filho (1968), e os demais litótipos pertencentes à Província do Paraná, ao Grupo São Bento e ao Grupo Rosário do Sul.

Época	Período	Época	10 ⁶ anos	LITÓTIPOS / AMBIENTES DE SEDIMENTAÇÃO	
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	NEÓGENO	HOLOCENO	Depósito colúvio-aluviais	
				Depósitos relacionados a barreiras holocênicas	
				Depósito de barreira pleistocênica 3	
	CENOZÓICO	PLEISTOCENO		Depósito de barreira pleistocênica 2	
				Depósito de barreira pleistocênica 1	
				Formação Santa Tecla	
	CENOZÓICO	ARQUEANO		Formação Tupanciretã	
				Provincia Kimberlítica Rosário do Sul	
	FANEROZÓICO	MESOZÓICO	CRETÁCEO		Suite Alcalina Passo da Capela
					GRUPO SÃO BENTO
Formação Serra Geral					
Formação Botucatu					
Formação Guará					
MESOZÓICO		TRIÁSSICO	SUPERIOR		GRUPO ROSÁRIO DO SUL
					Formação Caturrita
					Formação Santa Maria
					Formação Sanga do Cabral
					GRUPO PASSA DOIS
MESOZÓICO	TRIÁSSICO	MÉDIO		Formação Pirambóia	
				Formação Rio do Rasto	
				Subgrupo Estrada Nova	
				Formação Irati	
				GRUPO GUATÁ	
MESOZÓICO	TRIÁSSICO	INFERIOR		Formação Palermo	
				Formação Rio Bonito	
				GRUPO ITARARÉ	
				Formação Taciba	
PALEOZÓICO	PERMIANO				
PALEOZÓICO	CARBÔNIFERO				
				BACIA DO CAMAQUÃ	

Figura 12 – Recorte da coluna estratigráfica do estado do Rio Grande do Sul, em azul tipos litológicos encontrados na área de estudo.

Fonte: TRENTIN (2011).

Na área de estudo os litótipos mais antigos são do Triássico e pertencem ao Grupo Rosário do Sul são compostos por arenitos conglomeráticos e lamitos das Formações Caturrita e Sanga do Cabral, e Lamitos fossilíferos da Formação Santa Maria. Segue as rochas do Grupo São Bento formado por rochas vulcânicas, da Formação Serra Geral, e arenitos com

características de depósitos eólicos da Formação Botucatu. Nos Depósitos Cenozóicos arenitos da Formação Tupanciretã e Colúvio-aluviais, depósitos de terraços fluviais.

A determinação das litologias encontradas na área de estudo permitiu identificar as rochas mais abundantes em cada unidade, relacionando suas principais características (textura, estrutura e desagregação) e indicando seu potencial de suscetibilidade à erosão.

As litologias da Bacia do Paraná que aparecem nos municípios de estudo estão correlacionadas a três ambientes de formação distintos, que são resultado da evolução das paisagens ao longo do tempo geológico: um sistema fluvial, um sistema desértico e um de rochas vulcânicas. Pode-se observar que na área de análise (Figura 13) ocorre o predomínio de rochas vulcânicas.

A ocorrência das rochas vulcânicas estende-se por todos os municípios, com menor quantidade nos municípios de Faxinal do Soturno e Dona Francisca, nos quais, ocorre afloramento maior das rochas sedimentares encontradas na região, por estar em uma área onde tem-se a faixa do Rebordo do Planalto.

Outra forma encontrada para representar as litologias existentes nos municípios dessa região foi, através de croqui com perfil geológico esquemático da área, (figura 14). Essa representação possibilita associar a forma de relevo existente sob o controle de cada litologia, desde as mais resistentes até as menos resistentes. As porções mais elevadas e inclinadas são compostas por rochas vulcânicas. Percebe-se a presença de arenito eólico entre as rochas vulcânicas e sob elas, sendo que quando está na forma de intertraps está separando dois derrames.

Os depósitos de colúvio localizam-se principalmente sobre arenitos eólicos ou quando este não está presente está sobre arenito fluvial. O material é proveniente de rocha intemperizada, formando uma mistura de blocos seixos, matéria orgânica e solo. Nas camadas subsequentes encontram-se arenitos fluviais lamitos e junto às drenagens com depósitos fluviais recentes.

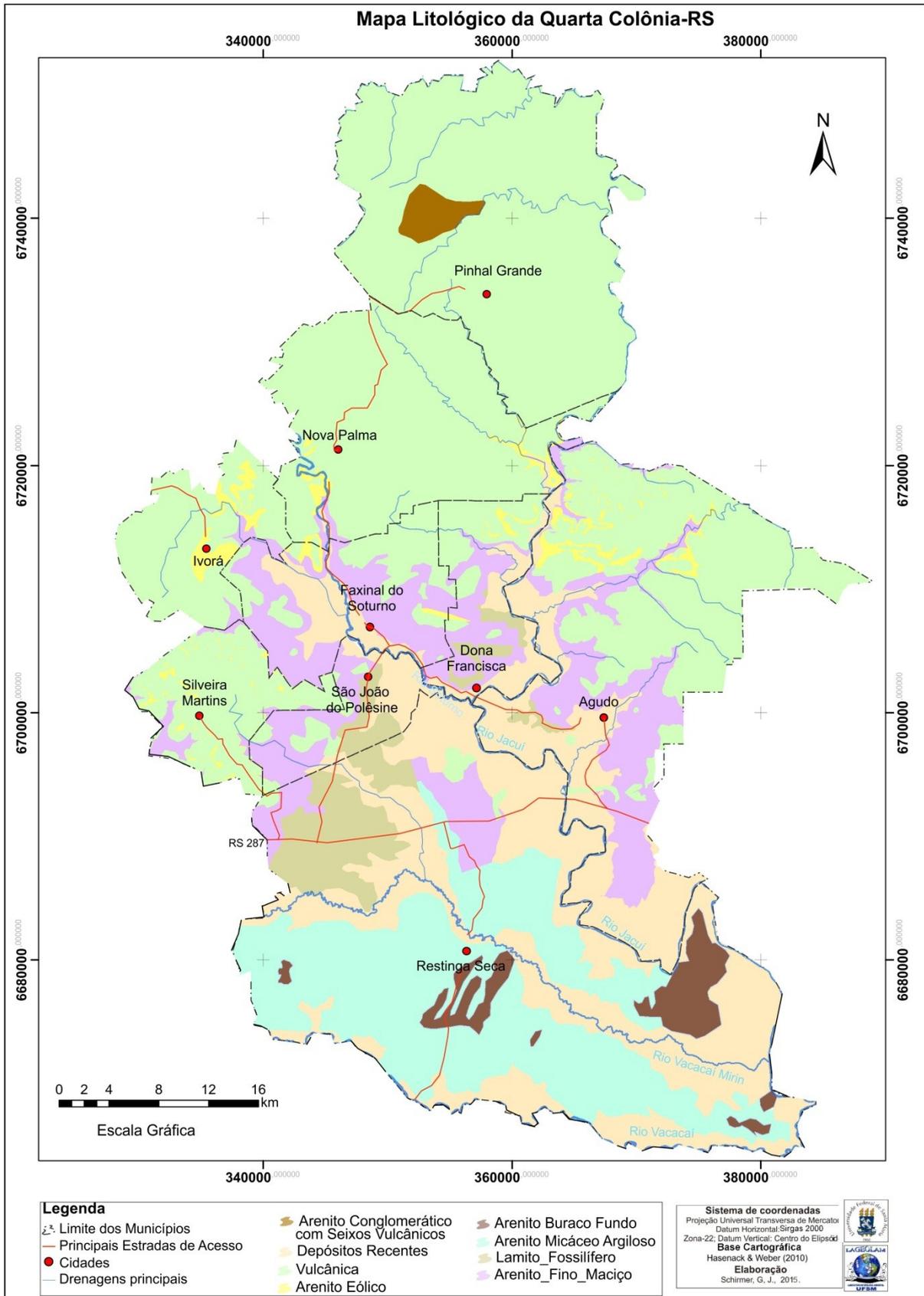


Figura 13: Litologias dos municípios da área de estudo.
 Org: SCHIRMER, G. J.; 2015.

Perfil litológico da região

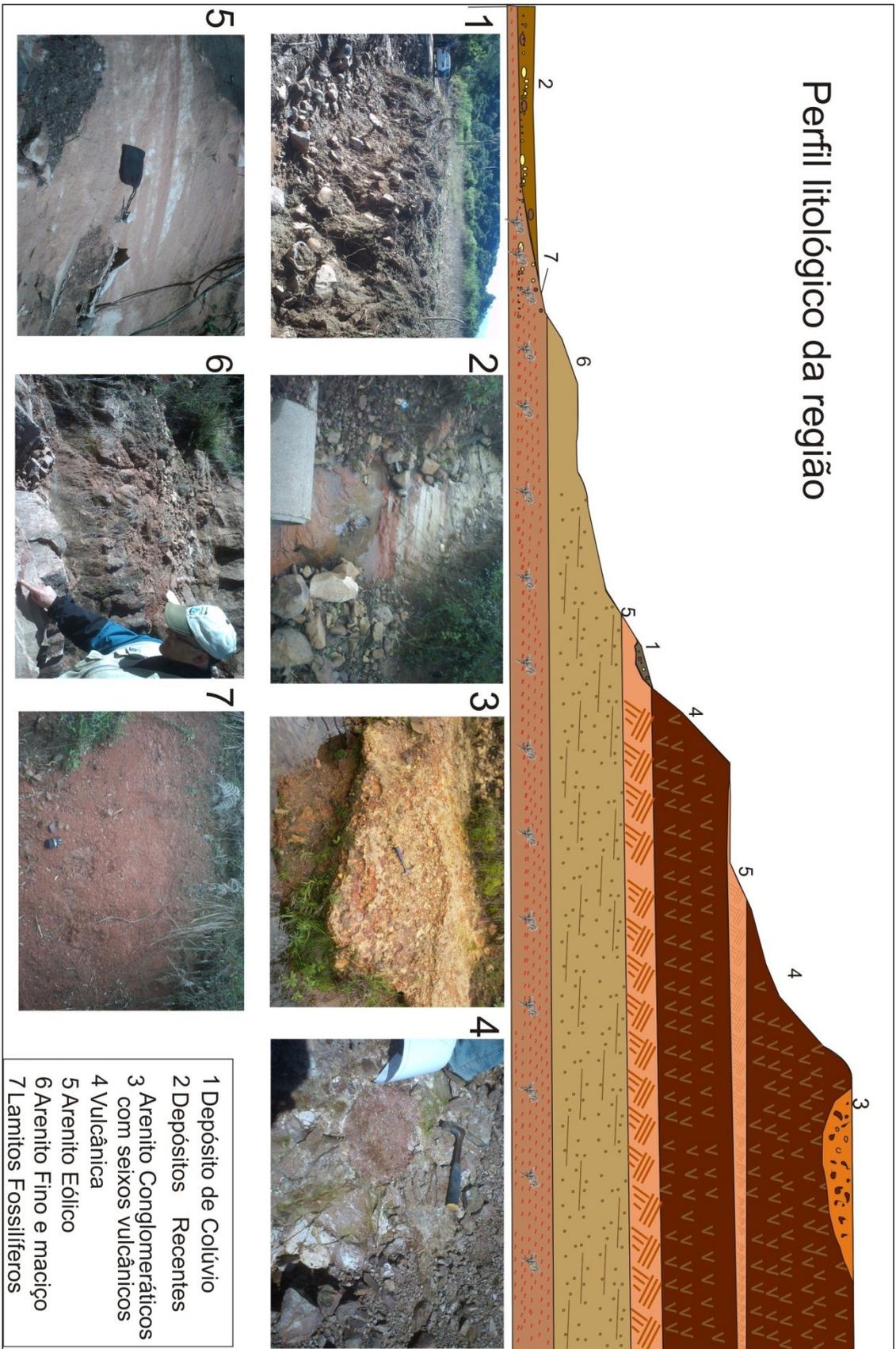


Figura 14: Perfil litoestratigráfico esquemático da área de estudo.
 Org: SCHIRMER, G. J., 2015.

Arenito Micáceo Argiloso

Esta litologia (figura 15), possui uma litologia monótona de siltito argiloso, compacto, maciço, de cor vermelho tijolo, algo micáceo. Trata-se de um lamito de argilas expansíveis. A ocorrência destes lamitos impermeáveis dificulta a circulação das águas, (BORTOLUZZI, 1974). Os pelitos apresentam-se maciços e relativamente homogêneos, contendo abundante esmectita, enquanto illita e cloritas ocorrem subordinadamente. Calcretes e septárias silicificadas aparecem com relativa frequência. Esta litologia foi depositada em condições de planícies de inundação e corpos lagunares, submetidos a regime climático com alternância de estações úmidas e secas.



Figura15: Arenito Micáceo Vermelho Restinga Seca.
Org: SCHIRMER, G.J., 2015.

Arenito Buraco Fundo

Esta unidade litológica (figura 16), está associada a formação Santa Maria e unidade litoestratigráfica Membro Passo das Tropas é muito permeável, constituído por arenitos grossos a médios, róseo - avermelhados, feldspáticos, tornando-se conglomeráticos em direção à base, com grânulos e seixos de quartzo. Possuem estratificação cruzada e camadas de siltitos arenosos vermelhos.



Figura 16: Voçorocas do Buraco Fundo, Restinga Seca.
Org: SCHIRMER, G. J., 2015.

Estes arenitos mostram caráter arcoseano, ou seja, de granulação grossa, com teores de feldspatos da ordem de 20% e escassas micas. É uma rocha formada com os fragmentos ou detritos oriundos da destruição de outras rochas - cujos componentes principais são minerais da granularidade das argilas e siltes e que se originam pela litificação de lamias, são representados por siltitos arenosos ou argilosos, (MONTARDO, 1982). O paleoambiente correspondente a esta litologia é de depósitos de preenchimento de canais fluviais perenes de moderada a baixa sinuosidade, sendo as fácies finas correspondentes a planícies de inundação.

Lamitos Fossilíferos

Esta litologia caracteriza-se por apresentar lutitos vermelhos maciços e laminados com concreções e vertebrados fósseis. Os ossos desses fósseis, encontrados com frequência, sofreram processo de carbonatação, responsável esse pela deformação e rompimento dos ossos, característica muito comum do material fossilífero encontrado nesta litologia. Ocorrem intercalações lenticulares de camadas argilosas esbranquiçadas e endurecidas, com espessura de até 30 cm, com laminação horizontal relacionado a ambientes lacustre temporários de canais efêmeros, Bortoluzzi (1974), (figura 17).

Essa litologia é encontrada nos municípios de Agudo e Dona Francisca. É de grande importância para a região, pois foram encontrados nela diversos fósseis de vertebrados, o que coloca região como um atrativo paleontológico.



Figura 17: Arenito fluvial com depósito de canal, terraço fluvial.
Org: SCHIRMER, G. J., 2015.

Arenitos Finos e Maciços

Este substrato rochoso caracteriza-se por arenitos finos, cor branca, lenticulares, maciços e com laminação horizontal e cruzada acanalada de médio e grande porte, com sua formação associada a canais fluviais, lençóis de areia e barra de pontal (depósito em curvas de rios antigos). Essa litologia encontra-se na área de base do Rebordo do Planalto, em altitudes acima de 80 metros, podendo atingir cotas altimétricas de 280 metros, (figura 18).

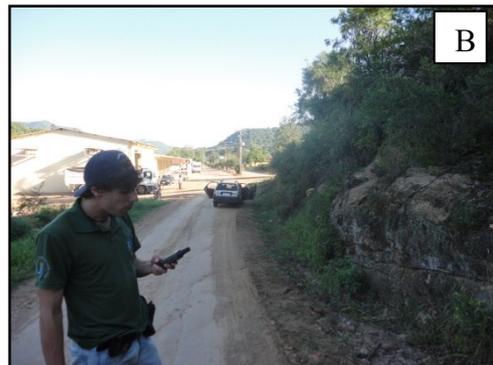


Figura 18: Foto A, afloramento de arenito fino e maciço em Nova Palma e foto B, em Dona Francisca.
Org: SCHIRMER, G. J.; 2015.

Além disso, apresenta conglomerados intraformacionais de canais fluviais; lutitos vermelhos laminado, de antiga planície de inundação. Esta unidade parece estar associada a Formação Caturrita que compõe camadas de grande espessura que intercalam-se ou passam lateralmente a siltitos e folhelhos micáceos avermelhados.

Arenito Eólico

Esta litologia, localmente, ocorre em duas formas distintas, acima do arenito fluvial e acima da primeira camada de derrame, com comportamento intertrápico. Estes arenitos, são interpretados como pertencentes a Formação Botucatu que possuem origem eólica, constituindo por grãos bem selecionados e dispostos em estratos cruzados de alto ângulo formando “sets” bastante longos.

Tais arenitos, por vezes aparecem introduzidos em fendas vulcânicas, ocorridos pelo processo de sucção, formando diques de areia. Apresenta solos arenosos de cor vermelha clara e algumas porções mais escuras devido a influência da matéria orgânica provinda da mata, com grande alteração e concreções de óxido de ferro. Os processos erosivos são intensos, ocorrendo deslizamentos com maior facilidade em períodos de chuva intensa, promovendo uma desintegração semelhante a dos arenitos fluviais. Na área de estudo estão presentes, em cotas altimétricas de 120m á 320m. Já os intertrápicos podem ser encontrados, predominantemente, em cotas altimétricas de 360 á 400 metros, (figura 19).

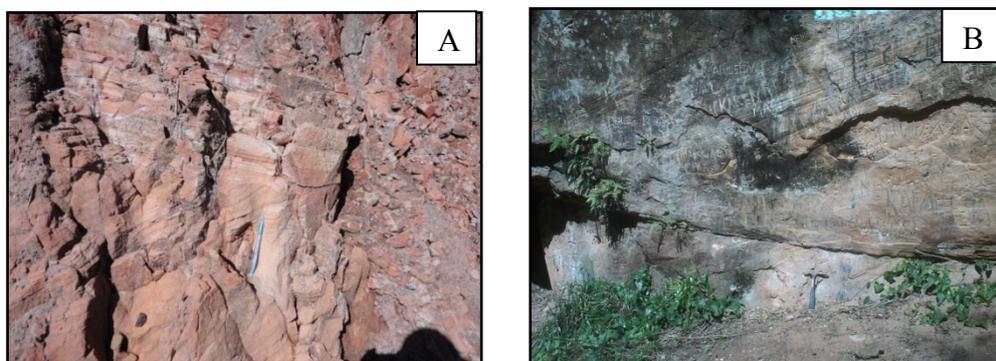


Figura 19: Foto A, arenito eólico em Nova Palma e Foto B, arenito eólico em Agudo.
Org: , G. J.,2015.

Vulcânica

As rochas vulcânicas são interpretadas como pertencentes a Formação Serra Geral, apresentam composição básica e ácida, originadas a partir dos derrames provenientes do vulcanismo fissural, ocorrido na bacia do Paraná durante a Era Mesozoica, ROISBERG (2000). Estas rochas ocorrem arrançadas conforme um padrão decrescente de idades em direção ao topo. Isso reflete um comportamento de empilhamento de lavas, em diferentes derrames, determinados pela observação da textura e estrutura das rochas. A sequencia de derrames é identificada na forma de patamares nas encostas dos vales.

A sequencia básica é constituída predominantemente por rochas efusivas, as quais são reunidas em três grandes grupos: basaltos, andesitos e basaltos com vidro vulcânico. As efusivas normalmente encontradas são agrupadas em quatro grandes tipos petrográficos: os dacitos e riódacitos felsíticos, os riólitos felsíticos e os fenobasaltos vítreos.

Essa litologia encontra-se sobre os arenitos, com exceção do dique localizado as margens do rio Jacuí nas localidades de Cerro Chato-Agudo e em Vila Rosa - Restinga Seca e de alguns *sills*² na localidade do Canto Paraná- Agudo onde tem-se a cascata Friedrich. A área onde encontra-se essa litologia, ocorrem as maiores altitudes, predomina uma topografia de morros e morrotes de encostas íngremes e declividades superiores a 15 % .

As escarpas abruptas associam-se aos contatos dos derrames, onde por vezes afloram arenitos intertraps, intercalando derrames. Ora as zonas de base do derrame se expõem na superfície, através de rochas constituídas por material vítreo, decorrente do resfriamento muito rápido da lava em contato com a superfície. Ora afloram as porções de diaclases horizontais, e textura afanítica, devido ao resfriamento mais lento da lava, ocorrendo, por vezes, algumas vesículas alongadas no sentido horizontal.

A vegetação nessas áreas é mais desenvolvida que em outras áreas litológicas. Os movimentos de massa e deslocamento de blocos também são característicos desses locais, (figura 20).

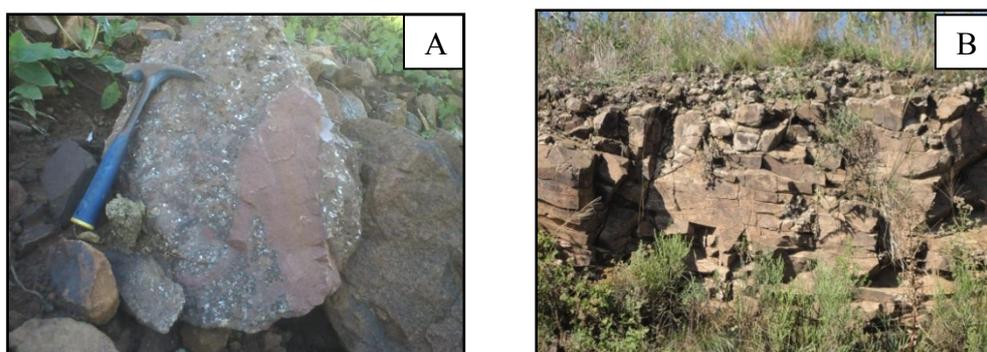


Figura 20: Foto A, amígdalas em brecha vulcânica, em Agudo e Foto B, vulcânica com fratura horizontal em Pinhal Grande.

Org: SCHIRMER, G. J., 2015.

As porções mais elevadas, por exemplo, Complexo da Serra no município de Agudo, são compostas por esse tipo de litologias, onde as rochas aflorantes são maciças de textura afanítica, de cor cinza escura quase vítrea, devido a um resfriamento rápido em contato com a

² *Sills* são afloramentos de rochas vulcânicas que penetraram entre camadas ou falhas de rochas pré-existentes.

superfície. Alguns morros e morrotes isolados possuem uma capa de rocha vulcânica, testemunhando o recuo dos derrames devido aos processos erosivos.

Depósitos Recentes

Os depósitos recentes presente nos municípios de estudo, no entanto não fazem parte da Bacia do Paraná. Esta litologia representa as áreas de acumulação recente da planície de inundação, formando pequenas faixas de deposição próximas aos cursos da água, predominando a fração areia quartzosa com grânulos e seixos de rochas vulcânicas. O relevo associado está representado por uma topografia plana com predomínio de rampas com declividades inferiores a 5% e comprimento de vertente alongado. Devido à umidade esses locais de banhado, possuem solos escuros onde se pratica o cultivo de arroz. Os depósitos fluviais distribuem-se desde os vales da encosta do Rebordo do Planalto até o sul da área de estudo. Estes depósitos são produto da sedimentação da bacia hidrográfica do Rio Jacuí e do Rio Soturno. Estão em uma porção onde altimetria é inferior a 80m.

Observou-se na área de estudo depósitos de antigos canais fluviais com seixos vulcânicos. Esta fácies representa depósitos de canal fluvial com carga cascalhosa predominante. Nas áreas planas e tem-se o cultivo do arroz, pode-se encontrar também lamitos de cor preta e cinza escuro, maciço proveniente da acumulação de matéria orgânica, (figura 21).

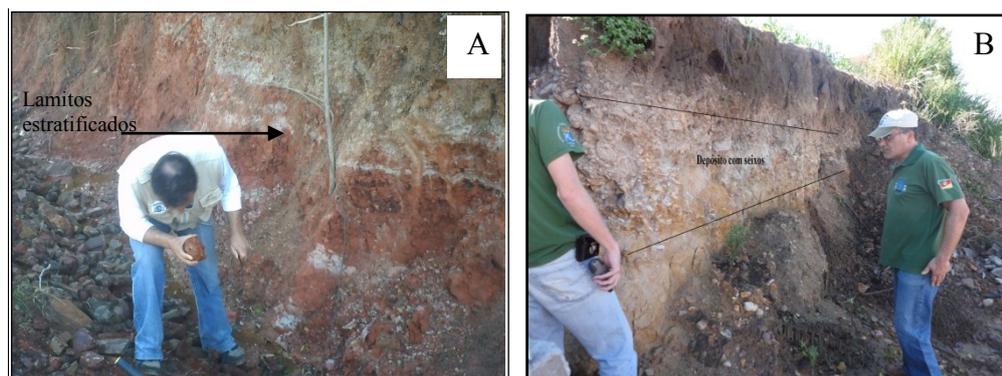


Figura 21: Foto A, Lamitos Estratificados em Agudo e Foto B, Depósito Fluvial em Faxinal do Soturno, respectivamente.

Org: SCHIRMER, G. J., 2015.

Arenitos Conglomeráticos com Seixos Vulcânicos

Arenitos de cor avermelhada, às vezes amarelo esverdeados, com granulação variável de fina a média, mal classificados, eventualmente conglomeráticos e constituídos essencialmente de quartzo. Apresentam-se, de modo geral, muito friáveis, entretanto a

cimentação por óxido de ferro e sílica aumenta significativamente a coesão. São geralmente maciços, podendo, entretanto, exibir estratificação plano-paralela e cruzada, típico de ambiente fluvial.

Essa sequência foi, durante muito tempo, interpretada como constituindo “janelas” da Formação Botucatu dentro dos basaltos da Formação Serra Geral, ou ainda como brechas vulcânicas. Menegotto, Sartori e Maciel Filho (1968) reconheceram-na como pós-Serra Geral, e anterior aos depósitos recentes, tendo introduzido a designação de Formação Tupanciretã para esses sedimentos, em referência à cidade onde predomina esse litótipo. Os conglomerados ocorrem na base da camada e são constituídos por uma matriz arenosa, de granulação fina a média, contendo seixos e blocos sub-angulosos de basalto amigdalóide e/ou efusivas ácidas totalmente alterados, calcedônia e quartzo leitoso.

No município de Pinhal Grande, observa-se uma frequência de processos de *piping*, com a formação de voçorocas nestas camadas de solo, especialmente quando as práticas agrícolas não levam em conta a fragilidade destes solos. Nas voçorocas os arenitos apresentam fendas verticais pelas quais a água percola e propicia os desabamentos, dando assim, prosseguimento a erosão regressiva.

Menegotto, Sartori e Maciel Filho (1968) estabeleceram como camadas do final do Cretáceo ou Terciário, (figura 22).

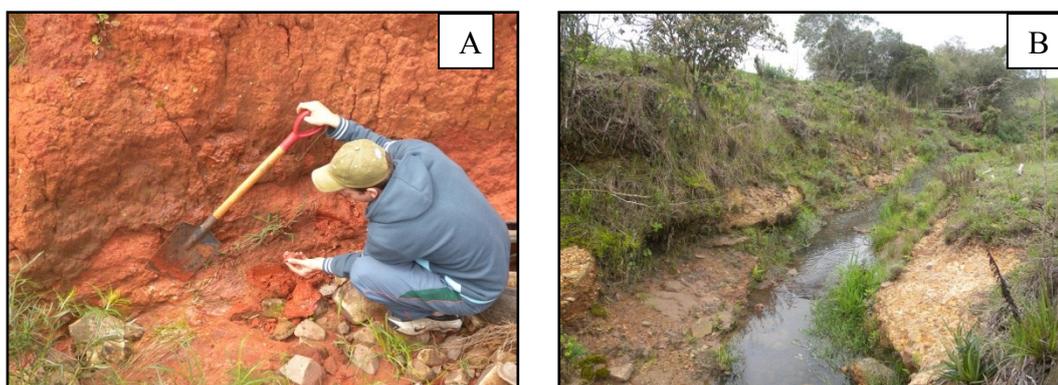


Figura 22: Foto A, rocha intemperizada a esquerda e foto B, Conglomerados junto a drenagem.
Org: SCHIRMER, 2015.

4.3. Análise da Rede Hidrográfica

A análise da rede hidrográfica permite estudar no espaço de forma integradora os elementos naturais, pois é um elemento que age diretamente sobre a estrutura que mantém a forma e influencia significativamente sobre os diversos processos geomorfológicos.

O Rio Grande do Sul possui um complexo sistema hídrico com canais, rios e lagos que cortam todo o seu território. Todo esse potencial não é valorizado nem utilizado pela sociedade de acordo com a sua importância. Somente 3% dos transportes do estado são provenientes de hidrovias. Isso acarreta em aumento nos custos de transporte, os quais dificultam a competitividade fora do estado. O sistema hidroviário geral do estado é composto pelo o Rio Ibicuí, Rio Jacuí, Rio Uruguai, Rio Quaraí e de alguns de seus afluentes.

Os municípios em estudo estão inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Jacuí que nasce no Planalto Sul Meridional, no município de Passo Fundo. A área total da bacia hidrográfica do rio Jacuí é 73.000 km², essa área corresponde a 83,5% da área da região hidrográfica do Guaíba. O comprimento total do Rio Jacuí é 800 km e a sua vazão na foz é de 1.900m³/s.

Dos municípios da área de estudo, Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivorá e Nova Palma fazem parte do Baixo Jacuí; o município de Pinhal Grande pertence ao Alto Jacuí; São João do Polêsine, Silveira Martins e Restinga Sêca possui parte de seu território na Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí e parte na Bacia Hidrográfica do Vacacaí Mirim.

A rede de drenagem atua como registro das alterações ocorridas, tanto na qualidade das águas quanto na própria configuração da rede, refletindo as mudanças condicionadas por processos naturais ou atividades antrópicas.

Os municípios de estudo possuem 17 bacias hidrográficas acima de 4ª ordem, destas bacias, 13 possuem a sua foz no Rio Jacuí, principal rio da Região Central do estado do Rio Grande do Sul e 78 sub-bacias de 1ª, 2ª e 3ª ordem, que deságuam neste rio na área de estudo.

De acordo com Villela e Mattos (1975), analisando a densidade de drenagem de maneira quantitativa, o índice de 0,5 km/km², representa bacias com drenagem pobre, e o índice extremo de 3,5 km/km² ou mais, indica bacias excepcionalmente bem drenadas. Dessa forma a área de estudo apresenta uma densidade de drenagem, de 1,39 km/km² ou seja, 1.390 metros de rede de drenagem por quilometro quadrado, que pode ser caracterizada como mediamente drenada.

Esta característica geral das bacias está representada por um relevo muito acidentado junto ao rebordo do planalto, com condições de alto escoamento superficial devido a predominância de litologias vulcânicas. Nas rochas de baixa permeabilidade, como as vulcânicas, possibilitam a formação de canais e, conseqüentemente, aumentando a densidade de drenagem. As drenagens das porções das baixas altitudes, localizadas sobre substratos areníticos com maior infiltração, apresentam menor desenvolvimento dos cursos de água.

Isso está de acordo com as considerações de Horton (1945), para um clima de comportamento semelhante como ocorre na área de estudo, a densidade de drenagem depende

do comportamento hidrológico das rochas.

Algumas das bacias hidrográficas possuem suas nascentes em outros municípios, como é o caso do Arroio Corupá, Arroio da Gringa, Arroio da Prata Arroio da Reserva, Rio Vacacaí, Rio Vacacaí Mirirn e o Rio Soturno. O sentido principal das drenagens é de NE-SW, na margem direita do Rio Jacuí e de NW-SE na margem esquerda do Jacuí, (figura 23).

O arranjo espacial dos cursos fluviais apresenta um padrão predominantemente retangular-dendrítico, com o padrão retangular devido ao significativo controle de falhas e fraturas onde os rios se estabelecem, e dendrítico por ser típico de áreas onde se encontram, de acordo com Christofolletti (1980), rochas de resistência uniforme ou estratificadas horizontalmente.

A região possui um grande potencial hidrológico porque está posicionado na faixa de transição geomorfológica, isso possibilita a ocorrência de um grande número de surgências, geralmente associado a litologia de arenito. Essa quantidade elevada de surgências vem sendo utilizadas na construção de bebedouros para o gado e de açudes para piscicultura.

Devido a amplitude altimétrica de até 500m as drenagens possuem alta energia, atuando como forte esculptador do relevo e da paisagem, e com bom potencial para produção de energia hidroelétrica em pequenas barragens. Porém, ressalta-se que as alterações antrópicas nos canais podem modificar esse potencial de energia, regulando o fluxo d'água. Isso acontece em um período de cheia, quando se libera as águas das barragens aos poucos o que pode diminuir a ocorrência de perdas por enchente. No entanto, se em algum momento romper uma barragem maximiza o poder destrutivo da enchente.

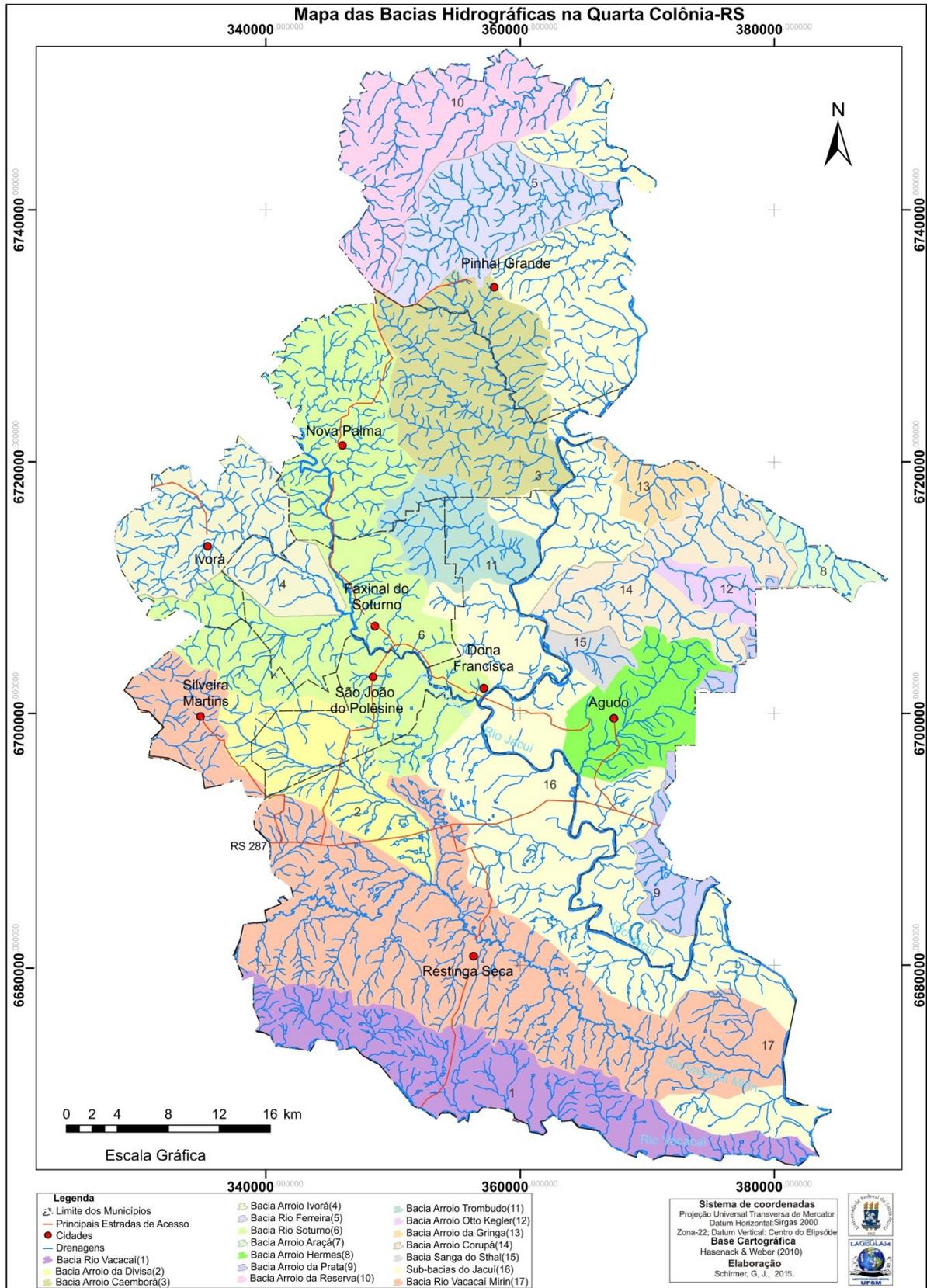


Figura 23: Mapa com principais bacias hidrográficas da área de estudo.
Org: SCHIRMER, 2015.

A principal barragem existente na região da Quarta Colônia e a Usina Hidroelétrica Dona Francisca, (figura 24). É uma barragem construída entre os municípios de Agudo e Nova Palma, para a produção de energia elétrica, foi implantada no curso médio do Rio Jacuí (29°26'50''S; 53°16'50''W), em outubro de 2000. O reservatório encontra-se sobre um leito de rochas vulcânicas em associação com sedimentares, operando com um nível de água máximo de 94,5 m, perfazendo 1.337 ha de área inundada, foi constituída em concreto, com altura de 51 m e comprimento de 610m. Utilizando-se das corredeiras do Rio Jacuí, a usina possui capacidade hidroenergética de 125 MW.



Figura 24: Usina Hidrelétrica de Dona Francisca.
Fonte: Site Panorâmio.

Esta Usina afetou com seu represamento de água, seis municípios, sendo eles: Agudo, Ibarama, Arroio do Tigre, Pinhal Grande, Nova Palma, e Estrela Velha. Contabilizando, segundo o observatório sócio-ambiental de barragens, mais de 518 propriedades rurais; 440 famílias; contabilizando um total de 2.709 pessoas diretamente atingidas.

4.4. Caracterização dos Constituintes do Relevo

O relevo da área de estudo é bastante variado, apresentando desde áreas de baixas altitudes suavemente onduladas e aplainadas, como a planície de inundação dos rios e arroios, até áreas com encostas íngremes do rebordo do planalto, além de áreas suavemente onduladas a onduladas no topo do planalto e médio curso das drenagens.

Na análise do relevo foram considerados os parâmetros referentes à hipsometria, a declividade da área e a análise das vertentes, determinando as formas de relevo.

4.4.1. Hipsometria

A menor cota altimétrica ocorre a nível de 20 metros, junto à planície do Rio Jacuí. A maior cota é de 617 metros, na localidade de Linha dos Pomeranos no município de Agudo, resultando em uma amplitude altimétrica de 597 metros. Devido a essa diferença de amplitude, a área foi setorizada em 6 classes de altitude para uma melhor visualização da hipsometria da área. O MDE (Modelo Digital de Elevação), (figura 25), apresenta as referidas classes.

Porções de menores altitudes, classe de 20-120m, limitam-se as margens do Jacuí adentrando, principalmente, as porções planas dos principais afluentes conforme mostra o mapa. Essa área sofre influência deposicional de sedimentos transportados pelo rio Jacuí e dos arroios que deságuam neste rio, formando uma planície de inundação.

A segunda classe apresenta altitudes entre 121-220m, em uma área que se estende pelo baixo e médio curso próximo das drenagens. Essa área possui formas de colinas, que vão de ondulado a fortemente ondulado.

A partir da classe 3, que compreende as altitudes entre 221-320m, ocupa a área que começa principalmente no noroeste e nordeste da área e estudo. Este limite topograficamente é definido pelo início do rebordo do Planalto, área de afloramento de paredões e de relevo escarpado, com pequenos patamares entre-escarpas. Entre as cotas 321-420 e 421-520m, classes 4 e 5, predominam feições de paredões com drenagens encaixadas.

Da área de estudo, no município de Agudo é onde encontram-se as porções mais elevadas do relevo, classe 6 entre 521 e 620m. Essa área apresenta topografia suavemente ondulada a ondulada, com presença de topos de morros. A menor variação de cotas altimétricas no território é encontrada no município de Restinga Seca, localizado entre as cotas 20 e 320metros.

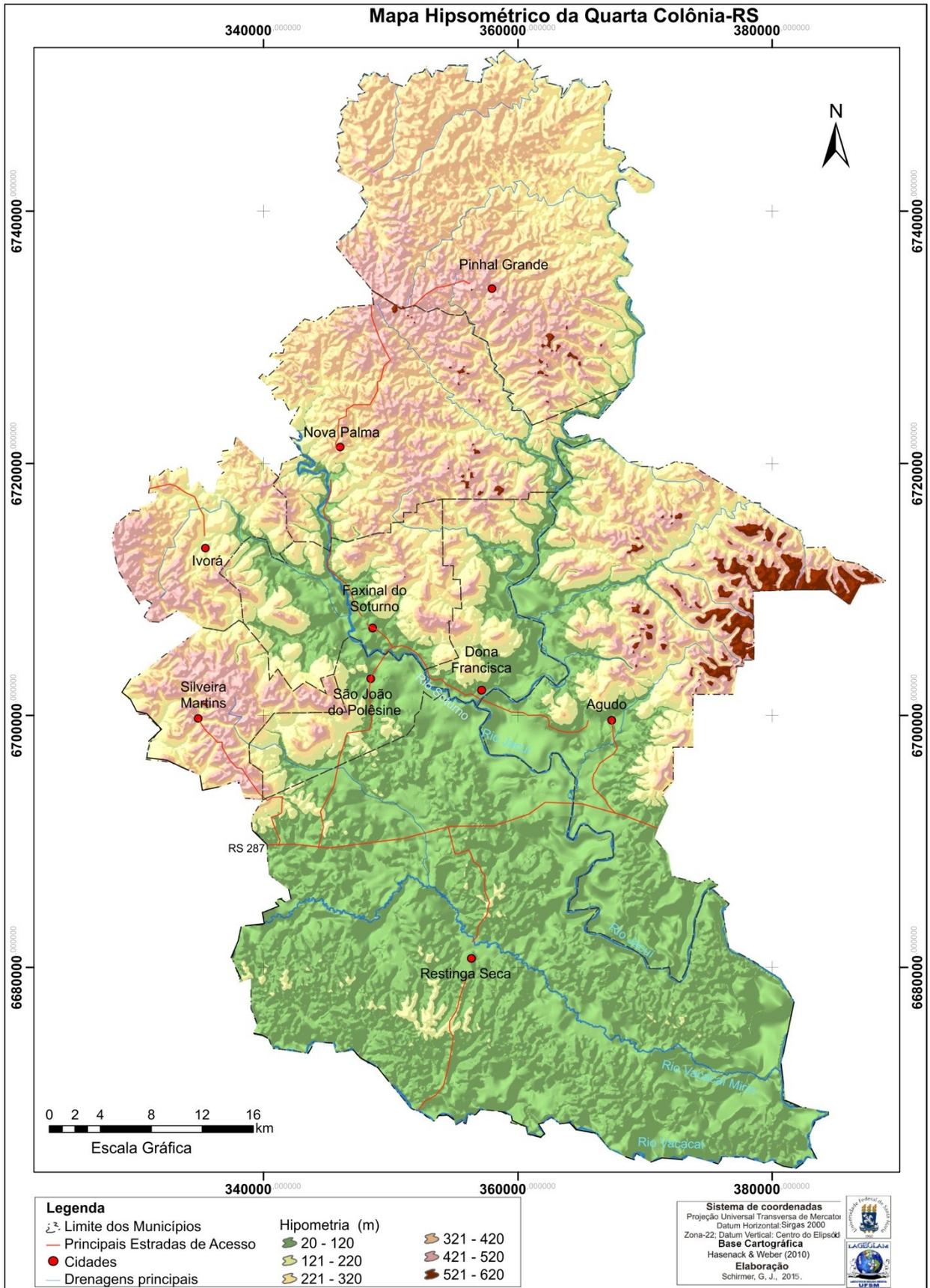


Figura 25: Modelo Numérico do Terreno dos municípios em estudo.
 Org: SCHIRMER, 2015.

4.4.2. Declividade

O intervalo de declividade predominante é o menor de 5%, estas se distribuem em todas as altitudes. A (figura 26) apresenta o mapa de declividade dos municípios em estudo.

As áreas de declividade menor de 5%, ocorrem associadas às vertentes amplas e suaves das planícies da Depressão Periférica. Este intervalo corresponde a áreas caracterizadas por um relevo plano. Em baixas altitudes, junto á rede de drenagem, podem ocorrer processos de inundação e de acumulação de sedimentos, onde na região é realizado o cultivo do arroz.

Em áreas de altitude elevada e com declividades entre 5 e 15%, encontram-se áreas de lavouras onde predominam atividades de cultivo de soja e uso para pecuária. Essas declividades entre 5 a 15%, representam os locais onde os processos erosivos passam a atuar mais intensamente.

Nas áreas compreendidas entre 30 - 47%, o corte da vegetação precisa ser controlado, pois os processos erosivos e de deslizamentos são muito significativos. Em áreas urbanas, declividades neste intervalo, indicam restrição de uso. Nos municípios em questão ainda é possível ser visualizado o uso agrícola braçal, principalmente para o cultivo de feijão para subsistência.

As declividades acima de 47% são menos expressivas na área de estudo e marcam uma importante ruptura do relevo, onde inicia o Rebordo do Planalto, além de definir as encostas íngremes dos morros testemunhos. As áreas que apresentam declividade enquadrada nesta área são consideradas de Áreas de Conservação Permanentes pelo código florestal.

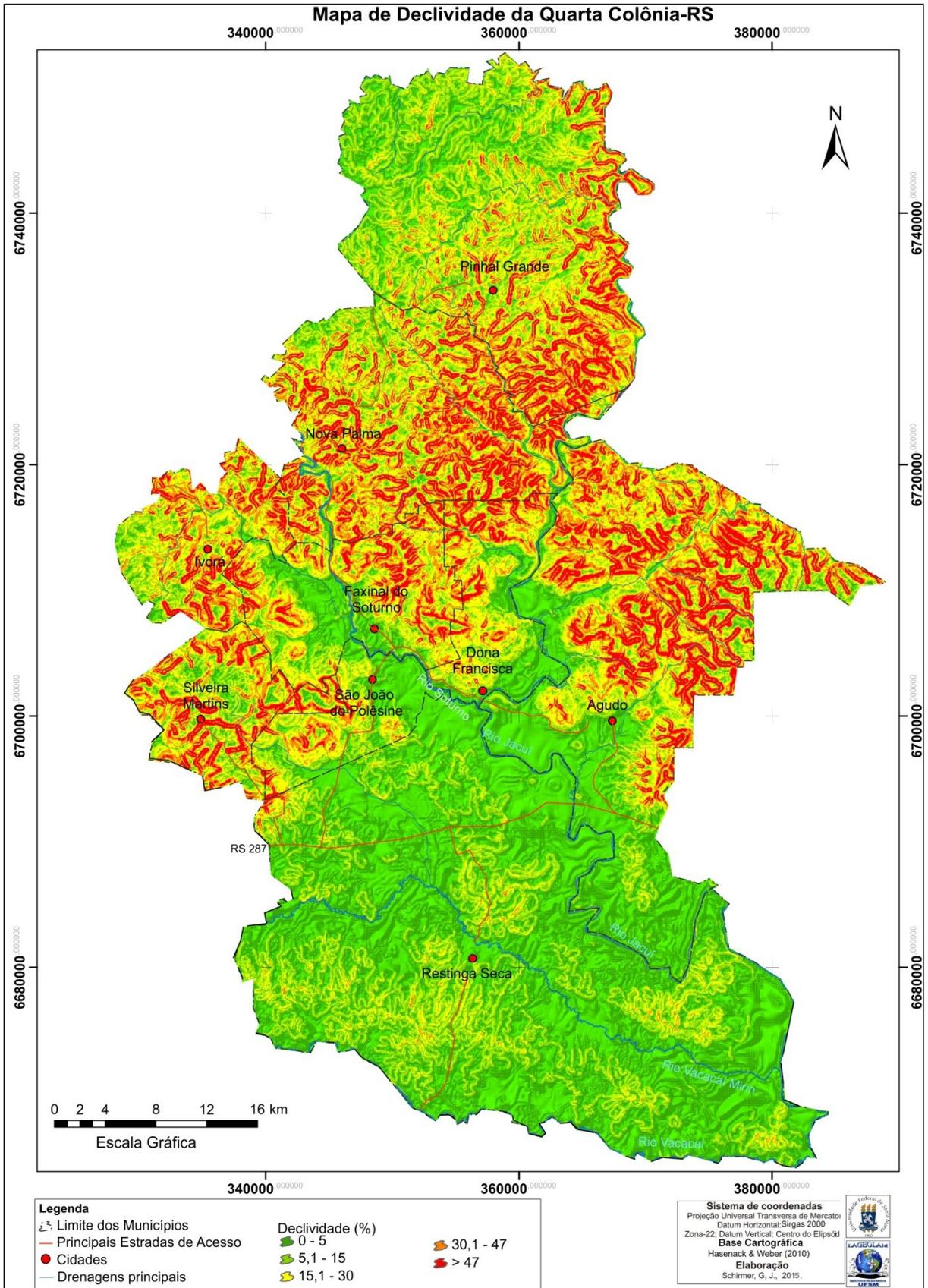


Figura 26: Declividade da área de estudo.
 Org: SCHIRMER, 2015.

4.4.3. Análise das formas do relevo

O relevo resulta da ação da erosão diferencial, a qual está associada à natureza da rocha e as condições climáticas, além de eventos tectônicos. Quanto mais resistente a rocha menor será a atuação dos processos de intemperismo e erosão. As influências das condições climáticas dizem respeito ao tipo de clima existente em cada local. Quanto maior o grau de insolação e a quantidade de precipitação, maior será a atuação dos processos de intemperismo e erosão.

O estudo das vertentes, de acordo com Bigarella (2003), constitui um dos setores mais importantes da pesquisa geomorfológica, uma vez que esta abrange a maior parte da paisagem, fornecendo água e sedimentos para os cursos de água que drenam as bacias hidrográficas. Da mesma forma, para Ross (1992), a dinâmica atual do relevo melhor se manifesta nas vertentes, e é portanto nesse local onde a ação humana pode atuar, pois a vertente é o resultado da morfodinâmica atual.

As formas que o relevo apresenta são ao mesmo tempo consequências da atuação de forças endógenas e exógenas, bem como das suas causas, pois através de variações topográficas e morfológicas abre-se espaço para a interferência da ação da gravidade, que possibilita, por exemplo, o deslocamento de matéria e energia líquida ou sólida das partes mais altas para as mais baixas, em um processo contínuo de desgaste dos terrenos elevados e de acumulação nos segmentos mais baixos (ROSS, 1990).

Para a análise das formas de relevo os atributos topográficos foram parametrizados a partir de variáveis, tais como altitude, declividade, perfil e plano de curvatura. A configuração da vertente de acordo com a curvatura em plano, ou em perfil, pode ser usada na identificação de áreas de distintos processos e dinâmica hidrológica (PENNOCK *et al.*, 1987).

O atributo de declividade é um dos mais utilizados para caracterização do relevo, pois permite uma primeira indicação dos processos morfogenéticos atuantes. A altimetria, também já abordada no subcapítulo anterior, é um importante parâmetro a ser analisado, pois através dela se estabelece a capacidade de geração de energia na vertente.

Mapa de Unidades de relevo

As formas de relevo foram classificadas através da proposta do Instituto de Pesquisa Tecnológico IPT (1981). A partir da imagem 3D definiu-se as áreas de maior elevação e dissecação sendo possível obter-se a visualização das formas existentes na superfície. Com uma sobreposição dos canais de drenagem sobre a imagem, geração de perfis e de trabalhos

de campo, percebe-se as diferentes formas de relevo existentes e como se apresentam a medida que distanciam-se desses canais.

Os levantamentos permitiram dividir a área, de uma forma geral, em três principais feições: a parte sul, próximas do rio Jacuí onde o relevo apresenta extensas planícies, onde é tradicionalmente realizado o cultivo do arroz; a parte central da área, onde começa a surgir formas de entalhamento no substrato rochoso, como vales e paredões rochosos; e, por fim, a parte norte que apresenta um relevo suavemente ondulado a ondulado.

O mapa de Unidades de Relevo (Figura 27) permitiu a definição de áreas distintas utilizando elementos de declividade, amplitude, comprimento de vertente, e parâmetros da rede de drenagem. Assim, a partir da análise dos dados obtidos foram definidas 8 unidades com feições e respostas aos processos de dinâmica superficial semelhantes.

Unidade I - Rampas de Fundos de Vale

Esta unidade apresenta uma topografia de relevo plano, na qual predominam as rampas em áreas de fundo de vale, (figura 28). Associam-se as menores declividades em áreas inferiores a 5%. As altitudes predominantes são acima de 80m, atingindo 200m. Região caracterizada por áreas com drenagens encaixadas em direção ao topo, formadas por vários cursos d'água que cortam as áreas escarpadas e de material coluvial.

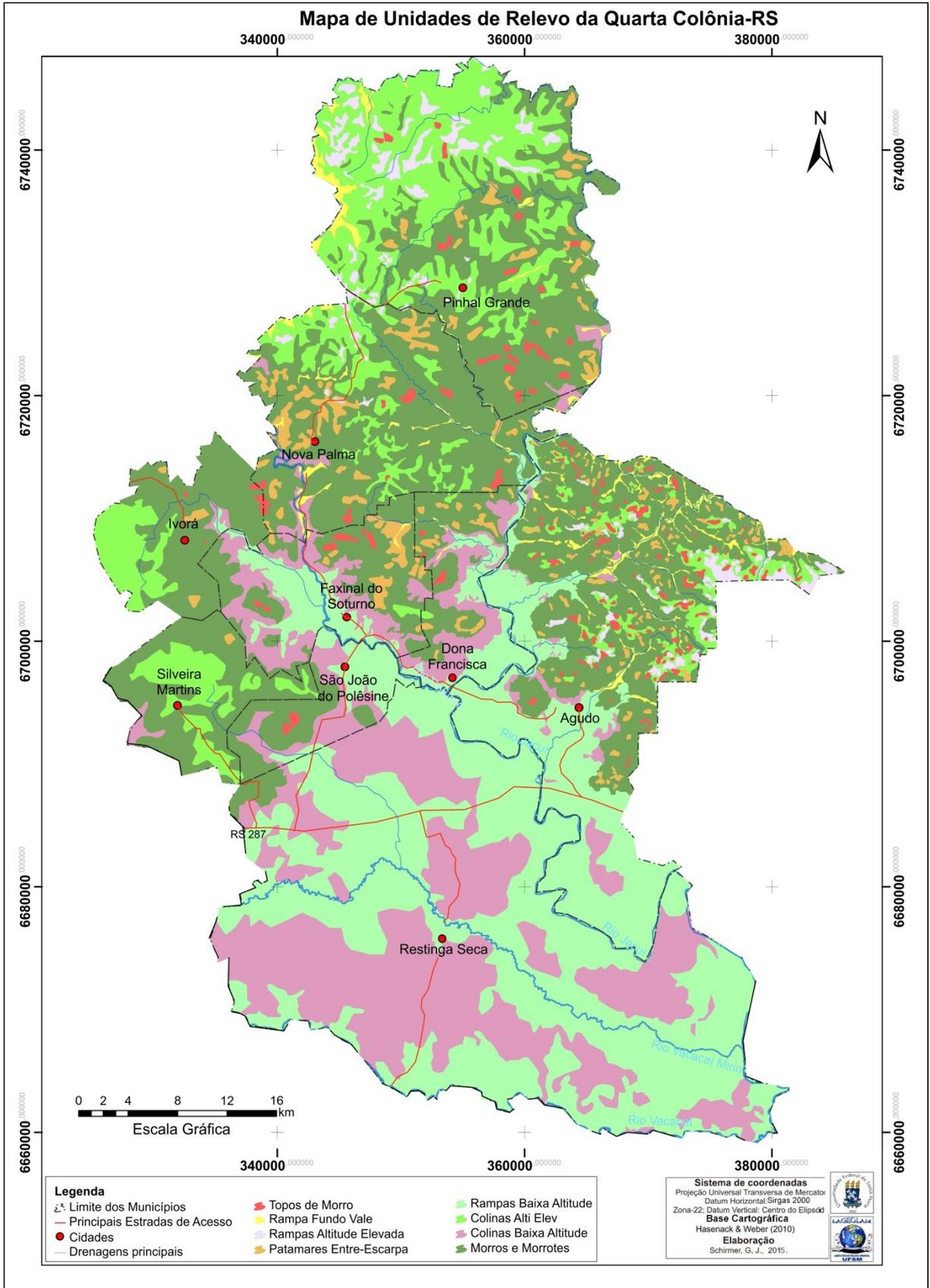


Figura 27: Mapa com as unidades de relevo da área de estudo.
 Org: SCHIRMER, 2015.

A morfologia dessas áreas caracteriza-se por porções levemente onduladas e parte rapidamente para áreas de escarpa com declividade acentuada. Além disso, apresenta vales abertos nas porções de foz das pequenas drenagens e em direção as nascentes, os vales ficam fechados. Essa configuração morfológica resulta na formação de solo a partir de alúvio-colúvio através do retrabalhamento do material desgastado das vertentes, (figura 28).

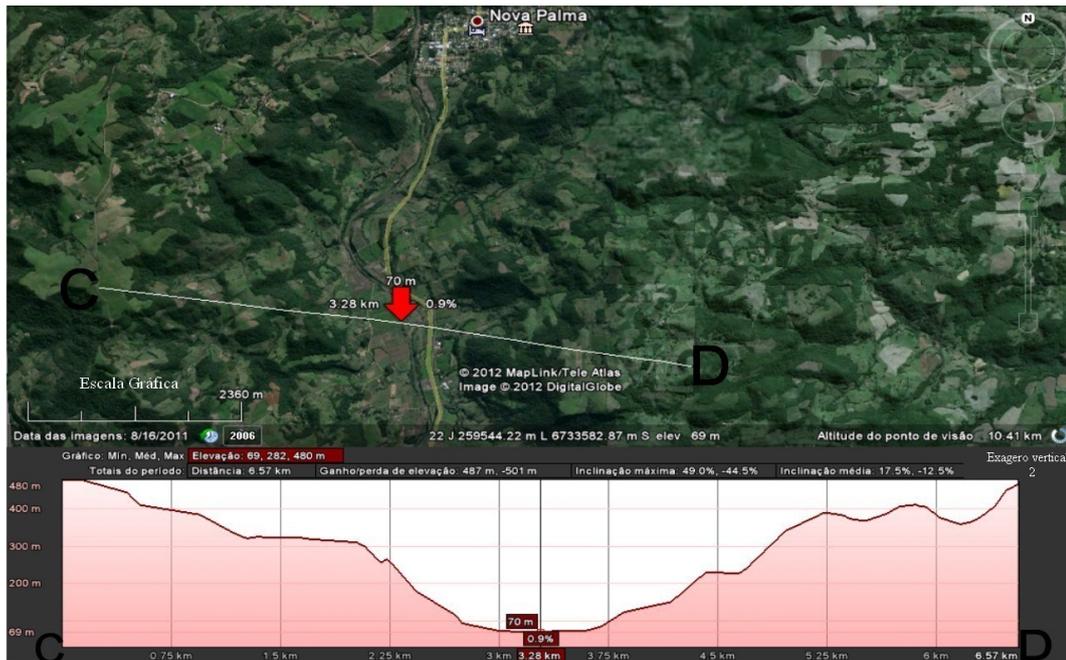


Figura 28: Perfil topográfico representando uma Rampa de Fundo de Vale, Rincão dos Freu, Nova Palma.
 Fonte: Google Earth, 16/03/2011.
 Org: SCHIRMER, 2015.

Unidade II - Rampas de Altitudes Elevadas

São definidas pela baixa declividade, menor que 5% e em altitudes maiores que 400 metros, (figura 29). Localiza-se principalmente na porção nordeste do município Agudo, Norte de Nova Palma, Norte de Pinhal Grande, Leste de Ivorá e centro de Silveira Martins.

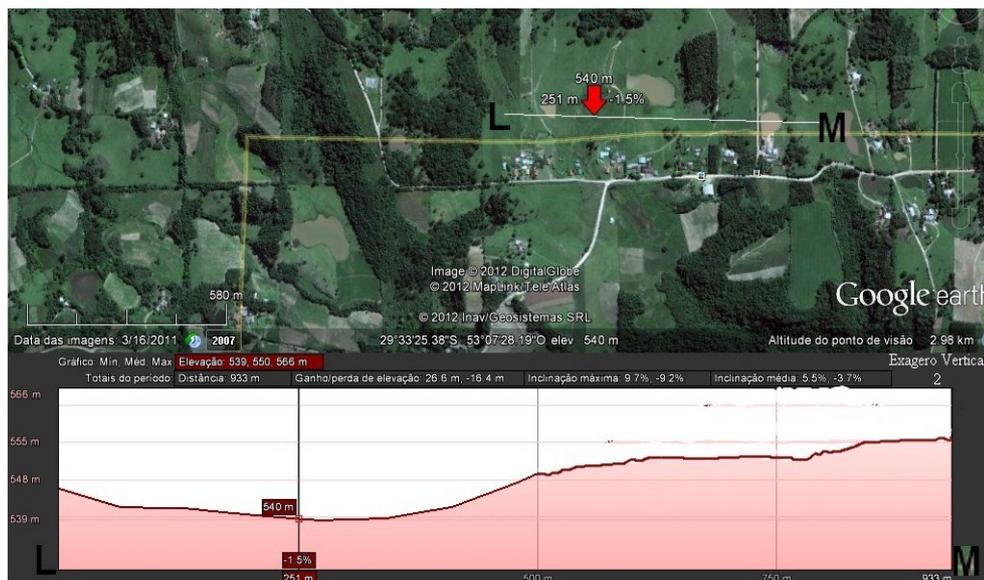


Figura 29: Perfil topográfico com Rampas em Altitudes Elevadas, Complexo da Serra, Agudo.
 Fonte: Google Earth, 16/03/2011.
 Org: SCHIRMER, 2015.

Unidade III – Rampas de Baixas Altitudes

A definição de Rampas de Baixas Altitudes ocorreu a partir da identificação de porções entre as áreas de planície de inundação do rio Jacuí e as Colinas de Baixa Altitude (Figura 30), área essa com altimetria menor que 80m e com pequenas porções de colinas, onde as declividades são baixas, <5%, conferindo à paisagem uma topografia plana. Nessa região estão presentes atividades agrícolas voltadas para o cultivo do arroz e pecuária.

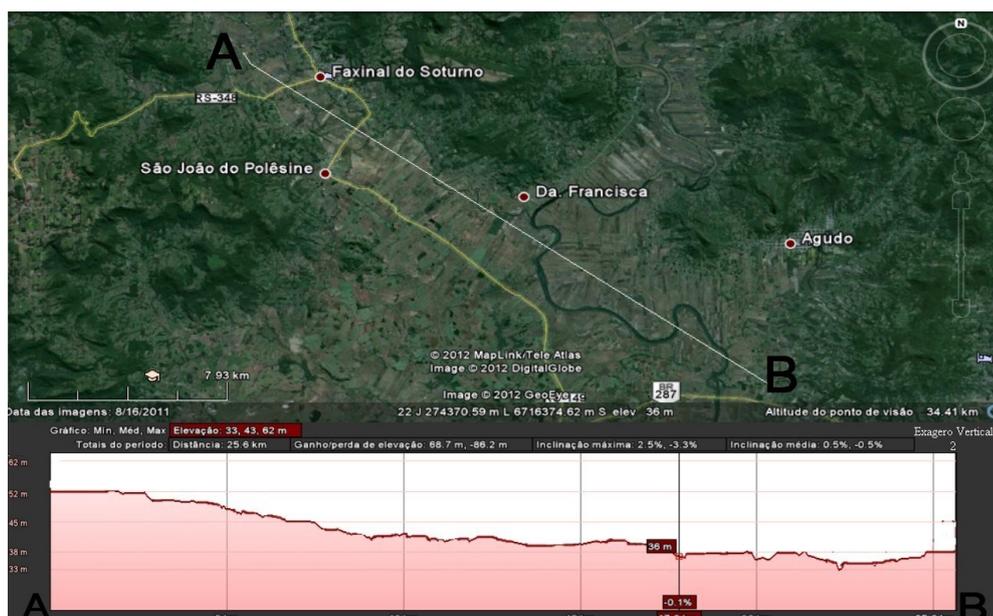


Figura 30: Perfil topográfico com Rampas de Baixa Altitude nas várzeas do rio Soturno e do Rio Jacuí, Faxinal do Soturno, Dona Francisca e Agudo.
 Fonte: Google Earth, 16/03/2011.
 Org: SCHIRMER, 2015.

Unidade IV - Colinas de Altitudes Elevadas

As colinas de altitudes elevadas caracterizam-se por possuir forma suavemente ondulada, em altitudes acima de 400m e com declividade entre 5 e 15%, (figura 31). A agricultura desenvolvida nessa área é predominantemente o cultivo do fumo em Agudo e de soja e trigo nos demais municípios.

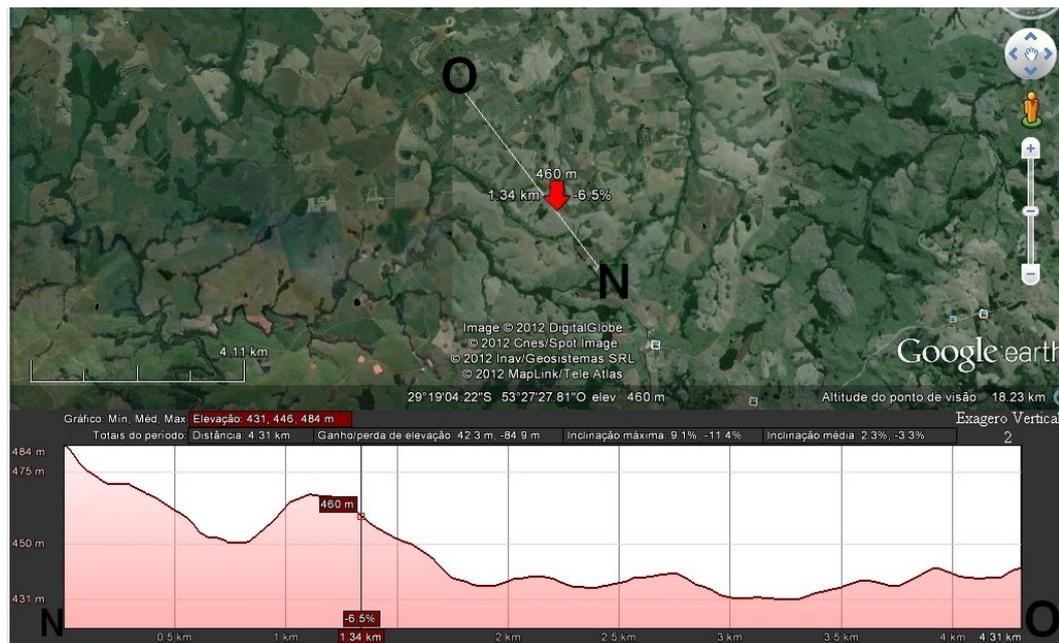


Figura 31: Perfil topográfico com Colinas em Altitudes Elevadas, na localidade de Rincão do Apel, Pinhal Grande.

Fonte: Google Earth, 16/03/2011.
Org: SCHIRMER, 2015.

Unidade V - Colinas de Baixas Altitudes

Esta unidade é constituída por um relevo colinoso com vertentes onduladas e levemente onduladas em declividades de 5 a 15%, (figura 32). Nestas áreas a ação dos processos erosivos é, relativamente, significativa. A litologia dessas áreas é composta por arenitos com presença de conglomerados indicando antigos canais. Os solos são predominantemente Argissolos.



Figura 32: Perfil topográfico com Colinas em Baixas Altitudes, Sítio dos Melo, Faxinal do Soturno.
 Fonte: Google Earth, 16/03/2011.
 Org: SCHIRMER, 2015.

Unidade VI - Patamares entre-escarpas

Nas vertentes com relevo muito inclinado estão presentes porções planas a levemente onduladas constituindo patamares entre escarpas, (figura 33). Formam-se devido a diferença de resistência das rochas.

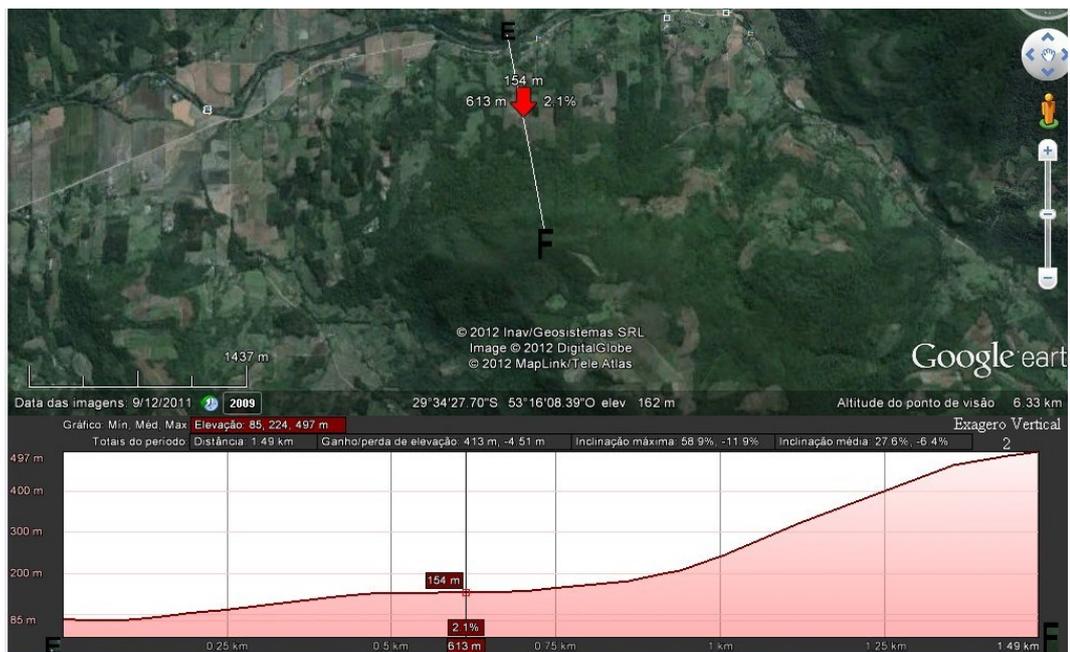


Figura 33: Perfil topográfico com Patamares Entre-Escarpa, em Linha Boêmia, Agudo.
 Fonte: Google Earth, 16/03/2011.
 Org: SCHIRMER, 2015.

Os patamares entre-escarpas são constituídos por áreas levemente onduladas com declividade inferior à 15%, localizadas na meia encosta da vertente e, normalmente, marcando contato de derrames vulcânicos. Nas demais porções da escarpa, a vertente possui declividade acentuada, normalmente acima de 47% na porção inferior do patamar, e entre 30 e 47% na porção superior do patamar. Os patamares apresentam solos com espessura entre 20cm e 1,20m, propícios para o desenvolvimento da agricultura. Na maioria dos casos, esta atividade é realizada a partir da tração animal pela dificuldade de acesso do maquinário. Porém nos últimos anos tem se intensificado o uso de maquinários nessas áreas devido ao cultivo de soja, embora o acesso proporcione altos riscos de acidente.

Unidade VII - Topos de morro

Nas áreas de topo de morro (figura 34) a declividade varia entre 15% e 30%, o solo possui coloração marrom escuro (cor bruna), variando de 10 a 20 cm de profundidade. São superfícies mais resistentes a erosão que resultam em morros isolados situados em superfícies onduladas e elevadas.

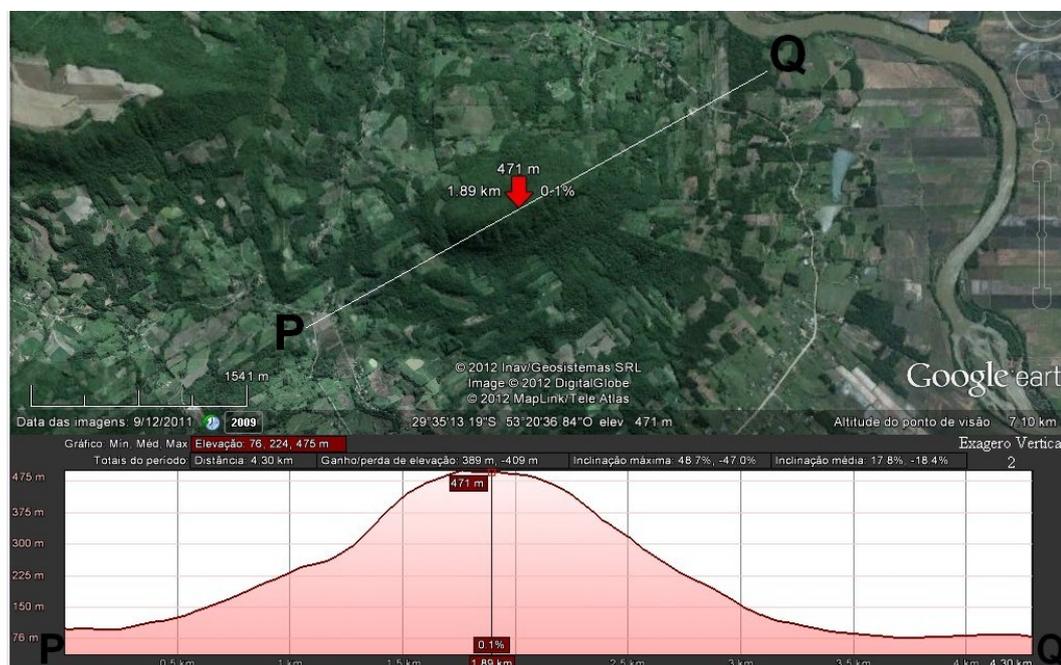


Figura 34: Perfil topográfico com Topos de Morro, Cerro Formoso, Dona Francisca.

Fonte: Google Earth, 16/03/2011.

Org: SCHIRMER, 2015.

Unidade VIII - Associação de Morros e Morrotes

De acordo com Florenzano (2008), entende-se por morros médias elevações do terreno, com domínio de topos arredondados, na área de estudo apresentam amplitudes entre 101m e 300m e declividades altas. Os morrotes são porções de baixas elevações do terreno, com domínio de topos de arredondados, que na área de estudo apresentam amplitudes entre 30m e 100 m e declividades altas.

Esta unidade predomina nos municípios em estudo, com declividade muito acentuada, predominando declividade acima de 30%, (figura 35). Essas áreas são pertencentes à unidade de relevo do Rebordo do Planalto Rio-Grandense, formado a partir da erosão e entalhamento das camadas de rochas areníticas e basálticas, resultando em encostas íngremes de cabeceiras de drenagens.

Nessa área ocorrem processos de dissecação, associados a movimentos de massa devido às altas declividades. Nas porções de base da encosta registra-se a presença de depósitos de tálus e depósitos coluvionares, resultantes de processos erosivos sendo compostos pela combinação solo-rocha. Nessa área é onde encontra-se a maior parcela da cobertura vegetal dos municípios.

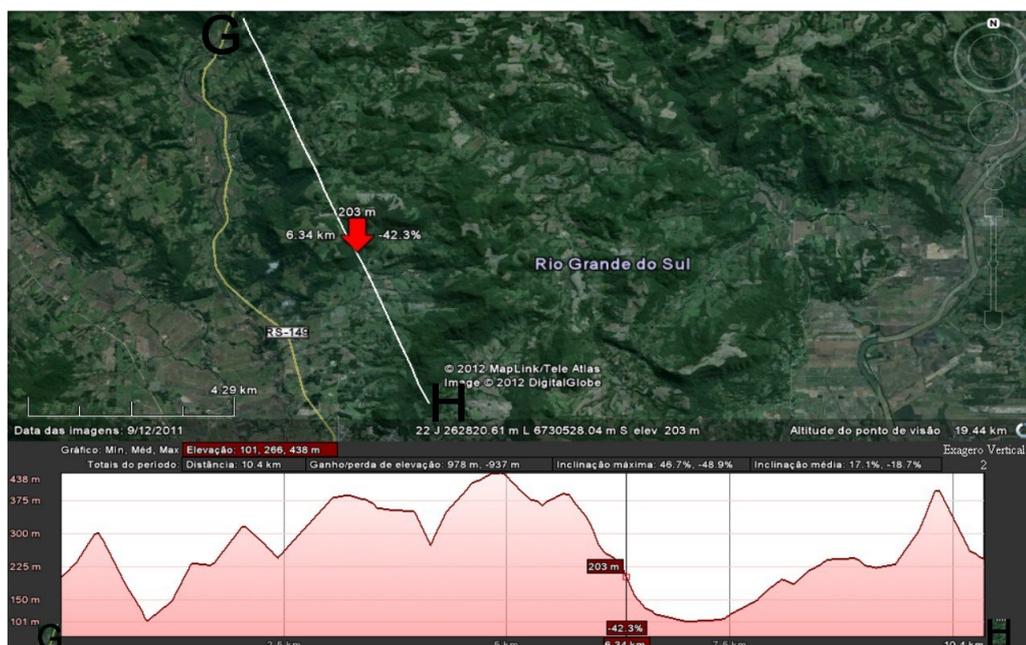


Figura 35: Perfil topográfico entre os municípios de Faxinal do Soturno e Nova Palma.

Fonte: Google Earth, 16/03/2011.

Org: SCHIRMER, 2015.

4.4.4. Análise da curvatura das vertentes

Plano de Curvatura

Na área de estudo o mapa que apresenta as classes do plano de curvatura mostram-se predominantemente divergentes (com divergência de linhas de fluxo) em 51% da área e convergente (com convergência de linhas de fluxo) em 49%, (figura 36).

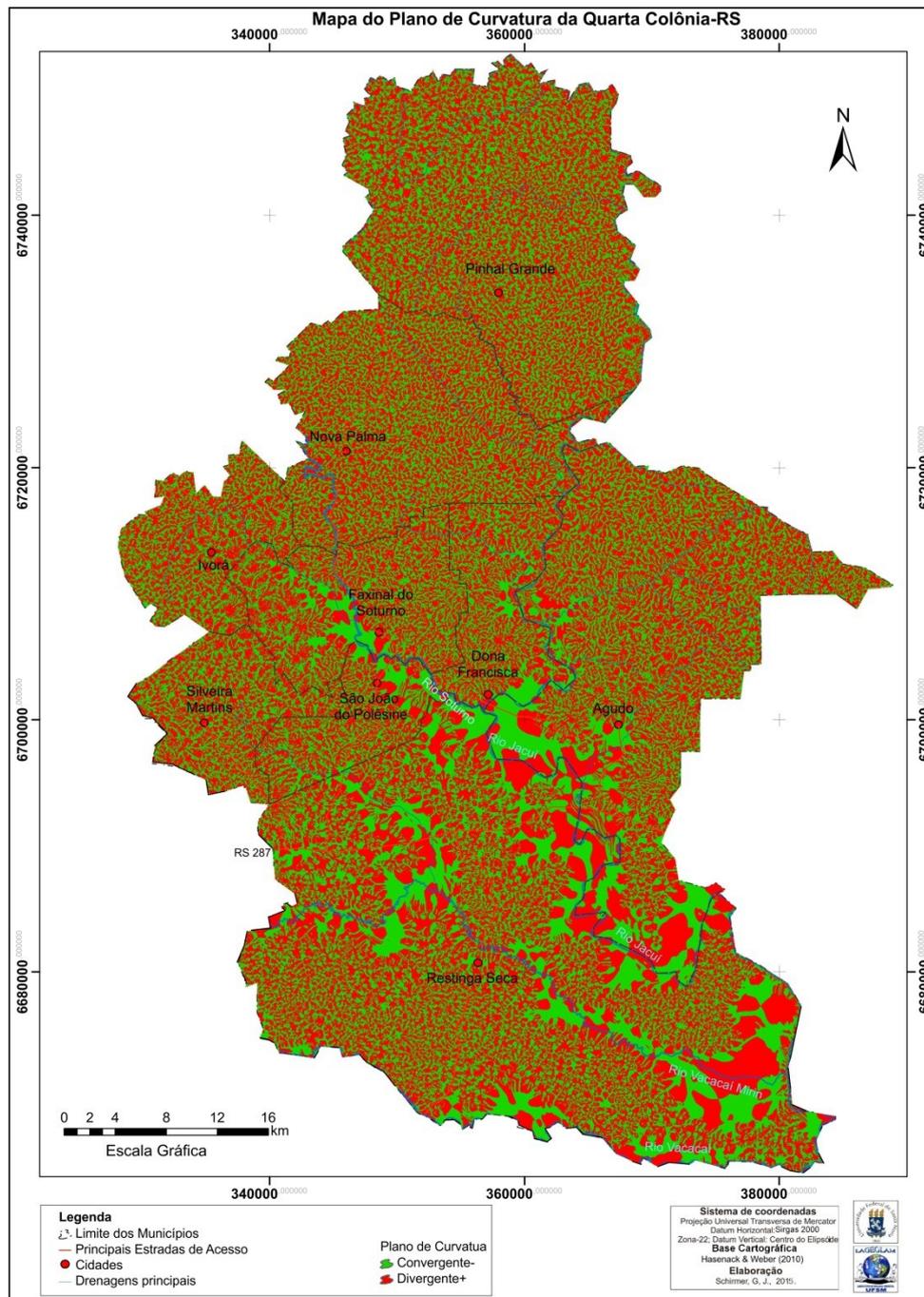


Figura 36: Mapa com representação do plano de curvatura da vertente.
Org: SCHIRMER, 2015.

O plano de curvatura da vertente corresponde a variação do gradiente de arqueamento na direção ortogonal da vertente (curvatura da superfície perpendicular à direção da inclinação) e refere-se ao caráter divergente/convergente do terreno. O plano de curvatura representa a medida da convergência e divergência topográfica e por isso influencia a concentração de água na paisagem (SIRTOLI et al., 2008). Na área de estudo há uma maior divergência devido apresentar relevo montanhoso. Esta característica favorece o desencadeamento de processo erosivo.

As áreas convergentes representam os vales e as divergentes os interflúvios. Esse atributo mensura a propensão do fluxo hídrico em convergir ou divergir à medida que perpassa o terreno (GALLANT e WILSON, 2000), assim está relacionado aos processos de migração e acúmulo de água, minerais e matéria orgânica no solo através da superfície e subsuperfície, proporcionados pela gravidade, desempenhando importante papel sobre o balanço hídrico e os processos de pedogênese (VALERIANO e CARVALHO JÚNIOR, 2003).

Perfil de Curvatura

O perfil de curvatura representa a forma da vertente no sentido descendente e indica a proporção de mudança do potencial do gradiente, influenciando no fluxo da água e na velocidade de processos de transporte de sedimentos, sendo que neste trabalho foram consideradas as formas côncava e convexa, (figura 37). A curvatura no perfil é a taxa de variação da declividade na direção do aspecto enquanto a curvatura no plano é a taxa de variação da declividade na direção ortogonal a do aspecto (MENDIONDO et. al, 1998).

Segundo Cunha (1991), o perfil de uma encosta está relacionado a variação da sua declividade ao longo de sua extensão, sendo que as encostas de perfil retilíneo a declividade se mantém constante ao longo de sua extensão, as de perfil convexo, tendem a diminuir e, nas de perfil côncavo, a declividade tende a crescer, com o aumento da altura na encosta.

Devido sua capacidade de influenciar na velocidade do escoamento superficial de água e de sedimentos, este atributo é importante na realização de análises dos processos de dinâmicas superficiais que ocorrem na vertente.

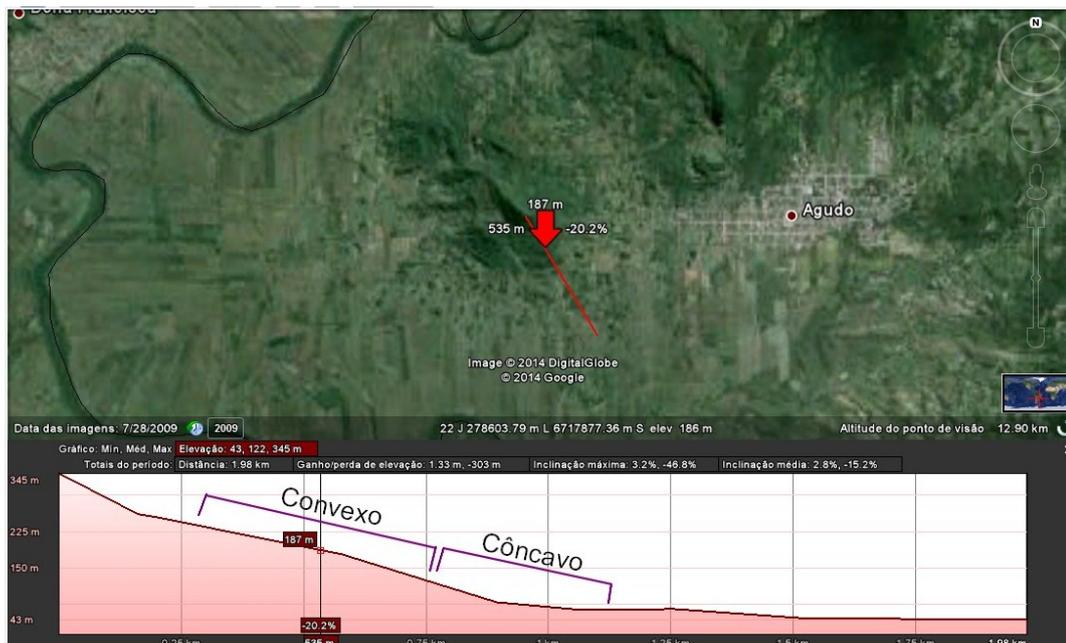


Figura 37: Perfil de elevação da vertente sul do Morro Agudo com indicação dos locais onde o perfil é Côncavo e onde é Cônvexo.

Fonte: Google Earth, 04/09/2013.

Org: SCHIRMER, 2015.

O mapa de perfil de curvatura da área de estudo (Figura 38) apresenta segmentos de vertente convexas nos divisores de água, representando 51% da área de estudo, segmentos côncavos nos terços médio/inferior das vertentes em 49% da área.

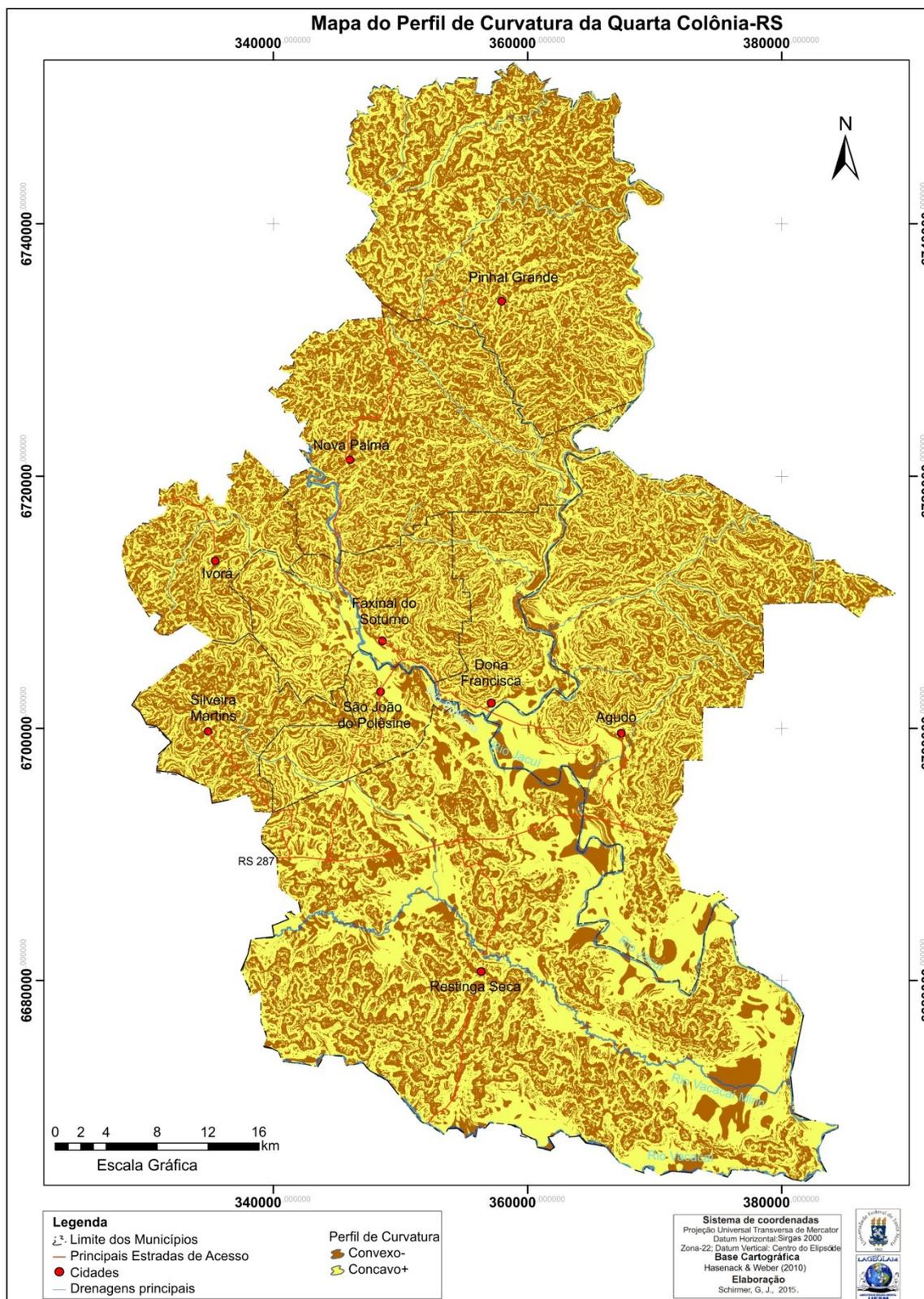


Figura 38: Mapa com representação do perfil de curvatura das vertentes na Quarta Colônia.
 Org: SCHIRMER, 2015.

Unidades Geomorfométricas

Entende-se por geomorfometria neste trabalho, o detalhamento da análise sobre os processos envolvidos nos diferentes setores da vertente de uma unidade de relevo.

Tem-se como exemplo a determinação das unidades geomorfométricas realizada por (Tentin et al, 2014), a partir do cruzamento de informações sobre a vertente como: Altimetria maior que média da área, altimetria menor que a média da área, declividade maior que 5% e declividade menor que 5%, plano de curvatura divergente, plano de curvatura convergente, plano de curvatura plano, perfil côncavo e perfil convexo.

Neste trabalho a determinação e análises geomorfométricas foram realizadas através de processamentos automáticos no SIG. Sendo assim neste trabalho o termo geomorfometria significa a realização de uma análise digital detalhada do relevo, onde a parametrização do relevo refere-se à representação quantitativa das características morfológicas da paisagem descritas de forma contínua por meio de equações aplicadas a modelos numéricos de representação do terreno. Cabe destacar que as unidades de relevo coincidem com a generalização dessa classificação do relevo. Assim, pode-se dizer que as unidades geomorfométricas são uma classificação do relevo com a representação de cada segmento da vertente.

Nesse contexto, a definição de unidades geomorfométricas por meio de técnicas de geoprocessamento associada a análise digital do relevo, descrito detalhadamente na metodologia, determinou-se 12 unidades na Quarta Colônia, sendo que seis são acima das altitudes médias e seis abaixo das altitudes médias. Quanto a declividade foram utilizadas acima de 5% e abaixo de 5%. Estas unidades representam um detalhamento das unidades de relevo, com análises sobre os processos que podem desencadear ao longo da vertente de uma unidade de relevo.

As 12 unidades estão representadas esquematicamente nas (figura 39), onde pode-se ter uma ideia quanto ao modelado predominante das vertentes, e como elas podem ser vistas na paisagem. As unidades de 1 a 6, ilustração A, estão acima das altitudes médias, que na área de estudo encontram-se a partir de 301m e de 7 a 12, que são predominantes, ilustração B, estão abaixo das altitudes médias, que na área de estudo está abaixo de 300m .

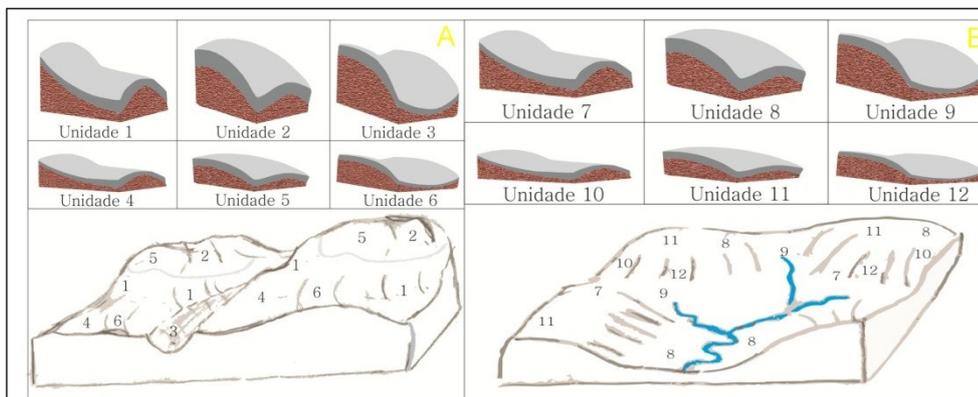


Figura 39: Ilustração das unidades geomorfométricas que podem ser encontradas na paisagem da área de estudo.
 Fonte: Adaptado de TRENTIN et al, (2014).

Cabe destacar que as unidades 01 á 06 estão localizadas na metade norte e as unidades 07 á 12 estão localizadas na metade sul da Quarta Colônia, (figura 40). Na área de estudo percebe-se que o município de Restinga Seca está com seu território totalmente em cotas abaixo da média de 300m.

Quadro2: Área das Unidades Geomorfométricas

Unidade Geomorfométrica	Área (km ²)
Unidade I	447
Unidade II	186
Unidade III	370
Unidade IV	67,5
Unidade V	30
Unidade VI	56,6
Unidade VII	12
Unidade VIII	188
Unidade IX	217
Unidade X	500
Unidade XI	222
Unidade XII	260

Org: SCHIRMER, 2015.

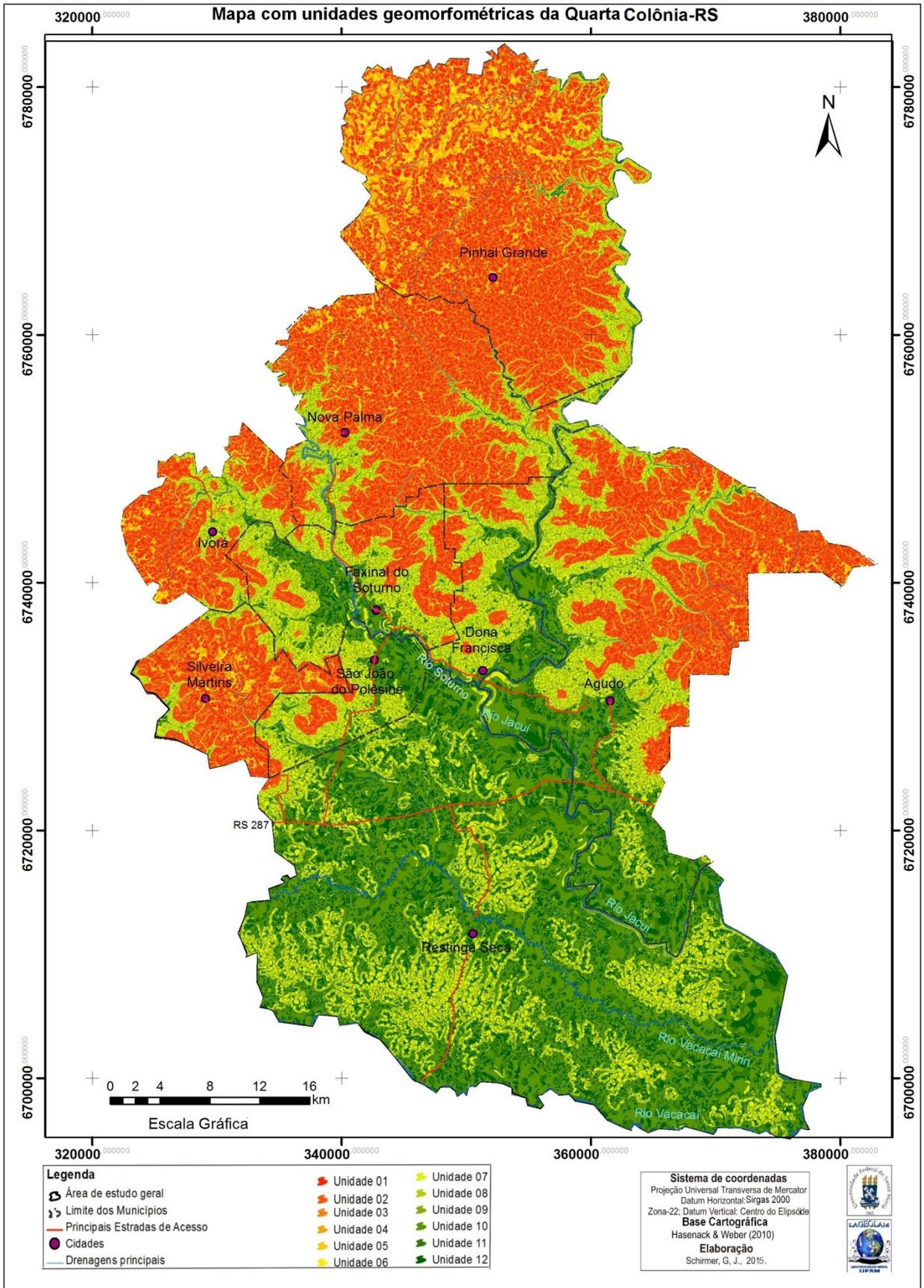


Figura 40: Mapa com 12 unidades geomorfométricas da Quarta Colônia.
 Org: SCHIRMER, 2015.

A Unidade 01 (figura 41), cobre uma área de 447 km², representando 15% da área de estudo. Incide espacialmente no leste no oeste e no norte da área de estudo, localizadas nas porções da meia vertente entre os vales dos canais de drenagem, principalmente nas áreas de dispersão de água e também nas cabeceiras de drenagem. Apresenta altimetria acima da média (300m) e com declividade superiores a 5%. Possui perfil côncavo e plano divergente, Percebe-se também a presença dessas áreas nas cabeceiras de drenagem.

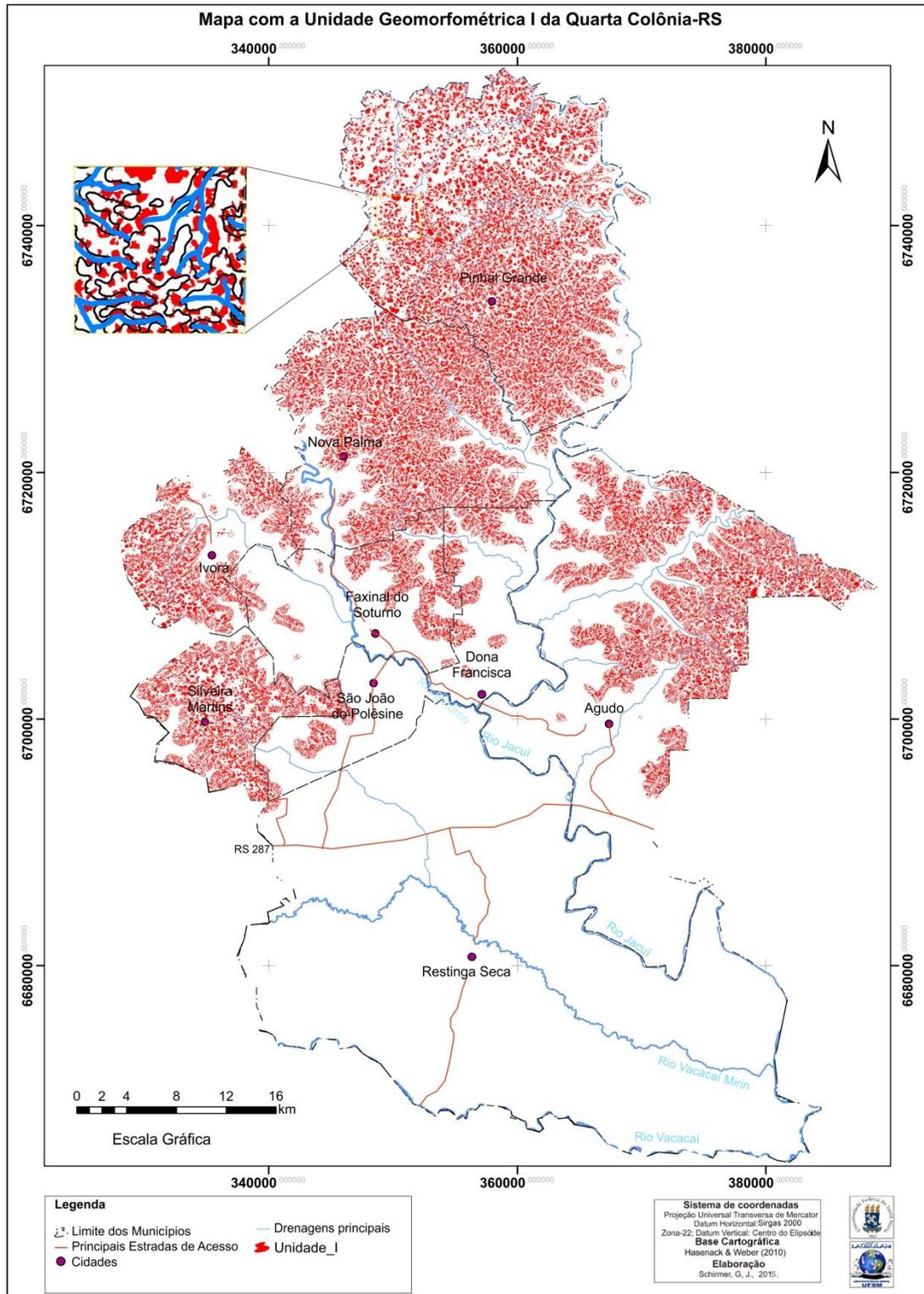


Figura 41: Mapa apresentando a distribuição da Unidade I na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.

Org: SCHIRMER, 2015.

A unidade 02, (figura 42), cobre uma área de 186 km², próximo a 6,4% da área de estudo. Está localizada no norte, nordeste e noroeste da área de estudo. Representa vertentes com altimetria acima da média, com a velocidade de fluxo aumentando em direção a base da

vertente (perfil convexo), mas com fluxo divergente (plano divergente), o que pode gerar a formação de vários canais erosivos no terço inferior da vertente, localização espacial predominante desta unidade em função da própria declividade maior que 5%.

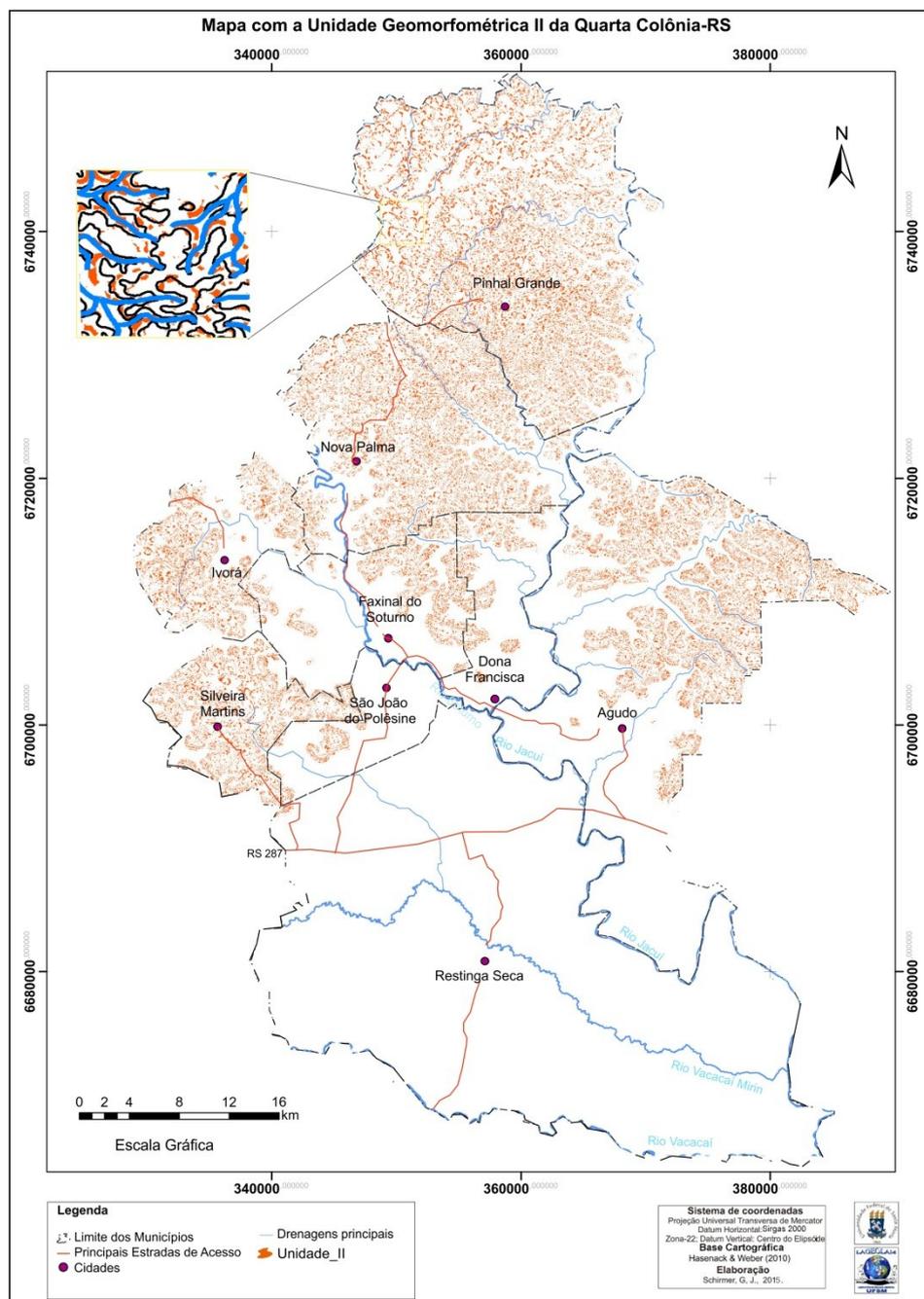


Figura 42: Mapa apresentando a distribuição da Unidade II na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.
 Org: SCHIRMER, 2015.

A Unidade 03, (figura 43) cobre aproximadamente 370 km², sendo 12,7% do total da área Quarta Colônia. Localizada na metade norte em altitudes maiores que a média, com

inclinações que favorecem processos morfogenéticos de erosão (declividades superiores a 5%). Predominam vertentes que apresentam uma diminuição da energia do fluxo em direção a base (perfil côncavo), entretanto o fluxo convergente pode ocorrer erosão concentrada que avança para a remontante.

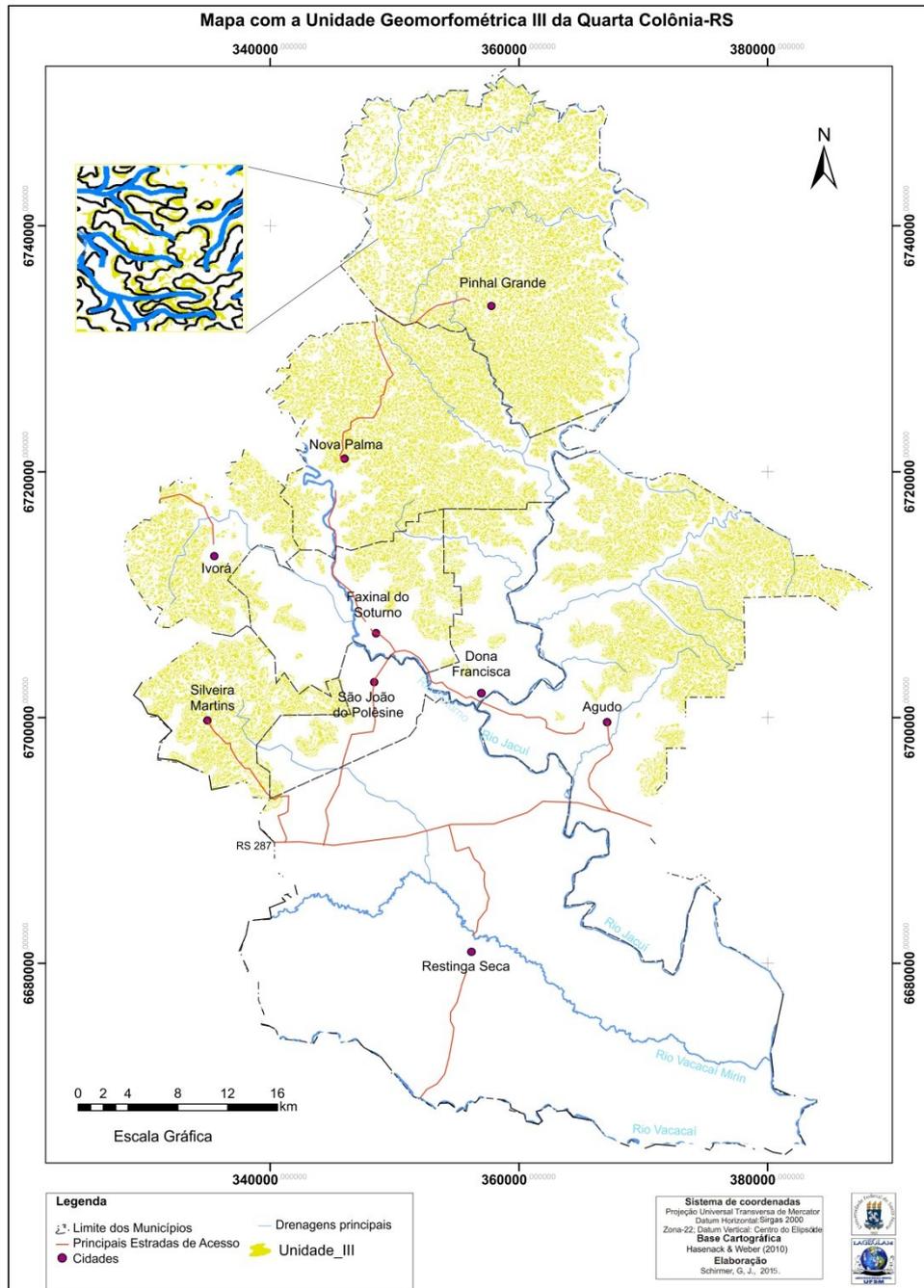


Figura 43: Mapa apresentando a distribuição da Unidade III na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.
 Org: SCHIRMER, 2015.

A unidade 04 (figura 44), cobre aproximadamente 67,5 km², correspondendo a 2,3% da área de estudo, localizada na metade norte da Quarta Colônia. Está representada junto as porções de maior altitude, formadas por áreas planas com predomínio de pedogênese sobre a morfogêne (declividades inferiores a 5%).

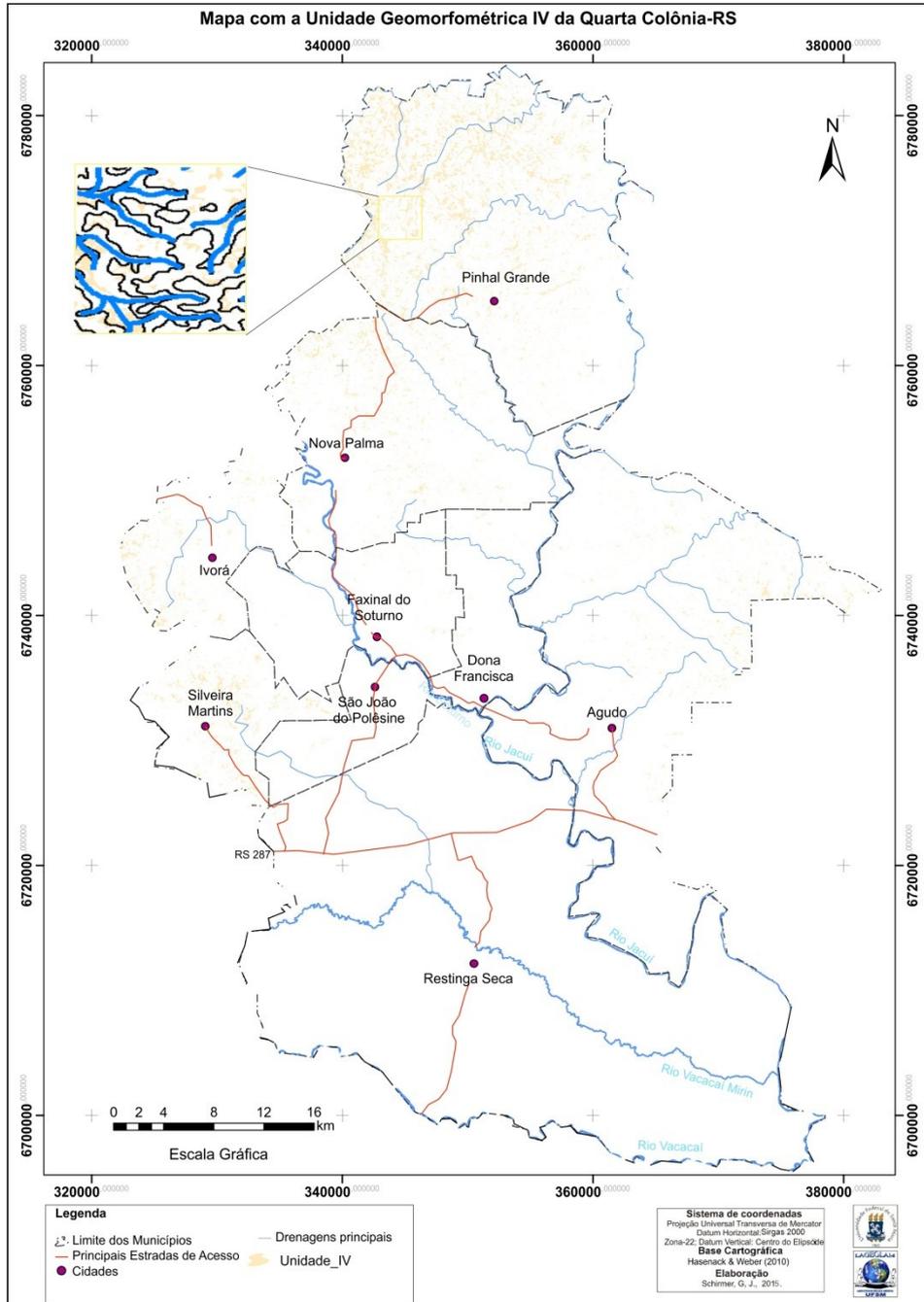


Figura 44: Mapa apresentando a distribuição da Unidade IV na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.
Org: SCHIRMER, 2015.

Os processos variam do topo para a base da vertente pela diminuição da energia do fluxo divergente (perfil côncavo e plano divergente). Ocorre associada, principalmente a unidade IV nas porções mais planas, especialmente posicionadas no terço superior da vertente.

A unidade 05 (figura 45), cobre aproximadamente 30 km², correspondendo a aproximadamente 1,3% da área de estudo, a menor área dentre as unidades geomorfométricas. Ocorre na metade norte da Quarta Colônia com altimetria acima da média, formadas por áreas planas que constituem as áreas mais elevadas da bacia, especialmente posicionada sobre os topos das vertentes. Onde há acúmulo de água ocorre o processo de intemperismo e posteriormente a erosão superficial em direção as vertentes com maior inclinação.

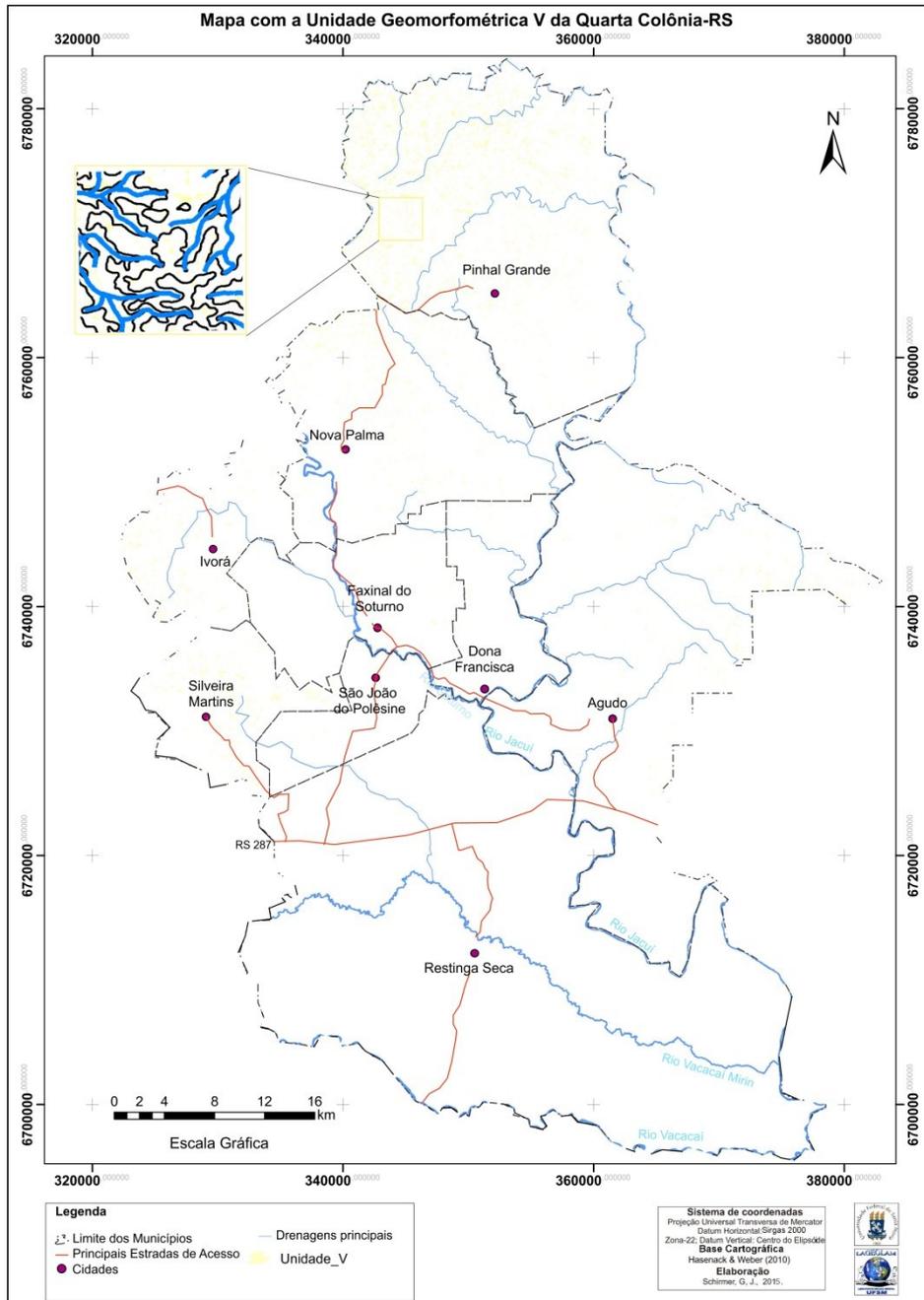


Figura 45: Mapa apresentando a distribuição da Unidade V na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.
Org: SCHIRMER, 2015.

A unidade 06 (figura 46), cobre aproximadamente 56,63 km², correspondendo a 2% da área estudada. Localiza-se geograficamente na metade norte da área de estudo. Espalhada por todas vertentes que marcam as porções superiores da unidade VI. Está caracterizada por áreas planas a montante da bacia (declividade inferiores a 5% mas altitudes superiores a média), com predomínio da energia diminuindo e fluxo convergindo na vertente (perfil convexo e plano convergente predominantemente).

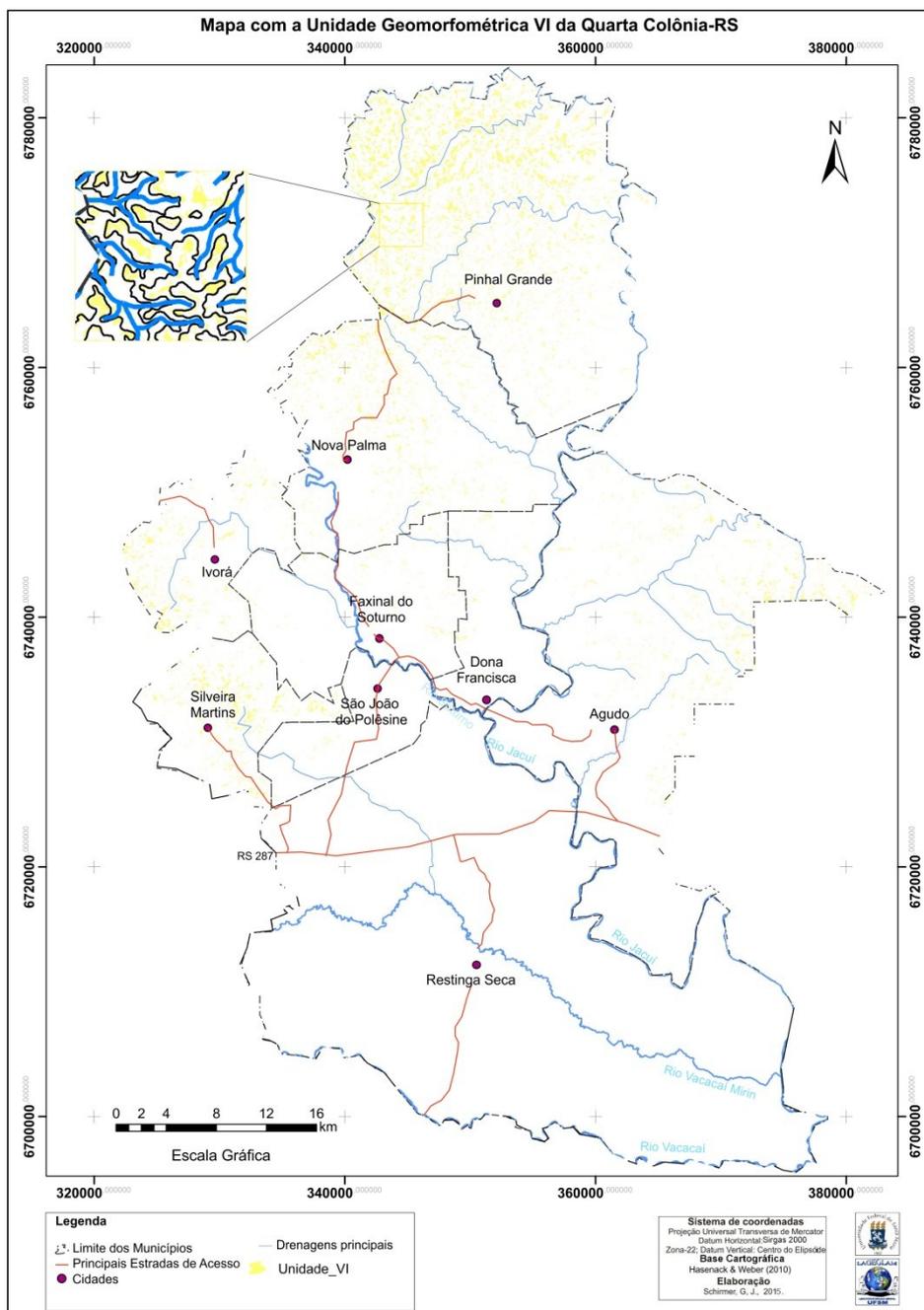


Figura 46: Mapa apresentando a distribuição da Unidade VI na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.
Org: SCHIRMER, 2015.

A unidade 07 (figura 47), cobre 351 km², representando 12% do total da área da Quarta Colônia. Localiza-se geograficamente na metade sul da Quarta Colônia. Está caracterizada por vertentes das áreas de médias e baixas altitudes com predomínio próximo a médias altitudes da área de estudo (altitudes inferiores à média).

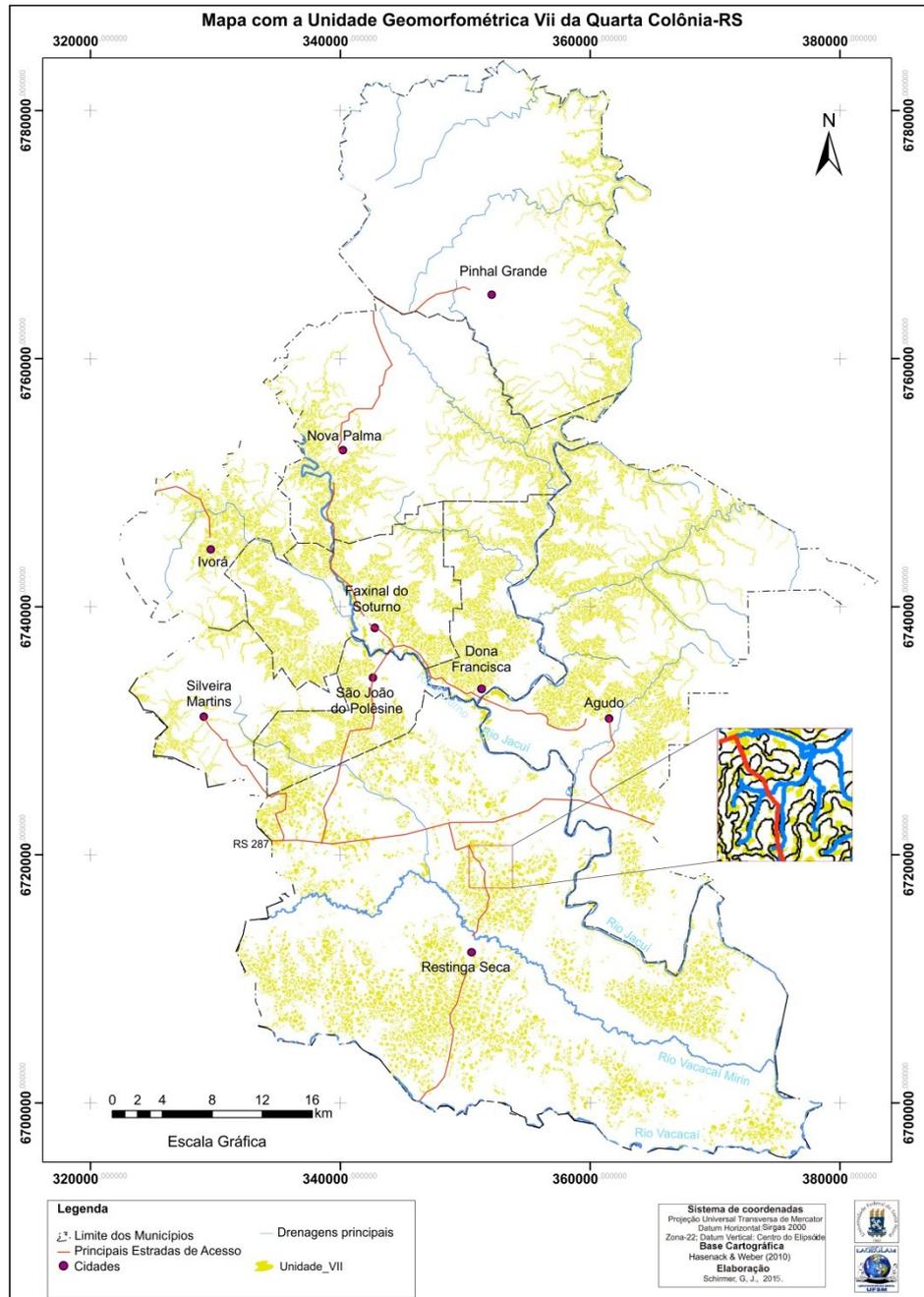


Figura 47: Mapa apresentando a distribuição da Unidade VII na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.
Org: SCHIRMER, 2015.

Ocorre predominância de processos morfogenéticos de erosão nas porções superiores da vertente (declividades superiores a 5% e perfil côncavo) e de fluxo disperso (plano divergente). Especialmente encontra-se nas porções de média vertente, por vezes próximos a drenagens.

A unidade 08 (figura 48), cobre uma área de 188 km², próximo a 6,5% da área estudada. Está localizada geograficamente na metade sul da área de estudo. Representa

vertentes das áreas com altitudes inferiores à média e com a velocidade de fluxo aumentando em direção a base da vertente (perfil convexo), mas com fluxo divergente (plano divergente), o que pode gerar a formação de pequenos canais erosivos na base da vertente. Predominam nas áreas do terço inferior da vertente associadas as planícies de inundação.

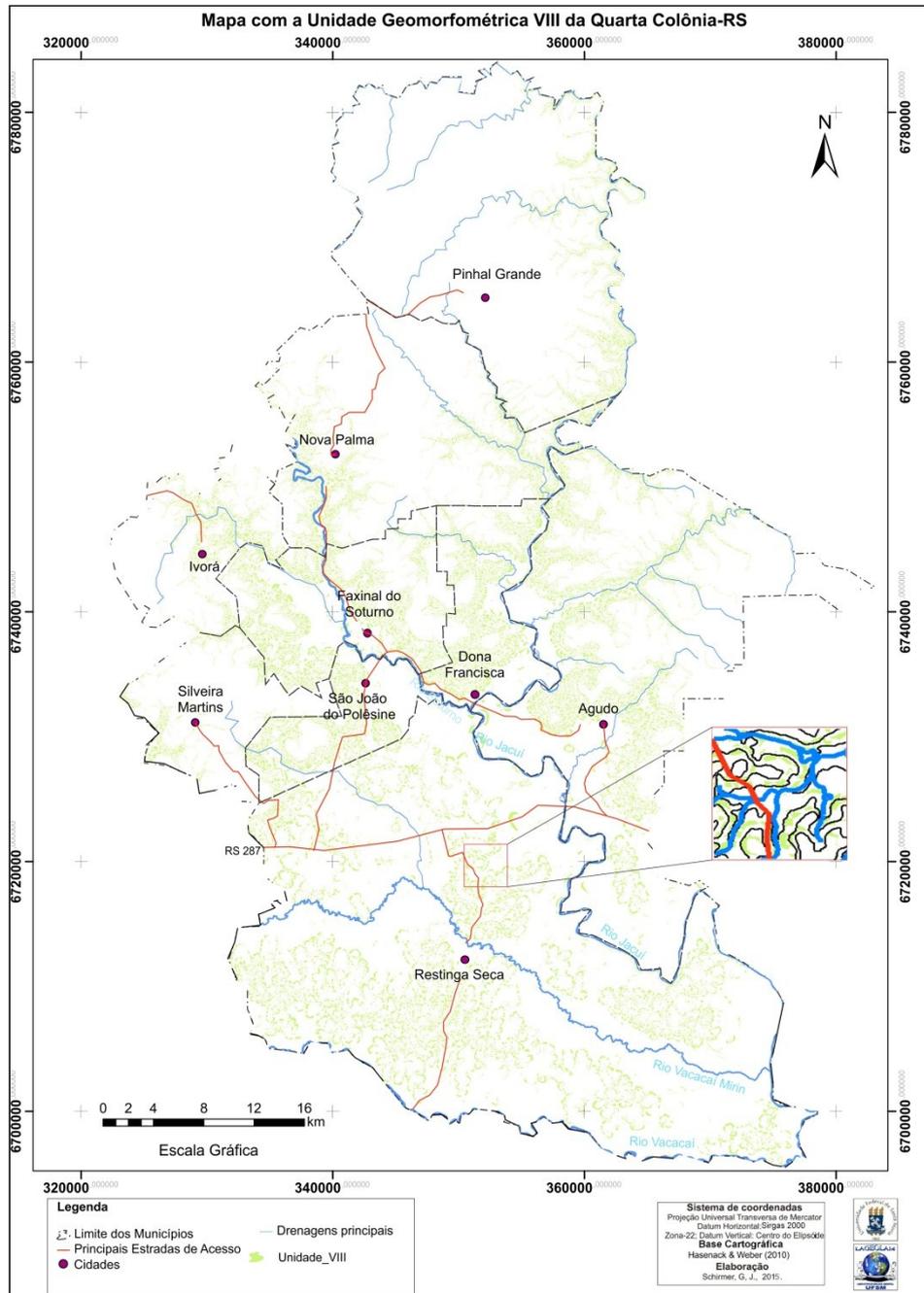


Figura 48: Mapa apresentando a distribuição da Unidade VIII na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.
Org: SCHIRMER, 2015.

A unidade 09 (figura 49), cobre aproximadamente 217 km², sendo 7,5% do total da área de estudo. Localizada geograficamente na metade sul da Quarta Colônia em altitudes

inferiores à média, com inclinações que favorecem a processo morfogenéticos de erosão (declividades superiores a 5%). Predominam vertentes que apresentam uma diminuição da energia do fluxo em direção a base, mas por ocorre uma convergência forma canais por erosão concentrada (perfil convexo e plano convergente predominantemente). Ocorrem predominantemente na base das vertente seguindo a rede de drenagem.

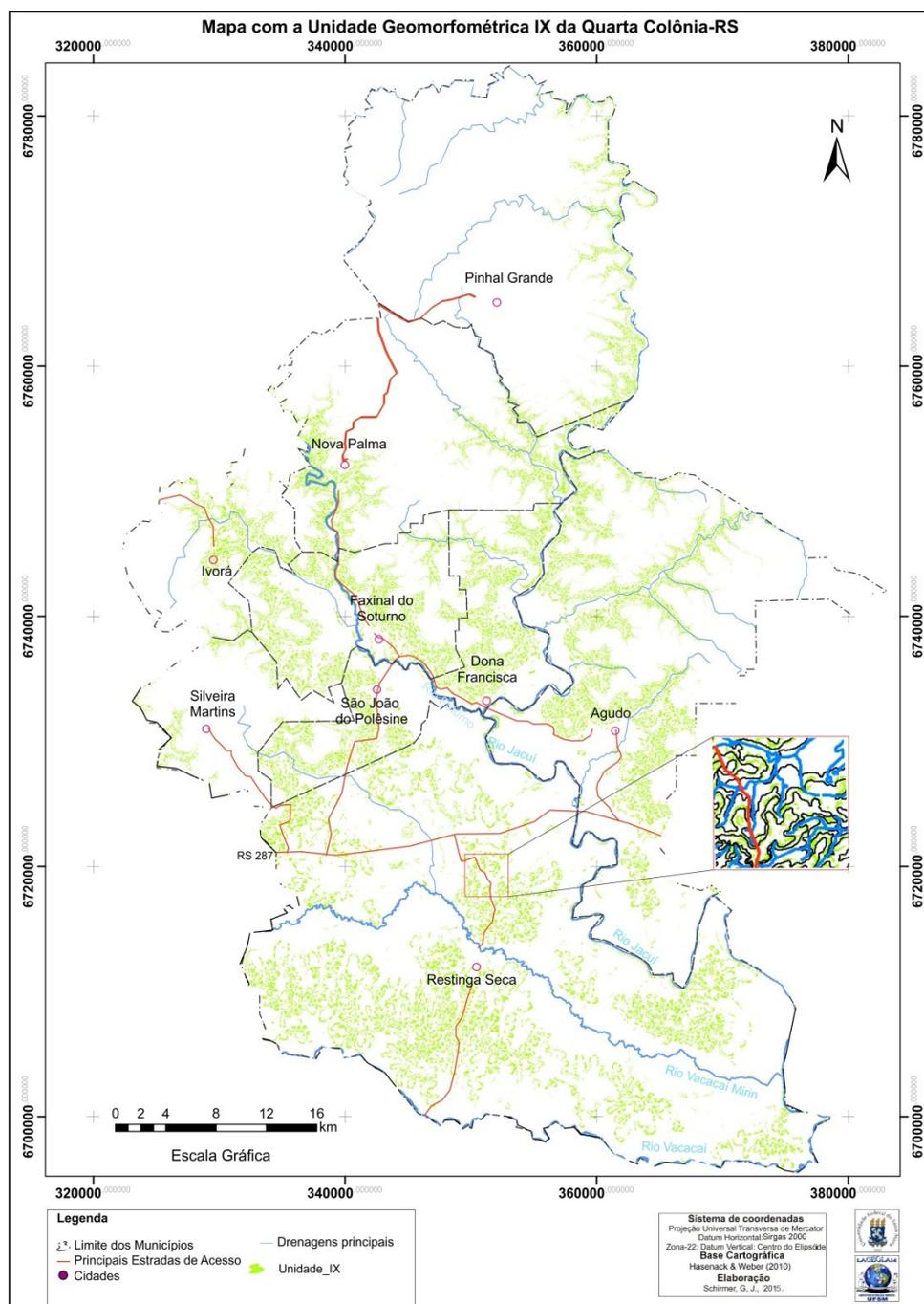


Figura 49: Mapa apresentando a distribuição da Unidade IX na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.

Org: SCHIRMER, 2015.

A unidade 10 (figura 50), cobre a maior área dentre as unidades geomorfológicas aproximadamente 500km², correspondendo a 17% da Quarta Colônia. Localiza-se geograficamente na metade sul da área de estudo. Está caracterizada por áreas com altitudes inferiores à média, formadas por áreas planas (declividades inferiores a 5%).

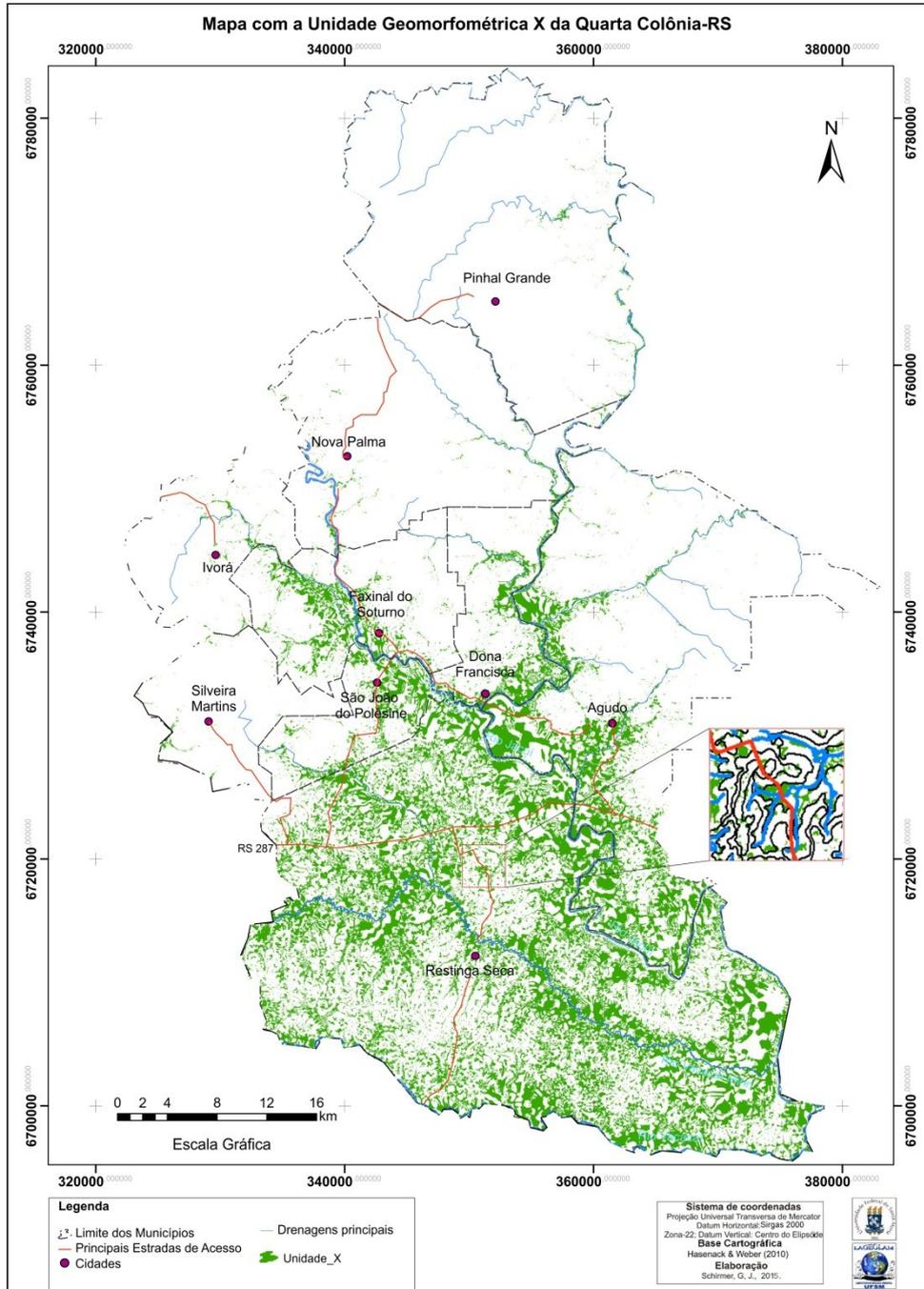


Figura 50: Mapa apresentando a distribuição da Unidade X na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.
Org: SCHIRMER, 2015.

Os processos variam do topo para a base dessa porção da vertente pela diminuição da energia do fluxo divergente (perfil côncavo e plano divergente). Formam, principalmente, na

meia encosta em direção ao topo, ocupando o porção superior da vertente. Junto ou muito próxima aos canais de drenagem.

A unidade 11 (figura 51), cobre aproximadamente 222 km², correspondendo a aproximadamente 7,5% da área de estudo.

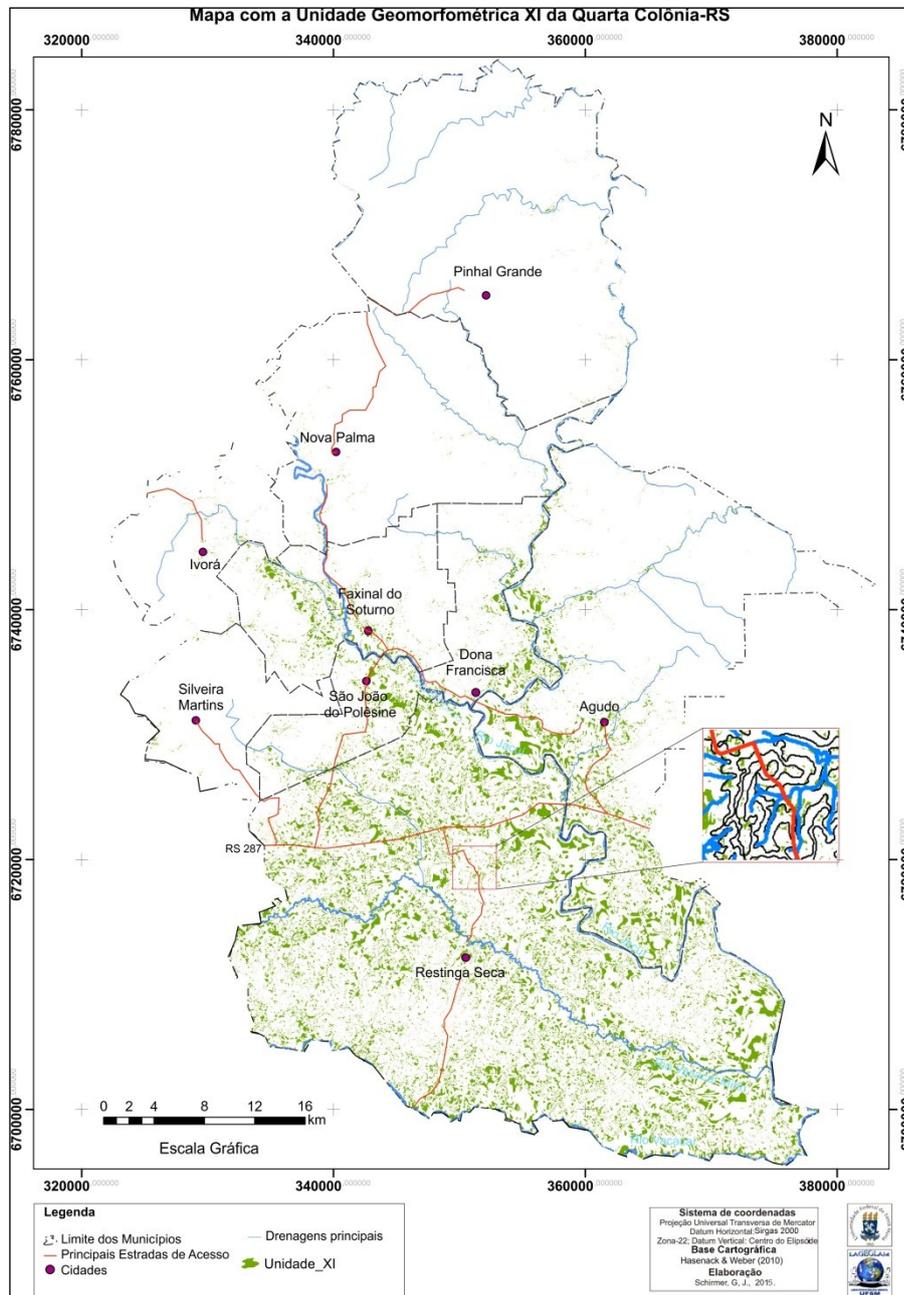


Figura 51: Mapa apresentando a distribuição da Unidade XI na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.
Org: SCHIRMER, 2015.

Localiza-se geograficamente na metade sul da Quarta Colônia. Ocorre em altitudes abaixo da média, compondo as principais áreas planas nas porções de divisores internos das sub-bacia.

Os processos variam do topo para a base da vertente pelo aumento da energia do fluxo divergente (perfil convexo e plano divergente predominantemente). Formam amplas áreas no topo, correspondendo as áreas mais elevadas das porções abaixo das médias altitudes, junto ao divisores.

A unidade 12 (figura 52), cobre aproximadamente 260 km², correspondendo a 9% da área estudada. Localiza-se geograficamente na metade sul da área de estudo. Está caracterizada por áreas planas, com energia diminuindo e fluxo convergindo na base da vertente (declividade menor que 5%, perfil convexo e plano convergente predominantemente). Formam áreas próximas ao topo de vertentes entre os canais de drenagem, ocupando as porções de terço superior da vertente.

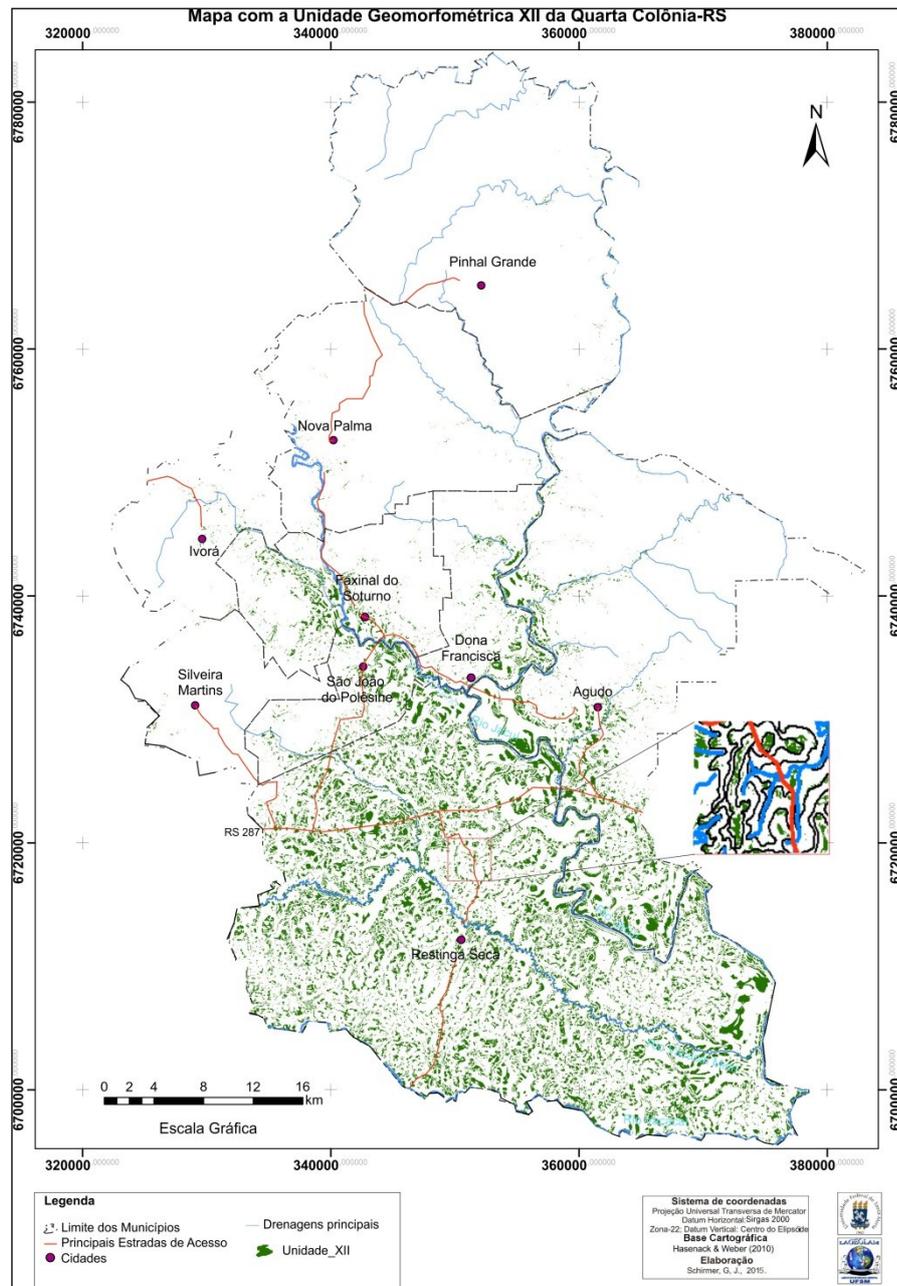


Figura 52: Mapa apresentando a distribuição da Unidade XII na área de estudo e um detalhe da distribuição nas vertentes.
Org: SCHIRMER, 2015.

4.5. Características Climáticas

O estado localiza-se nas zonas de latitudes médias, onde os tipos climáticos são controlados por sistemas tropicais e polares. Em escala global classifica-se climaticamente como área de clima subtropical úmido ou clima temperado chuvoso e moderadamente quente, (STRALHER 1984).

O clima da área de estudo de acordo com Nimmer (1990), enquadra-se na zona climática denominada Subtropical. Na classificação de Rossato (2011), as porções pertencentes a Depressão Periférica enquadram-se na zona climática sub-tropical II, mediamente úmida com variação longitudinal das temperaturas médias. Já a porção pertencente ao rebordo do planalto classifica-se como área de transição e a área de clima Sub-tropical III, úmida com variação longitudinal das temperaturas médias.

A chuva no Rio Grande do Sul está condicionada aos sistemas de circulação extratropicais, em função de sua latitude. O quadro climático é resultante da dinâmica das massas de ar e suas correntes perturbadas.

Segundo Moreno (1961), o regime pluviométrico do Estado, além de sua formação pelo deslocamento de frentes, é acentuado pela orografia. Nas maiores altitudes, as chuvas ocorrem em volumes maiores, predominando a média anual de 1.700-1.900mm de precipitação. O relevo obriga a elevação das massas de ar, as quais se resfriam, condensando-se e ocasionando as chuvas. É por isto, que nas encostas e no rebordo do Planalto a precipitação atinge o seu máximo.

De acordo com Rossato (2011), a gênese das precipitações no Rio Grande do Sul está ligada aos sistemas frontais, ou seja, o encontro de uma frente polar com uma frente tropical, que estão associados a queda de cerca de 58-77% da precipitação registrada durante o ano todo. Os sistemas polares respondem por 11-24% da chuva. A chuva ocorre na fase quente do encontro das frentes, quando há um predomínio da frente tropical.

A área de estudo se localiza nos domínios geomorfológicos da Depressão e Planalto, que se caracterizam pelo controle de sistemas frontais para as chuvas. De acordo com Rossato (2011), a Depressão Central é a área com maior influencia dos sistemas polares e tropicais continentais, porém com interferência crescente dos sistemas tropicais marítimos. Quanto às chuvas, os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações.

Ainda segundo Rossato (2011), as porções da área de estudo pertencente ao rebordo do planalto são áreas de transição climática, ocorrendo variações de acordo com as altitudes. O Planalto é a área com menor influência dos sistemas polares e maior interferência dos sistemas tropicais conjugados com o efeito de barramento do relevo (escarpa e vales da borda do Planalto), da continentalidade, da maritimidade e das áreas urbanizadas. Assim como na Depressão Central, os sistemas frontais também são responsáveis pela maior parte das precipitações.

A temperatura média anual relativamente baixa, em torno de 19°C com amplitude térmica média de cerca de 11°C. De Junho a Agosto registram-se as temperaturas mais baixas,

com média nesse período de 13°C a 15°C. Nesses meses, as médias dos mínimos variam entre 8°C e 10°C, tendo sido registrados mínimos absolutos em torno de -2°C. Conseqüentemente, o inverno é relativamente frio e sujeito a geadas, porém não muito frequentes (5 a 10 dias por ano, em média). O verão é quente com média do máximo em torno de 31°C, registrando raramente máximos absolutos em torno de 41°C.

De acordo com Rossato (2011), a área de estudo possui em média 90 a 100 dias de chuvas anuais, com uma média anual da umidade relativa entre 74 e 78%. Os meses de maior concentração de chuva são janeiro, junho, julho e outubro, com aproximadamente 9 dias de chuva em cada mês com uma média mensal de 115 a 175mm.

A precipitação pluviométrica anual é elevada, em torno de 1.969mm, sendo que as máximas atingiram 2.639mm, no ano de 1987. No final do ano de 2009 e início de 2010 tiveram os maiores prejuízos causados por enchentes na região, no período de 1978 à 2010. Isso ocorreu devido à chuva ter sido concentrada nos meses novembro e dezembro de 2009 (dados fornecidos pela EMATER/RS - ASCAR de Agudo).

De acordo com estudos realizados por Hoppe (et al, 2012), a temperatura média tende a diminuir a medida que aumenta a altitude na região, (figura 53).

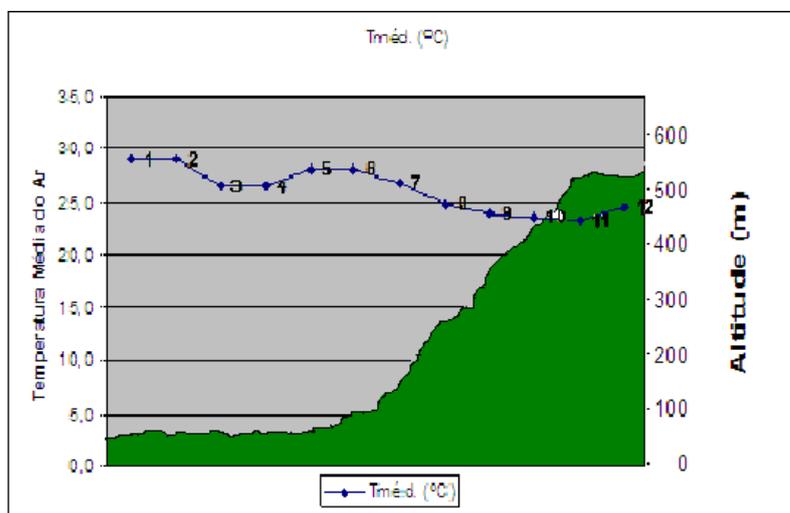


Figura 53: Variação da Temperatura Média do Ar em 12 pontos coletados no município de Faxinal do Soturno/RS.

Fonte: Hoppe; Baratto; Wollmann (2012).

A altitude do relevo que segundo Ayoade (2004, p.53), “tem um efeito atenuador sobre a temperatura, principalmente porque a temperatura do ar normalmente diminui com a altitude crescente a uma taxa de 0,6°C por 100 metros”.

Outra análise feita por Hoppe (et al. 2012), foi a da relação da temperatura média do ar com a altitude (Figura 54), nela se observou que há uma relação expressiva de 73% entre a

temperatura média do ar com a altitude. Assim, pode-se dizer que a variação altimétrica apresentada na área de estudo possui uma expressiva influência na variação da temperatura do ar.

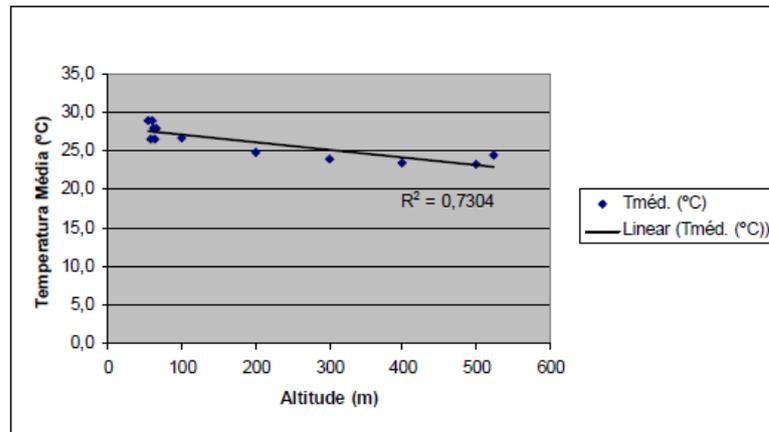


Figura 54: Relação da Temperatura Média do ar com a Altitude – Cerro Comprido – Faxinal do Soturno/RS.
Fonte: Hoppe; Baratto; Wollmann (2012).

Quanto a umidade relativa do ar há um leve aumento na encosta e a medida que aumenta a altitude, porém possui também influencia da arborização, figura 55:

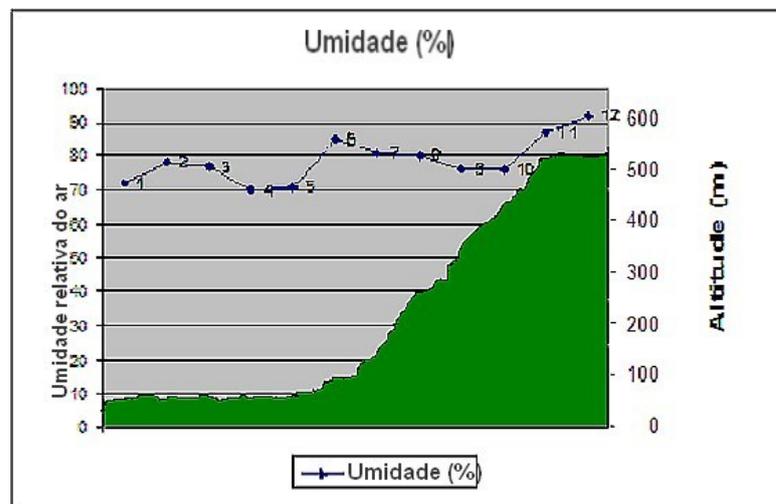


Figura 55: Variação da Umidade Relativa do Ar no Município de Faxinal do Soturno e Cerro Comprido/RS.

Fonte: Hoppe; Baratto; Wollmann (2012).

Os pontos 11 e 12 (figura 55) foram os que registraram menor valor de temperatura e maiores valores de umidade em todo o traçado, o que comprova a relação inversa entre temperatura e umidade.

A partir da interpretação do relevo a partir das curvas de nível, observação de campo e da integração das informações do estudo realizado por Rossato (2011) e por Hoppe *et*

al.(2012), tem-se a espacialização climática da Quarta Colônia levando em consideração as condições climáticas regionais e locais, sendo que as características locais possuem forte influência do relevo. Abaixo tem-se o mapa com o clima da área de estudo, (figura 56).

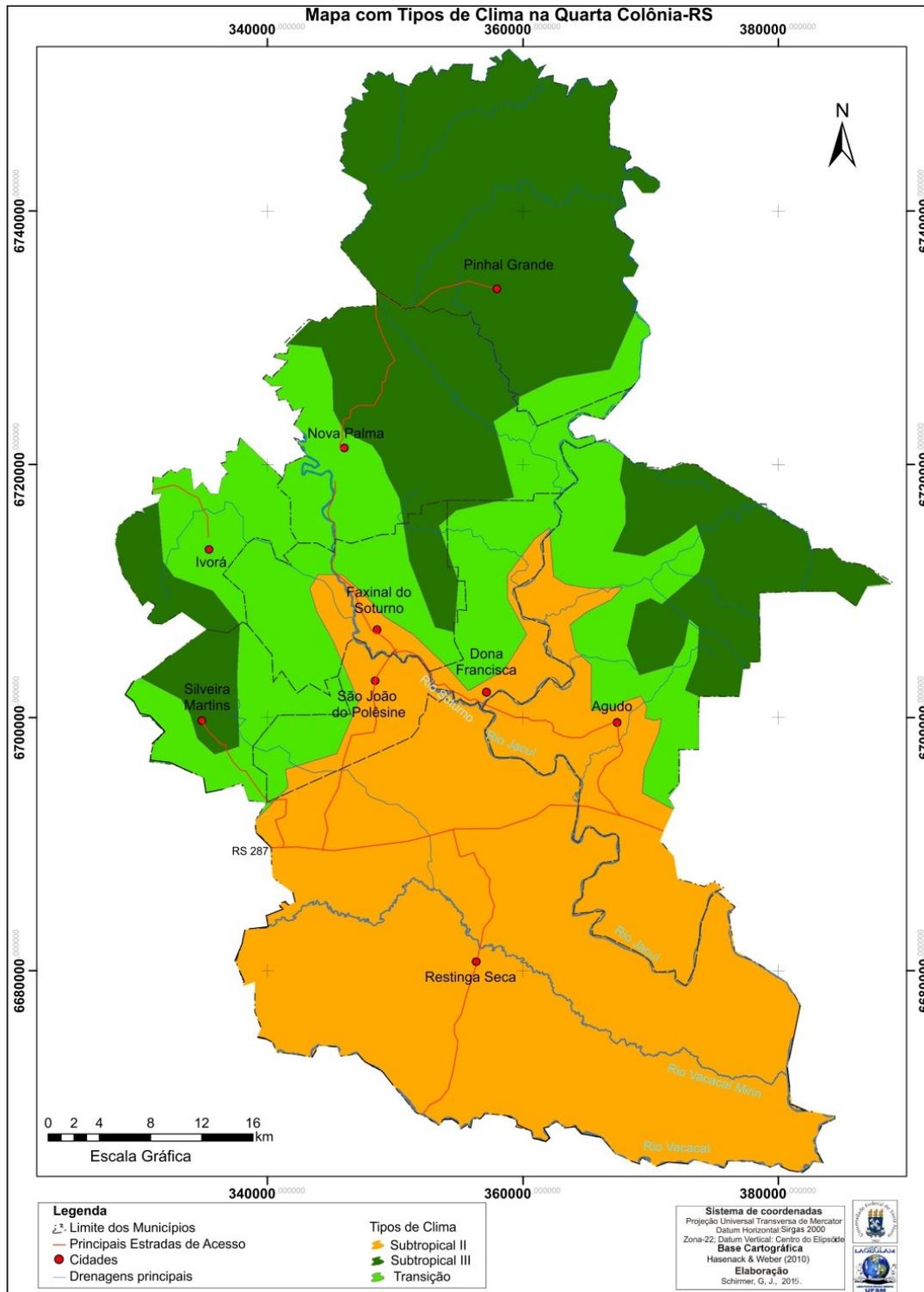


Figura 56: Mapa climático da Quarta Colônia.
 Org: SCHIRMER, 2015.

4.6. Os solos da Quarta Colônia

O solo é uma mistura de substâncias minerais que resultam da decomposição do material de origem (rocha matriz), que sofre intemperismo causados pelos processos químicos e físicos. Também resulta da decomposição de matéria orgânica, como resíduos vegetais e animais SCHUMACHER & HOPPE (1999). A formação dos solos está diretamente ligada ao material de origem (estrato rochoso), ao relevo, ao clima e a atuação dos organismos vivos ao longo do tempo.

As características físicas do solo, tais como: textura, estrutura, porosidade, permeabilidade, profundidade, pedregosidade e fertilidade, são importantes para a constituição da paisagem. Dependendo destas características podem se desenvolver processos na superfície que moldam a paisagem, destacando áreas com potencialidade ou com restrição ambiental. De um modo geral, os estudos realizados sobre os solos estão associados a busca de dois principais objetivos de conhecimento: capacidade de produtividade e tipos de riscos de degradação.

A capacidade de produtividade, está ligada na possibilidade de homogeneização dos solos. Nesse sentido, o quanto mais homogêneo naturalmente o solo for, menores serão os investimentos necessários de ser desenvolvidas pelo homem para produzir. Assim, é definida como a capacidade de um solo atingir certa produção, sob determinadas condições de uso, manejo e clima, a partir de um conjunto de características físicas, químicas e biológicas.

Em um ambiente de diversidade de tipos de solos específicos, torna-se de fundamental relevância o estudo de formas de planejamento do uso da terra, no sentido de otimizar o uso dos recursos naturais, com potencial de garantia de uma sustentabilidade social, ambiental e econômica. Cada atividade pode estar melhor alocada, quando se têm dados que subsidiam tomadas de decisões importantes. Cabe destacar que a forma pela qual o solo é cultivado tem grande importância no desenvolvimento de processo erosivo e na auto-sustentação dos ecossistemas.

As áreas com restrição ambiental influenciadas pelo tipo de solo, normalmente, estão associadas à capacidade de desenvolver processos erosivos. Conforme Bertoni e Lombardi Neto (1999), os processos erosivos não se manifestam da mesma maneira em todos os solos, pois as propriedades físicas, principalmente estrutura, textura, permeabilidade e densidade, assim como as características químicas e biológicas do solo, influenciam diferentemente no comportamento dos processos erosivos.

Neste trabalho é feita uma discussão simplificada das características dos tipos de solos encontrados na região, através de análise dos parâmetros físicos, como estrutura, textura e perfil, descritos em campo, sem um aprofundamento através de análise da composição química nele existente. A determinação das classes de solos está baseada Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 2006). As descrições dos solos foram feitas a partir de pesquisa de campo e a partir do que indica RAMALHO FILHO & BEEK (1995) e REINERT et al. (2007), principalmente no que se refere as aptidões agrícolas do solo.

A área de estudo apresenta uma grande diversidade de relevo e de litologias, que são os principais responsáveis pela variedade e distribuição dos solos encontrados e representados no mapa simplificado de solos. A identificação das características e distribuição dos solos tem por base as informações de campo e as unidades de relevo, que contemplaram os diferentes compartimentos geomorfológicos da área.

De modo geral, os solos predominantes profundos estão nas porções planas em baixas e altas altitudes, com textura argilo-arenosos, com significativo material ligante, desenvolvidos sobre substrato de arenitos, nas menores altitudes, mas com influência das rochas vulcânicas e em altitudes elevadas com conglomerados e rochas vulcânicas.

Na porção que compõe o rebordo do planalto, os solos tendem a ser rasos. Isto ocorre devido à elevada inclinação do relevo não permitir a formação de solo. Além disso, há também porções do planalto onde ocorre solos rasos em áreas planas, influenciados pela localização em centro de derrames, que são mais resistentes ao intemperismo.

Porém, para uma caracterização mais específica, buscando identificar as principais diferenças de textura e espessura do perfil dos solos, dividiu-se a área de estudo em 6 classes, relacionando à distribuição dos solos com o relevo e as litologias: Neossolos Litólicos, Cambissolos, Argissolos, solos Hidromórficos e Latossolos. Para elaboração deste mapa (Figura 57), foram realizados perfis em campo e posteriormente foi realizado a partir da interpretação da sobreposição do mapa de relevo sobre o mapa com as litologias.

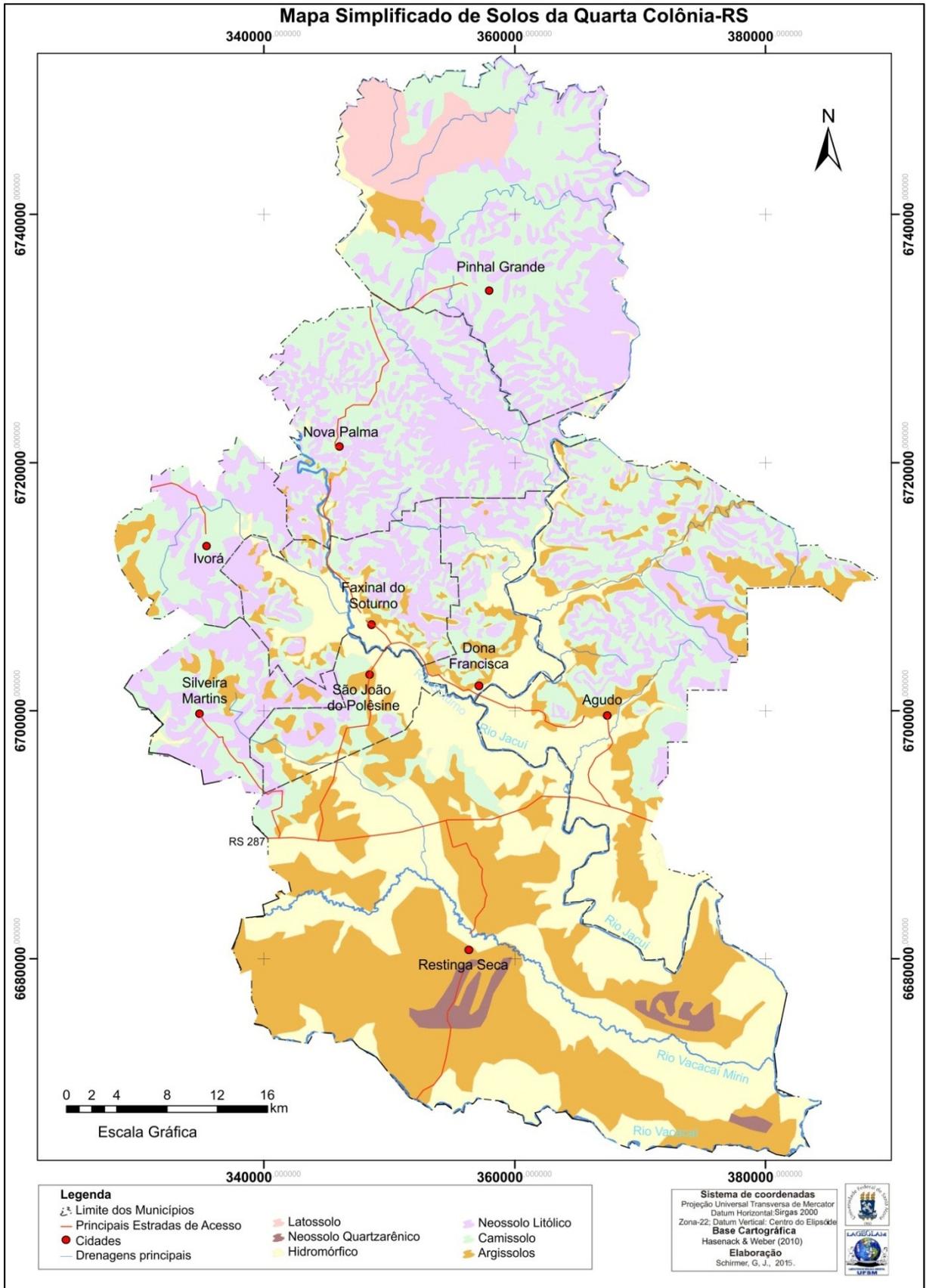


Figura 57: Mapa de solos da área de estudo.
 Org: SCHIRMER, G.J.,2015.

Neossolos Litólicos

Nas encostas de maior inclinação, que correspondem à área do Rebordo do Planalto, ocorrem depósitos de colúvio e afloramentos de rochas, com a formação de solos pouco desenvolvidos, identificados como Neossolos Litólicos. Estes solos possuem formação muito recente, e por esse motivo acabam sendo extremamente rasos e misturados as rochas em superfície, (figura 58).



Figura 58: Neossolo Litólico em Pinhal Grande.
Org: SCHIRMER, 2015.

Os Neossolos Litólicos são caracterizados, segundo Brasil (1973), como solos rasos, com horizonte A sobre a rocha. Este solo quando erodido, perde facilmente a sua camada superficial, ficando totalmente impróprio para o uso da agricultura. Como manejos desse tipo de solo são importantes a coberturas permanentes e cordões de rochas vegetados (taipas de pedra com plantação de cana-de-açúcar ou outra vegetação).

No entanto, na área de estudo, quando encontrado em áreas menos onduladas realiza-se atividades agrícolas mecanizadas, nas demais tem-se cobertura vegetal. Mas normalmente não é utilizada mecanização nesses tipos de solo devido às condições do relevo onde é encontrado, os trabalhos são realizados manualmente ou com tração animal.

Os Neossolo Litólicos possuem horizontes A-R, sendo que onde há cobertura vegetal ocorre uma fina camada orgânica de humos. Apresentam pouca profundidade para o desenvolvimento das raízes e para o armazenamento de água e ocorrem em locais de relevo fortemente ondulado. De um modo geral, esses solos estão associados a rochas vulcânicas, principalmente, devido à resistência da rocha e ao relevo que dificultam os processos de intemperismo.

Cambissolos

O termo está associado a um solo em processo incipiente de formação, ou seja, com horizonte B pouco desenvolvido, em contato com a rocha alterada, mas em condições suficientes para serem diferenciados dos outros horizontes. Na área de estudo está presente em áreas que pertencente ao rebordo do planalto. Em áreas suavemente onduladas a onduladas nas porções elevadas dos municípios de Nova Palma e Pinhal Grande, onde o substrato rochoso vulcânico. A presença de Cambissolo nessas porções colinosas deve-se por estar em posição de centro de derrame onde a rocha é mais resistente e com fraturamentos horizontais, dificultando os processos de intemperismo.

As condições de drenagem desses solos variam de bem drenados a imperfeitamente drenados, dependendo da posição que ocupam na paisagem. É comum, ainda, encontrar estes solos com espessura superior a 2 metros, nas áreas de encosta, quando na presença de depósito coluvial.

Algumas medidas podem ser adotadas para minimizar os processos erosivos, como a realização de curvas de nível com plantio de cana-de-açúcar, intercalando os demais cultivos, cordões com rochas da própria lavoura, cultivo de forrageiras durante o inverno (período de ocorrência de chuvas intensas) e o plantio direto, (figura 59).

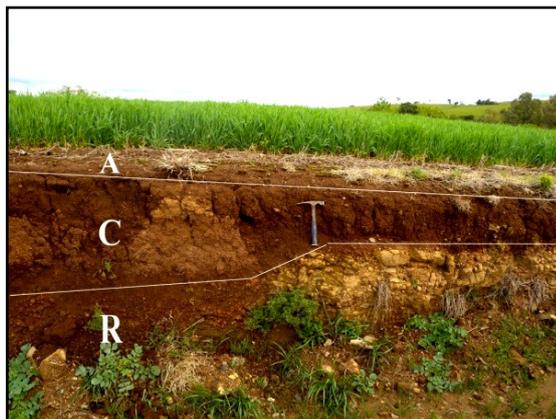


Figura 59: Cultivo de trigo sobre Cambissolos em Nova Palma.
Org: SCHIRMER, 2015.

Apresentam textura argilosa, coloração, predominantemente, avermelhada escura, influenciado pela rocha vulcânica e pela matéria orgânica proveniente da mata. Na presença de substrato de arenito apresenta coloração de vermelho claro a amarelado.

São solos constituídos por material mineral com horizonte A-C-R. O desmatamento, o uso incorreto e a falta de medidas de controle de erosão pluvial são as causas principais da

deflagração dos processos erosivos existentes nessas áreas, que são agravados à medida que a declividade do terreno aumenta.

Nos municípios de estudo estes solos são importantes para as atividades agrícolas, devido ser propícia para o desenvolvimento das plantas. Apresentam como utilização o cultivo de fumo, milho, pastagens e vegetação secundária, podendo ser utilizado a mecanização nas porções menos elevadas.

Latossolos

Estes solos são bem desenvolvidos com 2 a 5 metros de espessura, homogêneos e altamente intemperizados. Os Latossolos são solos bem drenados, apresentando uma sequência de horizonte A-Bw-C, onde Bw possui características intermediárias.

Apresentam pouco incremento de argila com a profundidade, com uma transição difusa ou gradual entre os horizontes; por isso mostram um perfil muito homogêneo, onde é difícil diferenciar os horizontes.

Na área de estudo os Latossolos apresentam cor Bruna e cor Avermelhada, possui textura arenosa quando está sobre substrato de arenitos conglomeráticos e textura argilosa quando associado ao substrato vulcânico.

Em função de suas propriedades físicas (profundos, bem drenados, muito porosos, friáveis, bem estruturados) e condições de relevo suave ondulado, os Latossolos possuem boa aptidão agrícola, desde que corrigida a fertilidade química.

Dentro da área de estudo estes solos são encontrados no município de Pinhal Grande, principalmente associados aos arenitos conglomeráticos. Este tipo de solo demarca uma porção do Planalto Rio-Grandense, onde é comum encontrá-lo. As principais culturas agrícolas encontradas sobre esses solos são com cultivo de soja e pecuária, cabe ressaltar que apresenta significativos processos erosivos como voçorocas e processos de “pipings”, ou seja, erosão interna que provoca remoção do solo, (figura 60).

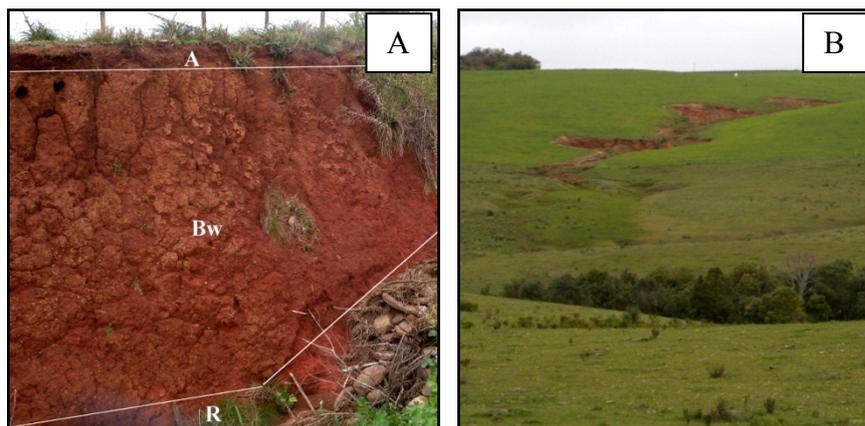


Figura 60: Foto A, perfil de Latossolos e foto B, voçorocas sobre Latossolos com pecuária e lavoura, em Pinhal Grande.

Org: SCHIRMER, 2015.

Argissolos

Os Argissolos são solos geralmente profundos a muito profundos, de 1m a 2,5m, bem drenados, ocorrendo em relevo suavemente ondulado a ondulado.

Possui diferentes características de coloração nos diversos níveis altimétricos encontrados. Nas menores cotas altimétricas encontrado está em um relevo colinoso e sobre os substrato de arenito Fluvial, apresentando coloração predominante acinzentada a amarelada.

Os Argissolos são solos que possuem um acréscimo substancial de argila no horizonte B se comparado ao horizonte A. O horizonte A caracteriza-se principalmente por apresentar matéria orgânica junto ao solo, proveniente da decomposição de vegetais. O horizonte E, quando presente, apresenta textura areno-argilosa e coloração amarelada, resultante da migração da argila e do ferro para as camadas inferiores. A camada onde encontra-se o horizonte B textural caracteriza-se, por uma camada com um acréscimo expressivo da quantidade de argila se comparada aos horizonte sobrejacentes.

Quando encontrado em cotas altimétricas pertencentes ao rebordo do planalto, está em patamares entre-escarpa, predominantemente sobre arenito eólico, apresentando coloração vermelho amarelado. Nas porções de altitudes elevadas apresenta-se em rampas e colinas de altas altitudes, sobre o substrato de rochas vulcânicas, apresentando coloração vermelho escuro, podendo ser por vezes confundido com os Latossolos, (figura 61).

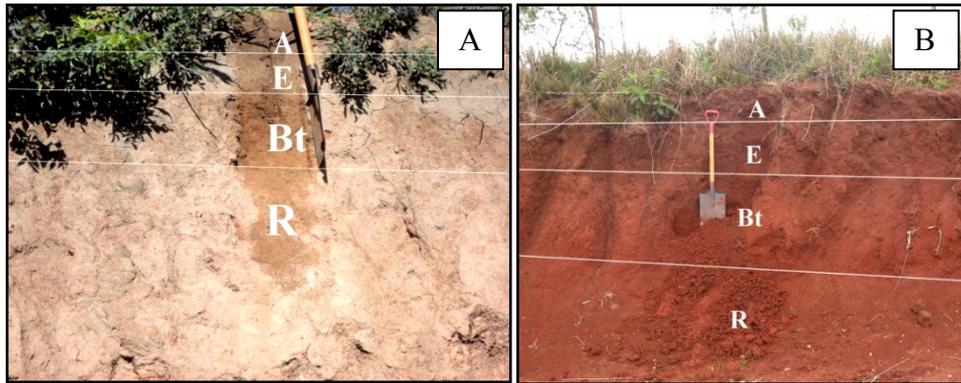


Figura 61: Foto A, perfil de Argissolos em Nova Palma e Perfil de Argissolos sobre rocha Vulcânica em Pinhal Grande.
Org: SCHIRMER, 2015.

Os principais usos encontrados nas áreas com a presença desse solo são os cultivos de fumo, milho, mandioca, feijão e soja, sendo esse último realizado apenas nas porções de maior altitude.

Solos Hidromórficos (Associação Planossolos-Gleissolos)

Estes solos são geralmente associados a rede de drenagem, em áreas planas e mal drenadas, relevo plano a suavemente ondulado, apresentando permeabilidade lenta ou muito lenta e uma diferenciação acentuada entre os horizontes, (figura 62).



Figura 62: Foto A, Solo hidromórfico do tipo Gleissolo próximo á drenagem e foto B, perfil de solo do tipo Planossolo, próximo ao Rio Jacuí, com processos erosivos, em Agudo.
Org: SCHIRMER, 2015.

Os Gleissolos também possuem características semelhantes aos Planossolos, sendo que são encontrados bem próximos á drenagem. São solos desenvolvidos de sedimentos

fluviais areno-argilosos recentes (Quaternário). Em relação ao perfil, observou-se a ocorrência de solos muito argilosos, com altos teores de matéria orgânica e horizonte B Gley com presença de mosqueados e cor cinza claro devido a migração do óxido de ferro. Estes solos são usados para o cultivo do arroz e pastagens. Tem-se a utilização de maquinários para trabalhar o solo, por ser um solo mal drenado acaba sendo compactado.

Os Planossolos estão em porções mais afastadas da drenagem se comparado com os Gleissolos. Apresenta cor bruna escura no horizonte A, com grande presença de matéria orgânica provinda de processos deposicionais, clareando a medida que passa para o horizonte E e no horizonte Bt torna a ser bruno escuro. São solos desenvolvidos de depósitos fluviais subatuais e atuais, com cascalhos e areias de depósitos de canais e, da argila de planície de inundação. Estes solos ocorrem nos terraços fluviais que margeiam as planícies de inundação do Rio Jacuí, do Rio Soturno, Arroio Corupá e Micro-Bacias do Rio Jacuí entre outros.

Neossolo Quartzarênico

Em geral, são solos originados de depósitos arenosos, apresentando textura areia ou areia franca ao longo de aproximadamente 2 m de profundidade. Esses solos são constituídos essencialmente de grãos de quartzo, sendo, por conseguinte, praticamente destituídos de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo.

Essa classe de solos apresenta coloração amarela ou vermelha. A granulometria da fração areia é variável e, em algumas situações, predominam diâmetros maiores e, em outras, menores. O teor máximo de argila chega a 15%, quando o silte está ausente.

O uso de culturas anuais pode levá-los rapidamente à degradação. Por serem muito arenosos, com baixa capacidade de agregação de partículas, condicionada pelos baixos teores de argila e de matéria orgânica, esses solos são muito suscetíveis à erosão. Quando ocupam as cabeceiras de drenagem, em geral, dão origem a grandes voçorocas.

Tendo em vista a grande quantidade de areia, nesses solos, sobretudo naqueles em que a areia grossa predomina sobre a fina, há séria limitação quanto à capacidade de armazenamento de água disponível. O processo de lixiviação é intenso por causa da grande macroporosidade e da permeabilidade dos solos de textura arenosa.

Na área de estudo estes solos pode ser encontrado na porção sul do município de Restinga Seca, (figura 63).



Figura 63: Voçoroca do Buraco Fundo, característico de Neossolos Quartzarênicos.
Org: SCHIRMER, 2015.

4.7. Vegetação

Segundo a UNESCO, desde 1992, as áreas remanescentes de Mata Atlântica em todo o país, são tombadas como patrimônio natural pertencente a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, sendo assim os municípios em estudo, em sua totalidade, enquadram-se de alguma forma nessa reserva (figura 64).

Atualmente, a vegetação arbórea encontra-se misturada à vegetação herbácea campestre onde os solos rasos impedem a formação de uma vegetação mais exuberante, característica da mata atlântica.

Observando-se o mapa de uso e o mapa da reserva da biosfera, percebe-se que as localidades de Nova Boêmia, no município de Agudo e de Caemborá, em Nova Palma, é onde encontra-se o Parque da Quarta Colônia, que possui um importante potencial turístico ainda não explorado, sendo ocupado por moradias, poteiros e lavouras. O parque está associado a construção da Usina Hidroelétrica Dona Francisca, com intuito de manutenção da biodiversidade dessa região, com destaque para amostra da mata típica da região.

A maior parcela da Zona Núcleo da reserva da Mata Atlântica, constituídas por Áreas de Preservação Permanente, ligadas a manutenção de nascentes, mananciais, biodiversidade e recursos hídricos. Encontra-se nos municípios de Agudo, Ivorá e Silveira Martins, gerando conflito ambiental devido à utilização, em muitos casos ilegalmente, da mata nativa como fonte de energia. Há também a presença da Zona Núcleo nos demais municípios, porém nesses, acaba acompanhando as margens da rede de drenagem em sua maioria.

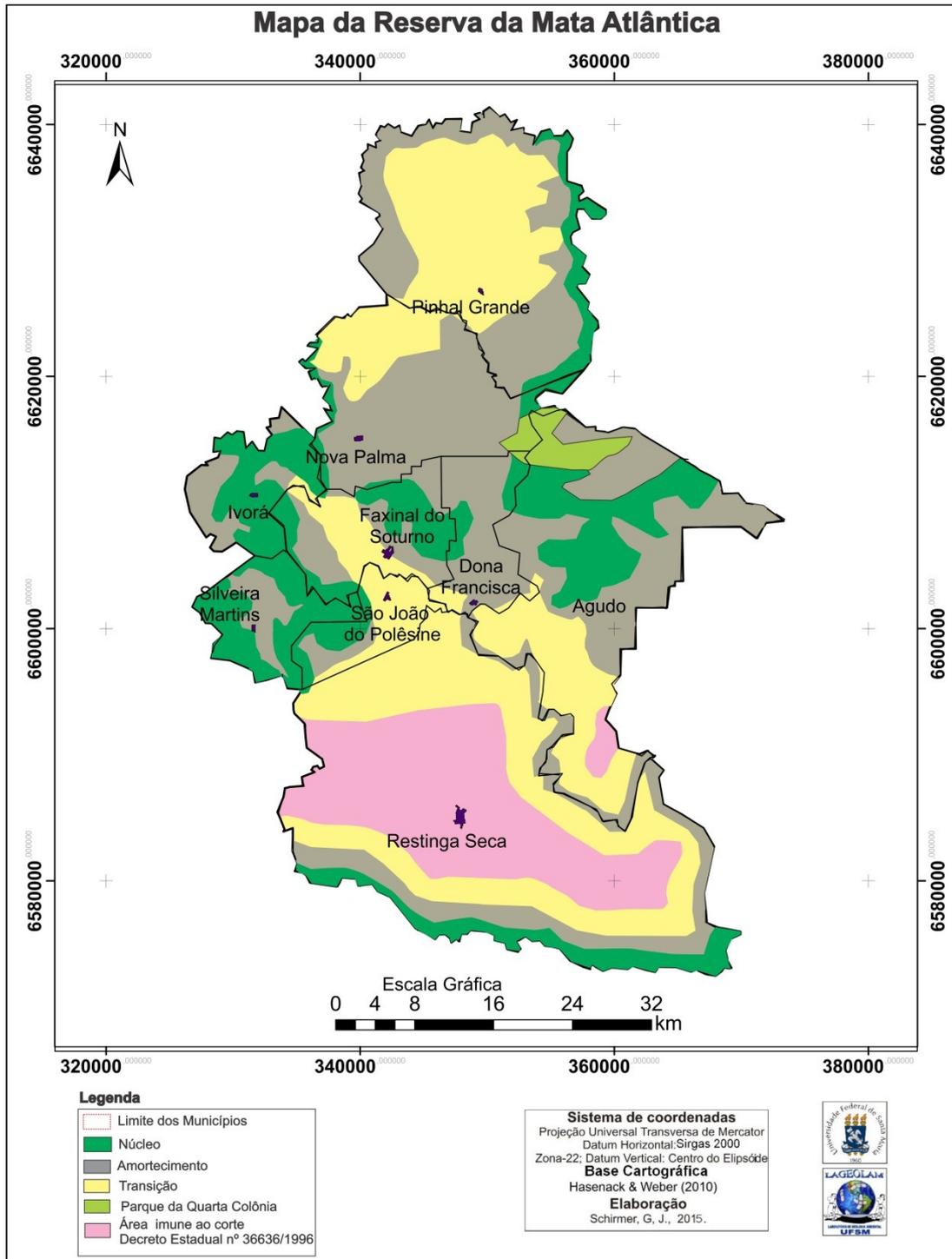


Figura 64: Área da reserva da Mata Atlântica.
 Fonte: Compilado da GEOFEPAM, 2009.
 Org: SCHIRMER, G. J., 2015.

Na região ainda pode-se visualizar alguns remanescente de araucária, vegetação essa característica da floresta mista da mata atlântica. Porém de maneira geral estão presentes em ambientes antropizados, principalmente em poteiros, separadamente dos demais tipos de vegetação arbórea característicos da mata Atlântica, (figura 65).



Figura 65: Foto A, pecuária em área de transição no município de Pinhal Grande foto B, araucárias em poteiros no município de Agudo.
Org: SCHIRMER, 2015.

As zonas de Transição e de Amortecimento, possuem como objetivo minimizar os impactos negativos na zona núcleo, servindo de corredor ecológico. Na área de estudo nessas zonas a vegetação é significativamente degradada. Na zona de amortecimento ocorre, principalmente, cultivo de milho, fumo e pecuária e a zona de transição o cultivo de arroz, soja e pecuária.

CAPITULO V

5. ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA

Este capítulo apresenta o mapeamento geomorfológico da área de estudo, onde as unidades geomorfológicas representam a integração, através da pesquisa dos elementos físicos da área de estudo, frente aos processos envolvidos na organização da paisagem local.

A cartografia geomorfológica é um instrumento de análise e de síntese da pesquisa geomorfológica e, conforme, Ross (1990), as formas de relevo e os processos geomorfológicos têm grande importância, tanto pelo fato de constituírem o substrato físico sobre o qual se desenvolvem as atividades humanas, como por responderem, muitas vezes de forma agressiva as alterações provocadas por tais atividades.

Sendo assim, o mapeamento geomorfológico do presente trabalho aborda as relações que se estabelecem entre o relevo, solos, litologias e os processos atuantes que compõe os elementos geomorfológicos.

Conforme o Projeto Radam Brasil (1986), correspondente ao táxon 3 proposto por Roos, quanto à geomorfologia regional, envolvendo a morfoescultura, a área de pesquisa enquadra-se na Planície Alúvio-coluvionar; Depressão do Rio Jacuí; Serra Geral ou Rebordo do Planalto segundo Müller Filho, (1970); Planalto Santo Angelo e; Planalto dos Campos Gerais, (figura 66).

A Planície Alúvio-coluvionar na área de estudo corresponde as margens planas do rio Jacuí, de 0-2 % de declividade, onde ocorre processos de acumulação fluvial.

A Unidade Geomorfológica Depressão do Rio Jacuí caracteriza-se por não apresentar grandes variações altimétricas, entre 40m e 20m, onde dominam formas alongadas de topos convexos. Ao lado dessas formas ocorrem vastas superfícies planas, recobertas por colúvios, com dissecação incipiente, formando colinas.

O Planalto de Santo Ângelo é composto por colinas suavemente onduladas, com litologias da Formação Serra Geral e da Formação Tupanciretã.

O Planalto dos Campos Gerais, segundo Radam Brasil (1986), desenvolvido predominantemente sobre as formações vulcânicas ácidas, é marcado por colinas onduladas separadas por vales alargados por sucessivas etapas de dissecação que deixaram rupturas de

declive e pequenos desníveis, constituindo-se num plano remanejado, desnudado, truncando rochas sãs ou pouco alteradas.

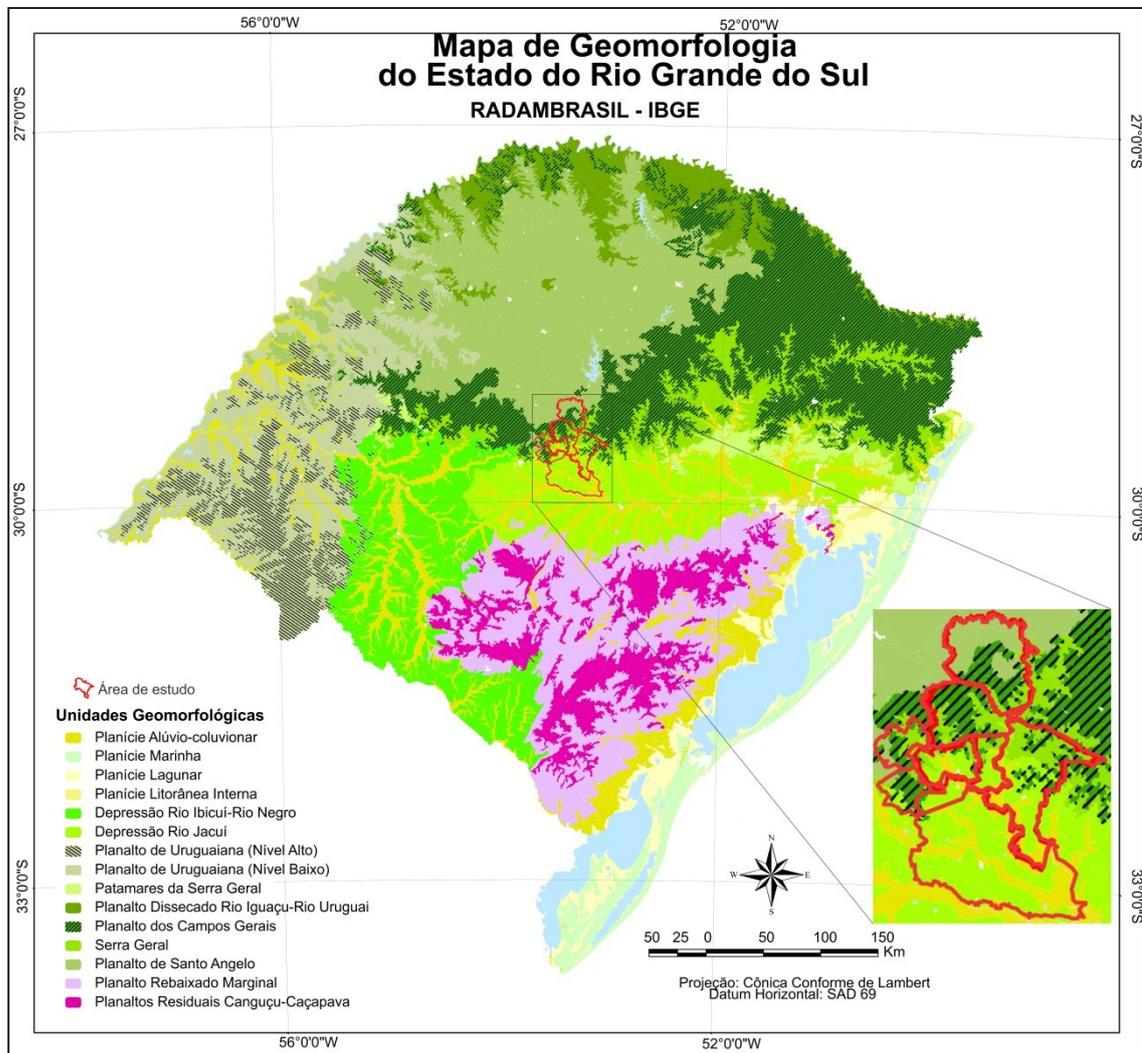


Figura 66: Área de estudo no Mapa geomorfológico do Rio Grande do Sul.
Fonte: IBGE, 1986.

5.2. Compartimentação Geomorfológica da Quarta Colônia

Com os estudos relativos as formas que o relevo se apresenta na paisagem, a estrutura que as mantém, como litologias, solos, hidrografia e os processos que desencadeiam, permitiu definir oito unidades geomorfológicas na área de estudo, como pode ser visualizado na (figura 67). A compartimentação geomorfológica está apresentada esquematicamente no perfil apresentado na (figura 68), de Sudoeste à Nordeste no município de Agudo, onde pode-

se observar a diversidade do substrato, relevo e uso na área de estudo, que tendem a seguir as restrições impostas pelo meio físico.

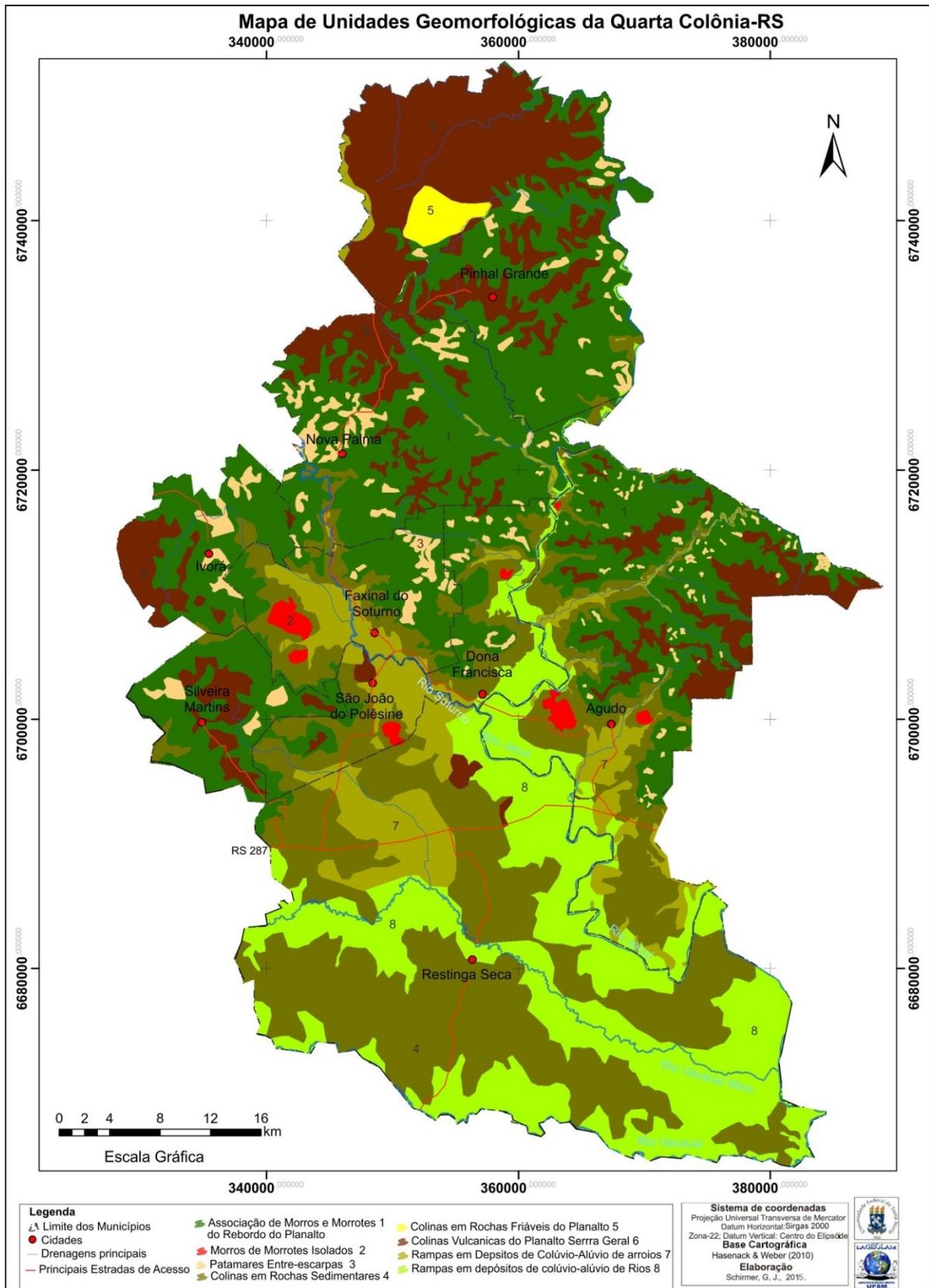


Figura 67: Mapa Geomorfológico.
 Org: SCHIRMER, 2015.

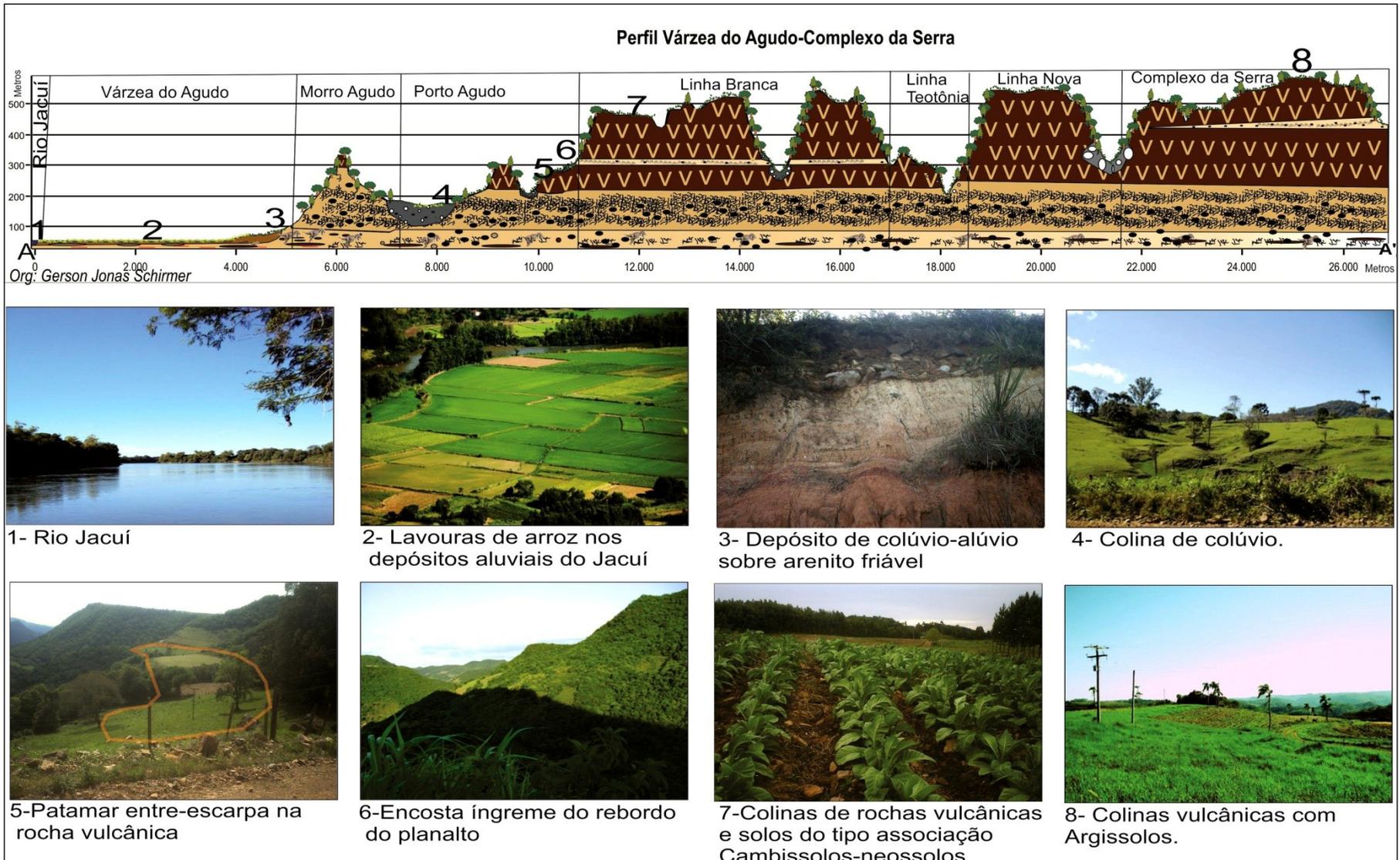


Figura 68: Perfil geomorfológico da área de estudo.

Fonte: SCHIRMER, 2010.

Rampas de Depósito Colúvio-Alúvio de Rios

Na área de estudo esta unidade apresenta-se ao longo dos rios Jacuí, Vacacaí Mirin e Vacacaí. Está associado ao longo do curso onde estes rios formam canais meandrantos (figura 69), com extensa planície de inundação, área essa associada a Planície Colúvio-aluvionar na definição do Radam Brasil(1986). Os depósitos aluvionares com cultivo do arroz são as principais características de uso dessa unidade.

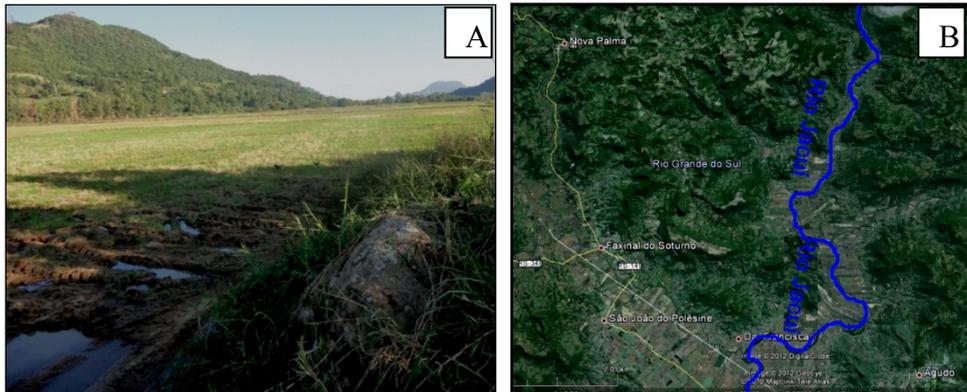


Figura 69: Foto A, cultivo de Arroz próximo ao Rio Jacuí e foto B, forma do curso do Rio Jacuí vista com imagem de satélite.
Org: SCHIRMER 2015.

Dos três rios em que esta unidade está associada, o Jacuí é o de maior importância pela capacidade de vazão que tem e área de abrangência, principalmente durante as cheias. O rio Jacuí apresenta um leito maior com seção transversal larga e o leito menor com margens baixas e fundo arenoso. Uma importante característica do leito menor do rio é o desenvolvimento de corredeiras com porções com acúmulo de blocos de rochas proveniente do Rebordo do Planalto.

Essa unidade apresenta baixa declividade, menor que 5%, e pouca variação altimétrica, entre 40 a 90 metros. Quanto as características litológicas predominam os depósitos recentes, do canal principal do Rio Jacuí, e os solos são do tipo solos hidromórficos, Gleissolos e Planossolos argilosos. O principal processo natural, através de dinâmica superficial, que ocorre nessa área refere-se ao de acumulação, ligado a eventos de inundação.

Rampas de Depósito Alúvio–Colúvio de Arroios

Esta unidade diferencia-se da anterior, principalmente, pela sua estrutura, influenciada pela menor capacidade de vazão e de área de abrangência do canal principal. Isto resulta em uma camada de solo e litologia lamítica menos espessa do que

a unidade anterior. Esta unidade geomorfológica está associada a área correspondente a Planície Colúvio-aluvionar na definição do Radam Brasil (1986).

Na Quarta Colônia, esta unidade o relevo apresenta uma topografia plana, com o predomínio de rampas e declividades menores de 5%, com altitudes inferiores a 180 metros. Esta unidade é composta por litologias de depósitos recentes formados por fragmentos originados de rochas vulcânicas e sedimentares, que através dos processos de dinâmica superficial acumularam-se nas áreas de fundo de vale, formando as planícies de acumulação dos arroios.

Os solos são hidromórficos com baixa capacidade de drenagem, predominantemente do tipo Planossolos areno-argilosos. Esta unidade é formada pelas áreas planas dos vales. Por apresentarem, em sua maioria, margens planas, estes arroios apresentam porções de várzeas sujeitas a inundações. Estes modelados de baixas declividades, que correspondem às rampas de alúvio-colúvio dos arroios, são formados por feições superficiais compostas por sedimentos quaternários com variação textural. As principais atividades realizadas nesse local são o cultivo do arroz e do fumo, (figura 70).

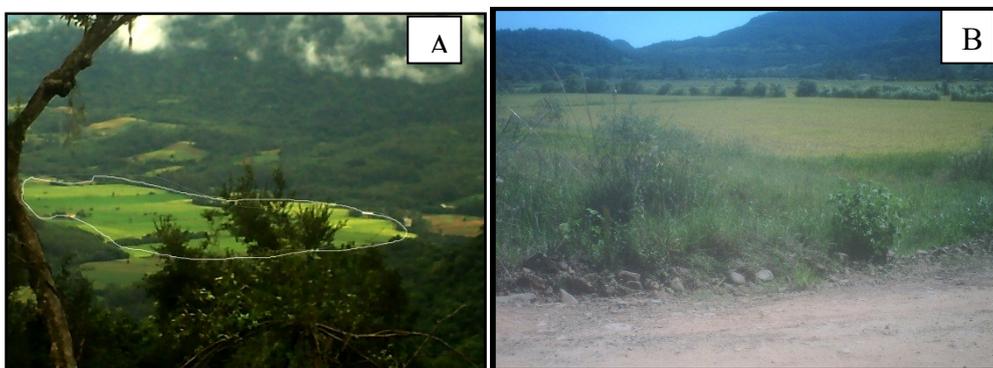


Figura 70: Foto A, rampas de Depósito Colúvio-alúvio do Arroio Corupá e foto B, do Arroio Ivorá. Org: SCHIRMER, 2015.

Colinas em Rochas Sedimentares

No mapa do Radam Brasil(1986), esta unidade está associada a áreas de Depressão do Rio Jacuí. Se caracteriza por um relevo de colinas suaves a onduladas, com inclinações que podem chegar a 15%, mas predominam declividades menores que estão associadas às colinas de vertentes alongadas de topo plano nos interflúvios. As altitudes variam entre 90 e 200m. O substrato rochoso predominante nessas áreas são

arenitos de origem fluvial, que quando friáveis são facilmente intemperizados e desgastados pela erosão, o que permite configurar um modelado de paisagens suaves, com vertentes convexas, arredondadas e de média altitude. Esta unidade apresenta solos do tipo argissolos arenosos e profundos. O cultivo do fumo, de soja e pecuária são as principais atividades realizadas nesse local para aquisição de renda, (figura 71).

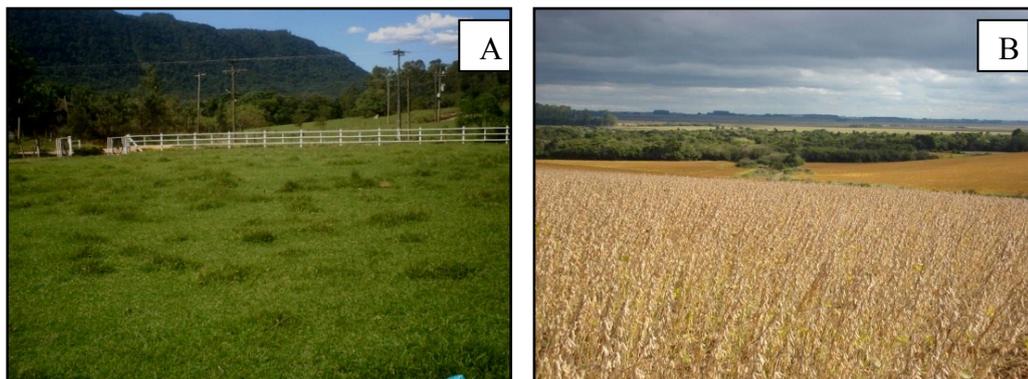


Figura 71: Foto A, Colina de arenito em Picada do Rio e Foto B, colina com Lavoura de Soja em Restinga Sêca.
Org: SCHIRMER, 2015.

Colinas Vulcânicas do Planalto Serra Geral

Esta unidade no mapa do Radam Brasil(1986), está associada ao Planalto Santo Ângelo e ao Planalto dos Campos Gerais. As colinas de rochas vulcânicas encontram-se em altitudes elevadas acima de 350 metros, em declividades predominantes menores que 15%. O substrato faz parte do domínio morfoescultural do Planalto, o qual apresenta sua origem ligada ao vulcanismo que cobriu os sedimentos da Bacia do Paraná no final do Mesozóico, (figura 72).

Os solos encontrados nesta unidade compreendem uma associação de Cambissolos e Argissolos, apresentando um perfil de alteração pouco a bem desenvolvido, dependendo da posição do derrame em que se encontra e da disposição do fraturamento da rocha. Os solos mais profundos se formam em contatos de derrames e com fraturamento vertical e os solos rasos em posição de centro de derrame e fraturamento horizontal.



Figura 72: Colinas Vulcânicas em Nova Palma.
Org: SCHIRMER, 2015.

As colinas pertencentes a este modelado apresentam características de vertentes convexas de vales encaixados e topos planos. Nessas áreas predominam os processos de dinâmica superficial. Os usos predominantes estão relacionados ao cultivo de soja, trigo, fumo, milho e pecuária.

Associação de Morros e Morrotes do Rebordo do Planalto

Esta unidade no mapa do Radam Brasil (1986), está associada as áreas que compreendem a Serra Geral. Nesta unidade as formas de relevo predominantes são morros e morrotes de rochas vulcânicas, com algumas porções intercaladas de rochas de arenito eólico, demarcando contatos de derrames, onde aparecem surgências, normalmente formando pequenos patamares entre-escarpas. A unidade ocupa altitudes entre 120 e 480 metros, na metade norte da área de estudo.

As vertentes entalhadas formam vales encaixados de encostas íngremes, com um grande número de cabeceiras de drenagem (cascatas), e declividades superiores a 15 % que restringem o uso e ocupação, (figura 73).

Aparecem ainda, escarpas abruptas associadas às sequencias de derrames. A erosão, os deslocamentos de blocos e os escorregamentos são os processos de dinâmica superficial presentes nessas áreas. Os solos são de cor escura, aparecem em algumas porções, rasos e misturados às rochas, sendo denominados Cambissolos e Neossolos. Localmente estes solos são definidos como “solos de pedregulho”. Normalmente estes pequenos fragmentos de rochas vulcânicas misturados ao solo propriamente dito, são muito férteis, onde tem-se o cultivo de feijão e de milho.

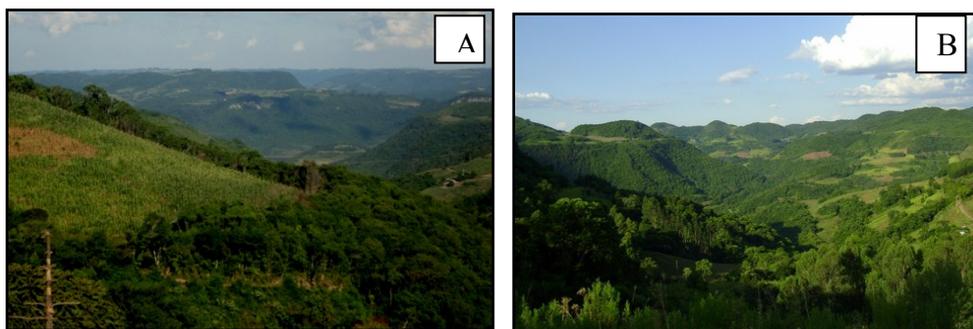


Figura 73: Foto A, Morros e Morrotes em Nova Palma e foto B, em Agudo.
Org: SCHIRMER, 2015.

Muitos agricultores não utilizam adubos químicos ou orgânicos nestas áreas, porém a produção se equipara a solos arenosos em colinas de rochas sedimentares com a adição de adubos. Destaca-se que nesta Unidade desenvolve-se principalmente agricultura de subsistência. São áreas onde se tem a maior preservação da vegetação nativa.

Morros e Morrotes Isolados

Esta unidade está associada a Depressão do Rio Jacuí e a Serra Geral no mapa do Radam Brasil (1986). É composta por elevações isoladas, entre 100 a 380 metros de altitudes, com declividade acentuadas maiores que 30%, se destacando em meio a uma topografia plana ou suavemente ondulada. Esses morros e morrotes formaram-se a partir do recuo das vertentes do Rebordo do Planalto, podem ser chamados também de morros testemunhos. De acordo com Suertagaray (2003), morro testemunho é uma feição do relevo situado adiante de uma escarpa, mantida pela camada rochosa mais resistente. Recebe esta denominação por ser testemunho da antiga posição da escarpa antes do recuo do front desta. Morros testemunhos são observáveis na frente de escarpas de planaltos ou Cuestas.

Sua estrutura é mantida por uma camada de rocha vulcânica existente em seu topo, sendo que as demais porções são mantidas por arenitos, com solos rasos. São porções onde podem atuar processos erosivos superficiais intensos, como escorregamentos e rolamento de blocos. Na região tem-se a manutenção da vegetação nessa unidade, por ter inclinações acentuadas, (figura 74).



Figura 74: Morro Agudo no Município de Agudo.
Org: SCHIRMER, 2015.

Colinas em Rochas Friáveis do Planalto

Esta unidade está inserida no Planalto Santo Ângelo no mapa do Radam Brasil (1986). É formada por um relevo de colinas suaves, onde predominam declividades menores que 15%. A altitude onde se encontra essa unidade está acima de 300 metros de altitude, em área de cabeceira de drenagem do rio Ferreira, no município de Pinhal Grande.

O substrato rochoso predominante nessas áreas são arenitos conglomeráticos, com presença de seixos vulcânicos sub-angulosos. Tais arenitos são facilmente intemperizados, quando friáveis, o que permite configurar um modelado de paisagens suaves, típicas deste compartimento de colinas. Sendo que por vezes são encontrados nos topos das colinas afloramentos de arenitos silicificados, formando um aspecto rugoso.

Os solos, predominantes, sobre essas colinas são bem desenvolvidos e arenosos apresentando perfil de alteração homogêneo. Estes solos, classificados como latossolos, são os mais característicos da área.

Essas colinas diferenciam-se das demais, principalmente por ocorrerem processos erosivos muito intensos, com controle da litologia, formada por arenitos. Observou-se processos de formação voçorocas, ravinas e erosão sub-superficial (pipings), (figura 75).



Figura 75: Foto A, Topo de colina com afloramento de arenitos silicificados e foto B, voçoroca em colina de rochas friáveis do planalto, em Pinhal Grande.
Org: SCHIRMER, 2015.

Patamares Entre-escarpas

Nas vertentes de relevo bastante inclinado estão presentes porções planas a levemente onduladas constituindo patamares entre as escarpas. Esta unidade está associada a Serra Geral de acordo com o mapa do Radam Brasil (1986). Constitui-se por áreas com inclinações inferiores a 15%, em altitudes predominantemente intermediárias que podem estar acima de 200 metros e inferiores a 500 metros na área de estudo. Normalmente demarca contatos de derrames vulcânicos ou de diferentes litologias. Os solos apresentam espessura variada entre 20 cm e 1,20 m, sendo propícios para o desenvolvimento da agricultura.

Os principais processos identificados nessa porção referem-se a formação de ravinas, quando manejado sem cuidados e sobre arenito. Por vezes são encontrados blocos de rochas provenientes da vertente superior, o que o coloca como área de acumulação/depósito de tálus e de colúvio. Na área de estudo predomina o cultivo de fumo e para subsistência nessas áreas, (figura 76).



Figura 76: Em amarelo, Patamar Entre-escarpa no município de Nova Palma.
Org: SCHIRMER, 2015.

CAPÍTULO VI

6. CARACTERIZAÇÃO DA FORMAÇÃO E DO USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo são apresentadas as informações referentes aos processos de ocupação da região da Quarta Colônia, que ao longo dos anos desencadearam os diferentes usos da terra desenvolvidos nos municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma, Pinhal Grande, Restinga Seca, Silveira Martins, São João do Polêsine e Ivorá. Além disso, são apresentadas as informações a respeito do uso da terra presente na área.

O levantamento traz um breve resgate histórico-evolutivo da formação e ocupação destes municípios, relacionando com as últimas transformações da paisagem local. Parte-se da caracterização das atividades de uso e ocupação desenvolvidas nos municípios, que como em praticamente toda região de colonização italiana e alemã, no Rio Grande do Sul, predominam a pequena propriedade e está historicamente baseado na diversidade de atividades agrícolas, importante papel no desenvolvimento dos municípios, nestes últimos anos.

6.2. Histórico da Formação e Ocupação dos Municípios da Área de Estudo

Anteriormente a chegada dos portugueses no Brasil, viviam aqui os nativos, popularmente chamados de índios. Viviam aproximadamente 12 povos indígenas, sendo que dos 12, no Rio Grande do Sul viviam quatro grupos destacados por Borba & Sangoi (1998), que são: os Minuanos, Charruas, Carijós habitando às margens dos rios Jacuí, Ijuí e os Guaranis que habitavam as margens do rio Ibicuí. Com o intuito de dominar estes povos e direcioná-los as atividades agrícolas foram enviadas missões jesuíticas às terras do Rio Grande do Sul para catequiza-los formando aldeamentos indígenas.

Durante a ocupação portuguesa do Rio Grande do Sul estes aldeamentos foram destruídos e as terras foram distribuídas em grandes lotes, conhecidos como Sesmarias, à militares e tropeiros. De acordo com Bezzi (1985), este processo ocorreu a partir do século XVIII.

A partir de 1820, a coroa portuguesa procurou povoar as terras do sul com maior efetividade, visto que estas terras necessitavam ser ocupadas para garantir a sua posse que estava sob ameaça de invasores espanhóis. Além disso, necessitava de mão de obra para produção de alimentos diversificados, pois no Rio Grande do Sul a produção era basicamente de charque.

Nesse sentido, a coroa portuguesa investiu primeiramente na imigração alemã, que de acordo com Cesca (1975 Apud Cirolini 2008), ocorreu em 1824, localizando-se como primeiro núcleo, ao norte de Porto Alegre, mais tarde denominado de São Leopoldo, as margens do rio dos Sinos. Gratuitamente, receberam do Governo Imperial, uma propriedade de terras livres, medida e demarcada, com uma área superficial de 77,44 hectares, sendo uma parte de campo para lavouras e a outra de matas virgens, como estímulo a desenvolver novas atividades econômicas.

A vinda de imigrantes alemães e italianos ao Brasil teve dois principais objetivos: ocupação das terras e produção de alimento para abastecer as cidades, que na época, começavam a crescer. A grande maioria desses imigrantes foram direcionados para o Sul do país. Enquanto no Brasil tinha-se espaço sobrando e falta de braços para trabalhar, na Europa tinha-se sobra de braços devido a falta de espaço causada pelo aumento da população e pela crise econômica lá existente nesse período, WERLANG (1995).

No Rio Grande do Sul a colonização por alemães iniciou-se em São Leopoldo e a partir dessa cidade em direção a Cachoeira do Sul, interior do Estado, para posterior formação da Colônia de Santo Ângelo, onde hoje, encontram-se os municípios de Agudo, Cachoeira do Sul, Paraíso do Sul e Dona Francisca. O território que compreendia a Colônia de Santo Ângelo em 1875, abrangia uma área de aproximadamente 55mil hectares e uma população de 4mil habitantes.

A vinda oficial de imigrantes alemães encerrou-se em 1859, porém iniciou-se a imigração italiana para apossar-se das áreas não ocupadas pelos alemães. Primeiramente, ocuparam a Serra Gaúcha próxima de Porto Alegre, posteriormente estenderam-se a região central do Estado formando a atual região da Quarta Colônia. Estes imigrantes dedicaram-se a agricultura familiar, com a produção de alimentos em pequenas propriedades localizadas nas áreas de encosta do Planalto Serra Geral.

Com a modernização da agricultura nessa região teve início a acumulação de capital nos pequenos lugares, que ainda não se constituíam municípios, na década de 1950 á 1980, a maioria se emancipou .

No que se refere a história da Quarta Colônia, de acordo com Cesca (1975), a imigração italiana teve início no ano de 1877, com a vinda de setenta famílias provenientes da Província do Vêneto (norte da Itália), que se estabeleceram na Serra de São Martinho, próximo a cidade de Santa Maria da Boca do Monte. Posteriormente ocuparam as terras que hoje formam o município de Silveira Martins, os distritos de Arroio Grande e de Vale Vêneto e ainda as localidades de Ribeirão (São João do Polêsine) e Val Veronês (Faxinal do Soturno). Assim sucedeu-se a expansão da ocupação dos imigrantes italianos para os demais lugares que hoje se constituem os municípios da Quarta Colônia de Imigração Italiana.

De acordo com, Strenzel & Rampelotto (2012), o município de Agudo participou – inicialmente – da Quarta Colônia como um elemento germânico exótico, juntamente com Restinga Seca, o elemento "campeiro" da região. Agudo, além do mais, constituía a saída geográfica da Quarta Colônia. A partir do trágico evento da queda da ponte da RSC 287 sobre o rio Jacuí, que separa o município de Agudo de Restinga Seca, na data de 5 de janeiro de 2010, esta situação se inverteu de forma definitiva, havendo a troca da polaridade turística de saída-entrada e colocando Agudo como a "porta de entrada" da Quarta Colônia.

A caracterização geral da formação territorial individual dos municípios da área de estudo (Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma, Pinhal Grande, Silveira Martins, Restinga Seca, São João do Polêsine e Ivorá), deu-se a partir de consulta em bibliografia como IBGE(2015), Cirolini (2008), Werlang (1985) e Cesca (1975) de acordo com as descrições no quadro 3:

Quadro 3: Resumo da formação e ocupação dos municípios da Quarta Colônia-RS

Município	Principais Características Históricas
Agudo	Aparece pela primeira vez num mapa no ano de 1800. Em 1857 chegam os primeiros imigrantes alemães. Em 1938, é elevado à categoria de Cidade. Em 1957, um século após a chegada das primeiras famílias, iniciou-se o movimento de emancipação do distrito de Agudo, pertencente a Cachoeira do Sul, juntamente com Nova Boêmia (sub-distrito de Sobradinho). Emancipou-se em de fevereiro de 1959.

Dona Francisca	Início da ocupação por imigrantes italianos e alemães em 1883. Os colonos alemães fixaram-se em Linha Ávila e os italianos, oriundos do Vêneto e Treviso, onde hoje é Linha Grande, Linha do Moinho e Linha do Soturno. Em 1965, Dona Francisca consegue sua autonomia de Faxinal do Soturno, pela Lei nº 4993, de 17 de julho de 1965, desmembrando-se de Faxinal do Soturno em 1967.
Faxinal do Soturno	Teve seu início de ocupação e por imigrantes italianos em 1877. Seu primeiro nome foi Campo do Meio. Devido ser uma área pantanosa e perigosa passou a chamar-se Faxinal do Soturno. Emancipou-se do município de Cachoeira do Sul, em plebiscito realizado no dia 30 de novembro de 1958 e o novo município foi criado pela lei estadual nº 3711, de 12 de fevereiro de 1959.
Ivorá	Sua ocupação por imigrantes italianos deu-se em 1882. Primeiramente chamava-se Nova Udine, posteriormente foi denominado Ivorá, que significa “rio da praia formosa”. A criação do município deu-se a partir do município de Júlio de Castilhos, pela lei nº 8.597, de 9 de maio de 1988
Nova Palma	Teve início da colonização italiana em 1882. Inicialmente chamava-se Barracão. Inicialmente o território pertenceu ao município de Rio Pardo, depois Cachoeira do Sul, seguida de São Martinho e finalmente em 14 de setembro de 1891 passa a pertencer a Vila Rica (hoje Júlio de Castilhos). Em 08 de abril de 1913, o Decreto Intendencial número 02, de Júlio de Castilhos, torna oficial o nome "Nova Palma". Denominação sugerida aos líderes locais, pela quantidade de coqueiros e palmeiras que ali existiam, Sponchiado (1996). A 29 de julho de 1960, a Lei Estadual 3.933, cria o município de Nova Palma.
Pinhal Grande	A ocupação europeia começou com os portugueses em 1813, com a criação de gado. A ocupação com imigrantes italianos deu-se com o esgotamento das terras na colônia de Silveira Martins e o deslocamento desse para Pinhal Grande. O nome Pinhal Grande é devido à existência na região de mata nativa, especialmente a mata de pinhais (araucárias). Emancipou-se do município de Júlio de Castilhos pela lei municipal nº 9600 de 20 de março de 1992.
Restinga Seca	Era habitado por tribos Guaranis, sendo no passado o palco de muitas disputas de terra por índios, liderados por Sepé Tiarajú. A ocupação pelos imigrantes europeus, e do afro-descendente, datam de 1817, se instalaram em terras doadas, as sesmarias. Em 1857, começam a chegar imigrantes alemães. A ocupação com italianos deu-se a partir dos demais municípios da Quarta Colônia para este município. Restinga Sêca foi emancipada do município de Cachoeira do Sul no dia 25 de março de 1959, através da lei 3.730.
São João do Polêsine	Inicialmente era ocupado por português e afrodescendentes provenientes das sesmarias, posteriormente foi ocupado por imigrantes italianos em 1978 no distrito de Vale Vêneto. A emancipação do

	município se deu através da lei nº 9.601, de 20 de março de 1992. Desmembrando-se de Faxinal do Soturno.
Silveira Martins	É conhecida como Berço da Quarta Colônia por receber as primeiras levas de imigrantes italianos da região central do estado do RS em 1877. No ano de 1882 os lotes são demarcados, dando origem a propriedades com um caráter de agricultura de subsistência. Emancipada de Santa Maria no dia 11 de Dezembro de 1987.

Org: Schirmer, 2015.

6.3. Aspectos Socioeconômicos

De acordo com os dados do IBGE (2014), o município de Agudo possui a maior população dentre os municípios analisados, com 17.140 habitantes e Dona Francisca o menor número de população com 3.401 habitantes. O município de Faxinal do Soturno possui maior densidade demográfica dos municípios da área de estudo, com 39,2 habitantes por km² e Pinhal Grande a menor densidade, com 9,37 habitantes por km². A distribuição das informações demográfico-espaciais podem ser observadas no quadro4:

Quadro 4: Informações demográficas e espacial.

Município	População estimada em 2014	Área Km ²	Densidade hab/km ²
Agudo	17.140	536	31,1
Dona Francisca	3.397	114	29,8
Faxinal do Soturno	6.870	170	39,2
Nova Palma	6.579	314	20,4
Pinhal Grande	4.568	477	9,37
Ivorá	2.149	122	17,54
Restinga Seca	16.345	956	16,58
São João do Polêsine	2.654	85	30,94
Silveira Marins	2.491	118	20,68
Total	62.193	2.892	23,95

Org: Schirmer 2015.

Fonte: IBGE.

Com relação à extensão territorial, o município de Agudo possui maior extensão com 536 km² de área, no entanto essa possui grandes obstáculos naturais para a atividade agrícola, pois está localizada em um relevo acidentado e onde ocorre a maior

parte da reserva da mata Atlântica da Quarta Colônia. O município de Dona Francisca além de estar em uma região de relevo acidentado, dificultando o uso, possui a menor extensão territorial. O município de Pinhal Grande possui uma significativa área territorial com 477 km², sendo que nesse município os usos são favorecidos em relação ao relevo, que é predominantemente suavemente-ondulado a ondulado.

A maior parcela de contribuição do PIB dos municípios da região, de forma semelhante ao que ocorre com o Estado do Rio Grande do Sul, provém do setor de serviços, porém é seguido pela agropecuária e com uma pequena participação da indústria, conforme ocorre com o Brasil.

Dentre os municípios da área de estudo o município de Agudo possui o maior PIB em 2010. Sendo que o setor de serviços possui maior contribuição, seguido da agropecuária, como pode ser observado no quadro 5.

Quadro 5: Informações econômicas com percentual do valor adicionado do PIB

Município	Agropecuária	Indústria	Serviços	Participação no PIB da Quarta Colônia
Agudo	31%	20,5%	48,5%	25,1%
Dona Francisca	26%	20%	54%	4,2%
Faxinal do Soturno	8%	45,5%	46,5%	15%
Nova Palma	19,5%	20%	60,5%	12,8%
Pinhal Grande	27,5%	36,5%	36%	12,1%
Ivorá	33%	5%	62%	3%
Restinga Seca	32%	12%	56%	21,3%
São João do Polêsine	21%	11%	68%	3,7%
Silveira Martins	35%	7%	58%	2,6%

Org: Schirmer 2015.

Fonte: IBGE (2014).

Os municípios têm sua economia baseada no setor de serviços, essa representatividade se dá, principalmente, devido à atuação das cooperativas existentes na região, com destaque para a Cooperativa Agrícola Mista Nova Palma Ltda (CAMPAL) e Cooperativa Mista Agudo Ltda (COOPERAGUDO), onde a segunda é a cooperativa com maior número de associados do Rio Grande do Sul. No setor

agropecuário, segundo valor adicionado mais importante do PIB, os principais produtos são o arroz soja, fumo, milho e pecuária leiteira.

Estes municípios estão ligados a polos regionais maiores tais como Santa Maria e Santa Cruz, os quais por sua proximidade e importância atraem considerável parcela da população e dos recursos de toda a região na procura de bens de consumo, prestação de serviço, educandários e outros.

6.4. O sistema agrícola

Dufumier (2007), propõe que a análise de cada um dos sistemas de produção inicie pelo inventário da força de trabalho e dos meios de produção disponível na unidade de produção, detalhando-se cada caso as suas características, quantidades, formas de aquisição, períodos de disponibilidade e seus usos efetivos.

Nos municípios da região encontram-se várias agroindústrias de beneficiamento de grãos (arroz e feijão), de leite, além de destilarias de cana-de-açúcar. Também há agroindústrias familiares caseiras que produzem produtos tais como rapadura, melado, açúcar mascavo, geleias, salame, linguiça, bolachas, vinho, queijo, massas e outras.

Quanto ao setor secundário e terciário destaca-se a construção civil e o comércio em geral (vestuário, calçados, mercados, mini mercados, padarias, confeitarias, lancherias, farmácias, lojas de eletrodomésticos e outros).

No que se refere ao tamanho das propriedades, há uma diferenciação entre os municípios. Os municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, São João do Polêsine, Silveira Martins, Ivorá e porção centro sul de Nova Palma, apresentam um perfil predominante de pequenas propriedades. A grande maioria dos produtores são proprietários, havendo poucos exclusivamente arrendatários, posseiros ou ocupantes. Na Porção Centro Norte de Nova Palma e oeste do Município de Pinhal Grande há presença significativa de médios proprietários, isso ocorre principalmente devido a possibilidade de nessa área ser utilizado maquinário agrícola de forma intensiva, favorecido pelo relevo. O município de Restinga Seca apresenta predominância de médias e pequena propriedade na porção norte do município, já a porção centro sul predomina média e grande propriedade, chegando a existir propriedades com mais de 1000 hectares. Isto ocorre pelo tipo de distribuição de terras provindo das sesmarias e do relevo propício a atividade agrícola com maquinários, dispensando boa parte da mão de obra braçal.

Tipos de cultivo

O cultivo de fumo desenvolve-se na região, principalmente, devido a proximidade com as fumageiras, pois dão ao produtor a garantia de compra do seu produto. Os tipos de fumo cultivados variam de um município para outro. Há um predomínio do cultivo do fumo do tipo Virgínia no município de Agudo e Restinga Seca e um predomínio do cultivo do fumo do tipo Burley nos demais municípios. A forma de produção dos dois tipos se dá de maneira diferenciada, onde o primeiro é mais trabalhoso, pois necessita ser colhido em várias etapas e com maior utilização de agrotóxicos, além da queima de lenha para secagem da folha, porém possui maior valor na hora da venda, além de ser mais pesado. Já o segundo é menos trabalhoso, necessitando menos insumos e a secagem da folha acontece naturalmente, pendurado em galpões, porém possui menor valor na venda e menor peso por planta, (figura 77).

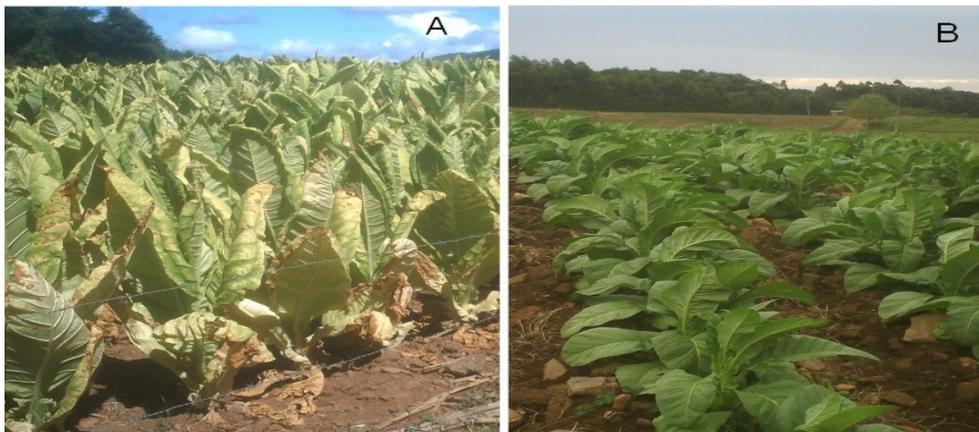


Figura 77: Fumo Burley na Foto A e fumo Virgínia na Foto B.
Fotografias: SCHIRMER, 2015.

No município de Agudo tem-se também a produção de moranguinho, realizada na agricultura familiar, principalmente pela mulher, essa atividade localiza-se na porção sul do município, próximo da RS287, para realizar a comercialização do produto na beira do asfalto. O município de Agudo é o 10º maior produtor de moranguinho do estado, sendo que o estado é o 3º maior produtor do país.

O cultivo deste produto no município proporciona atividades gastronômicas para desenvolvimento da região como um todo, pois resulta na festa do moranguinho onde são expostos diversos produtos de toda região da Quarta Colônia. Sendo assim, esse produto serve de dinamizador e integrador da economia local. Por ser destaque no município realiza-se a tradicional festa do moranguinho realizada no mês de novembro.

De um modo geral o perfil da produção agropecuária da região é marcado pela produção diversificada, principalmente de arroz, fumo, milho, soja, trigo, feijão, morango além de outras culturas e atividades realizadas muitas vezes em uma mesma propriedade. Chama atenção a busca por produção de cultivos de soja milho e trigo em áreas inclinadas com a utilização de maquinários. Isto tem resultado na ocorrência de acidentes com tratores, além disso, diminui a vida útil do solo em virtude do desencadeamento de processos erosivos provocados pelas garradeiras das rodas. Na (figura 78) pode-se observar uma colheitadeira em uma lavoura com terreno inclinado.



Figura 78: Máquina colhendo soja em Nova Palma.
Fotografia: SCHIRMER, 2015.

Esta busca por áreas inclinadas para o cultivo de soja está diretamente ligada à expansão da área plantada e conseqüente a busca pelo lucro. Porém como a região é predominantemente de pequenas propriedades e o cultivo de soja depende de significativo volume produzido para gerar lucro, os agricultores acabam ignorando os perigos e restrições de uso imposto pelo relevo.

Cabe ressaltar ainda que a atividade pecuária também é significativa nos municípios de Nova Palma e Pinhal Grande, principalmente, em consórcio com as lavouras de soja e plantio de pastagens nas mesmas, (figura 79). Nova Palma destaca-se na região pela criação de gado leiteiro, já em Pinhal Grande predomina a pecuária de corte.



Figura 79: Gado de corte em Pinhal Grande.
Fotografia: SCHIRMER, 2015.

Além dessa combinação há outras combinações de culturas para o sustento das propriedades, variando de um a quatro tipos de cultivos, como: soja/trigo, milho/feijão/fumo, milho/soja/leite, fumo/feijão/soja, milho/feijão, arroz/soja, arroz/milho, arroz/milho/feijão/fumo. No entanto, na grande maioria das vezes o cultivo do feijão e do milho são apenas para subsistência, sendo consumido na propriedade, (figura 80).



Figura 80: Lavoura de feijão colhida manualmente(mês de maio), Cerro Azul, Pinhal Grande.
Fotografia: SCHIRMER, 2015.

Tem-se como “carro chefe” da economia local das porções de encostas, o cultivo do fumo em todos os municípios da área de estudo. Em virtude da pressão mundial pela erradicação do tabaco, vem sendo buscado a redução dessa atividade agrícola, buscando o cultivo de culturas alternativas e outras atividades rurais como: cultivo de frutíferas, hortaliças, piscicultura, pecuária leiteira e atividades turísticas, (figura 81).



Figura 81: Cultivo de árvores frutíferas em área de encosta no Município de Nova Palma.
Fotografia: SCHIRMER, 2015.

Em busca da manutenção das propriedades fumicultoras, os agricultores procuraram diversificar a produção que combina com a mesma atividade, por exemplo, o plantio de milho onde foi colhido o fumo e pastagens de inverno ou forrageiras. Esses cultivos em uma mesma lavoura aumentam a produção da propriedade e ao mesmo tempo aumenta a vida útil das lavouras, diminuindo a erosão do solo, principalmente pelo cultivo de pastagens no inverno, período chuvoso. Tanto os usos tradicionais, quanto os novos usos geraram e geram transformação da paisagem natural local.

6.5. Análise do Uso e Ocupação da Terra

O uso da terra é uma das bases que precisam ser analisadas com maior detalhe antes da realização do zoneamento geoambiental. É através do uso da terra que ocorrem os conflitos ambientais resultantes da aceleração dos processos de dinâmica superficial, principalmente os ligados a erosão.

Conforme as análises do censo do IBGE (2010) e com os trabalhos de campo, os diferentes usos da terra desenvolvidos nos municípios estão associados com a estrutura fundiária, com a cultura dos colonizadores e com o relevo das propriedades rurais presentes nos municípios.

A intensificação do uso da terra, especialmente em termos de atividades agrícolas, em geral provoca a eliminação da cobertura vegetal natural e promove o desencadeamento de processos de erosão acelerada dos solos, se não forem utilizadas técnicas adequadas de uso. A caracterização e espacialização do potencial e

predisposição aos riscos à erosão dos solos, devido à ação hídrica de superfície, podem ser realizadas utilizando tecnologias de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas SIG, (GOODCHILD *et al*, 1992), que possibilitam à aquisição, manipulação, integração e espacialização dos dados.

Os dados identificados em campo nos últimos anos juntamente com a classificação das imagens de satélite permitiram desenvolver uma análise multi-espectral com as imagens do LANDSAT-8, Composição colorida RGB de bandas 5,4e3, com 30 metros de resolução espacial, Órbita-Ponto 222/80 e 222/81, de 21 de setembro de 2014.

Nesse sentido, o uso da terra na área de estudo está bastante atrelado as atividades agrícolas, sendo esta classe identificada por lavouras, definidas ainda as classes de campo, vegetação arbórea e água.

A vegetação arbórea nos municípios em questão concentra-se nas áreas de maiores declividades, correspondente ao Rebordo do Planalto. Nesta análise, o uso da terra está composto de acordo com a (figura 82). O uso da terra está fortemente relacionado à conservação da cobertura vegetal, sendo essa responsável pela proteção do solo contra a erosão hídrica, a solar e a eólica, sobretudo nas áreas de declives mais acentuados.

O quadro 6 apresenta a variação quantitativa dos tipos de uso, em hectare e em percentual, com destaque para a predominância da existência de vegetação arbórea na área de estudo.

Quadro 6: Quantidade de área dos usos.

Tipo de Uso	Área km²	Percentual
Lavoura	825	28,10%
Campo	1.154	39,69%
Vegetação Arbórea	836	28,75%
Água	90	3,09%

Org: SCHIRMER, 2015.

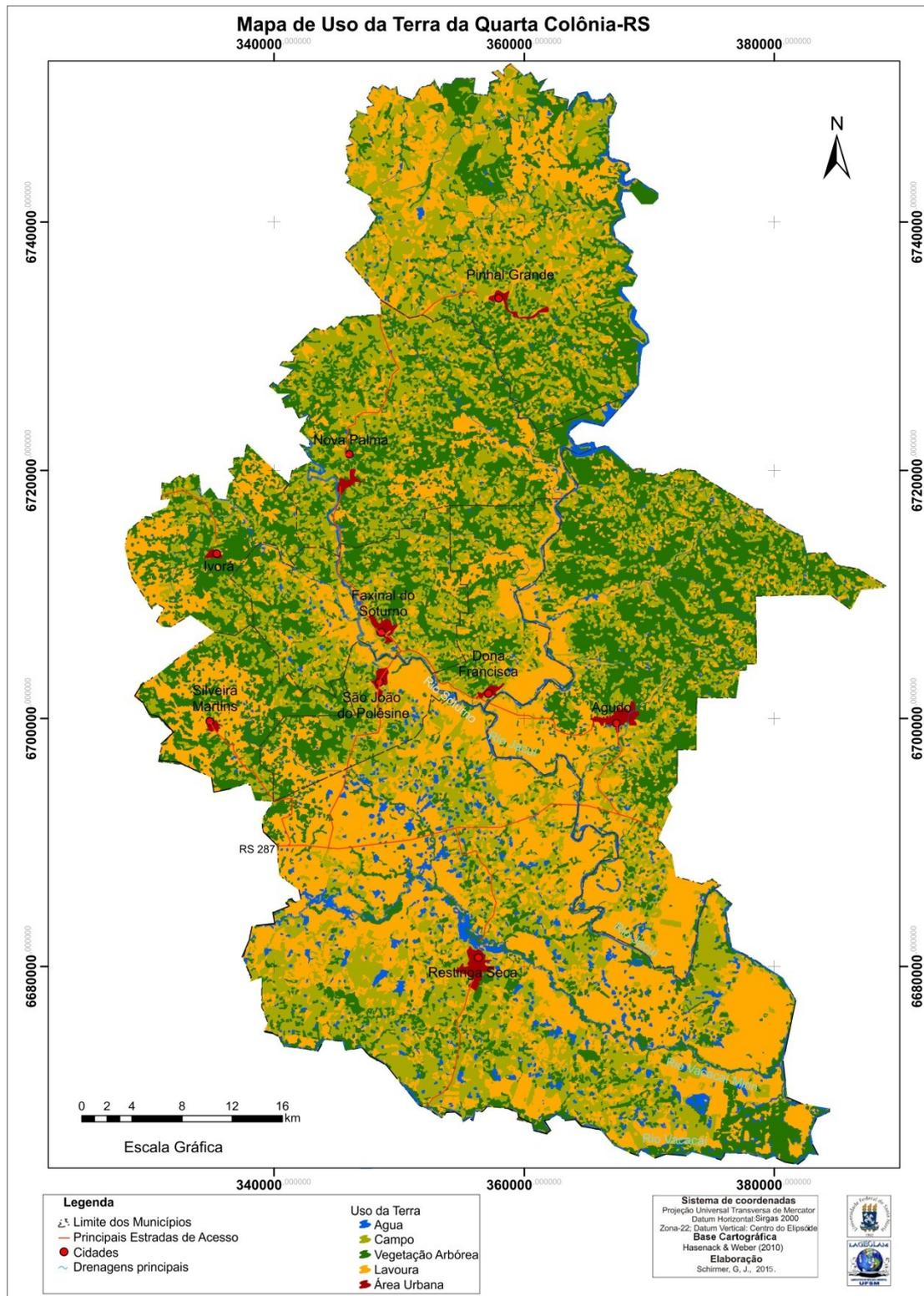


Figura 82: Mapa do Uso da Terra da área de estudo.
Org: SCHIRMER, 2015.

Na imagem adquirida para classificação, constatou-se que a situação do uso da terra na área de estudo apresentava-se com o predomínio de áreas com campo. O uso da terra com campos ou com vegetação herbácea em fase de regeneração e a atividade de

pecuária, esta última, normalmente em áreas próximas das moradias e vegetação e regeneração, (figura 83).



Figura 83: Potreiro, que caracterizam as áreas de campo na área de estudo, em Linha Branca, Agudo-RS.
Fotografia: SCHIRMER, 2015.

As lavouras estão associadas com as áreas de solo exposto e reduzida cobertura vegetal por estarem em fase de pós-colheita ou fase inicial de cultivo de pastagens, (figura 84).



Figura 84: Lavoura de Soja colhida, no mês de maio, na localidade de Linha Base, município de Nova Palma.
Fotografia: SCHIRMER, 2015.

As florestas, também denominado como vegetação arbórea, compreende toda vegetação de grande a médio porte, que compõem remanescentes do Bioma Mata Atlântica, as matas ciliares ou matas galeria que circundam as drenagens, bem como, as áreas de reflorestamento e ainda pequenas áreas destinadas a silvicultura, principalmente o plantio de eucalipto para consumo na propriedade, como fonte de energia e madeira para construção, (figura 85).



Figura 85: Floresta mista com araucária na localidade de Cerro Azul, município de Pinhal Grande.
Fotografia: SCHIRMER, 2015.

Os corpos d'água existentes na área de estudo referem-se a açudes, utilizados para atividade aquícola (piscicultura) e de bebedouros (para o gado), lagos naturais, lagos artificiais (para produção de energia elétrica e irrigação) e rios, (figura 86).



Figura 86: Vista da represa da hidrelétrica Dona Francisca entre Agudo e Nova Palma.
Fotografia; SCHIRMER, 2015.

Pode-se observar ainda, a partir de trabalhos de campo e da imagem de satélite, que há um predomínio do cultivo do arroz e do fumo nos municípios de Agudo, Dona Francisca e Faxinal do Soturno; do cultivo de soja nos municípios Pinhal Grande, Silveira Martins, Ivorá e Nova Palma, do cultivo de soja e Arroz nos municípios de Restinga Seca e São João do Polêsine. Isso ocorre em função das áreas de várzea do rio Jacuí no município de Agudo, que são muito favoráveis ao desenvolvimento do cultivo do arroz, áreas inclinadas com fumo e nas áreas elevadas e planas ou suavemente onduladas ao plantio de soja, seguindo a tendência do estado do Rio Grande do Sul, que

apresentou grande acréscimo de áreas plantadas, principalmente a partir da década de 1970.

Com as análises realizadas sobre o histórico da formação e ocupação, análise socioeconômica e sobre os usos da terra existentes, percebeu-se que a partir da vinda dos imigrantes italianos e alemães, teve-se intensas transformações da paisagem em virtude das atividades agrícolas desenvolvidas na região compreendida pela Quarta Colônia. Outro aspecto relevante refere-se na importância dessas atividades para o desenvolvimento econômico e crescimento das cidades da região.

6.6. Análise detalhada dos Conflitos Ambientais entre o uso da terra e os elementos físicos da paisagem

Nesta etapa, busca-se apresentar uma análise detalhada das relações existentes entre o uso da terra e os diversos elementos da paisagem, pois cada elemento da paisagem influencia de uma maneira nos processos de dinâmica superficial e esta influencia pode agravar as restrições ou proporcionar potencialidades de uso.

Assim destaca-se a importância do uso das geotecnologias, que permite o desenvolvimento de diversas operações através de técnicas de geoprocessamento, por exemplo, a realização de cruzamentos de vários mapas temáticos, onde pode-se observar as relações estabelecidas do uso da terra com os elementos da paisagem de maneira singular. No caso desta tese estes cruzamentos foram realizados com o aplicativo ArcGis 10.0, onde pode-se observar o parcelamento de determinada informação existente sobre outra, facilitando a compreensão das relações entre essas.

6.6.1. Relação Uso da Terra/Hidrografia

A Rede Hidrográfica de uma determinada região possui forte relação com os usos da terra, pois a carência de água pode ser um dos fatores limitantes para o desenvolvimento de atividades econômicas. Porém, o excesso de água pode atrapalhar o desenvolvimento de algumas atividades.

Nesta tese, para análise da relação existente entre o uso da terra e a hidrografia da Quarta Colônia, optou-se pela sobreposição da rede de hidrográfica sobre os usos da terra. Na interpretação desta sobreposição percebeu-se 4 principais casos a destacar.

Estes casos são relacionados a presença de água e a capacidade de drenagem da rede hidrográfica, visando garantir condições favoráveis de aeração, possibilitando assim o desenvolvimento adequado de culturas.

Uma das questões levantadas é a relação de conflito ambiental existente entre o uso da terra com lavouras e as nascentes de água, (figura 87).

A área 1, onde ocorrem nascentes e pequenos canais fluviais, apresenta uma vegetação natural muito degradada. Estas áreas são facilmente drenadas, pois estão em uma altitude elevada e os canais da rede hidrográfica servem como canais de drenagem superficial, principalmente no inverno. Configura uma área onde predomina declividades que tendem a tornar-se acentuadas ao longo dos cursos d'água e agrava-se o conflito ambiental com a ausência de mata ciliar acelerando os processos erosivos.

A área 2, em destaque no mapa, tem-se significativa presença de vegetação arbórea próximo da rede de hidrográfica. Isto acontece por estes canais encontrarem-se em declividades acentuadas e dessa maneira as atividades agrícolas são restritas. Um dos fatores que restringe o uso é a rapidez excessiva em que acontece o escoamento superficial, que desencadeia processos erosivos. Além disso, os canais dessas áreas possuem alta energia o que gera restrições ambientais tanto para atividades agrícolas quanto para construção de moradias, pois pode desencadear deslizamentos.

Na área 3, partiu-se da observação dos usos existentes no entorno dos rios em áreas planas e de baixa altitude, onde as atividades agrícolas são intensas, predominantemente com cultivo de arroz. Nesta área pode-se visualizar conflitos ambientais pela ausência de mata ciliar próximo aos canais dos rios. Já o desenvolvimento do cultivo do arroz esta diretamente relacionado a hidrografia local, pois esta proporciona a disponibilidade de água para a irrigação dessas lavouras, baixa capacidade de drenagem do solo e a fertilidade do solo com materiais provenientes do Rebordo do Planalto em períodos de cheia. Quanto às restrições ambientais que estes canais geram, destaca-se os problemas de inundação em períodos de cheia.

A área 4, onde tem-se nascentes em áreas de baixa altitude e colinosa. A característica da rede hidrográfica nessa área está relacionada a alta capacidade de drenagem superficial, porém baixa capacidade de drenagem subsuperficial por estar muito próxima do nível do lençol freático. Esta característica configura uma restrição ambiental que dificulta a atividade de cultivos irrigados de verão como o arroz por não conseguir manter a água superficial e de culturas de inverno como o trigo pela baixa

capacidade de drenagem sub-superficial. Dessa maneira, predomina a classe de uso com campo, onde se desenvolve a pecuária.

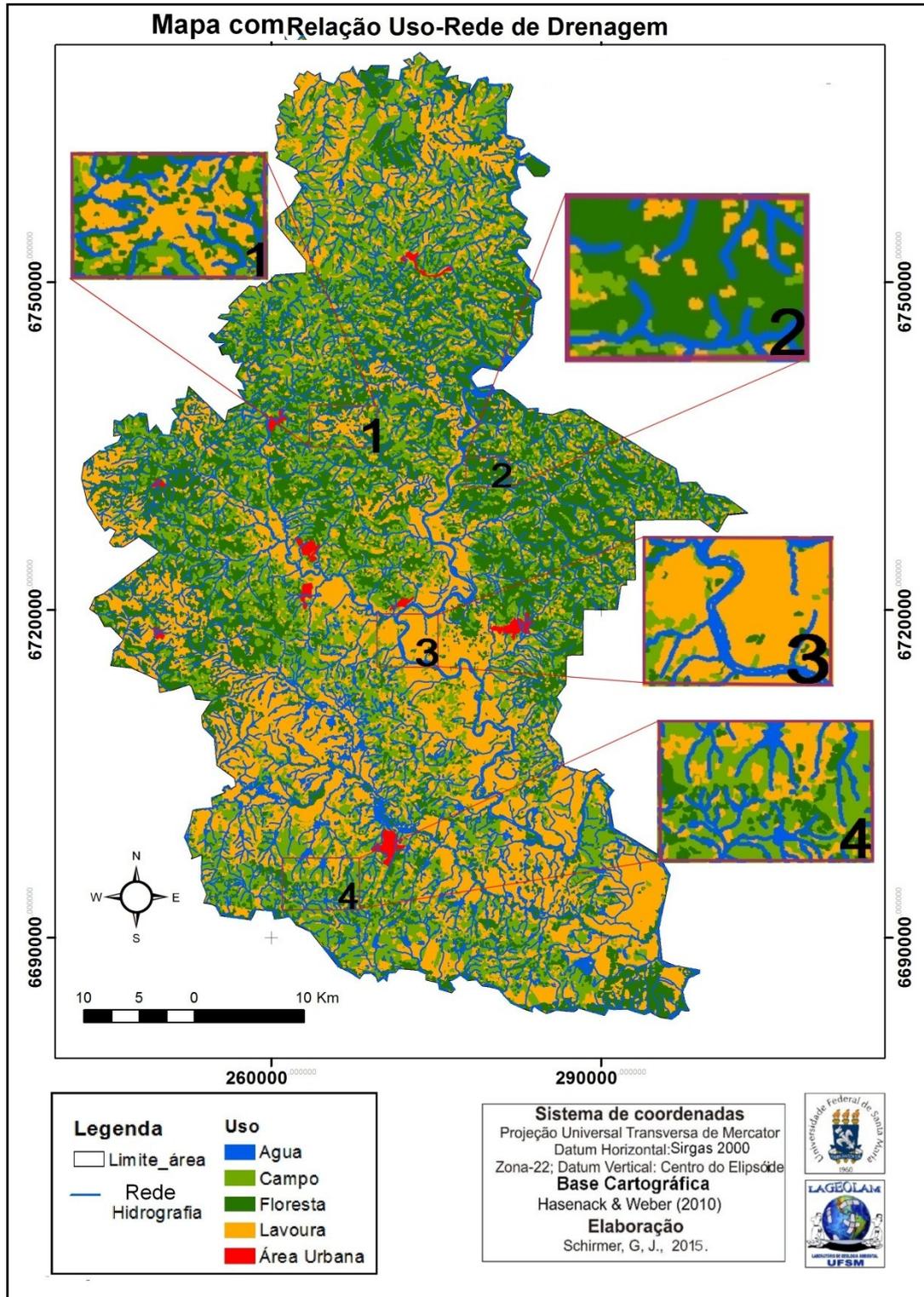


Figura 87: Sobreposição da rede de drenagem com o uso da terra.
 Org: SCHIRMER, 2015.

6.6.2. Relação entre a Declividade e o Uso da Terra

Dos atributos que compõem o relevo, a declividade é um dos mais importantes a ser analisado, pela sua grande influência sobre o desenvolvimento de atividades antrópicas. Por este motivo optou-se por realizar análises relacionando com os usos separadamente das unidades de relevo. A declividade serve como um forte indicativo de restrição da ocupação na região de estudo, bem como uma forma de análise dos resultados dos dados obtidos com o processamento digital de imagem.

Através da realização de cruzamentos foi possível interpretar com maior facilidade qual a relação existente entre o uso e ocupação com a declividade na área de estudo. Percebeu-se de uma forma geral que os usos agrícolas e intervalos de 0-15% estão mais concentrados na região sul e no extremo norte da área de estudo e a classe vegetação e intervalos acima de 30% estão concentrados na região central da área de estudo.

Na interpretação dos resultados da relação entre as declividades menores que 5%, encontrou-se uma área de 1187 km², representando 40% do total da área de estudo. Foi possível perceber que existe uma maior concentração de lavouras e campos, 644m² e 323 km², respectivamente. É nessa declividade também que se tem a maior presença de água e área urbana com 66km² e 8 km², respectivamente. As áreas de floresta nesta declividade enfrentam conflitos ambientais com os usos, porém mesmo assim apresenta 146 km².

A restrição ambiental imposta por este intervalo está relacionado ao baixo escoamento superficial que diminui a drenagem do solo dificultando o cultivo de algumas culturas como feijão, mandioca, batata entre outros que não suportam umidade excessiva no solo.

Nesse intervalo, tem-se um destaque para o cultivo do arroz, que necessita de área plana para ser cultivado. Além disso, os resultados obtidos com a classificação e os demais usos são condizentes com a realidade do relevo local, como pode ser visualizado na (figura 88).

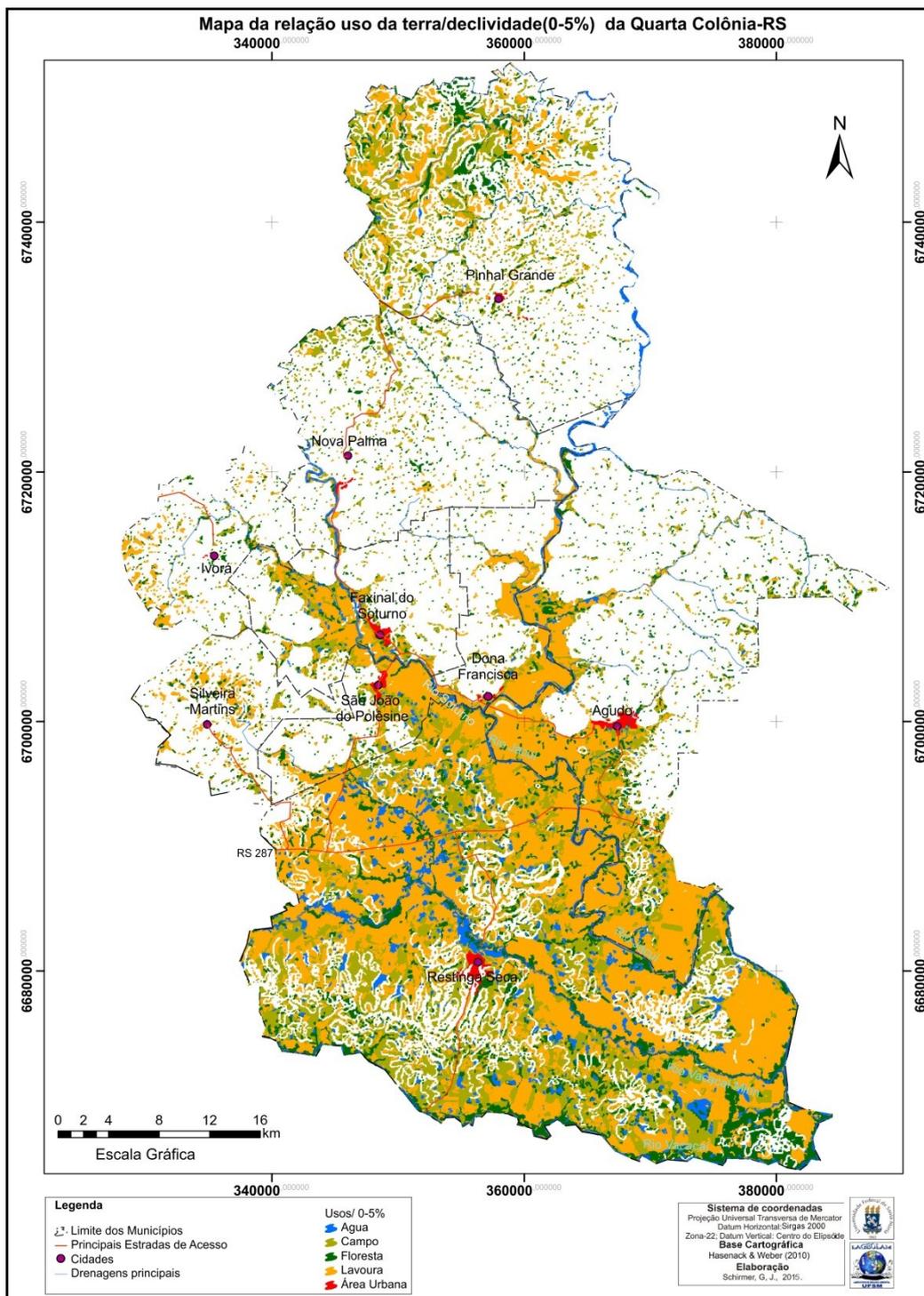


Figura 88: Visualização das classes do uso da terra sobreposta com declividades de 0-5%.
 Org: SCHIRMER, 2015.

No intervalo de 5-15%, (figura 89), a relação com o uso e ocupação houve uma diminuição significativa na área em relação a anterior, para 696 km², aproximadamente 33% da área total de estudo. As lavouras, área urbana e a água tiveram grande redução, sendo que neste intervalo apresentam, 210 km², 5 km² e 15 km², respectivamente. Já a

área de campo e de vegetação arbórea teve pouca variabilidade, isso se dá principalmente pela atividade agrícola nessa área ser intensa, neste intervalo apresentaram respectivamente, 292 km² e 172 km².

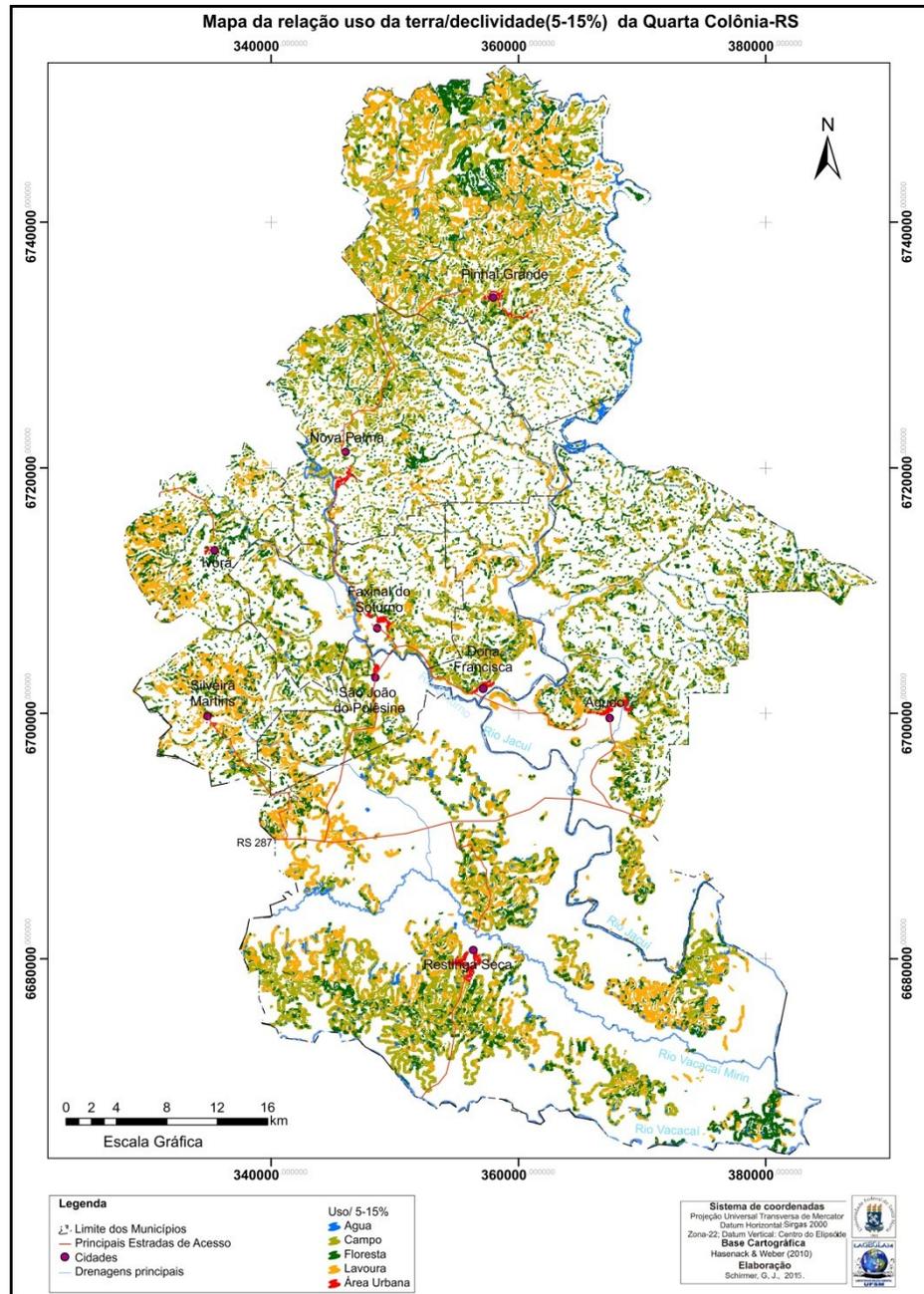


Figura 89: Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de 5-15%.
Org: SCHIRMER, 2015.

Neste intervalo está presente o Sistema de Colinas. No que diz respeito as restrições ambientais impostas por este intervalo, tem-se a intensificação dos processos erosivos. Quanto as potencialidades desse intervalo diz respeito a boa drenagem do solo

e a possibilidade de utilização de maquinários. O uso agrícola de maior área ocupada, nessa porção dá-se, principalmente, com cultivo de soja, milho e trigo.

O intervalo de 15-30%, (figura 90) apresenta 513 km² aproximadamente 17,5% da área total de estudo. Começa a haver variação nas áreas das diferentes classes de uso.

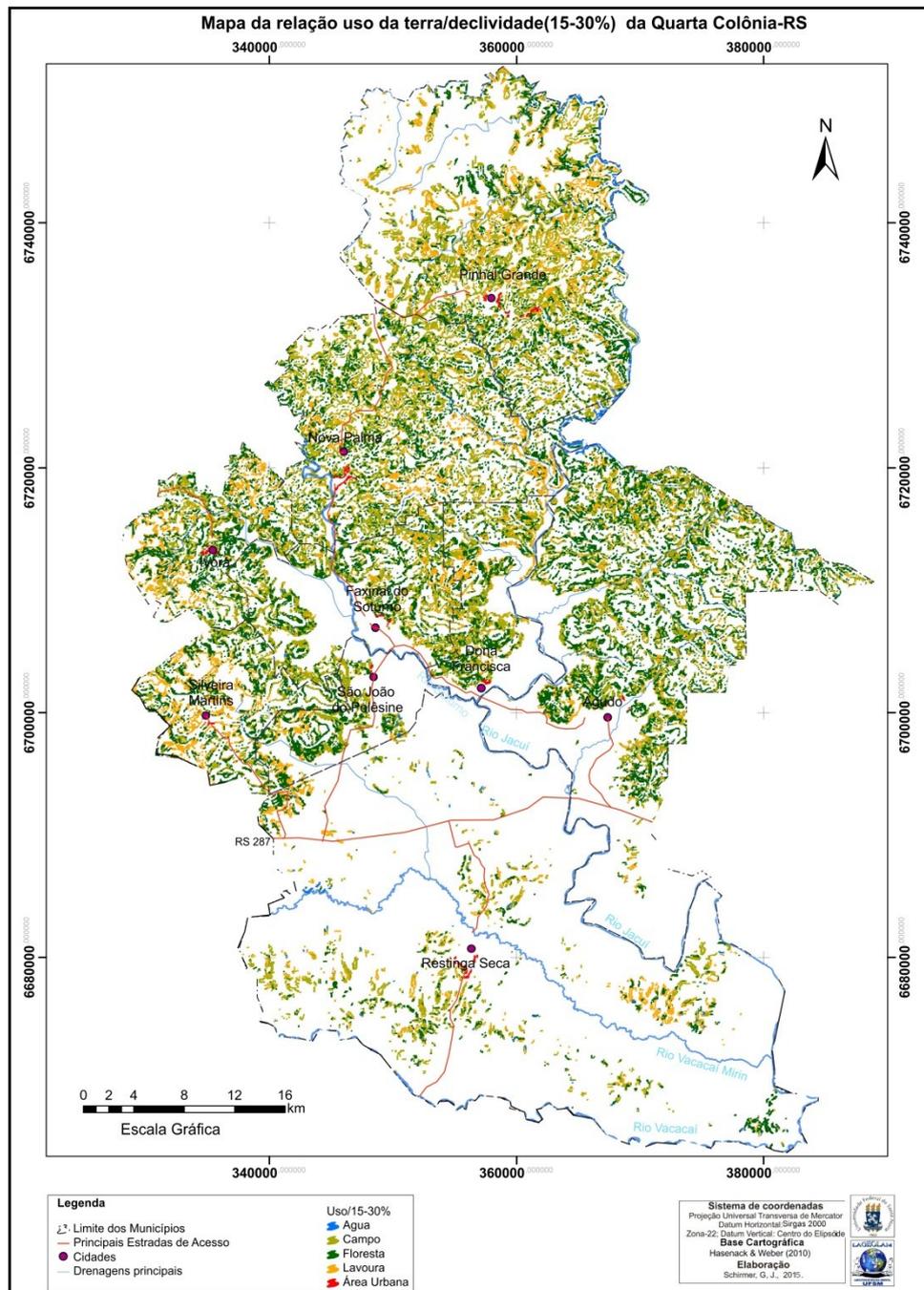


Figura 90: Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de 15-30%.
 Org: SCHIRMER, 2015.

Ocorre um significativo aumento na área com vegetação arbórea para 231 km², aproximadamente 45% deste intervalo. Há pouca variação de área em relação ao

intervalo anterior, nas áreas de campo com 185 km². Já se tem, neste intervalo, significativa redução nas áreas urbanas e lavouras com 1,6km² e 92 km². Encontrou-se a presença de água neste intervalo, porém esta classe só se faz presente, bem como em intervalos de declividade superiores, porque nos últimos anos teve-se modificação na paisagem, como é o caso da construção da Usina Hidrelétrica de Dona Francisca e de outras barragens em Nova Palma para geração de energia. Além disso, construção de barragens, principalmente, no município de Restinga Seca, para irrigação de lavouras de Arroz. Isto resultou na presença de uma área de 5 km² de Água neste intervalo.

As restrições ambientais impostas por este intervalo estão relacionadas ao aumento de declividade, onde os processos de dinâmica superficial começam acentuar-se naturalmente, podendo ocorrer formação de ravinas e voçorocas. Quanto as potencialidades, possibilita o desenvolvimento da agricultura familiar em pequenas propriedades, além da manutenção da vegetação nativa.

O intervalo de 30-47% de declividade, figura 91, ocorre significativa redução da área de lavoura e de campo, 37 km² e 80 km² respectivamente, devido às condições de relevo não serem propícias para atividades agropecuárias.

No que diz respeito as restrições ambientais, estão os processos de dinâmica superficial deste intervalo, que em períodos de chuva intensa podem ocorrer deslizamentos e corrida de lama. Quanto as potencialidades tem-se a manutenção da vegetação e a formação de cachoeiras e cascatas, que podem ser utilizadas no desenvolvimento turístico.

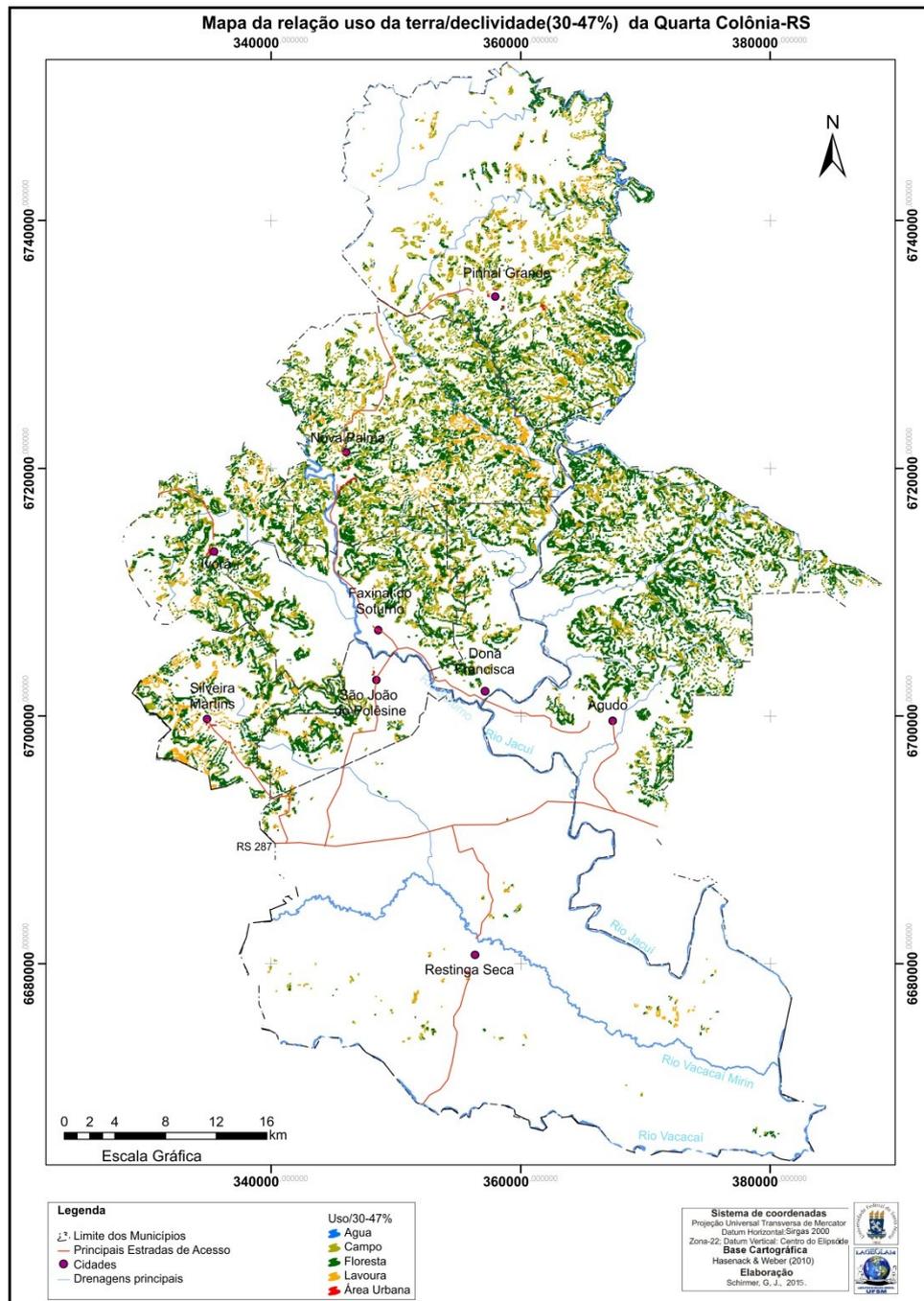


Figura 91: Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de 30-47%.
Org: SCHIRMER, 2015.

Na declividade acima de 47%, (figura 92) tem-se uma área de 336 km², representando 11,5% da área da Quarta Colônia. Como restrição ambiental destaca-se a possibilidade de ocorrência de tombamento de blocos, deslizamentos e dificuldade de desenvolver atividade agropecuária. Como potencialidade essas declividades acentuadas proporcionam o desenvolvimento da vegetação arbórea, predominante, com 230 km², quase 70% deste intervalo e o desenvolvimento de paredões onde pode-se desenvolver

atividades turísticas devido a beleza cênica, principalmente dos paredões e cascatas existentes.

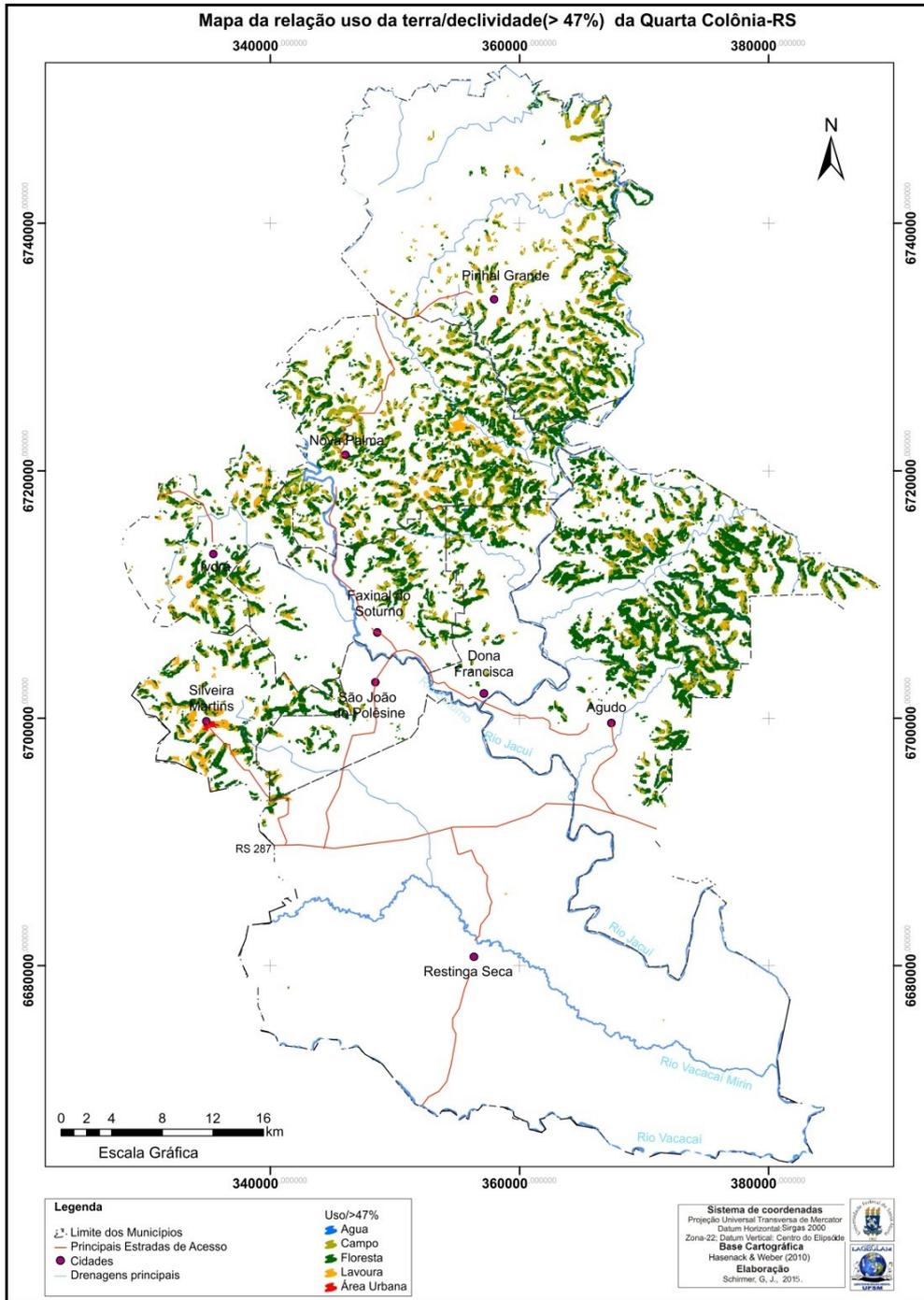


Figura 92: Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de >47%.
Org: SCHIRMER, 2015.

6.6.3. Relação entre o Uso da Terra e as Unidades de Relevo

Algumas formas de relevo são mais favoráveis para a prática da agricultura. Outras, ao contrário, precisam de técnicas especiais para serem utilizadas como áreas agrícolas. De maneira geral, as áreas mais planas são mais favoráveis à agricultura. Nelas, é possível usar máquinas e tratores. Em terrenos mais baixos, como as planícies próximas aos rios, chamadas de várzeas, pode-se cultivar plantas adaptadas à grande quantidade de água. Já as áreas montanhosas ou inclinadas dificultam a prática agrícola. É necessário fazer terraços ou degraus para plantar. Nessas áreas também pode-se plantar em curvas de nível. Esses sistemas evitam que as enxurradas destruam o solo.

Relação entre Uso da Terra/Rampas de Baixa Altitude

Na área de estudo as Rampas de Baixa Altitude, (figura 93) a maior representatividade é da área de lavoura com 512 km², seguido por 158 km² de campo, 80 km² de floresta, 53 km² de água e 6 km² de área urbana.

Por ser uma área plana permite o uso intenso por lavouras e por ser de baixa altitude, possui concentração de água favorecendo o cultivo do arroz. Porém resulta em conflito ambiental em relação a preservação das matas, principalmente, por não possuir os 20% de reserva legal estabelecido pelo código florestal. Quanto às áreas urbanas presentes nessa forma de relevo, estão susceptíveis a alagamentos em períodos de chuva intensa. Além disso, estas áreas sofrem perdas econômicas na agricultura causadas por inundações em anos sob efeito do El Niño. Como potencialidade destaca-se que as inundações acumulam matéria orgânica, proveniente do rebordo do planalto para essa área, tornando o solo fértil para o desenvolvimento da agricultura.

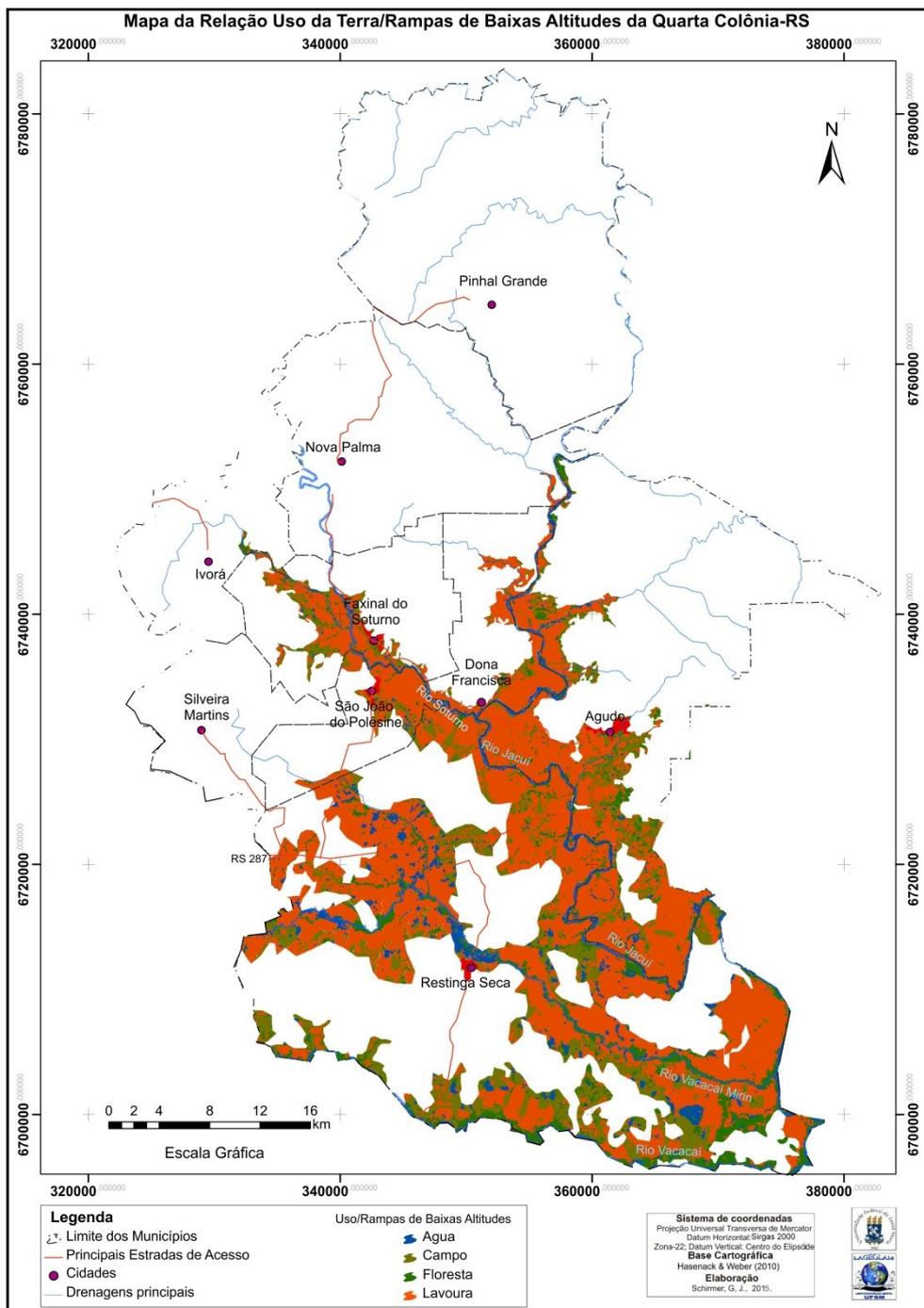


Figura 93: Mapa com tipos de uso existentes nas rampas de baixa altitude.
Org: SCHIRMER, 2015.

Relação entre Uso da terra/Colinas de Baixa Altitude

À área composta por esta unidade é de 596,6km², representando 20,5% da área de Quarta Colônia, (figura 94). A classe de uso mais presente nesta unidade de relevo é

a classe campo com 273 km², seguido por lavouras com 194,5 km², as florestas com 103,5km² a água com 20,3 km² e a área urbana com 5,3km².

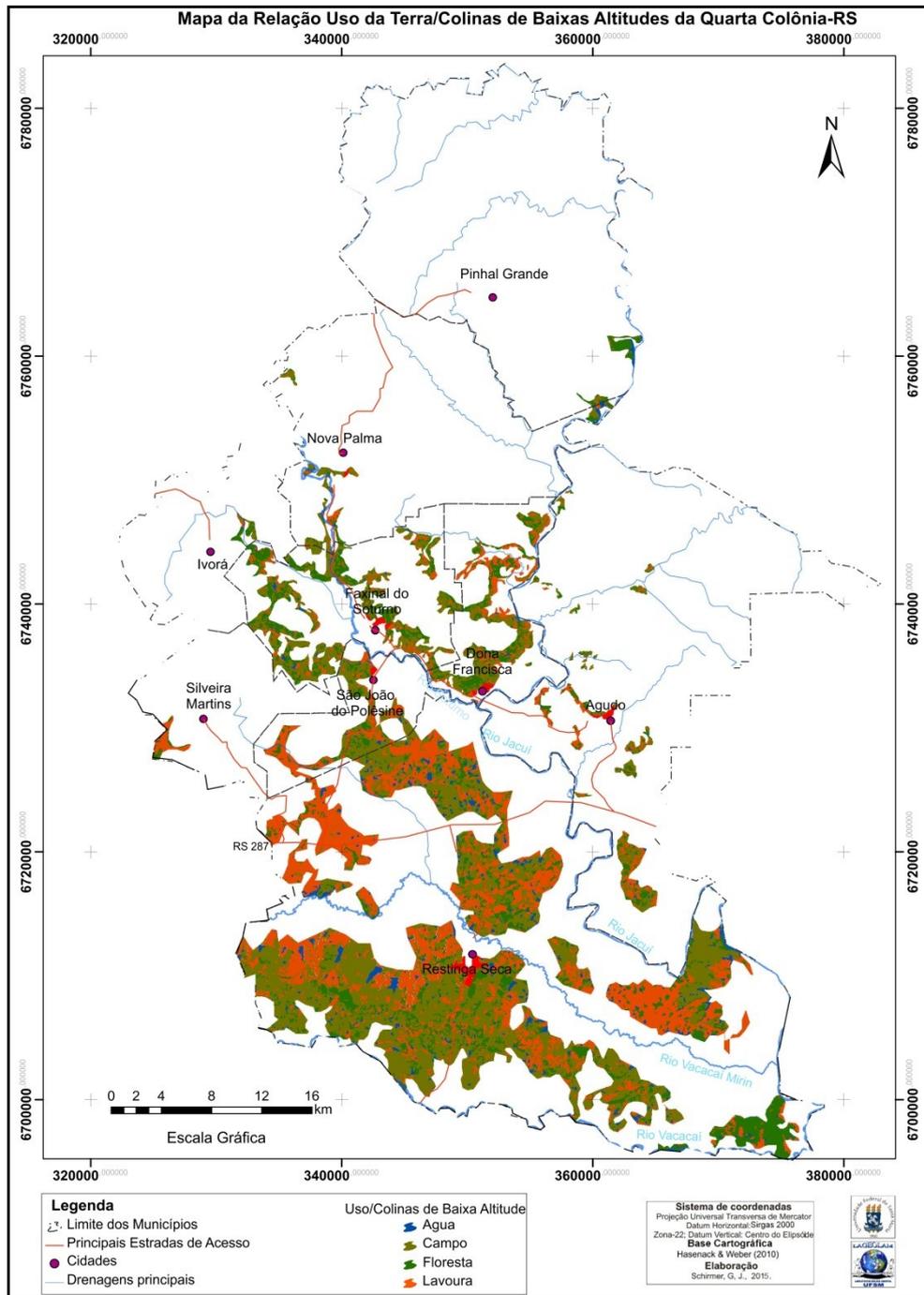


Figura 94: Mapa com usos da terra existente nas Colinas de Baixa Altitude.
Org: SCHIRMER, 2015.

A classe campo nessa unidade desenvolve-se principalmente nos locais onde os processos erosivos são mais acelerados e a atividade econômica está ligada a pecuária.

Quanto as lavouras desenvolve-se predominantemente o cultivo de soja. Já as florestas estão associadas principalmente a áreas próximas a lagos, rios e arroios, porém não chega aos 20% de reserva legal estabelecido pelo código florestal. A classe de água sofreu redução em relação a unidade anterior, porém ainda há presença significativa.

Apresentam restrições ambientais no que diz respeito ao desencadeamento de processos erosivos. Quanto as potencialidades destaca-se a possibilidade de utilização de maquinários agrícolas neste tipo de forma de relevo.

Relação Uso da Terra/Patamares Entre-escarpa

Os Patamares Entre-escarpa abrangem uma área de 69,2 Km², compondo 2,3% da área de estudo, (figura 95). Analisando a relação existente entre esses dois elementos da paisagem percebe-se que há uma predominância de campos e florestas. Isto ocorre principalmente por esta unidade estar localizada em uma área onde o relevo é muito inclinado dificultando tanto de acesso de maquinários, quanto de aração do solo. Além disso, podem ocorrer processos de movimentos de massa na encosta.

Quanto a potencialidades destaca-se a possibilidade de desenvolver atividades agrícolas. As lavouras existentes nessa unidade estão associadas a agricultura de subsistência principalmente com o cultivo de feijão e milho. Porém existe também o cultivo do fumo com destino apenas comercial, visando renda para a propriedade. Destaca-se que nessa unidade há manutenção da floresta acima do limite exigido pelo código florestal.

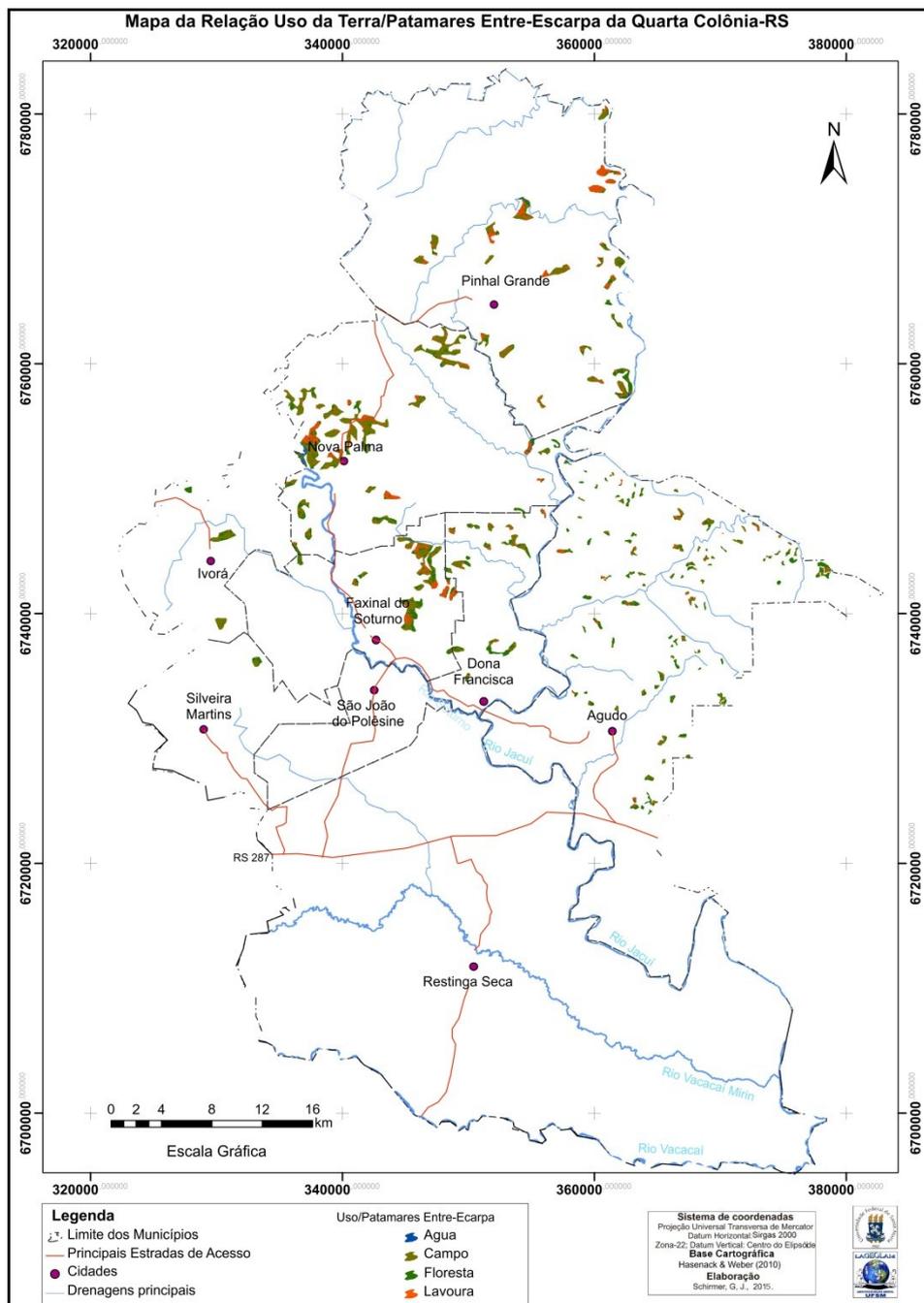


Figura 95: Mapa uso da terra nos Patamares Entre-escarpa.
 Org: SCHIRMER, 2015.

Relação uso da terra/Associação de Morro e Morrotes

A Unidade Associação de Morros e Morrotes é a forma de relevo com maior área na Quarta Colônia com 901 km², representando aproximadamente 31% da área total, (figura 96). Por ser um relevo com declividade muito acentuada e com grandes vales entalhados, há uma predominância de área com florestas. Sendo que estas

abrangem 542,8km² seguido pela classe de campos com 265km², lavouras com 90km², Água com 7,4km² e área urbana com 4km².

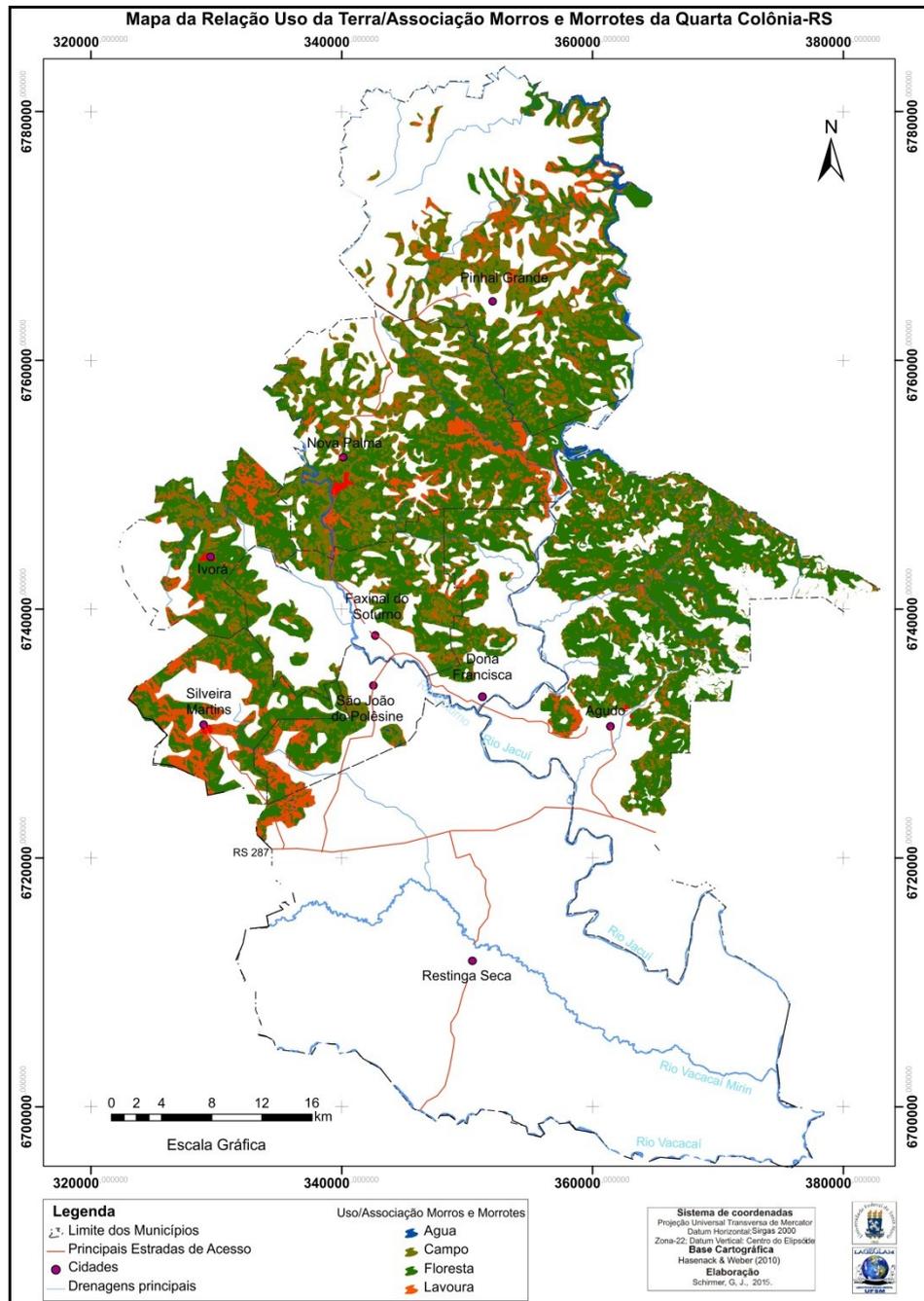


Figura 96: Mapa uso da terra na Associação de Morros e Morrotes.
Org: SCHIRMER, 2015.

Apresenta restrições ambientais com destaque para a possibilidade de ocorrer deslizamentos, tombamentos de blocos e por possuir várias áreas de preservação permanente. Quanto às potencialidades tem-se as belezas cênicas da paisagem com

vales encaixados, preservação de vegetação nativa nas áreas muito inclinadas. Destaca-se que a presença de água nesta unidade está associada principalmente as águas da Usina Hidrelétrica de Dona Francisca e de pequenos açudes utilizados para bebedouros na criação de gado.

Relação Uso da Terra/Topos de Morro

A área composta por esta unidade é de 34,5km², representando apenas 1,1% da área total de estudo, (figura 97).

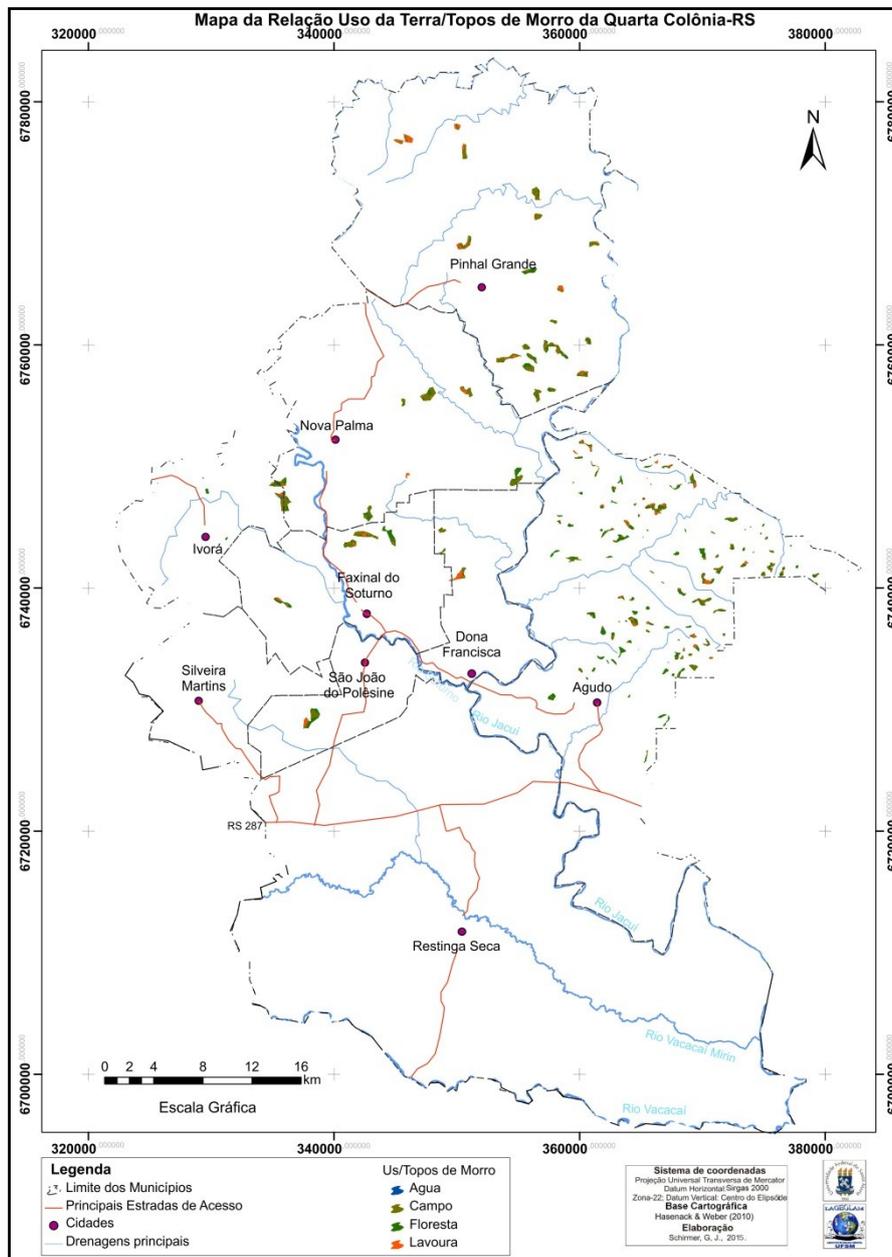


Figura 97: Mapa uso da terra nos Topos de Morro.
Org: SCHIRMER, 2015.

A classe de uso que mais se destaca nesta unidade é a de floresta com 18,1km², seguida pela classe de campo com 11,8km², de lavoura 4,5km² e 0,1km² de Água.

Como restrição ambiental para uso, imposta pelo meio, refere-se a essa ser onde a água infiltra para as nascentes, sendo considerada assim Área de Preservação Permanente. Porém alguns desse topos, pode ser considerado como potencialidade turística á ser utilizados como mirantes. A forte representatividade da classe florestas dá-se principalmente por esta área ser protegida pela legislação ambiental.

Relação Uso da Terra/Rampas de Fundo de Vale

As rampas de fundo de Vale abrangem uma área de 47,5km², aproximadamente 1,5% da área de estudo, (figura 98). A classe de uso da terra que mais se destaca nesta unidade é a de floresta com 19,5km² seguida pela classe campo com 13,8km², Lavoura com 9,5km², Água com 4km² e área urbana com 0,7km².

Quanto as restrições ambientais destaca-se essas áreas estarem sujeitas a enxurradas e deslizamento. No que se refere as potencialidades destaca-se a presença de canais de drenagens com potencial para produção de energia.

A grande representatividade das classes floresta e campos, está associada córregos d'água de alta energia. Isto dificulta a realização de atividades agrícolas nessa área, pois em períodos de chuva intensa a água alaga estas áreas com muita velocidade e assim as Plantações são destruídas pela força da água. As áreas urbanas nessas áreas também tem susceptibilidade a inundações com alto potencial destrutivo a partir da ocorrência de chuvas bruscas.

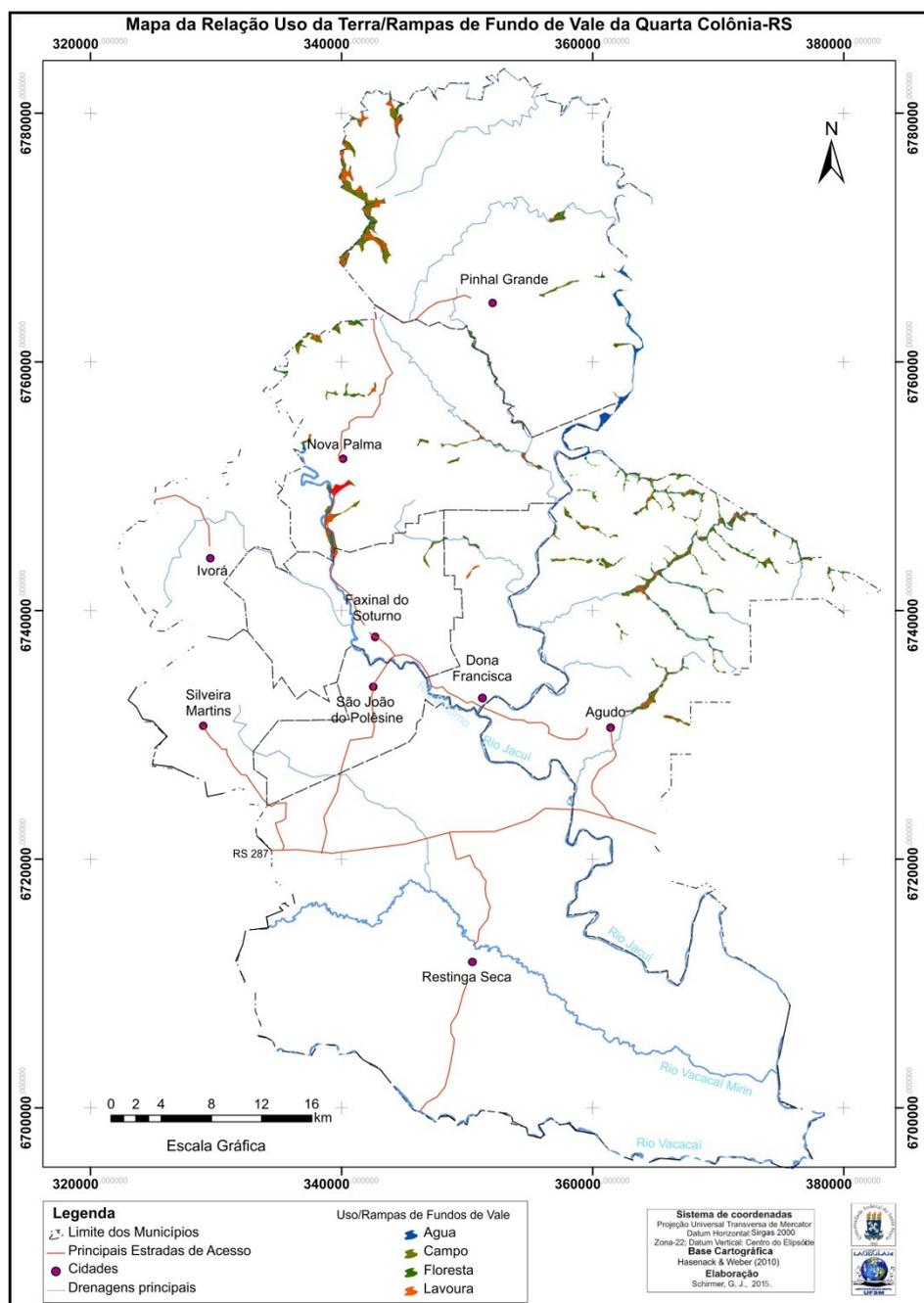


Figura 98: Mapa uso da terra nas Rampas de Fundo de Vale.
Org: SCHIRMER, 2015.

Relação Uso da Terra/Rampas de Altitudes Elevadas

A área dessa unidade é de 62km², representando 2,1% da área da quarta Colônia, (figura 99). A classe de uso da terra que mais se destaca é a de campo com 24,6km² seguida das florestas com 22,5km², as lavouras com 14,6km² e água com 0,3 km².

No que se refere as restrições ambientais para uso, destaca-se a presença de solos rasos e a presença de nascentes. Quanto a potencialidade destaca-se a inclinação propícia o desenvolvimento de atividades agrícolas.

Nessas áreas predominam o cultivo de soja e milho no verão e de pastagens no inverno, como o plantio de aveia e azevém.

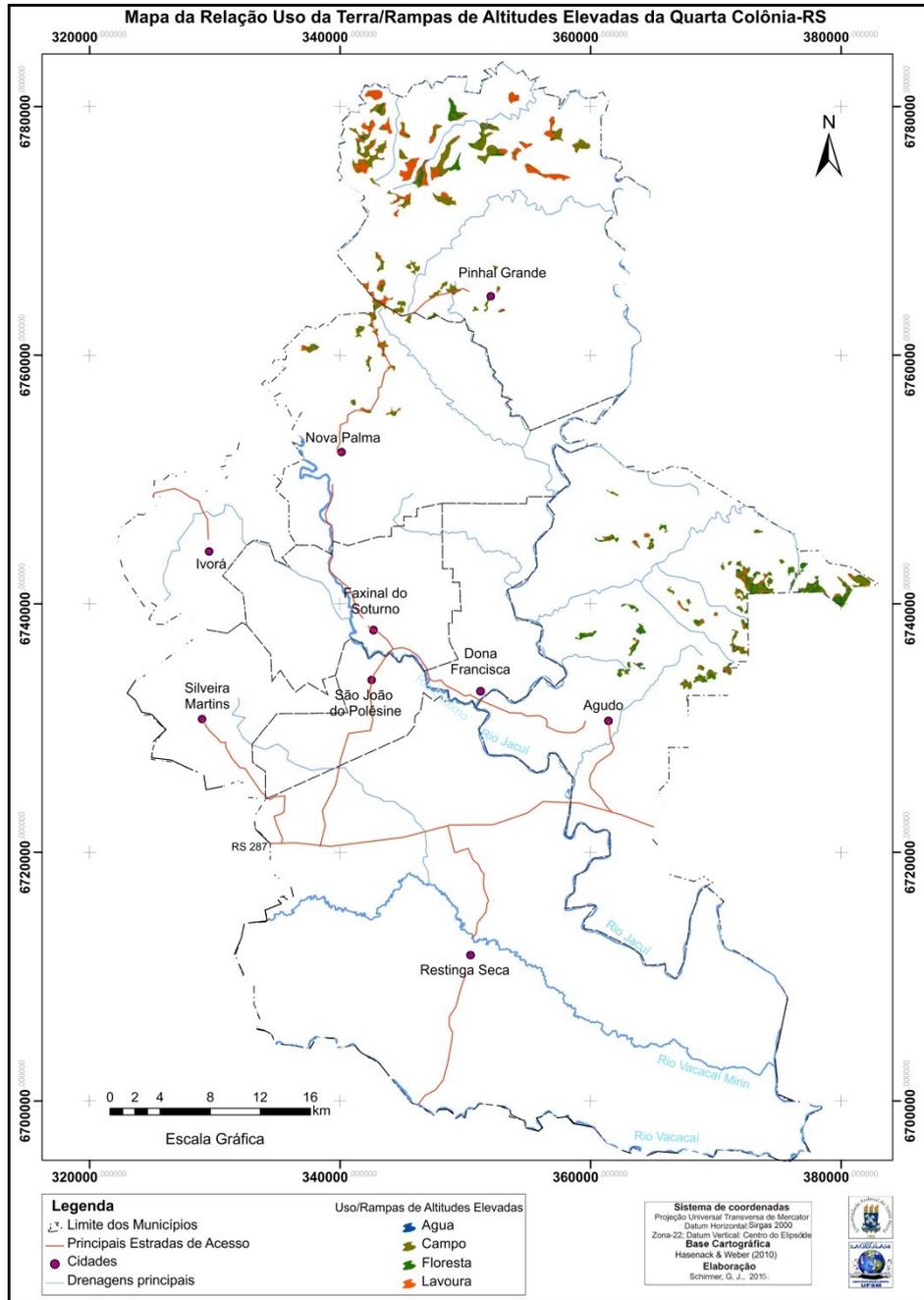


Figura 99: Mapa uso da terra nas Rampas de Altitude Elevada.
Org: SCHIRMER, 2015.

Relação Uso da terra/Colinas de Altitudes Elevadas

À área abrangida por esta unidade é de 424,8Km², representando aproximadamente 15% da área total da Quarta Colônia, (figura 100). Com exceção da água e da área urbana há uma distribuição equilibrada das classes de uso da terra nesta

unidade de relevo. Tem-se 174,7km² de área com campo, 131,5 km² de área com lavoura, 115,2 km² de área com floresta, 2 km² de área com água e 1,4 km² de área urbana.

No que se refere as restrições ambientais para uso, destaca-se a presença de solos rasos, blocos de rocha e a presença de nascentes. Quanto a potencialidade destaca-se a inclinação propícia o desenvolvimento de atividades agrícolas.

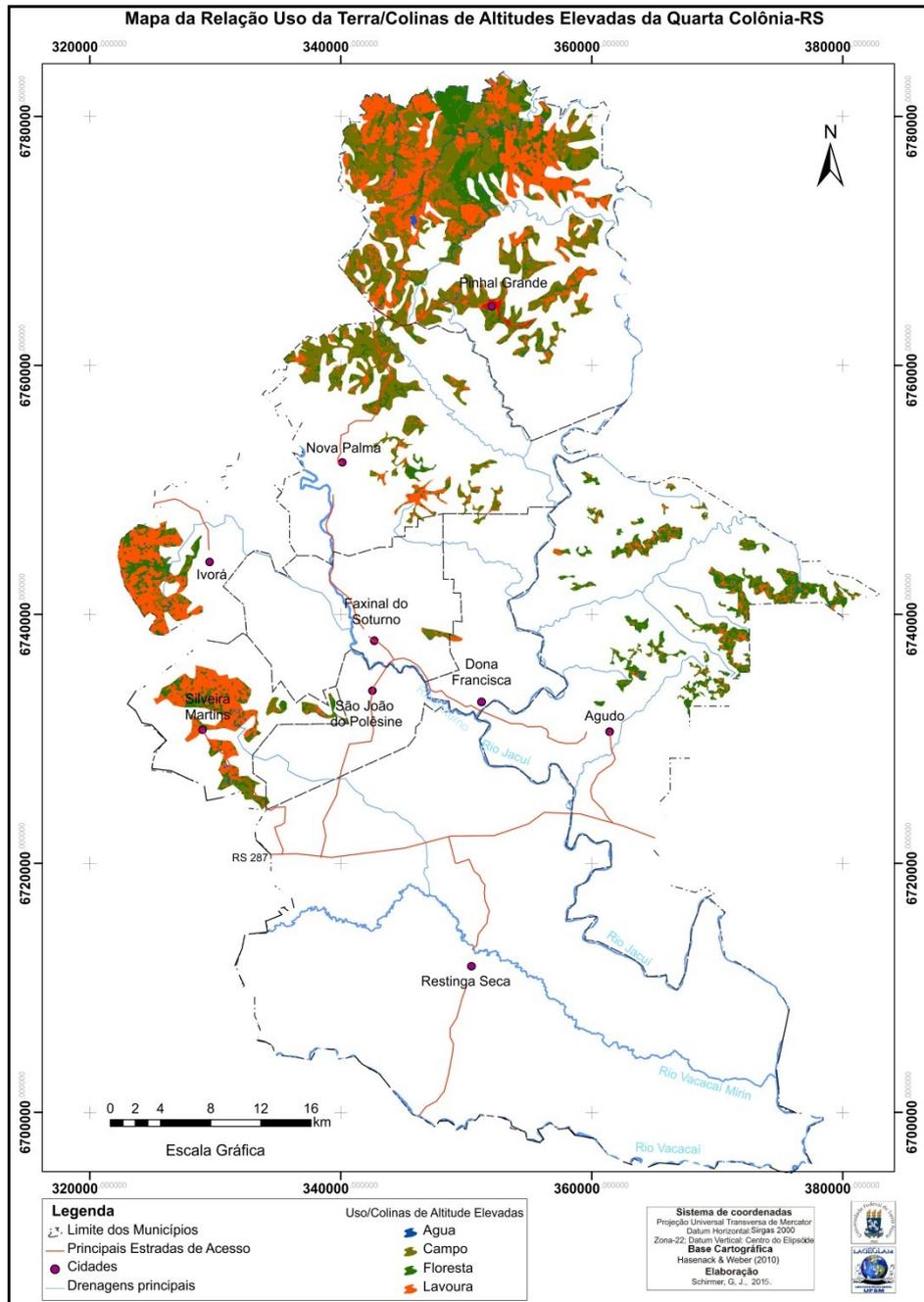


Figura 100: Mapa uso da terra nas Colinas de Altitude Elevada.
Org: SCHIRMER, 2015.

Nessas colinas os solos são muito rasos e com baixa capacidade de saturação de água, esta característica propicia o cultivo de soja no verão e de trigo no inverno.

6.6.4. Análise do cruzamento entre o Uso da Terra e a Litologia

As diferentes litologias ou tipos de rocha são um agregado natural e multigranular formado de um ou mais minerais. Dependendo do tipo de minerais disponíveis na rochas ela pode ser mais ou menos resistente ao intemperismo e assim formar solo. Além disso, as características da rocha podem dar origem a solos mais férteis ou menos férteis. Quanto ao uso das rochas são vários, como por exemplo: construção civil, formação de solo, calçamento entre outros.

Nesta tese ao analisar a relação existente entre o uso da terra e a litologia, levou-se em consideração a capacidade de desagregação das rochas e consequentemente a capacidade de formar solos férteis, bem como os processos envolvidos nessa relação. Além disso, é abordada a possibilidade de utilização de cada rocha matriz encontrada na Quarta Colônia.

Relação Uso da Terra/Depósitos Recentes

Os usos da terra sobre os Depósitos Recentes (figura 101) abrangem uma área de 570,6Km², representando, aproximadamente, 19,6% da área da Quarta Colônia, figura 137. Dos usos da terra que mais se destaca sobre esta unidade, são as lavouras com uma área de 411,2km², seguido dos campos com 87,3km², florestas com 64,2km², água com 4,5km² e área urbana com 3,4km².

Esta litologia está localizada em uma área muito plana, onde há muita matéria orgânica e umidade, isto favorece o desenvolvimento de lavouras com cultivo do arroz. A área urbana sobre essa litologia tem problemas com na construção civil, pois não encontram subsolo firme, assim as construções precisam de alicerces muito profundos, o que encarece as obras.

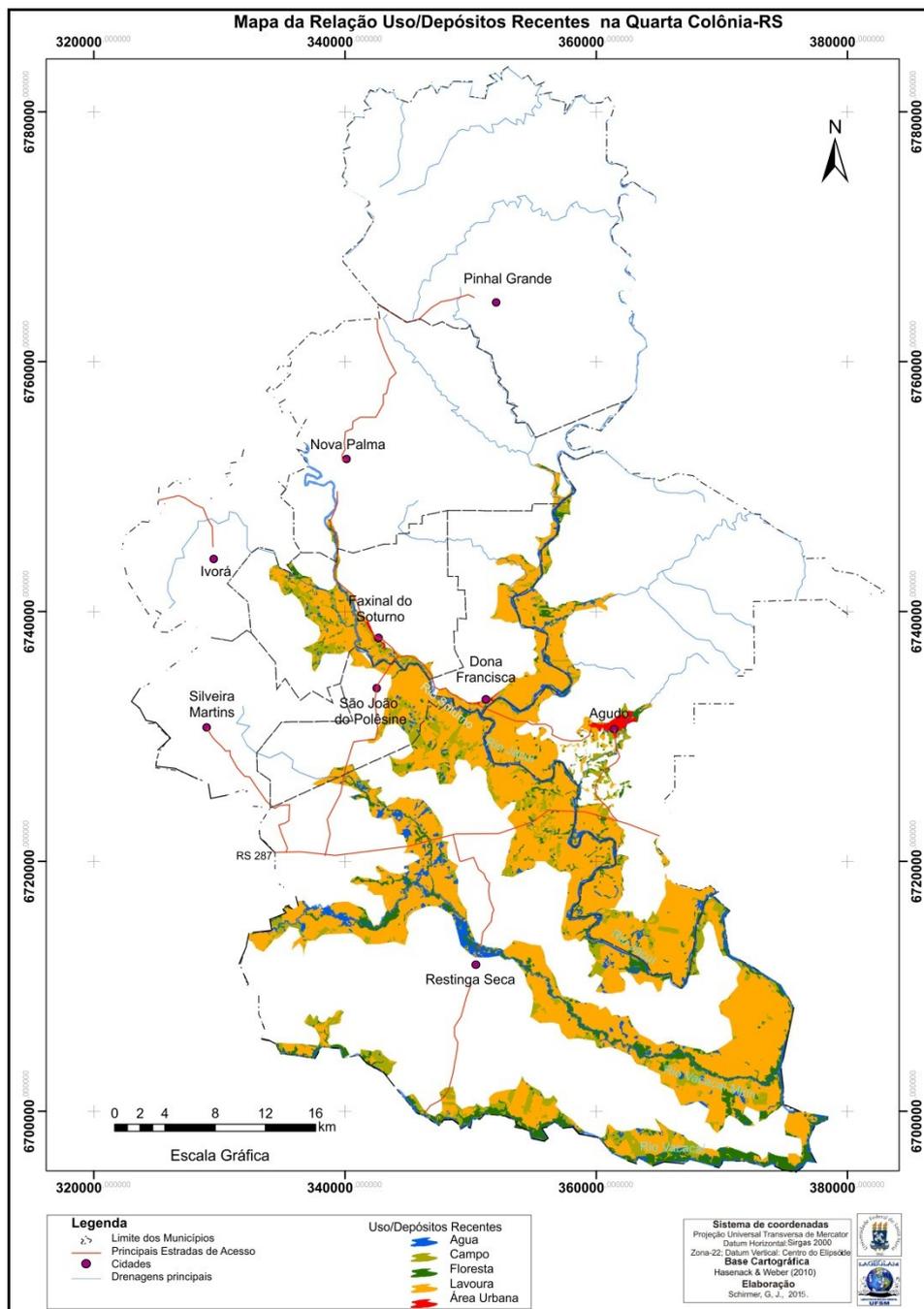


Figura 101: Mapa do uso da terra existente sobre os Depósitos recentes.
 Org: SCHIRMER, 2015.

Relação Uso da Terra/Conglomerados

A litologia de Conglomerados Vulcânicos abrangem a menor área dentre as litologias da Quarta Colônia com 18km², representando apenas 0,6% da área total, (figura 102). Das classes de usos da terra a que mais se destaca é a de campos com uma área de 8,9km² seguida por lavouras 7,2 km², de floresta com 1,6km² e 0,3km² de água.

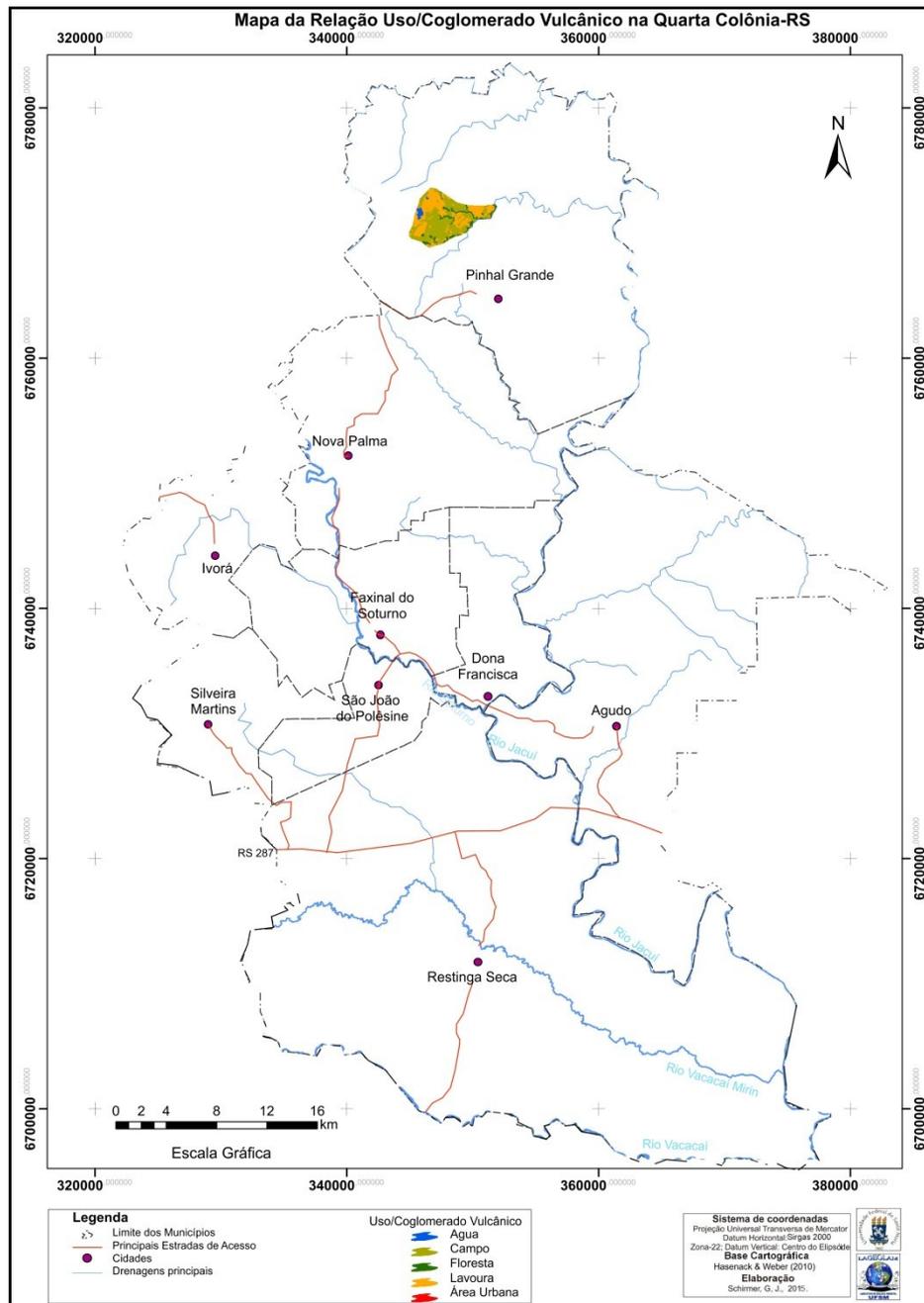


Figura 102: Mapa do uso da terra existente sobre Conglomerados Vulcânicos.
 Org: SCHIRMER, 2015.

Por ser uma litologia altamente friável, forma solos espessos, porém pouco resistente a processos erosivos. Por esse motivo prevalece a classe campos, normalmente associada à pecuária com criação de gado leiteiro e de ovinos.

Relação Uso da Terra/Vulcânica

O uso da terra sobre a litologia vulcânica (figura 103) abrange uma área de 1.414km², representando, aproximadamente, 48% da área da Quarta Colônia.

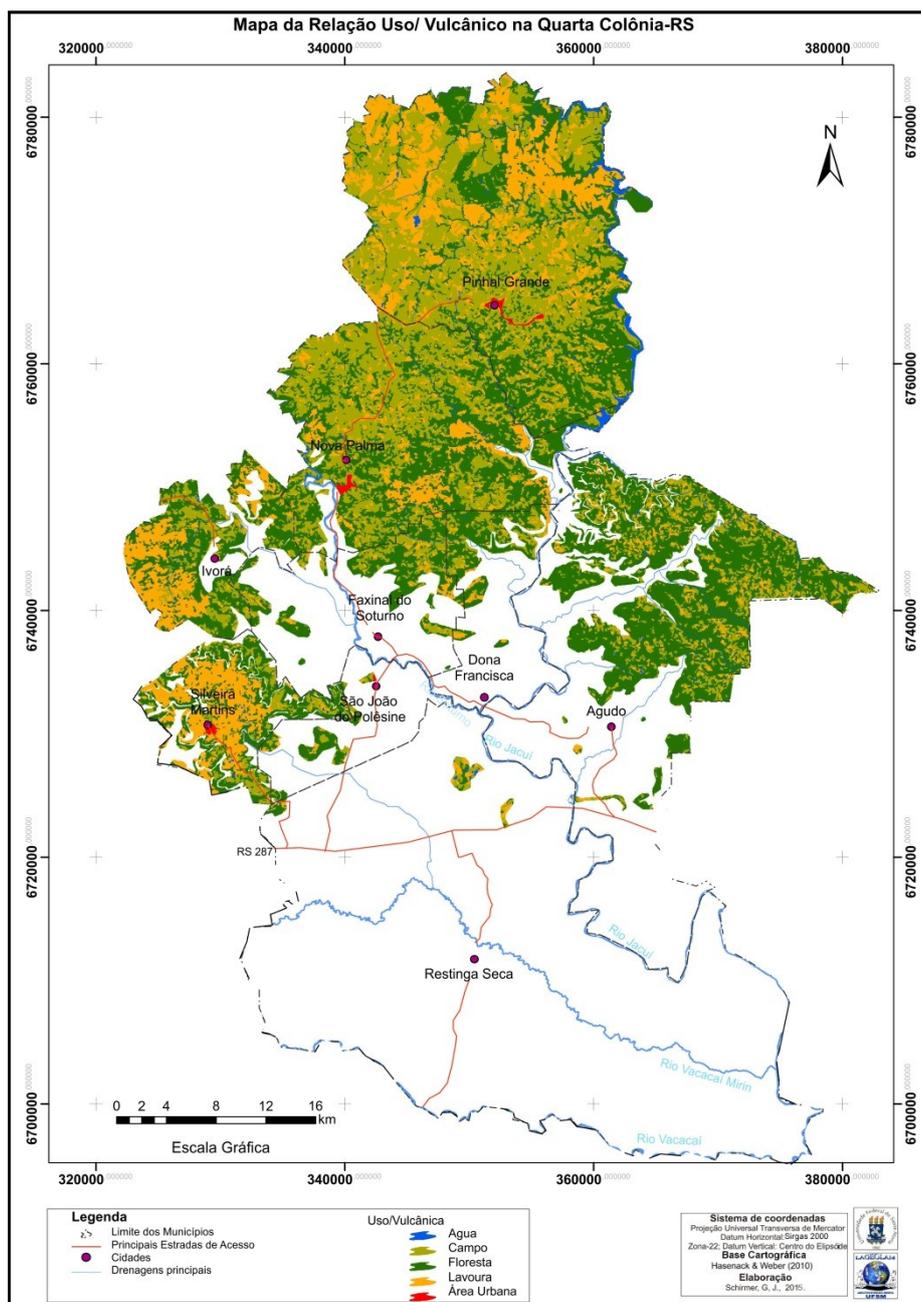


Figura 103: Mapa do uso da terra existente sobre o Vulcânica.
Org: SCHIRMER, 2015.

O a classe de uso da terra que mais se destaca sobre esta litologia são as florestas, seguida por campos com uma área de 468km², lavoura com 267km², água 12,7km² e área urbana com 3,3km².

Das litologias existentes na Quarta Colônia, a vulcânica é a mais resistente, por isso também é a que forma solos mais rasos. Além disso, esta litologia por ser resistente mantém as formas de morros, onde o relevo é mais inclinado. Estas características

dificultam o desenvolvimento de lavouras. Por este motivo sobre esta litologia é onde se tem a maior manutenção de florestas. São utilizadas em construção, principalmente na forma de brita, nas estradas quando na forma de pedregulho e em calçadas na forma de lajes.

Relação Uso da Terra/Arenito Eólico

A área de abrangência dos arenitos eólicos, figura 149, é de 37,5km², representando, aproximadamente, 1,2% da Quarta Colônia, (figura 104). A classe que mais se destaca sobre esta litologia são os campos com uma área de 17,8km², seguido da classe lavoura, com 12,1km², floresta com 5,4km², água com 1,2km², e área urbana com 1km².

Os arenitos eólicos formam solos muito arenosos e pouco férteis, porém como nessa região eles encontram-se abaixo das rochas vulcânicas ou em patamares entre-escarpa, normalmente sofrem influência do material de origem vulcânica e ocorre o desenvolvimento da agricultura. Onde essa litologia encontra-se em relevo mais inclinado desenvolve-se os campos e as florestas. Essa litologia no passado foi muito utilizada na construção de casas pelos imigrantes europeus, que quebravam bloco com forma regular de 20x50cm para construção do alicerce e das paredes. Na Quarta Colônia ainda pode-se ver varias casas com esta estrutura. Outra utilização é como rebolo, uma espécie de roda com, aproximadamente, 15cm de raio, usado para afiar ferramentas.

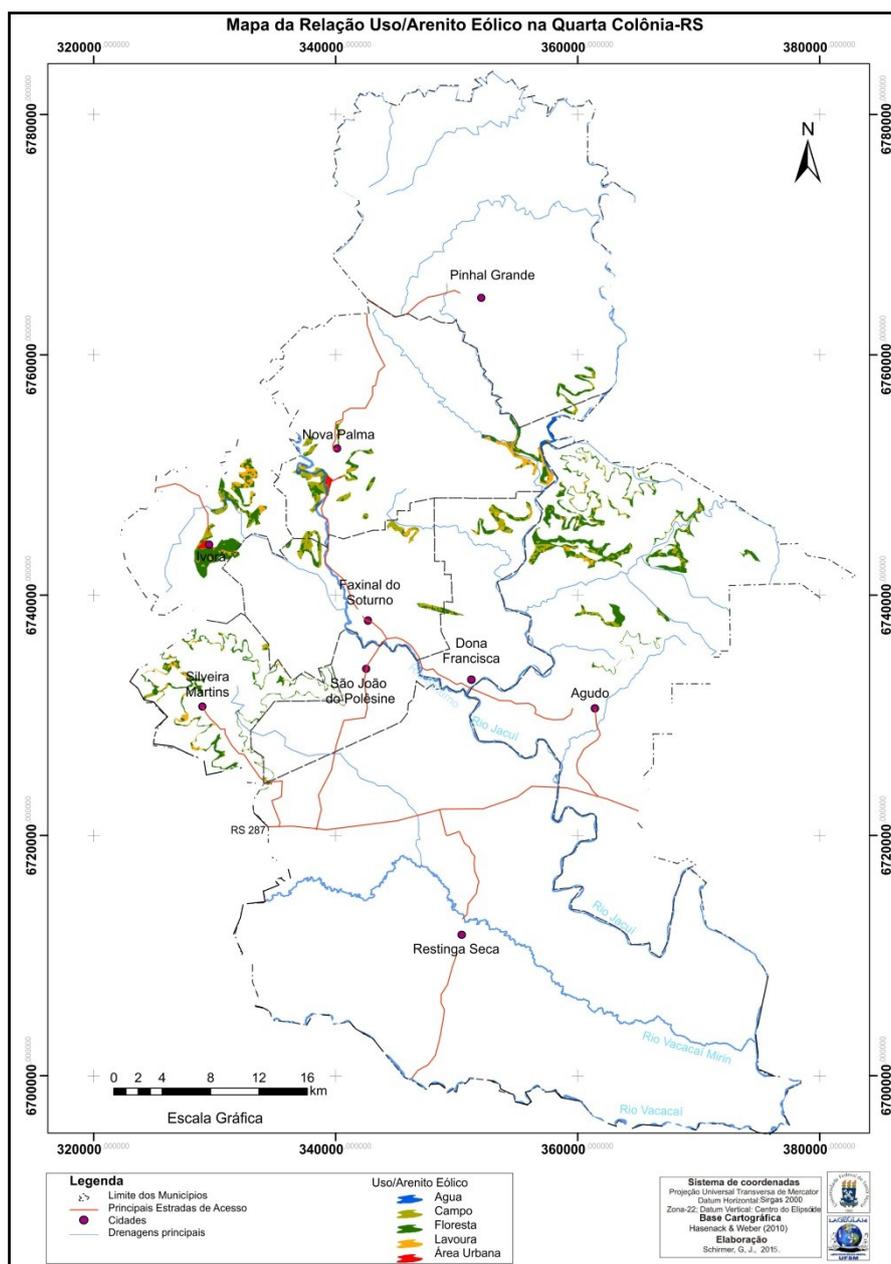


Figura 104: Mapa do uso da terra existente sobre os Arenitos Eólico.
Org: SCHIRMER, 2015.

Relação Uso da Terra/Arenito Fino e Maciço

Essa litologia é composta por uma área de 374 km², representando 12,8% da área total da Quarta Colônia, (figura 105). Sobre esses arenitos predomina a classe de uso floresta com 138km², seguido da classe campo com 128,8km², lavoura com 96,4km², água com 7,5km² e área urbana com 3,4km². Ao analisar a relação entre estes dois elemento da paisagem, percebe-se que as lavouras não são a classe predominante. Isto acontece por dois principais motivos, o primeiro é por que esta litologia encontra-se próximo da encosta, onde muitas vezes tem-se depósito de *tálus*. O segundo motivo está

relacionado ao tipo de solo que estas rochas formam, são solos arenosos e susceptíveis a processos erosivos, principalmente onde o relevo torna-se mais inclinado.

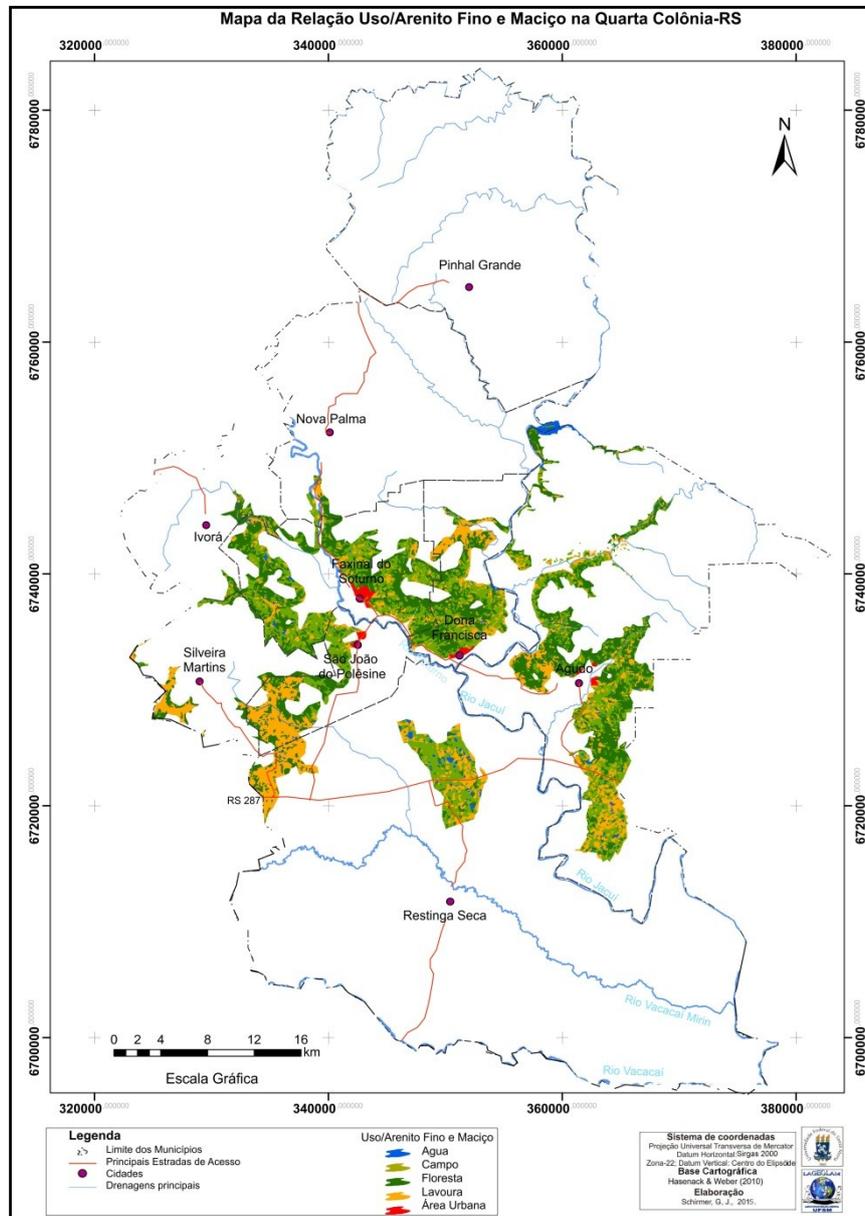


Figura 105: Mapa do uso da terra existente sobre os Arenito Fino e Maciço.
Org: SCHIRMER, 2015.

Relação Uso da Terra/Lamitos Fossilífero

Os Lamitos Fossilíferos (figura 106) abrangem uma área de 114km², representando aproximadamente 4% da área total da Quarta Colônia. A classe de uso que mais se destaca sobre esta litologia é a de lavouras com 71,7km², seguida da classe campo com 27,1km², floresta 10,1km², água 4,7km² e área urbana 0,7km².

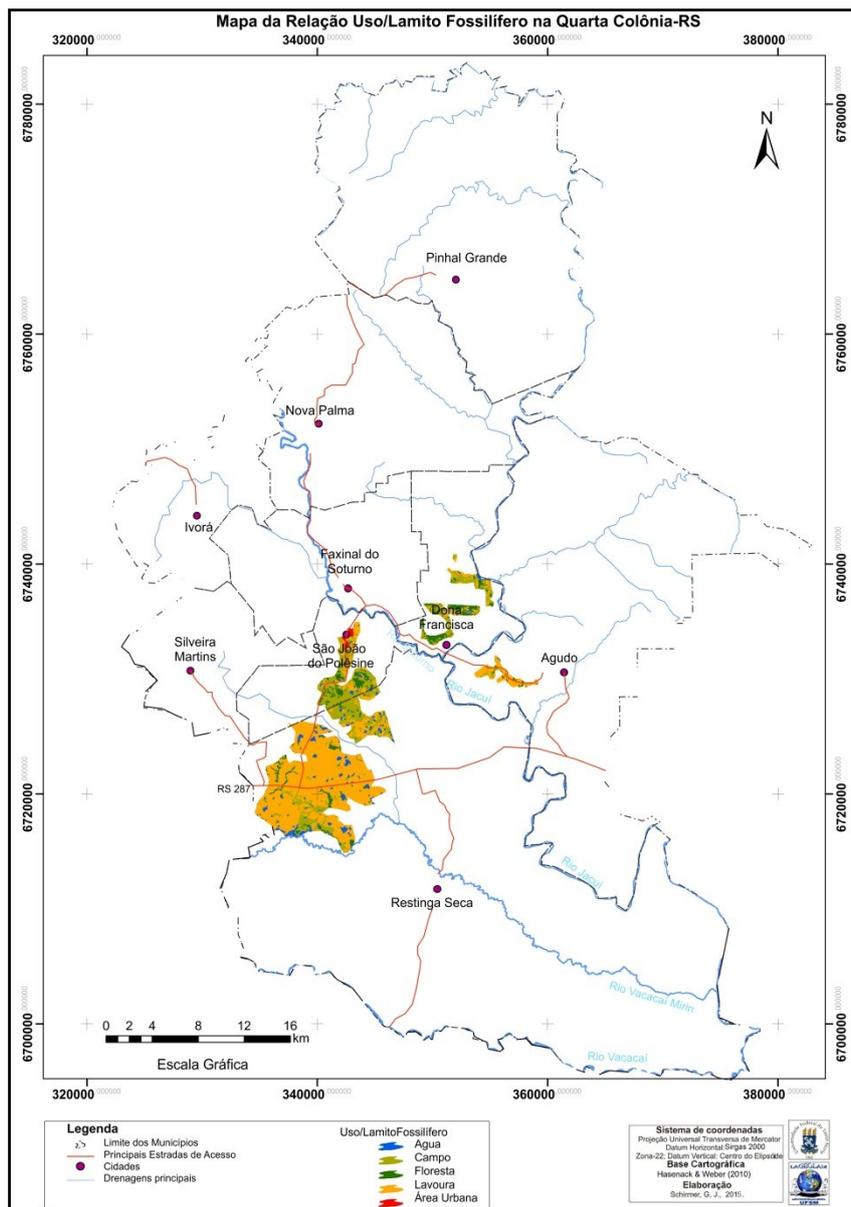


Figura 106: Mapa do uso da terra existente sobre os Lamitos Fossilífero.
 Org: SCHIRMER, 2015.

O intenso uso com lavouras está associado ao fato desta litologia estar em áreas planas e formar solo hidromórfico, propício ao cultivo do arroz. Porém, onde este tipo de litologia encontra-se associado a colinas, predomina a classe de campos e florestas, pois nessa porção do relevo formam solos pouco férteis e altamente friáveis. Esta litologia tem-se tornado uma das mais destacadas, na região da Quarta Colônia, nos últimos anos, devido à extração de diversos fósseis de répteis.

Relação Uso da Terra/Arenito Buraco Fundo

A área com uso da terra sobre esta litologia é de 64km², representando, aproximadamente, 2,2% da área de estudo, (figura 107). Sobre esta litologia a classe de uso que mais se desenvolve é de campo com 27,9km², seguida por lavouras com 21,4km², floresta com 11,8km², água com 2,1km² e área urbana com 12km².

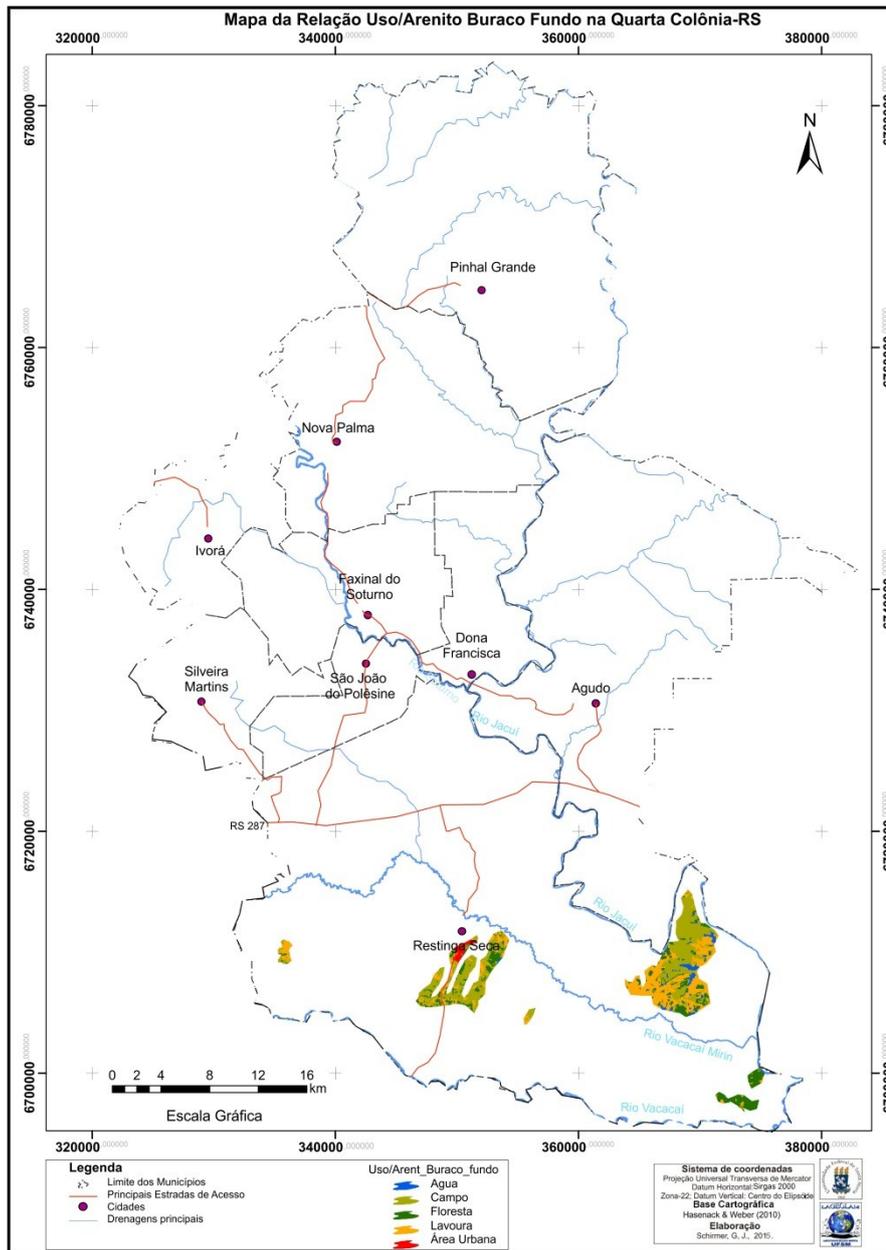


Figura 107: Mapa do uso da terra existente sobre o Arenito Buraco Fundo.
Org: SCHIRMER, 2015.

Esta litologia é altamente friável e forma solos pouco férteis. Isto dificulta o desenvolvimento de lavouras, porém por estar em um relevo, predominantemente

colinoso, possibilita a utilização de maquinário e o cultivo da soja. Mesmo assim, devido à ocorrência de processos erosivos muito intensos prevalece a atividade de pecuária, para manter cobertura vegetal permanente. Nessa litologia encontram-se grandes voçorocas, que são utilizadas como atrativo turístico.

Relação Uso da Terra/Arenito Micáceo

A área abrangida por uso da terra sobre Arenito Micáceo, (figura 108) é de 357km², representando, aproximadamente, 12,2% da área total da Quarta Colônia.

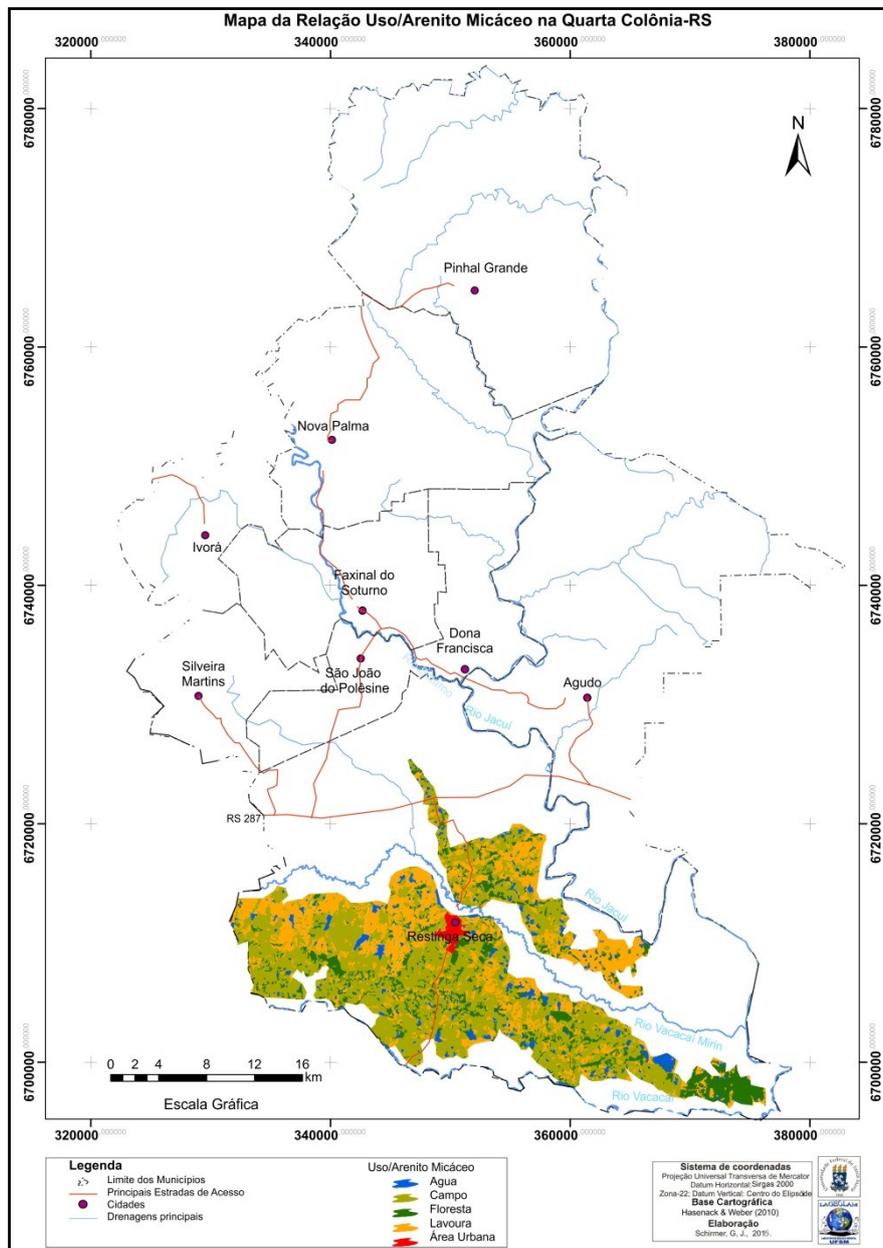


Figura 108: Mapa do uso da terra existente sobre o Arenito Micáceo.

Org: SCHIRMER, 2015.

A classe de uso da terra que mais se destaca sobre esta unidade litológica é a de campo com 180km², seguido pó lavouras com 110km², floresta com 45km², água com 19km² e área urbana com 3km².

Esta litologia está associada principalmente ao relevo colinoso e como é muito friável, a prática agrícola com lavouras sofre restrição, para evitar o desencadeamento de processos erosivos, porém a área cultivada prevalece o plantio de soja. Assim, nessa litologia a classe campos está relacionada ao desenvolvimento da pecuária. A área com floresta nesta unidade esta relacionada a unidade de conservação existente entre o rio Vacacaí e o rio Jacuí.

6.6.5. Relação do Uso da Terra/Solos

Nesta tese a análise da relação do uso da terra com os tipos de solos foi realizada a partir das principais características físicas do solo, sem levar em consideração, por exemplo, a importância química destes solos para o desenvolvimento das plantas.

Foi realizado o cruzamento de cada unidade de solo definido o mapa simplificado de solos da Quarta Colônia com uso da terra. Buscou-se definir e caracterizar a relação existente entre estes dois elementos da paisagem.

Relação Uso da Terra/Neossolo Litólico

A área abrangida por este tipo de solo na Quarta Colônia é de 622km², representando 21% da área total, (figura 109). As classes de uso da terra existentes nesse solo é predominante a classes de floresta com 384 km² seguida por 156 km² de campo, 74km² de Lavoura, 7,2km² de água e 0,88km² de área urbana.

A presença da classe floresta em mais da metade acontece devido este solos serem muito rasos e se encontrarem em locais com declividade muito acentuada. Pode haver cultivos de subsistência como o de feijão e o de milho.

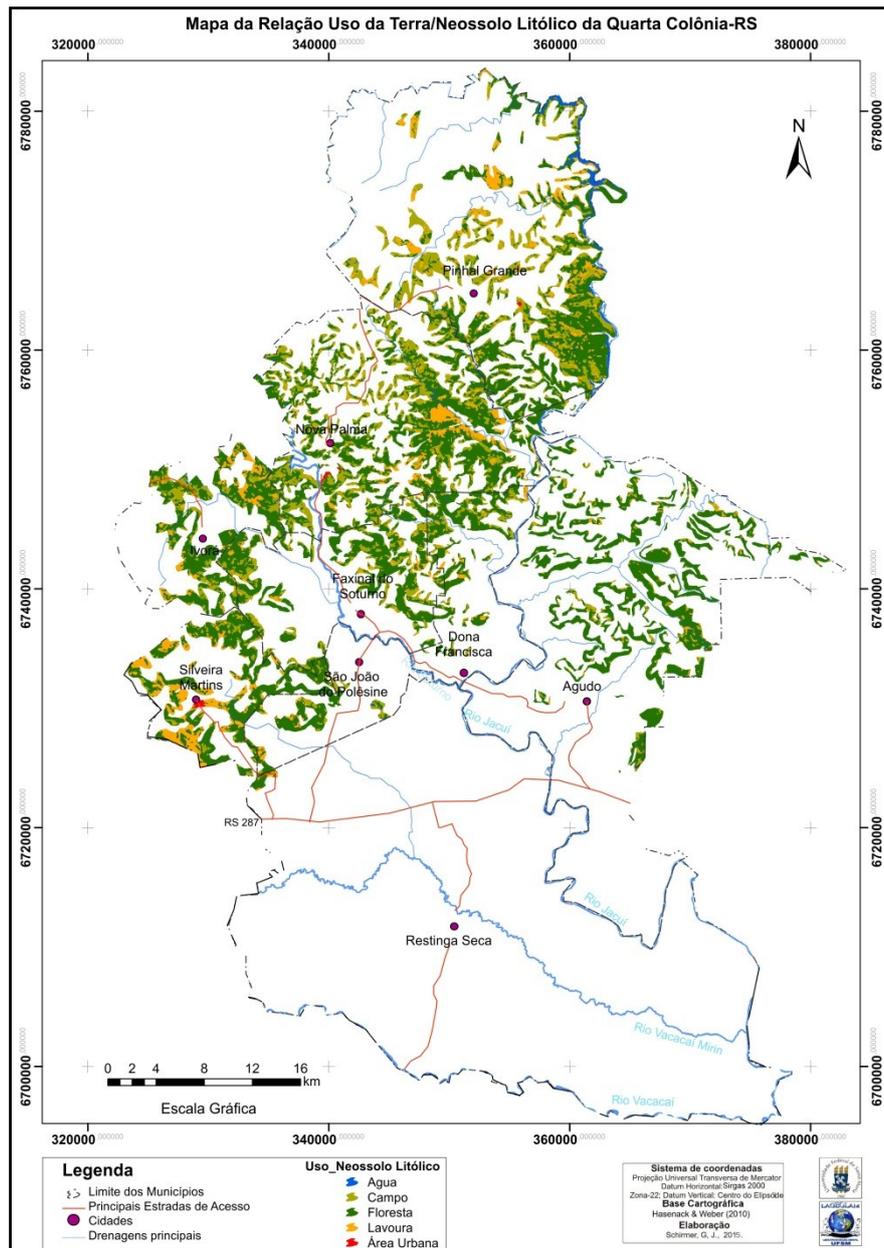


Figura 109: Mapa com usos da terra sobre os Neossolo Litólico.
 Org: SCHIRMER, 2015.

Uso da Terra/Cambissolo

A área dos Cambissolo na Quarta Colônia abrange 899 km², ou seja, 31% da área total, (figura 110). A classe de uso da terra mais presente sobre este tipo de solo é a floresta com 370,5 km², seguido por campo com 332 km², lavoura com 187 km², Água com 6,8 km² e área urbana com 2,7 km².

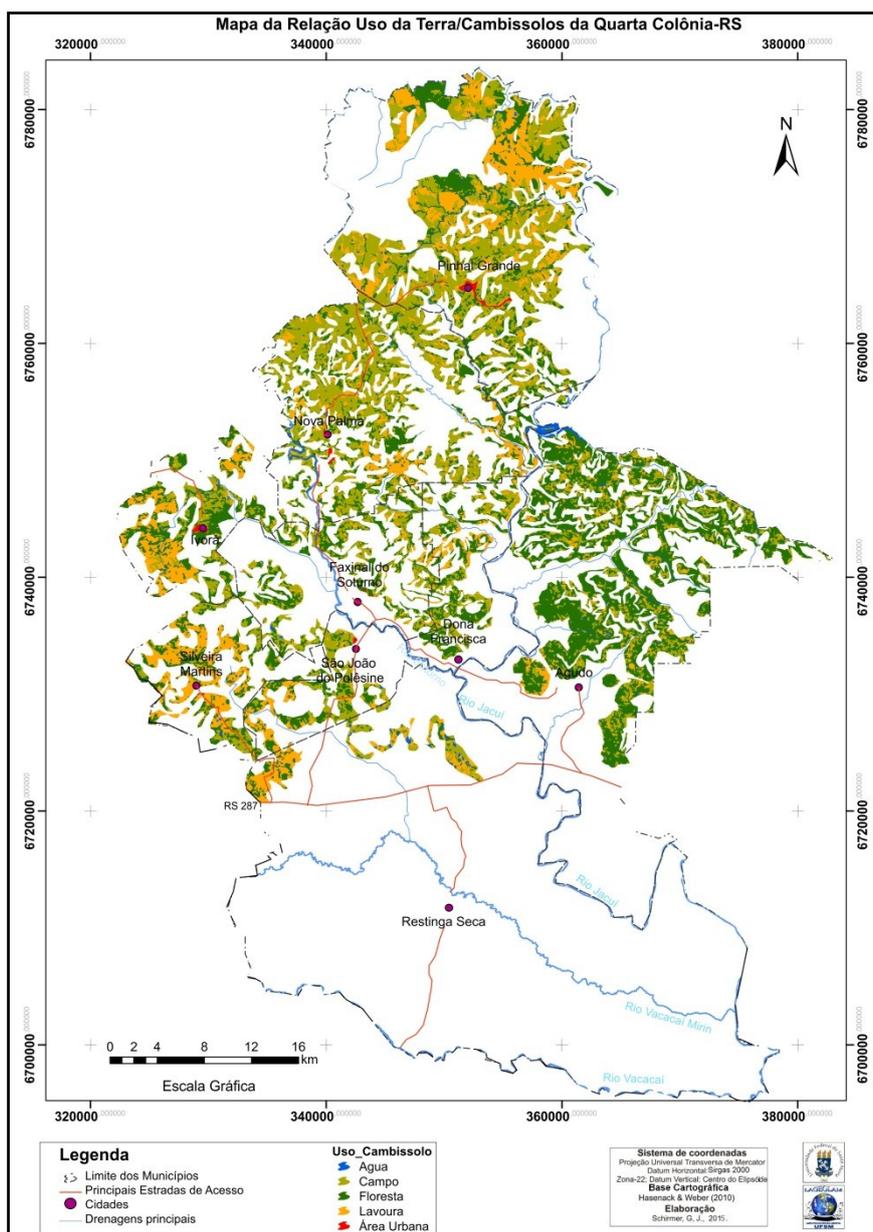


Figura 110: Mapa com usos da terra sobre os Cambissolo.
Org: SCHIRMER, 2015.

A presença de florestas e campos sobre estes solos está relacionado, principalmente, por não serem muito profundos e por encontrarem-se em áreas onde o relevo começa a tornar-se mais declivoso, o que dificulta o uso de maquinários. As atividades agrícolas sobre estes solos são com cultivo de soja, trigo milho, feijão e fumo. Além disso, nas áreas de campo desenvolve-se a pecuária.

Relação Uso da Terra/Latossolo

Este tipo de solo compõe a menor área com 30,6 km², representando 1% da Quarta Colônia, (figura 111). As classes de usos distribuem-se em 12,2km² com campos, 10,1km² com lavouras, 7,1 km² com florestas, 1 km² de área urbana e 0,2km² com Água.

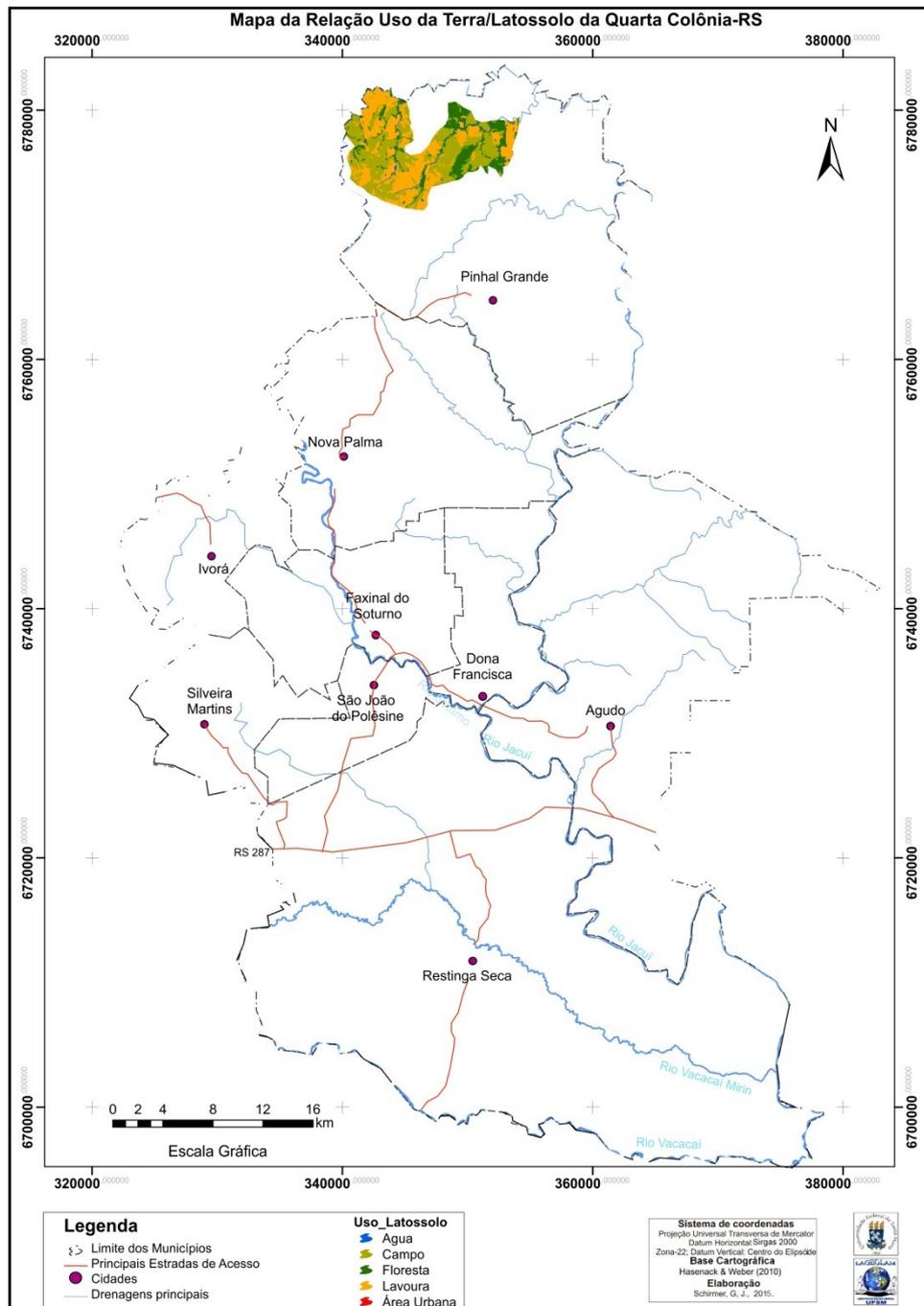


Figura 111: Mapa com usos da terra sobre os Latossolos.
 Org: SCHIRMER, 2015.

Por ser um solo com poucos ligantes, como a presença de argilas, as atividades agrícolas desencadeiam fortes processos erosivos que originam ravinas e voçorocas. Por serem solos altamente permeáveis a presença de água é muito baixa. Por estas características a maior presença da classe campo do que de lavouras.

Relação Uso da Terra/Argissolos

Os Argissolos na área de estudo compõem uma área de 723 km² representando 24,8% da área da Quarta Colônia, (figura 112). A relação deste tipo de solos resulta na predominância da classe de uso da terra campo com 300,5km² nesta unidade de solo, seguido pelas lavouras com 248km², as florestas com 142,5 km², a água com 23 km² e a área urbana com 9 km² sobre Argissolos.

Por ser um solo bem drenado, é propício para o desenvolvimento do cultivo de soja, milho e cereais. Porém em alguns locais torna-se muito arenoso, facilitando a ocorrência de erosão superficial e prejudicando as atividades agrícolas. Nestas áreas desenvolve-se a pecuária, onde encontra-se classe campo com pastagens.

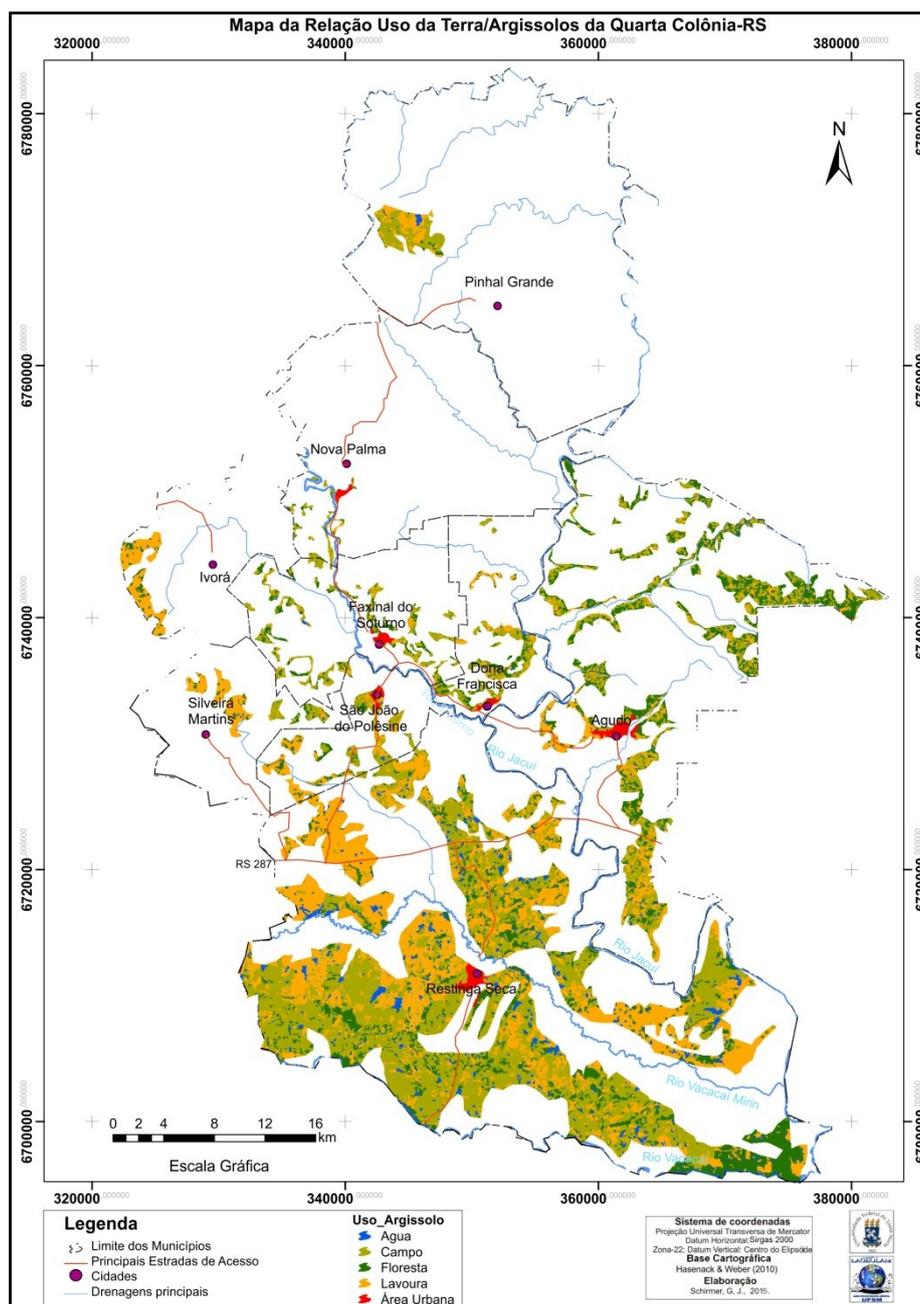


Figura 112: Mapa com usos da terra sobre os Argissolos.
Org: SCHIRMER, 2015.

Relação Uso da Terra/Solos Hidromórficos

Os solos Hidromórficos abrangem a maior área com 1338 km², representando 46% da área de estudo, (figura 113). É sobre este solo que se tem a maior área da classe lavoura com 469 km², seguida por 122 km² de campo, 70 km² de Floresta, 53 km² de água e 1,8 km² de área urbana. As atividades agrícolas sobre esta área são muito intensas, principalmente com o cultivo do arroz.

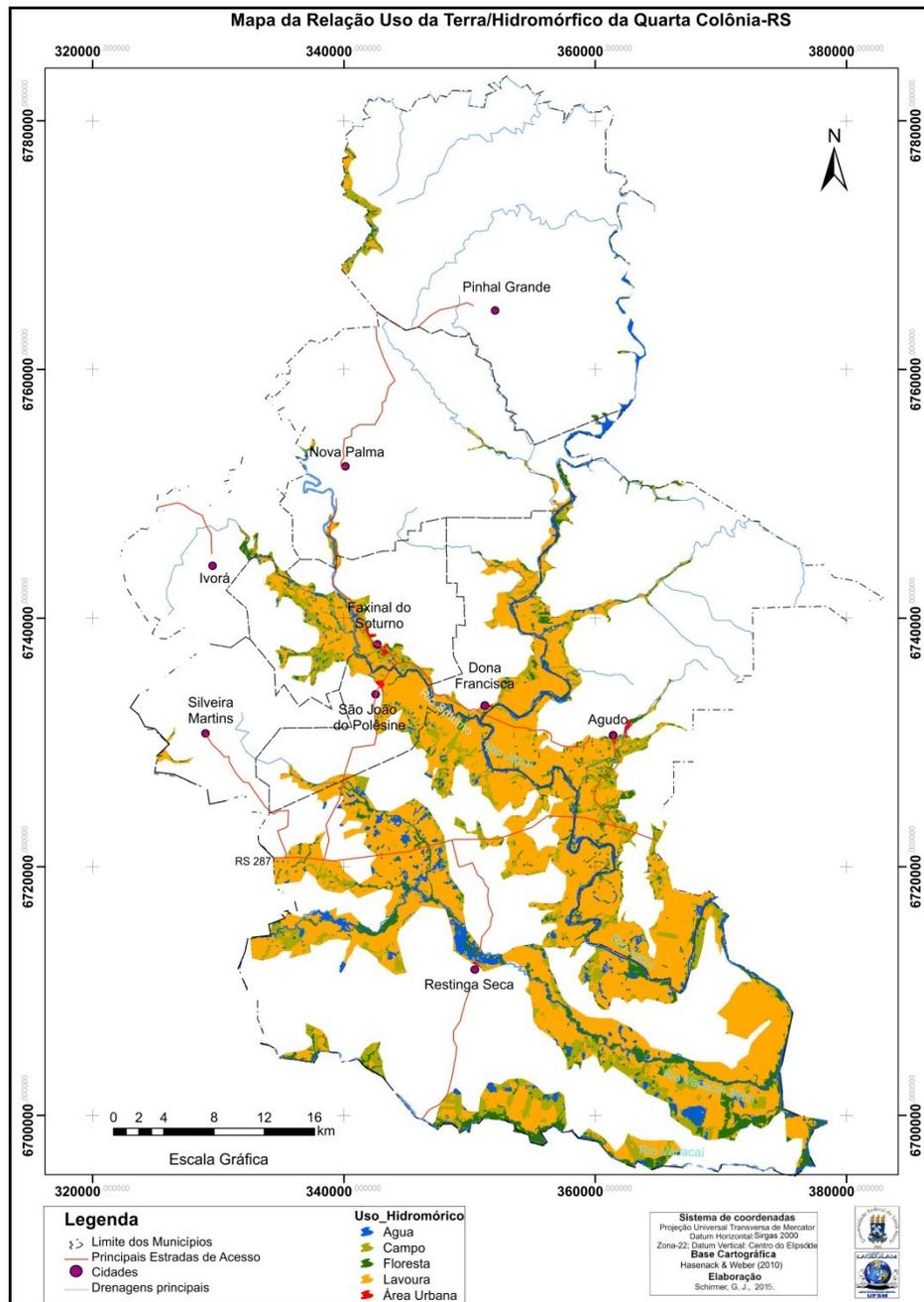


Figura 113: Mapa com usos da terra sobre os Solos Hidromórficos.
Org: SCHIRMER, 2015.

Relação Uso da Terra/Neossolo Quartzarênico

Embora sua área de abrangência seja pequena, com 76,2 km², representando 2,6% da área da quarta colônia, (figura 114) é importante, pelo fato de ter baixa resistência a processos erosivos diante do desenvolvimento de atividades agrícolas.

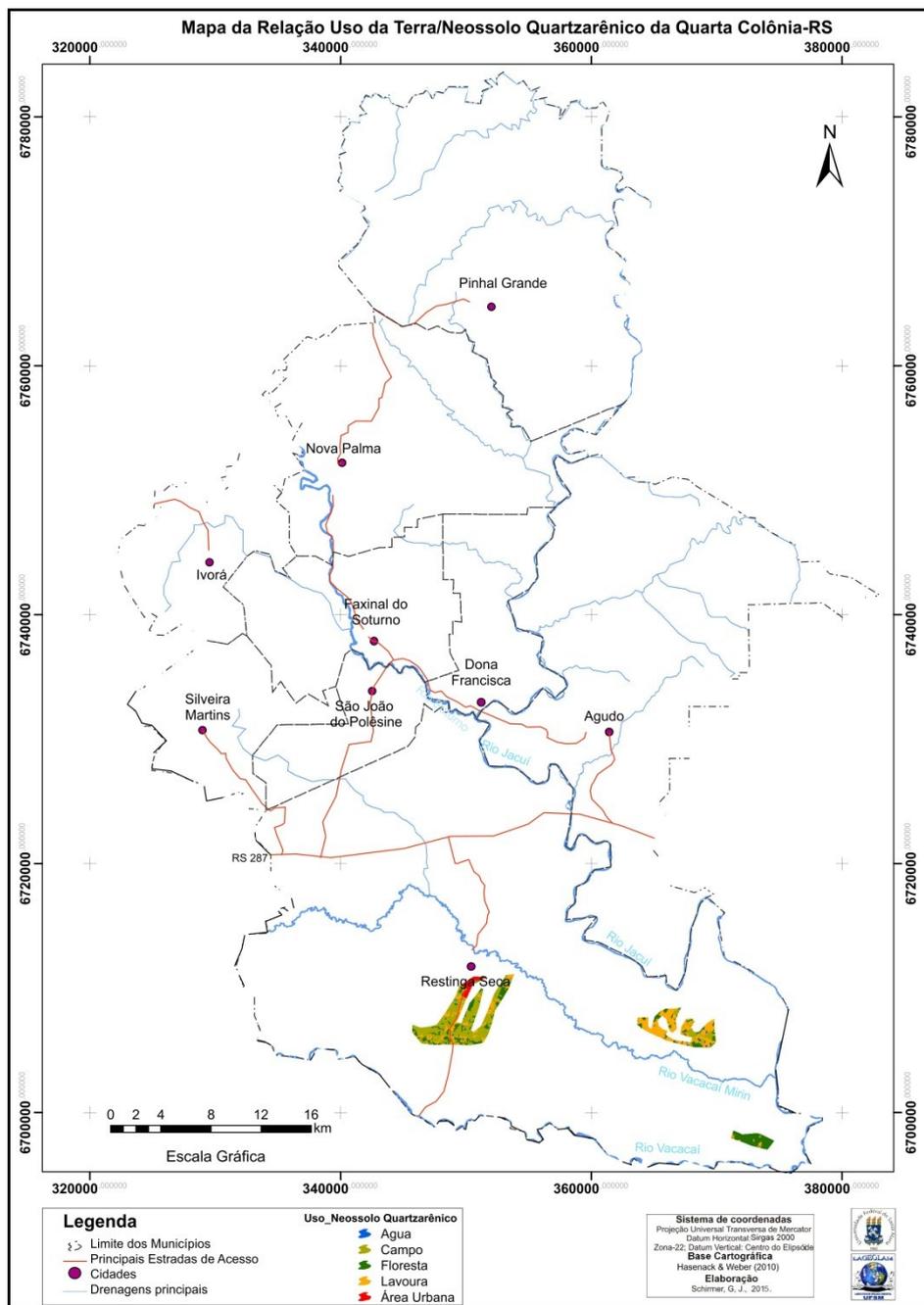


Figura 114: Mapa com usos da terra sobre os Neossolo Quartzarênico.
Org: SCHIRMER, 2015.

Assim a classe de uso que predomina nessa área são os campos com 32,5 km², seguida por 29,5 km² de lavoura, 14 km² de floresta e 0,2 km² de água.

As lavouras presentes são compostas por cultivos de soja, por serem solos arenosos bem drenados, porém necessitam de muito adubo para o desenvolvimento das plantas. A alta capacidade de drenagem explica a baixa presença de água nesse tipo de solo.

CAPÍTULO VII

7. ESTUDO GEOAMBIENTAL DA QUARTA COLÔNIA: uma análise integrada da paisagem

Na Geografia o estudo geoambiental vem sendo empregado como a forma de apresentar as potencialidades e as vulnerabilidades ambientais, utilizando a cartografia para representação, interpretação e correlação dos parâmetros que compõem a paisagem de determinado local, permitindo compreender como se relacionam os processos de dinâmica superficial e a influência da ação antrópica. Esses estudos, em âmbitos acadêmicos, tratam de encontrar áreas homogêneas em meio à heterogeneidade da paisagem.

Como exemplo da aplicação desses mapeamentos, cita-se o trabalho desenvolvido por Souza *et al.* (2005), o qual utiliza a cartografia geoambiental, como suporte para a elaboração do Plano Diretor Ambiental e Urbanístico de Mariana, no estado de Minas Gerais, implantado no ano de 2003; o Atlas Geoambiental de São Borja elaborado por Robaina *et al.* (2007), Atlas Geoambiental de Agudo elaborado por Schirmer & Robaina (2010) e Atlas Geoambiental de São Pedro do Sul elaborado por Junges & Robaina (2011). Os trabalhos tiveram como objetivo, agregar informações sobre o meio físico (compiladas e produzidas) num único documento, gerando assim uma base de dados cartográficos georreferenciados, na escala de 1:50.000, sendo importante subsídio para o ordenamento territorial do município.

Parte-se de que a compartimentação geomorfológica definida como a representação das condições físicas da área e que somadas a elementos do uso e ocupação da terra, permitem definir a caracterização e Zoneamento Geoambiental da área de estudo. Dessa maneira, nesta tese o Zoneamento Geoambiental constitui-se em sistemas e unidades geoambientais. A definição dos sistemas geoambientais ocorreu a partir dos domínios geomorfológicos existentes na área de estudo e a relação destes com o uso e ocupação. Além disso, foi separado o conjunto de áreas urbanas sede dos municípios que compõem a área de estudo. Cada sistema apresenta heterogeneidade entre si e é possível separar algumas áreas distintas dentro de alguns sistemas, principalmente em relação a restrição e potencialidade de uso existente. Estas restrições e potencialidades tem em alguns casos maior contribuição da geologia, outras vezes dos

solos e também do relevo, principalmente a influência altimétrica e de declividade. Quanto as unidades geoambientais são essas áreas homogêneas com heterogeneidade entre si existentes dentro dos sistemas.

7.1. Compartimentação dos Sistemas e Unidades Geoambientais

O mapa geoambiental, mostra a espacialização hierárquica distribuída em Sistemas e Unidades, com suas principais características, a fim de definir as condições de restrições ambientais, limitações de uso e as conseqüentes aptidões ambientais de cada área. Dessa forma, através de uma representação de síntese, foram definidos sistemas e unidades, que caracterizaram a paisagem geoambiental da Quarta Colônia.

Os estudos determinaram 5 principais sistemas geoambientais definidos a partir das potencialidade e restrições de uso impostas pela geomorfologia. As divisões são as seguintes: *Sistema Urbano*; *Sistema Arrozaís em Rampas de Depósitos Recentes*; *Sistema de Relevo Escarpado e Vegetado do Rebordo do Planalto*; *Sistema de Colinas de Altitudes Elevadas: com a Unidade Colinas Vulcânicas com Pequenas Propriedades, Unidade Colinas Vulcânicas com Médias Propriedades, Unidade Colinas de Altitudes em Rochas Friáveis*; *Sistema de Colinas em Baixas Altitudes: com a Unidade Colinas em Rochas Sedimentares de Encosta e a Unidade de Colinas Sedimentares de Baixa Altitude*, como pode ser visualizado na (figura 115).

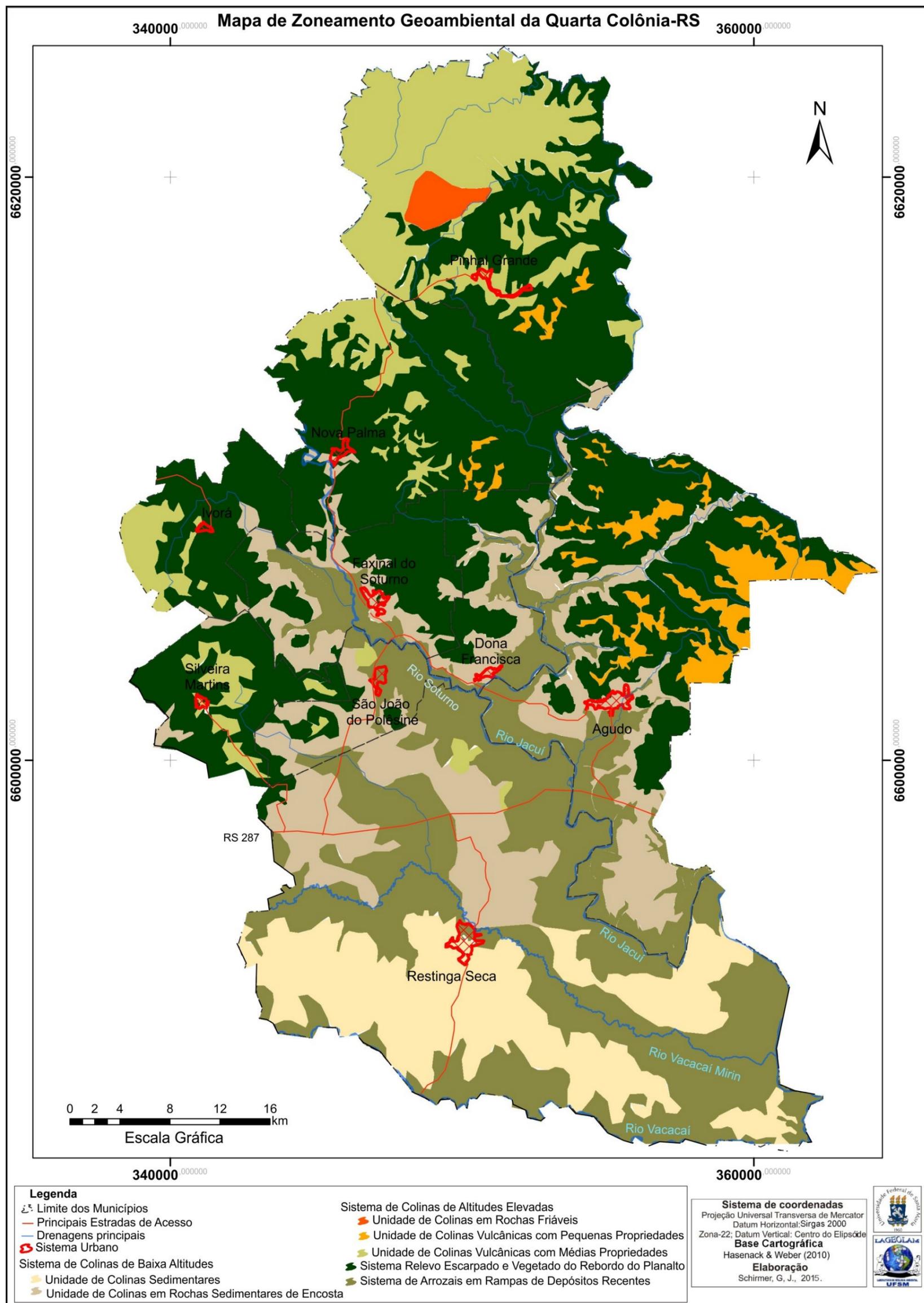


Figura 115: Mapa com Zoneamento Geoambiental da Quarta Colônia. Org: SCHIRMER, 2015.

7.1.1. Sistema Urbano

O sistema urbano da Quarta Colônia, é composto por nove cidades sedes dos municípios. É importante entender como funciona a estrutura das cidades e as dinâmicas que as envolvem enquanto espaço urbano. A cidade, como sede de um município, sempre exerce um papel centralizador e a ela compete oferecer bens e serviços necessários a sua comunidade.

Dessa maneira, analisar o sistema urbano da Quarta Colônia, permite compreender as potencialidades e as restrições que cada uma das cidades que compõem esse sistema, pode oferecer ou exercer dentro desta região. Tanto as questões ambientais quanto as socioeconômicas.

Nos últimos anos houve uma significativa migração de mão de obra do espaço rural gerando um decréscimo de 10% da população rural e um acréscimo de, aproximadamente, 20% da população urbana. Nesse sentido, as cidades tem um papel fundamental de absorver esta mão de obra. Porém, a estrutura de algumas cidades podem não comportar um excedente muito grande de população devido seu espaço físico ser impróprio para expansão de moradias. Dessa forma, neste trabalho foi realizados uma análise das condicionantes físicas influenciarem e serem influenciadas pelas atividades humanas.

Cidade de Agudo

Origina-se de um povoamento que desenvolveu-se em torno da Avenida Concórdia, localizada entre o arroio Hermes e o Morro Agudo, sendo esse último o responsável pela denominação do primeiro povoamento da antes denominada Picada Agudo, e que posteriormente passou a ser denominado Agudo em toda região. Com a emancipação do município em 1959, a unidade sede foi responsável pela denominação de todo território.

A área urbana de Agudo, (figura 116) abrange uma área de 3,2Km², com 6.889 habitantes. Está assentada sobre substrato de arenito fluvial, solos Argissolos profundos e areno-argilosos e solos hidromórficos nas proximidades das drenagens, principalmente, do arroio Hermes. Encontra-se na unidade de relevo rampas de baixa altitude. Essas características apresentam fragilidades naturais como processo de

alagamentos próximo das drenagens, dificuldade para fazer a base (alicerce) das construções e limitações de uso à medida que se aproxima da encosta do rebordo.

As características das ocupações são definidas por construções mais verticalizadas na Avenida Concórdia, na porção que compreende entre a Rua Germano Hentsche e Rua Independência, nas Avenidas Tiradentes, Muniz Ferraz e Borges de Medeiros a porção compreendida entre a Rua Barão do Rio Branco e Rua general Isidoro Neves. Nas demais porções predominam construções baixas e o predomínio de casas residenciais.

Nos últimos anos a cidade, vem aumentando o crescimento na construção civil tanto verticalmente quanto horizontalmente. Esse crescimento ocasiona conflito ambiental, com contaminação das águas e degradação da vegetação nas porções do entorno com o avanço das construções desordenadas.

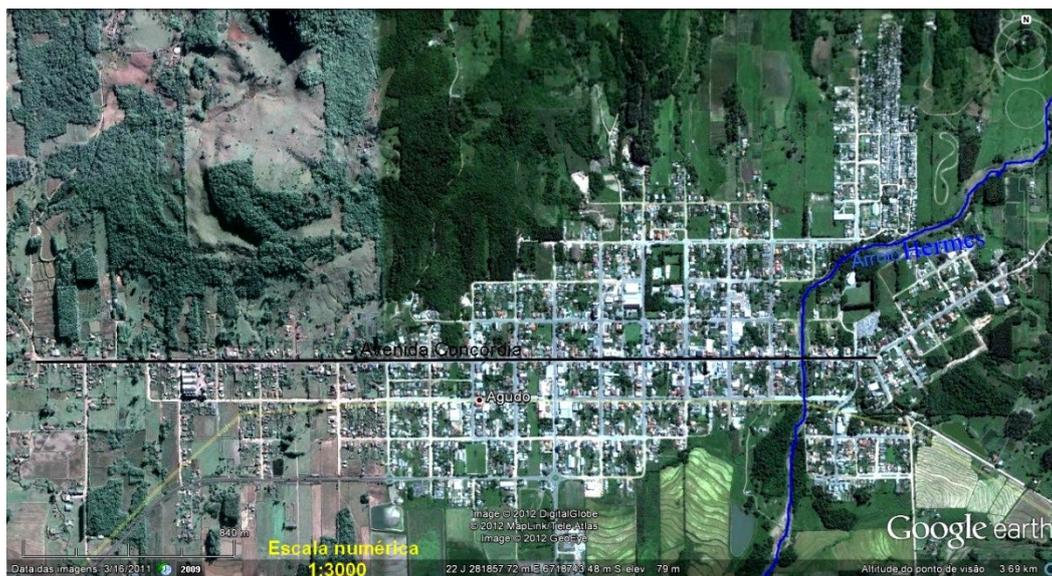


Figura 116: Área urbana da cidade de Agudo.

Fonte: Google Earth, imagem 2011.

Org: SCHIRMER, 2015.

Na proposta do plano ambiental da Quarta Colônia foi sugerida a expansão da cidade na direção Sul, onde há áreas planas, no entanto a supervalorização imobiliária tem feito com que acontecesse o oposto com expansão de moradias em direção a encosta onde o valor dos terrenos são menores. Isto pode em um futuro próximo tornar-se áreas de risco a processos de movimento de massa.

Outros impactos nessa cidade dizem respeito às características naturais e na fisiologia da paisagem, as alterações nos canais de drenagem, como por exemplo, o da

Sanga Funda e do arroio Hermes. As alterações feitas são canalização com construções sobre o leito, retificação de canal, eliminação da mata ciliar das referidas drenagens. Essas ações possuem grandes chances de resultarem em problemas futuros. Com o crescimento urbano aumentará ainda mais a impermeabilidade do solo e o escoamento superficial em direção ao canal e conseqüentemente os prejuízos também.

Cidade de Dona Francisca

Dona Francisca localiza-se nas margens do rio Jacuí, abrangendo uma área de aproximadamente 0,9km², de acordo com o IBGE (2014), possui uma população urbana de 2.146hab. Sua sede está a 49 metros de altitude, com declividade variada nas diversas porções da cidade. Está assentada sobre arenitos finos e maciços. Foi fundada por colonizadores alemães, italianos e portugueses. As características das ocupações são de forma geral homogêneas, com construções baixas e o predomínio de áreas residenciais, mesmo na porção mais central da área urbana, figura 117:

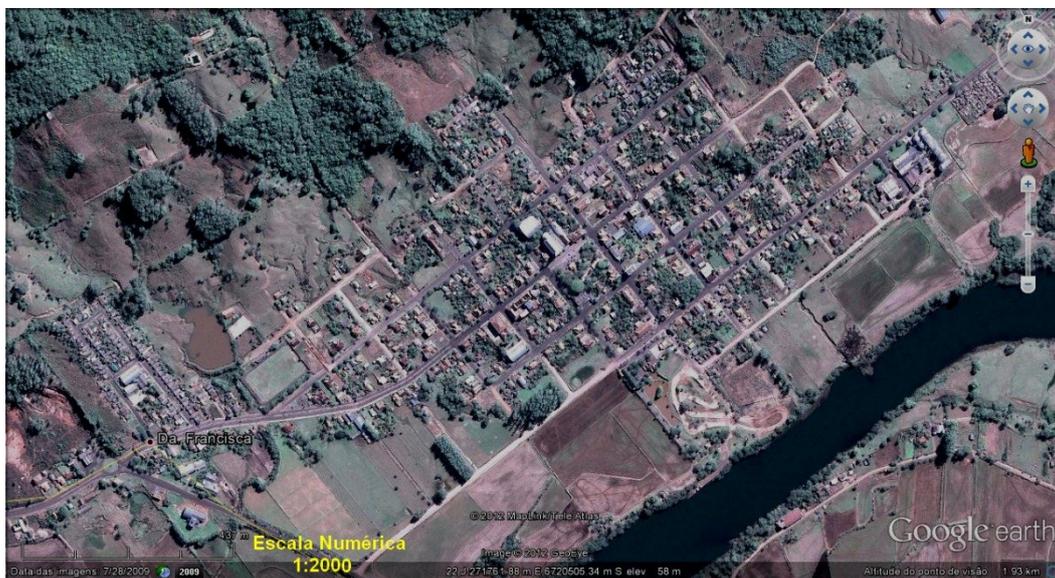


Figura 117: Cidade de Dona Francisca.
Fonte: Google Earth, imagem 2011.
Org: SCHIRMER, 2015.

A tendência é de as construções crescerem na direção leste onde o relevo é composto por colinas suavemente onduladas e áreas planas, pois ao norte e a oeste tem a encosta e ao sul tem o rio Jacuí.

Por localizar-se próxima ao rio Jacuí, possui como principal conflito ambiental a contaminação das águas, devido ao lançamento de esgotos junto aos canais de drenagem, além do sistema de águas pluviais concentrarem seu fluxo para determinados pontos, permitindo o desencadeamento de processos erosivos pela concentração de fluxo de água, quando mal dimensionados.

Em períodos de cheia o Rio Jacuí atinge as porções mais baixas o que restringe o uso urbano à medida que se aproxima do rio, tornando-se área suscetível a inundações.

Cidade de Faxinal do Soturno

A cidade de Faxinal do Soturno (figura 118) foi criada nos limites de alcance do Rio Soturno, abrange uma área de aproximadamente 2 km², com uma população urbana de 4.115 hab. Localiza-se à 53 metros de altitude, com declividades inferiores a 15%. Esta assentada sobre arenitos finos e maciços e depósitos recentes. Os solos são hidromórficos e Argissolos. Apresenta áreas de periferia com condições precárias. Possui poucas obras verticalizadas, predominando as moradias residenciais.

A principal fragilidade encontrada refere-se a presença de ocupações junto a drenagens afluentes do rio Soturno e algumas ocupação na encosta onde processos de movimentos de massa já foram registrados. Além de ser área de risco, há lançamento de resíduos sólidos e águas servidas que contaminam as águas.

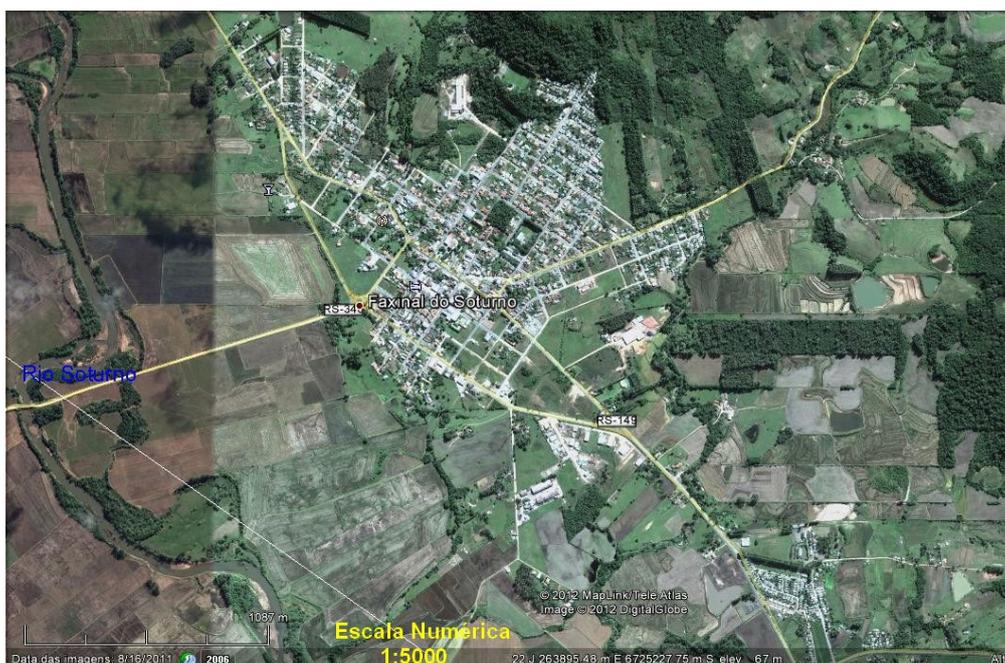


Figura 118: Cidade de Faxinal do Soturno.

Fonte: Google Earth, imagem 2011.

Org: SCHIRMER, 2015.

Cidade de Nova Palma

A cidade de Nova Palma, (figura 119) abrange uma área de aproximadamente 1,3km², com uma população urbana de 3.083 hab. Está localizada as margens do rio Soturno, situada a uma altitude de 117 metros está assentada sobre rochas vulcânicas nas proximidades do rio Soturno e à medida que se eleva a altitude o substrato rochoso passa a ser de arenito eólico. A forma do relevo da cidade é de colinas de encosta, com algumas porções mais inclinadas pertencentes a associação de morros e morrotes.

Predominam moradias residenciais, com ocupação horizontal, porém nos últimos 5 anos vem aumentando o crescimento vertical das construções. A cidade não possui áreas adequadas geomorfologicamente para se expandir, pois logo atinge áreas muito inclinadas do rebordo do Planalto. É uma área com grandes restrições naturais, principalmente, relacionados ao relevo. As porções muito próximas das drenagens são suscetíveis à inundação e as áreas junto ao rebordo a movimento de massa. Além disso, há a contaminação das águas por dejetos, resíduos sólidos e águas servidas.

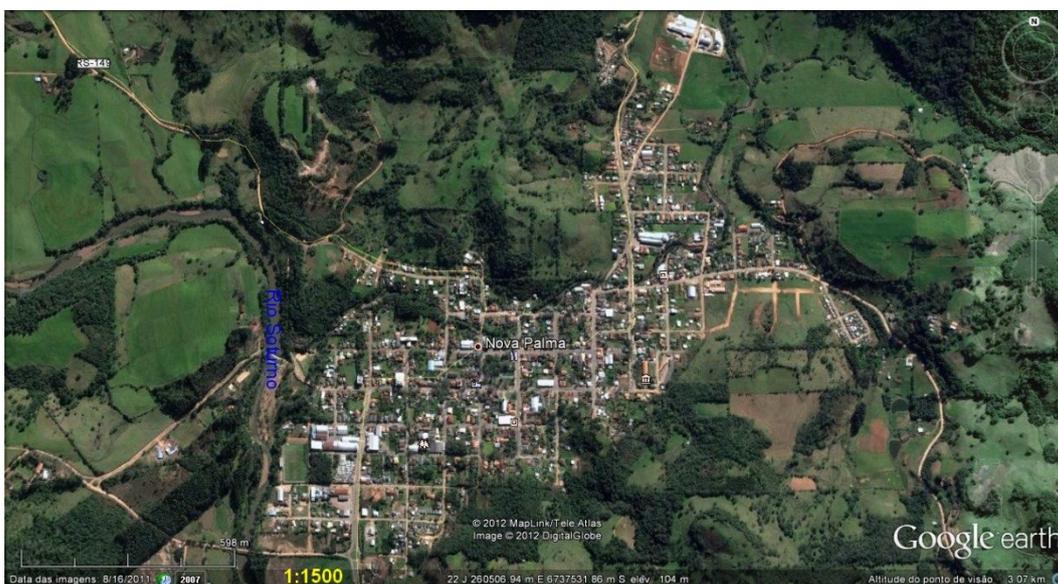


Figura 119: Cidade de Nova Palma.

Fonte: Google Earth, imagem 2011.

Org: SCHIRMER, 2015.

Cidade de Pinhal Grande

A cidade de Pinhal Grande (figura 120) abrange uma área de aproximadamente 1,4km², com uma população urbana de 1.895 hab. Está situada a aproximadamente 394 metros de altitude. É uma cidade muito recente, com 20 anos de idade, e vem crescendo

em torno da avenida que liga o antigo distrito de Limeira ao de São José. Assim a cidade vem crescendo com uma forma geométrica peculiar, formando um arco com ocupações concentradas nas duas extremidades. A sede da cidade foi colocada, aproximadamente, no meio desse arco com o intuito de beneficiar e unir os dois bairros.

A forma do relevo onde está localizada a cidade é composta por colinas suavemente onduladas a onduladas. Está assentada sobre rochas vulcânicas, em uma área pertencente ao Planalto. As características naturais da paisagem indicam um grande potencial de expansão em todas as direções da cidade

A principal fragilidade está associada a sua localização em um divisor d'água, o que pode ocorrer a contaminação nas cabeceiras de drenagem.



Figura 120: Cidade de Pinhal Grande.
Fonte: Google Earth, imagem 2011.
Org: SCHIRMER, 2015.

Cidade de Ivorá

A cidade de Ivorá (figura 121) abrange uma área de 0,5km², de acordo com o Ibge (2014), possui uma população urbana de 705 hab. Está localizada em uma altitude de aproximadamente 120 metros, com declividades entre 5 a 30%. Está assentada sobre arenitos eólicos e rochas vulcânicas, com solos do tipo Cambissolos e Neossolos litólicos.

O relevo onde encontra-se a cidade é composto por colinas onduladas e cercada por morros e morrotes. Esta característica natural restringe a expansão da cidade para ambos os lados, semelhante a Nova Palma. Como conflito ambiental destaca-se o

crescimento da cidade em direção as encostas e a contaminação do córrego d'água localizado na área central da cidade.



Figura 121: Cidade de Ivorá.
Fonte: Google Earth, imagem 2011.
Org: SCHIRMER, 2015.

Cidade de Silveira Martins

A cidade de Silveira Martins (figura 122) abrange uma área de 0,7km², de acordo com o Ibge (2014), possui uma população urbana de 1.191 hab. Localiza-se em uma altitude de 431 metros de altitudes e com declividades que varia de 0 a 30%. Esta assentada sobre rochas vulcânicas, com solos do tipo Neossolos Litólicos e Cambissolos. O relevo é composto por colinas suavemente onduladas a onduladas.

As características naturais, onde se localiza a cidade, permite a expansão para a direção norte, leste e oeste, sendo que a porção sul se encontra-se declividades acentuadas. O principal conflito ambiental a se destacar na cidade é contaminação do córrego d'água de 1ª ordem que cruza a cidade. Como ponto positivo da cidade destaca-se a grande potencialidade de expansão propiciada pela paisagem natural. Entretanto, por estar localizada em um platô são registrados eventos de vendavais que causam prejuízos.



Figura 122: Cidade de Silveira Martins.

Fonte: Google Earth, imagem 2011.

Org: SCHIRMER, 2015.

Cidade de São João do Polêsine

A cidade de São João do Polêsine abrange uma área de aproximadamente 1,4km², de acordo com o Ibge (2014), possui uma população urbana de 1354hab. Encontra-se em uma altitude de aproximadamente 40 metros com declividade de 0 a 15%. Esta assentada sobre a litologia de Arenito Fossilífero e Arenito Fino e Maciço, com solos do tipo Argissolos.

O relevo é composto por rampas e colinas de encosta. Estas características físicas destacam a grande potencialidade que esta cidade tem de se expandir, há algumas restrições na direção norte devido ao relevo tornar-se muito inclinado e sudeste por causa da planície de inundação do rio Soturno. Destaca-se, a partir de trabalho de campo, que nesta cidade ocorre o afastamento total da população de menor poder aquisitivo da área central para periferia, através das construções de casas populares, como pode ser visualizado na (figura 123).



Figura 123: Cidade de São João do Polêsine.

Fonte: Google Earth, imagem 2011.

Org: SCHIRMER, 2015.

Cidade de Restinga Seca

A cidade de Restinga Seca, (figura 124) abrange uma área de aproximadamente 4km², de acordo com Ibge (2014) apresenta uma população 8.982 hab. Está em uma altitude de aproximadamente 50 metros e em declividades de 0 a 15%. Está assentada sobre as litologias de Arenito Micáceo e Arenito Buraco Fundo. Os solos são do tipo Neossolos Quartzarênicos e Argissolos, altamente afetável por processos erosivos.

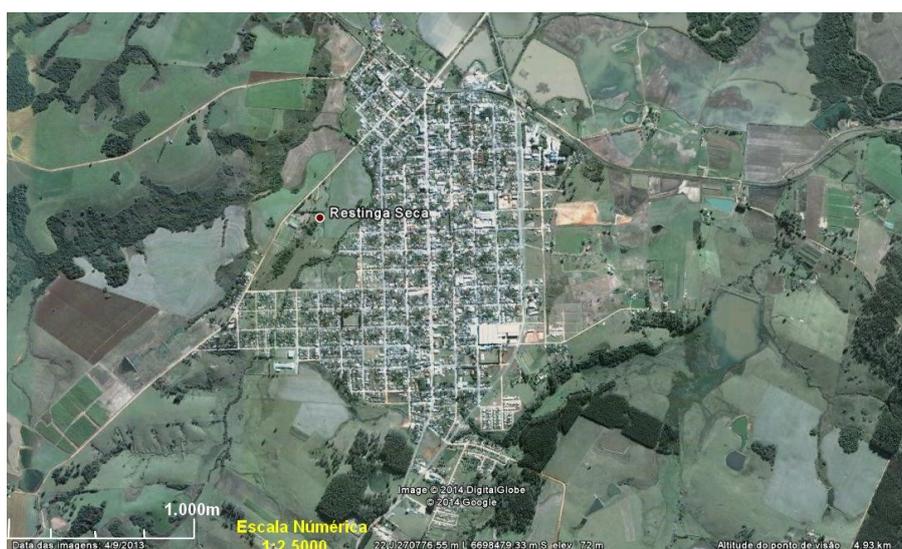


Figura 124: Cidade de Restinga Seca.

Org: SCHIRMER, 2015.

O relevo é formado por colinas suavemente onduladas. As características da paisagem indicam certa restrição devido esta cidade localizar-se muito próxima da margens do rio Vacacaí Mirim e afluentes que tem provocado inundações. Além disso, ocorre conflito ambiental devido o escoamento de efluentes terem o destino este rio.

Por ser uma área pouco vegetada e com grande extensão do relevo do entorno ser plano ou suavemente ondulado esta cidade sofre frequentemente com fortes vendavais, que resultam em grande perdas econômicas.

7.1.2. Sistema Planície de Arrozais em Rampas de Depósitos Recentes

Neste sistema, ocorrem os depósitos recentes (quaternário), localizados próximos ao canal principal dos rios e aos seus afluentes, que possibilitam o desenvolvimento, nestas várzeas, de solos mal drenados, hidromórficos associação Planossolo-Gleissolo. A faixa próxima à área de acumulação do Rio Jacuí está inserida nesse sistema onde se desenvolvem os solos mal drenados e ocorrem associados a substratos de arenitos lamíticos.

Ao longo dos canais principais restam ainda em algumas porções uma pequena faixa de mata ciliar, onde as espécies vegetais mais características são o Sarandi (*Sebastiania schottiana*), o Coqueiro-gerivá (*Syagrus romanzoffiana*), o branquilho (*Sebastiania commersoniana*), a Pitangueira (*Eugenia uniflora*), o camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides*), a Aroeira-cinzenta (*Schinus lentiscifolius*), a Capororoca (*Rpanea lorenziana*), o Angico vermelho (*Parapiptadenia rígida*), Guajuvira (*Patagonula americana*), Canela do brejo (*Machaerium stipitatum*) e o Grápia (*Apuleia leiocarpa*).

Com relação às formas do relevo, estas áreas são definidas como rampas de baixas altitudes e apresentam declividades menores que 5%, marcadas por uma topografia plana e altitudes que podem atingir 90 metros.

A principal atividade desenvolvida é o cultivo de arroz, que se associa à disponibilidade hídrica e potencialidade do solo. Grandes áreas alagadas, onde antes haviam banhados, conhecidos localmente como ceival ou banhado, foram drenadas ou aterrados para o plantio de arroz.

A maior fragilidade deste sistema está associada aos banhados, compactação do solo e à mata ciliar, que vem sendo retirada nas últimas décadas de maneira muito

agressiva, dando lugar para o desenvolvimento da agricultura. Os banhados que ainda restam tornaram-se impróprios para vida aquática devido ao uso indiscriminado de agrotóxicos, principalmente nas lavouras de arroz. A vegetação arbórea ao longo do canal do rio Jacuí, em sua grande maioria, não se mantém, dentro das áreas de proteção exigidas pela legislação ambiental, apenas em pequenas porções de margem do canal principal dos arroios e do Rio Jacuí, sem continuação, como sugere-se em um corredor ecológico, (figura 125).



Figura 125: Margens rio Jacuí vista da Pista de Asa-Delta em Agudo.
Org: SCHIRMER, 2015.

7.1.3. Sistema de Relevo Escarpado do Rebordo do Planalto

A denominação deste sistema indica a porção de transição entre a Depressão Periférica e o Planalto da Serra Geral. As declividades predominantes nesse sistema são superiores a 5%. Este sistema, apresenta como principal característica da paisagem local com formas dissecadas, com drenagens encaixadas.

Marca a transição encontrada entre a Depressão Periférica e o Planalto Serra Geral, sendo formada por morros e morrotes associados a um relevo escarpado e com drenagens encaixadas.

As declividades variam de 5 a 15% nos pequenos patamares entre-escarpa existente nos contatos de derrames ou de diferentes litologias e superiores a 15% nas demais porções, manifestando processos de dinâmica superficial como erosão, rolamento, corrida e queda de blocos.

As litologias são predominantemente, de arenitos eólicos e rochas vulcânicas. Nestas áreas de relevo movimentado, associados a morros e morrotes, ocorrem solos

rasos, constituindo cambissolos e, na encosta, afloramentos de rocha e neossolos litólicos, além de depósitos de colúvios.

É possível observar-se conflitos ambientais nessa área, relacionados aos cortes rasos da vegetação para uso da lenha como fonte de energia nas estufas de fumo. Isso ocorre nas encostas com declividade acima de 47%, onde o uso possui restrições legais segundo a legislação. Essas áreas normalmente estão associadas à área core da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, onde não é permitido o corte da vegetação. Cabe ressaltar que nesse local é possível encontrar várias espécies vegetais e animais, consideradas em extinção em outros locais. Essa unidade possui um grande potencial turístico natural, composto por paredões, cascatas, cachoeiras, grutas e belezas cênicas da paisagem em si, (figura 126).



Figura 126: Relevo escarpado típico do Rebordo do Planalto, na pista de salto de parapente, em Agudo.
Org: SCHIRMER, 2015.

O uso é restrito devido ao relevo, ocorrendo somente pequenas áreas com atividade agrícola e pecuária, nos patamares entre-escarpas, existentes nesse sistema. Uma característica bem marcante dessa unidade é a extensa área de vegetação arbórea, acompanhando toda a sequência da escarpa e as drenagens, onde serve de refúgio para preservação da fauna e flora local.

7.1.4. Sistema de Colinas de Altitudes Elevadas

Este sistema, caracteriza-se por apresentar relevo ondulado a suavemente ondulado. O Sistema de Colinas de altitudes elevadas foi gerado a partir da característica do relevo como condicionante para uso e susceptibilidade a processos

erosivos. Cabe destacar que o “elevado” refere-se as características das altitudes existentes na área de estudo. Para diferenciar os processos desencadeados sobre esse sistema, redistribui-se em 3 unidades distintas, principalmente pelas características do substrato rochoso que as mantém.

Unidade de Colinas de Altitude em Rochas Friáveis

Esta unidade é exclusiva do município de Pinhal Grande, localizando-se na porção norte do município. Encontra-se acima de 300 metros de altitude em declividades entre 5 e 15%, configurando um relevo ondulado a levemente ondulado. Está assentada sobre arenitos conglomeráticos da Formação Tupanciretã, com solos Argissolos e Latossolos arenosos, (figura 127).



Figura 126: Rebanho de Gado e voçoroca próximo ao topo da colina.
Org: SCHIRMER, 2015.

Os usos com atividades agrícolas nessa área são o cultivo de soja, trigo e pecuária (ovina e de gado de corte). Há grande fragilidade natural encontrada nessa área por estar sobre arenitos friáveis e com solos arenosos e espessos, sem ligantes, ou seja, apresenta-se com baixo teor de argila que mantenham a sua estrutura. Apresenta processos erosivos lineares, com presença de voçorocas, ravinas e “pipings”.

Unidade de Colinas Vulcânicas com Pequenas Propriedades

Esta Unidade localiza-se nos municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno e no leste Nova Palma e Pinhal Grande. Encontra-se em declividades inferiores a 15%, apresentando relevo ondulado de altitudes superiores a 400 metros, assentada sobre rochas vulcânicas, Argissolos argilosos, avermelhados e profundos, sendo que onde a declividade se aproxima de 15% apresenta Cambissolos.

Os topos, nessa área, são ondulados a suavemente ondulado, favorecendo o processo de meteorização. A unidade apresenta significativa presença de mata de araucária, se comparada a outros locais da área de estudo, apresentando-se por vezes espalhadas dentro de poteiros e próximo das moradias.

O processo de ocupação inicial é que caracteriza essa unidade quanto aos tipos de usos. A colonização deu-se por lotes de no máximo duas colônias de terra (48ha), que com o passar do tempo foram sendo reduzidas com processo de divisão das terras em heranças. Predomina, assim, a pequena propriedade, entre 10 e 30ha, onde o investimento em implementos agrícolas mecanizados torna-se quase inviável, pois não se consegue produzir para que sobre uma margem significativa de lucro para manter a propriedade. Sendo assim predomina a força de trabalho manual, animal e pequenos tratores.

Os principais usos com atividades agrícolas nessa área são o cultivo do fumo, pecuária para subsistência, cultivo de pequenas lavouras de soja e milho. Esse usos são possíveis devido ao potencial agrícola resultante do solo e do relevo da unidade.

Os impactos verificáveis nessa área dizem respeito ao corte da vegetação nativa substituído por exótica para ser usado como fonte de energia. Essa atividade deve ser controlada para que não haja uso excessivo do solo com cultivo de exótica.

Além disso, a área compreende um divisor d'água, onde localizam-se as cabeceiras de drenagem e o uso de agrotóxico tende a escoar diretamente para as nascentes, conseqüentemente contaminando as microbacias. As principais potencialidades que se destacam no local dizem respeito ao solo propício para a agricultura e a paisagem aliada a organização resultante da cultura local, (figura 128).

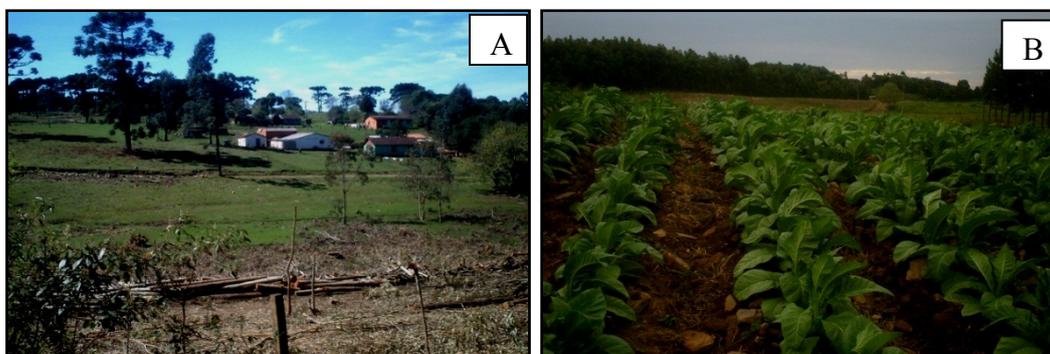


Figura 128: Colinas Vulcânicas em Agudo, foto A com moradias e poteiros e foto B com cultivo de fumo e eucalito.

Org: SCHIRMER, 2015.

Unidade de Colinas Vulcânicas com Médias Propriedades

Esta unidade está localizada no município de Pinhal Grande, Nova Palma, Ivorá, Silveira Martins, São João do Polêsine e Restinga Seca. Morfométricamente é caracterizada por estar em altitude, predominantemente, superior a 200 metros e apresentar declividades entre 5 e 15%. Está assentada sobre rochas Vulcânicas com solos associação de Cambissolos e Neossolos em porções de centro de derrame e associação de Cambissolos e Argissolos em posição de contato de derrames.

A ocupação, relativamente, é composta por médias propriedades (50 a 300 ha) permite que se tenha cultivos agrícolas que utilizem implementos agrícolas mecanizados, diferenciando da paisagem das colinas vulcânicas com pequenas propriedades, por apresentar extensas lavouras de soja, de feijão, de trigo e de milho, além da significativa existência da pecuária de corte, (figura 129).

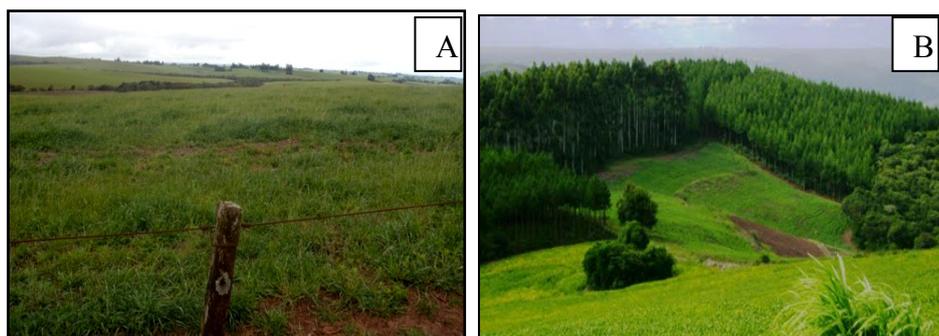


Figura 129: Foto A, Colina com forrageiras em Pinhal Grande e foto B, cultivo de Soja e Eucalipto em Ivorá.

Org: SCHIRMER 2015.

A principal fragilidade natural está relacionada com a existência de solos rasos com afloramentos de rochas o que dificulta as atividades agrícolas. Esses solos quando erodidos logo afloram a rocha matriz. Além disso, o uso de agrotóxico nessa área afeta as demais micro-bacias, pois nessa unidade encontram-se significativos números de cabeceiras de drenagens. No entanto, o uso com cuidados como plantio direto possibilita boa produção agrícola.

7.1.5. Sistema de Colinas de Baixa Altitude

Este Sistema ocorre nos Municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma, Ivorá, São João do Polêsine, Restinga Seca e Silveira Martins. De acordo com suas características singulares foi possível dividi-lo em duas unidades homogêneas.

Unidade de Colinas com Rochas Sedimentares em Baixa Altitude

Esta unidade (figura 130) é exclusiva do município de Restinga Seca, localizando-se na porção sul do município. Está localizada em altitudes menores de 220 metros, e em declividades predominantemente inferiores a 30%. Nessas colinas encontram-se as litologias Arenito Micáceo e Arenito Buraco Fundo, que são muito friáveis. Os solos são do tipo Argissolos, quando bem desenvolvidos e teores de argila superiores a 17% e Neossolos quartzarênicos, associado a rochas muito quartzosas. Na Unidade de Colinas com Rochas Sedimentares em Baixa Altitude, percebe-se grande restrição de uso, principalmente por consequência do tipo de litologia. Verifica-se nesta unidade a presença significativa de ravinas e voçorocas de grande intensidade. A maior voçoroca dessa unidade, buraco fundo, de tão desenvolvida torna-se um potencial com atrativo turístico e para estudos acadêmicos. Os usos nessa unidade estão relacionados a atividade pecuária e ao cultivo de soja.

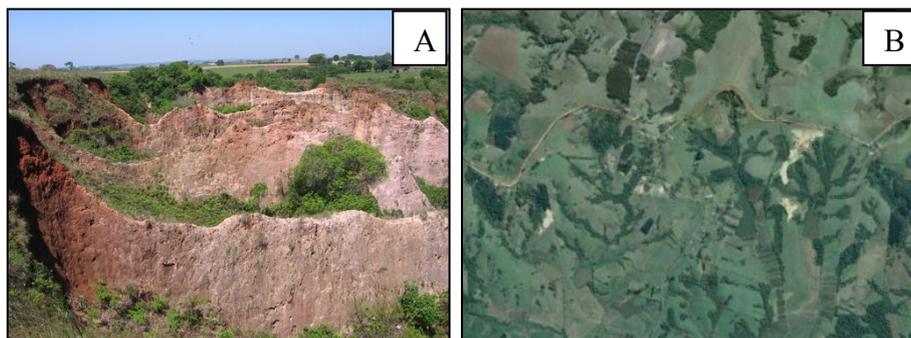


Figura 130: Foto A, voçoroca do Buraco Fundo e foto B (Fonte:Google Earth), marca de ravinas com vegetação no entorno.

Org: SCHIRMER, 2015.

Unidade de Colinas em Rochas Sedimentares de Encostas

Essa unidade compreende uma faixa de transição entre as rampas de baixa altitude, onde ocorre a planície de arrozais, e a porção mais dissecada do rebordo do planalto. A declividade varia entre 5 e 15%, estendendo-se em altitudes superiores a 40

metros e inferiores a 180 metros. Os solos predominantes nessa unidade compreendem os Argissolos, e em porções onde o solo é mais raso desenvolve-se Cambissolos.

Neste sistema ocorrem depósitos de Colúvio e depósito de antigos canais fluviais. O substrato sobre o qual está assentado varia nas diferentes porções altimétricas. Nas porções altimétricas menores em que se encontra está sobre arenito fluvial lamítico, na porção central o arenito fluvial torna-se mais resistente intercalando-se com rocha vulcânica em direção as maiores altitudes. Em pequenas porções está sobre o arenito eólico, sem grandes continuidades.

Os principais usos dessa área estão associados à pecuária de subsistência, cultivo do fumo e outros cultivos agrícolas, em sua grande maioria para subsistência. Nesse sistema encontram-se significativo número de moradias que estão no meio rural.

A principal fragilidade da unidade está associada ao lançamento de dejetos e uso de agrotóxicos nas drenagens, principalmente do cultivo de fumo. Por localizar-se próxima da encosta e em sua grande maioria sobre arenito, ocorrem inúmeras surgências que acabam por ser afetadas pela ação antrópica. Essa característica também pode trazer processos de ravinamentos onde os usos não são manejados adequadamente. Além disso, a vegetação nessa área foi reduzida a pequenos capões e uma estreita faixa nas matas ciliares.

Nas imagens de satélite e trabalhos *in loco* foi possível perceber o elevado número de açudes existentes nessa área, o que indica um grande potencial hídrico para atividade de piscicultura. Além disso, os solos são propícios para o uso agrícola, com cuidados para controle dos processos erosivos, (figura 131).



Figura 131: Colinas em rochas sedimentares no município de Agudo.
Org: SCHIRMER, 2015.

A seguir tem-se o quadro 7 com a síntese das características dos Sistemas e Unidades Geoambientais da região da Quarta Colônia.

Quadro 7: Síntese das características dos Sistemas e Unidades Geoambientais da Quarta Colônia

Sistema		Geomorfologia	Uso e Ocupação	Potencialidades	Restrições Ambientais
Sistema Urbano		O sistema urbano da área de estudo está predominantemente assentado sobre colinas de rochas sedimentares, com exceção de Pinhal Grande e Silveira Martins que estão sobre colinas vulcânicas.	São cidades com menos de 60 anos, relativamente recentes. A ocupação predomina com casas residenciais. Estão normalmente próximo às drenagens. Problemas com inundação, os municípios de Restinga Seca, Dona Francisca e Nova Palma.	Ocorrência de infraestrutura básica e serviços para a população local, bem como atender pessoas que venham em busca de turismo na região.	Contaminação e degradação das cabeceiras de drenagem que nascem na área urbana. Impermeabilização e geração de resíduos sólidos sem uma adequada área de descarte. Modificações fisiológicas e fisiográficas da paisagem.
Sistema de Relevo Escarpado e Vegetado do Rebordo do Planalto		Apresenta relevo dissecado com vales encaixados, formando cachoeiras. Predominando declividades acima de 30%. Presença de patamares que demarcam contatos de derrames, com declividades menores de 15%. Predomínio de rochas vulcânicas com alguns afloramentos de arenito eólico. Solos extremamente rasos.	Há um predomínio de vegetação arbórea nessa unidade, no entanto nota-se algumas áreas com corte raso da vegetação e cultivos realizados manualmente. Cultivo de fumo e culturas para subsistência nos patamares entre-escarpa.	Beleza cênica da paisagem, propício para realização do turismo devido a presença de cascatas, grutas, locais para realização de trilha e a manutenção da vegetação. Potencial para realização de trabalhos científicos na área da biologia e da geociência.	Susceptível a movimento de massa, Cortes rasos em áreas e Preservação Permanente, solos rasos impróprios para atividades agrícolas. Compactação do solo com maquinários agrícolas.
Sistema Arrozais em Rampas de Depósitos Recentes		São áreas com declividades inferiores a 5% configurando uma topografia plana, sobre litologias lamíticas e depósitos recentes junto aos canais de rios e arroios. Os solos são profundos e mal drenados. Predomina processos deposicionais.	O cultivo do arroz é o principal uso existente nessa unidade. Teve problemas de inundação nos Municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Restinga Seca e São João do Polêsine.	Disponibilidade hídrica para a irrigação das lavouras de arroz por localizar-se próximo de rios e arroios. Solos bem desenvolvidos propícios para a atividade agrícola.	Porções associadas a áreas de preservação ambiental com banhados entulhados com depósitos tecnogênicos e pequenos lagos e destruição das matas ciliares. Susceptibilidade de ocorrência de inundação.
Sistema Colinas de Elevadas	<i>Unidade Colinas Vulcânicas com Médias Propriedades</i>	Está sobre litologia vulcânica em posição de centro de derrame desenvolvendo solos relativamente rasos com exceção em pequenas áreas de contatos. As declividades são menores de 15% configurando uma topografia ondulada a suavemente ondulada.	Predomínio de cultivos que utilizam maquinários como: lavouras de soja, trigo, milho e pecuária de corte.	Possibilidade de utilização de maquinário nas atividades agrícolas.	Contaminação das cabeceiras de drenagem, compactação do solo com maquinários agrícolas, avanço com atividades agrícolas sobre áreas de preservação.
	<i>Unidade Colinas Vulcânicas com Pequenas Propriedades</i>	Sobre litologia vulcânica em porções de topos de derrame, desenvolvendo solos espessos. Topografia suavemente ondulada a ondulada com declividades menores de 15%.	Atividades agrícolas com pouca mecanização, desenvolvimento do cultivo do fumo, milho, feijão e culturas de subsistência e pecuária leiteira.	Atividades agrícolas diversificadas, solos profundos propícios para a agricultura.	Avanço sobre áreas de preservação ambiental, contaminação das cabeceiras de drenagem. Turismo rural valorizando as características da cultura local.
	<i>Colinas de Altitude em Rochas Friáveis</i>	Configura uma topografia suavemente ondulada a ondula com declividades menores de 15%. Está sobre arenitos conglomeráticos, desenvolvendo solos muito espesso com poucos elementos ligantes (argila).	Predomina a pecuária de corte (bovina e Ovina) e lavouras de soja.	Disponibilidade hídrica e propício para estudos acadêmicos mais aprofundados.	Litologia altamente friável, solos com poucos ligantes propensos a ocorrência de processos erosivos lineares. Atividades agrícolas e pecuárias em áreas de preservação.
Sistema de Colinas de Baixa Altitude	<i>Unidade Colina em Rochas Sedimentares de Encosta.</i>	Possui declividades menores que 15%, presença de depósito de colúvio, predomínio de arenitos fluviais finos e maciços e solos bem desenvolvidos.	Cultivo de fumo (carro chefe), cultivos para subsistência, moradias e pequenos poteiros.	Disponibilidade de solos profundos para a realização e atividades agrícolas. Relevo apropriado para instalação das moradias. Turismo rural valorizando as características da cultura local.	Desenvolvimento das atividades agrícolas sem preocupação ambiental, degradação da mata ciliar e contaminação das drenagens e do lençol freático.
	<i>Colinas em Rochas Sedimentares de Baixa Altitude</i>	Relevo suavemente ondulado a ondulados com declividades abaixo de 15% e em altitudes abaixo de 200 metros. Está associado a arenitos micáceos altamente friáveis, com solos bem desenvolvidos.	Cultivo de soja, pecuária de corte e pastagens.	Propício para pecuária, relevo permite acesso de maquinário, estudos acadêmicos nas grandes voçorocas locais e o turismo.	Litologias altamente friáveis, ocorrência de processos erosivos intensos. Atividades agrícolas em áreas de preservação permanente.

Org: SCHIRMER, 2015.

CAPÍTULO VIII

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese teve como objetivo elaborar um Zoneamento Geoambiental na região da Quarta Colônia-RS, permitindo uma análise integrada dos elementos naturais da paisagem e do uso e ocupação da terra, visando definir áreas com restrições de uso e áreas com potencialidades ambientais para uso. Para isto foi realizado um levantamento das informações que compõem o meio físico como: da drenagem, da geologia, do clima, dos solos, do relevo, processos da dinâmica superficial, além de estudos das alterações da vegetação natural e de uso e ocupação da área de estudo, onde primeiramente foi realizada uma análise desagregada dos elementos que compõem a paisagem e posteriormente foi realizada uma análise agregada para compreender a paisagem como um sistema.

A hipótese que norteou esta tese é a de que o Zoneamento Geoambiental e o cruzamento entre o uso da terra e os elementos físicos da paisagem, com apoio de técnicas de geoprocessamento, permite determinar com maior detalhe as potencialidades e restrições ambientais. De acordo com a proposta teórico-metodológica utilizada nesta tese e os resultados obtidos, pode se fazer as seguintes considerações:

A abordagem teórico-metodológica utilizada na pesquisa, ofereceu suporte para as análises conceituais, tanto na perspectiva técnica, no caso do geoprocessamento, como na perspectiva teórica da abordagem sistêmica para análise da paisagem estabelecida no processo de apropriação da natureza pelo Homem.

Os resultados obtidos na presente pesquisa comprovaram a hipótese inicial de que a realização de cruzamentos entre o uso da terra com os elementos naturais da paisagem permitem uma maior compreensão das potencialidades e restrições ambientais existentes na paisagem. No que se refere a análise integrada dos elementos da paisagem, destaca-se que o Zoneamento Geoambiental e o seu estudo é uma das demandas que mais permite dialogar com a Geografia Humana e Física como *una*, por permitir espacializar os fenômenos da paisagem através da Cartografia.

A análise da formação da área de estudo do uso da terra, através pesquisas bibliográficas para compreender a história da Quarta Colônia, do apoio imagens de satélite e de trabalhos de campo para compreender o uso da terra desta região, permitiu

identificar características significativas da dinâmica da paisagem, e tendências a que estes usos podem vir a desencadear na dinâmica da área de estudo.

Entre os sistemas geoambientais definidos, os que apresentam grande restrição de uso, refere-se ao Sistema de Relevo Escarpado e Vegetado do Rebordo do Planalto, que comporta uma área com declividades acentuadas, onde podem ocorrer movimentos de massa; as Colinas de Altitudes em Rochas Friáveis onde o substrato geológico e solos arenosos muito friáveis, possibilitam a grande ocorrência de processos erosivos lineares. Essas características dificultam ou até mesmo impossibilitam o uso de atividades agrícolas, principalmente com maquinários. Percebeu-se na elaboração do Zoneamento Geoambiental, que as ocupações, nem sempre consideram as restrições de uso impostas pela paisagem.

No que diz respeito à relevância do trabalho, a ideia é aproximar a discussão para a aplicação de planejamento e ordenamento territorial, com base na definição dos locais apropriados para os diferentes usos. Percebe-se, que as ocupações, nem sempre são precedidas de estudos que considerem as restrições dos recursos naturais, especialmente com relação à fragilidade das drenagens, das litologias, dos solos e do relevo, quando submetidos a determinados usos. Por esse motivo, um conhecimento ordenado e sistemático da dinâmica ambiental se faz necessário, a fim de sugerir alternativas que tenham como premissa recuperar ou preservar a paisagem em suas dimensões natural e antrópica.

Na Quarta Colônia, com a modernização da agricultura e seu pacote tecnológico, aconteceram mudanças nas técnicas de produção, como uso de insumos externos químicos, mecanização e tecnificação agrícola. Com isso, aumentou a degradação do meio ambiente. Faz-se necessário verificar os impactos negativos resultante desses acontecimentos, visando garantir a qualidade de vida das novas gerações. Cabe aos órgãos públicos elaborarem projetos que atendam as necessidades da população e de acordo com a aptidão ambiental de cada porção do território.

Definir os sistemas geoambientais, com base no entendimento das potencialidades e restrições de uso, representou um importante caminho para atingir a compreensão da origem das alterações ambientais na Quarta Colônia. A partir desse entendimento podem-se definir modelos de planejamento, direcionando inicialmente para a esfera da propriedade rural, tendo em vista a maximização dos usos de maneira racional, respeitando as fragilidades existentes de cada ambiente.

Nesta tese foram definidas as características geoambientais, sendo este o primeiro passo para a realização de um melhor planejamento e reordenamento territorial da região. O conhecimento da paisagem permite estabelecer uma gestão a nível municipal e regional. A partir do Zoneamento Geoambiental realizado na Quarta Colônia, pode-se identificar as restrições e aptidões ambientais da região como um todo.

A partir das características apresentadas nesta tese, sugere-se a reestruturação e planejamento das propriedades e paisagens dos municípios, que de acordo com Schirmer (2015), “integrando o social, o econômico, o ambiental e o político, auxiliando principalmente os agricultores na gestão das propriedades”. Outro aspecto relevante é a importância da prevenção ou minimização de perdas econômicas por desastres naturais, ou ainda a ação rápida para reverter quando a ocorrência destas.

Destaca-se que o trabalho desenvolvido no decorrer da elaboração do Zoneamento Geoambiental apresenta diversas aplicabilidades. A partir dos conhecimentos gerados com o Zoneamento Geoambiental, pode-se propor roteiros turísticos na Quarta Colônia. Estes roteiros turísticos podem ter fins didáticos, acesso a pontos de grande relevância turística como grutas, quedas d’água ou construções de grande interesse cultural. A criação de roteiros turísticos deve envolver além do conhecimento acadêmico, o interesse da comunidade local e do poder público local com manutenção das estruturas, divulgação e incentivo a investimentos nessa área. Assim, possibilita a sustentabilidade, divulgação da produção do local, proporcionando a manutenção das economias locais.

Com o Zoneamento Geoambiental, desenvolve-se conhecimentos sobre a paisagem e os elementos que a compõem. Pode-se destacar algumas áreas com susceptibilidade a ocorrência de desastre natural e apresentar algumas sugestões para prevenir ou minimizar perdas econômicas a partir de sua ocorrência. Dentre os eventos naturais que apresentam grande potencial de se tornar um desastre natural, pode-se destacar os principais que ocorrem ou podem ocorrer na área de estudo: deslizamentos, enxurrada e inundação. Assim, tem-se um ponto inicial expresso pelas restrições impostas pela paisagem, para um estudo mais detalhado sobre os desastres. Destaca-se a importância do Zoneamento Geoambiental devido este apresentar as principais características da paisagem na Quarta Colônia, de maneira integrada e detalhada, onde a partir da interpretação dessas informações e com trabalhos de campo é possível definir estas áreas com susceptibilidade a ocorrência de desastre natural.

Devido o Zoneamento Geoambiental apresentar uma gama de informações dos aspectos físicos e humanos, pode-se utilizar este material também para fins didáticos. Estes materiais podem ser Atlas Geoambientais ou livros escolares de geografia, para ser utilizados por professores como base de apoio sobre o conhecimento das características locais e pelos próprios alunos. Cabe destacar que estes materiais devem sempre ser construídos em conjunto com os profissionais que irão utilizá-los. Para fins didáticos, deve-se utilizar linguagens de simples compreensão, ilustrações, boa qualidade e ao mesmo tempo baixo custo para que seja acessado por um maior número de pessoas.

Com essas iniciativas tem-se a possibilidade de trazer maior aproximação entre meio acadêmico e sociedade, visando contemplar os interesses de ambos. Dessa forma, o Zoneamento Geoambiental na geografia diversifica a importância das pesquisas realizadas no meio acadêmico, podendo resultar em produtos que serve para fins científicos, didáticos, de planejamento e gestão de diferentes entidades públicas e privadas, ampliando o campo de atuação profissional, favorecendo a integração de especialistas e de experiências em áreas afins.

Ao contemplar os objetivos propostos, algumas lacunas podem ter ocorrido devido à abrangência da análise e das complexas relações que se estabelecem entre os elementos da paisagem. Ressalta-se que este trabalho traz importantes possibilidades de outras áreas de pesquisa ser desenvolvidas dentro desses municípios e da Quarta Colônia como um todo, relacionando a geomorfologia e os usos atuais. Assim, outros pesquisadores terão uma gama de informações básicas deste trabalho para ampliar o conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

- AB' SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 4ª ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.
- Ab' Sáber, A. N. **Participação das Depressões Periféricas e Superfícies Aplainadas na Compartimentação do Planalto Brasileiro – Considerações Finais e Conclusões**. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, v. 19, n. 2. 1998 p. 51-69.
- AB'SABER, A. N. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quartenário**. Geomorfologia, São Paulo, Instituto de Geografia – USP, n.19, p.1-23, 1969.
- AB'SÁBER, A. N. **Formas do relevo**. São Paulo: Edart. 1975.
- ASWATHANARAYANA, U. **Geoenvironment: an introduction**. Rotterdam: A.A. Balkema, 1995.
- AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; Revisão de Suely Bastos, 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- ARES. **Atlas das áreas com potencial de riscos do Estado do Espírito Santo**. Vitória: Imprensa Estadual, 2006, 125p.
- ALVARENGA, S. **A Análise das áreas de proteção ambiental enquanto instrumento de política nacional do meio ambiente: o caso da APA Corumbataí – SP**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.
- AZEVEDO, A. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Nacional. 1970.
- BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal**. Brasília. SAE- Secretaria de Assuntos Estratégicos/ MMA Ministério do Meio Ambiente. 1996.
- BELTRAME, Â. V.; **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas: Modelo e Aplicação**. Florianópolis : Editora da UFSC, 1994.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria dos Sistemas**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1976.
- BERLATO, M. A.; FARENZENA, H.; FONTANA, D. C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.40, n.5, p.423-432, 2005.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria dos Sistemas**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1976.
- BERTONI, José; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4ª Ed. São Paulo: Ícone, 1999.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. São Paulo: IG-USP. **Cadernos de Ciências de Terra**. n. 13. 1972. 27 p.
- BERTRAND, G.; BERTRAND, C. A natureza na geografia: Um paradigma de interface. In: PASSOS, Messias Modesto dos (org.). **Uma Geografia transversal e de travessias: O meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Massoni, 2007, p. 81–97.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: UFSC, 2003.

BLOOM, A. L. **Superfície da Terra**. São Paulo: Edgard Blücher. 1970.

BORTOLUZZI, C.A. Contribuição à geologia da Formação Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas**, Porto Alegre, 4(I):7-86, 1974.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisas Pedológicas. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul**. (Boletim Técnico N° 30), Recife.1973. 431 p.

BRASIL. **Código Florestal**. Lei n° 12.651 de 25 de maio de 2012.

BRASIL. **Lei N.º.4771, de 15 setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4711.htm; Acesso em 30 de junho de 2014.

BRASIL. **Resolução CONAMA N.º303 de 20 de março de 2002**. Dispõem sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <http://www.ibamap.hpg.ig.com.br/30302RC.htm>; Acesso em 01 de julho de 2014.

BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil**. 1ª Ed. Editora Atlas, SP, 1988.

BRASIL. **Lei N° 6938** de 31/08/1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. **Decreto N° 4297** de 10/07/2002. Estabelece critérios para o zoneamento ecológicoeconômico.

BRUM NETO, H. **Regiões culturais: a construção de identidades culturais no Rio Grande do Sul e sua manifestação na paisagem gaúcha**. 2007. 328 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

BUZAI, G. D. **La exploración Geodigital: IMplementación, proyecto de investigación y resolución de problemáticas geográficas y medioambientales através de La aplicación de sistemas de información geográfica (SIG) com las computadoras personales**. Buenos Aires: Lugar, 2000.

CÂMARA, G., D.C., Monteiro, A.M., D'Alge, J.C.; Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, INPE, 2001a (2a. edição, revista e ampliada, [online], disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>, [Setembro 2013]).

CÂMARA, G. e MONTEIRO, A. M. V. Cap. 2. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C. e MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos. INPE-10506-RPQ/249,2001. 7- 41 p.

CARDOSO, D.; RIEDEL, P.S.; VEDOVELLO, R.; BROLLO, M.J.; TOMINAGA, L.K. Compartimentação fisiográfica do município de Peruíbe, litoral de São Paulo - uma abordagem metodológica como subsídio à avaliação geotécnica de terrenos. **Pesquisas em Geociências**, v.3, n. 36, p. 251-262, set./dez.2009.

- CASSETI, Valter. Geomorfologia. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: Junho de 2014.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. 2ª Ed. São Paulo:Contexto, 1995.
- CASSETI, V. **Ambiente e Aproximação do Relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. 147 p.
- CENDRERO, A. Desarrollo y tendencias de la Geología Ambiental en Europa. In: **SEMINARIO Andino de Geología Ambiental**, I.; CONFERENCIA Colombiana de Geología Ambiental, I., 30 abr.-2 mayo Medellín, 1990. Memoria AGID/Report, 13. Medellín, CO., 1990. p. 65-88
- CESCA, O. **Faxinal do Soturno: sua história e sua gente**. Santa Maria: Rainha, 1975.
- CHORLEY, R. J e HAGGETT P. **Modelos físicos e de informação em geografia**. Tradução: Arnaldo Viriato de Medeiros. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1975. 270 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: 2 ed. 8ª Reimpressão. Edgard Blücher, 2003. 188 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: E. Blücher, 1980, p. 313.
- CHRISTOFOLETTI, A., **Geomorfologia**. Ed. Edgard Blucher Ltda e EDUSP,1974.
- CHRISTOFOLETTI, A. Significância da teoria de sistemas em Geografia Física. In: **Boletim de Geografia Teórica**, 16-17(31-34): 1986-1987.p. 119 -128.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Blücher, 2002. 236 p.
- CIROLINI, A. **Atlas eletrônico e socioeconômico sob a perspectiva da cartografia escolar no Município de Restinga Sêca-RS**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências, RS, 2008, 281 p.
- CORRÊA, P. R. S.; RAMOS, V. L. S. **Mapa Geoambiental**. In: **PROJETO Mapas Municipais - Município de Morro do Chapéu**, BA. Salvador: CPRM, 1995. Programa Nacional de Gestão e Administração Territorial - GATE
- CORRÊA, R. L. **Região e organização espacial**. São Paulo: Ed. Ática, Série Princípios, 1986.
- CUNHA, M.A. **Manual Ocupação de Encostas**. São Paul: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991.
- DEL'ARCO, J. et al. **Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Araguaia**. Trecho Barra dos Garças (MT) – Luiz Alves (GO). Painel Comunicação.Rio de Janeiro: AHITAR/IBGE, SENAMA, 1999.
- DE NARDIN, Dionara; ROBAINA, L. E. S.. **Zoneamento geoambiental do oeste do Rio Grande do Sul: um estudo em bacia hidrográfica em processo de arenização**. Santa Maria, Artigo Sociedade & Natureza, 2010.
- DE NARDIN, D; ROBAINA, L. E. S. . Zoneamento geoambiental do oeste do Rio Grande do Sul: Bacia hidrográfica do arroio Miracatú. In: **V Seminário Latino Americano e I Ibero-americano de Geografia Física, 2008, Santa Maria. V Seminário Latino Americano e I Ibero-americano de Geografia Física**. Santa Maria, 2008. v. 1.

- DIAS, D.F.; **Proposta de Atlas Geoambiental do município de Mata.** Trabalho de Graduação apresentado ao curso de Geografia Licenciatura da UFSM, 2014.
- DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade.** 2. Ed. – São Paulo: Atlas, 2011.
- DUARTE, P. A., **Cartografia Básica.** 2.ed. – Florianópolis: Ed. da UFSC, 1988. 182p. Série Didática.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo.** 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306 p.
- EUGENIO, F. C.; SANTOS, A. R.; LOUZADA, F. L. R. O.; MOULIN, V. R. **Confronto do uso e cobertura da terra em áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Alegre, no município de Alegre, ES.** Rev. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v.7, n.2, p.110-126, 2010.
- FEDDEMA, J. J., OLESON, K. W., BONAN, G. B., MEARN, L. O., BUJA, L. E., MEEHL, G. A., WASHINGTON, W. M. . **The Importance of Land-Cover Change in Simulating Future Climates.** Science 310, n. 9 (2005): 1674-78.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- FLORENZANO, T. G.. Cartografia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.) **Geomorfologia conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 105-128.
- FOLEY, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda, C., Patz, J. A., Prentice, I. C., Ramankutty, N., Snyder, P. K. 2005. **Global Consequences of Land Use.** Science, 309, 570-574.
- FREIRE, R. **A Farsa Ecológica.** Rio de Janeiro, RJ: Editora Guanabara, 1992.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Estrada parque, conceito, experiências e contribuições.** São Paulo: Estúdio Girassol/Esperança Sobral, 2004.
- GALLANT, J. C. ; WILSON, J. P. Primary topographic attributes. In: WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. (Eds.). **Terrain Analysis: Principles and applications.** New York: John Wiley, p.51-85, 2000.
- GASPER, D., **The Ethics of Development, Edinburgh: Edinburgh Univ. Press,** 2004a.
- NASCIMENTO P. S.R.; GARCIA G.J. Compartimentação fisiográfica para análise ambiental do potencial erosivo a partir das propriedades da rede de drenagem. **Revista de Engenharia Agrícola,** Jaboticabal, v.25, n.1, p.231-241, 2005.
- GOODCHILD, M.F.; Haining, R.; Wise, S. **Integrating GIS and spatial data analysis: problems and possibilities** International Journal of GIS, 6(5):407-423, 1992.
- GOMES, B.S. *SENAI-RJ - Automação, Investimento que dá retorno!* Relatório Técnico, FIRJAN - SENAI-RJ - Diretoria de Tecnologia. 4p. 2004.

- GRECCHI, R. C. e PEJON, O. J. **Estudos Geoambientais da Região de Piracicaba (SP), com Auxílio de Imagem desatélite e de Sistema de Informação Geográfica.** In: 3º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica. Florianópolis, **Anais**, 1998.
- GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.192p.
- GUERRA, A. J. T. & CUNHA S. B. da **Geomorfologia e Meio Ambiente.** 2.ed.Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998, 372p.
- GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico.** 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 652 p.
- GUIMARÃES, T. A., NADER, R. M., RAMAGEM, S. P. **Avaliação de desempenho de pessoal: uma metodologia integrada ao planejamento e avaliação organizacionais.** Revista de Administração Pública, v. 32, n. 6, p. 43-61, 1998.
- GUY, M. Quelques principes q quelque experience sur la metodologia de La photointerpretation. In: **Symposium International de Photointerpretation**, 2., 1966 Paris. Paris: Acte. v.1, 1966. p. 02-41.
- HASENACK, H.; WEBER, E. **Base Cartográfica Vetorial Contínua do Rio Grande do Sul. Escala 1:50.000.** Porto Alegre: UFRGS, 2010.
- HOFFMANN, G. R; AREND, L. M.; SILVEIRA, J. C. B.; BELLOMO, Martins L. H. R. **Rio Grande do Sul: Aspectos da Geografia.** Porto Alegre, 1997.
- HORN, B. K. P. Hill shading and the reflectance map. **Proceedings of the IEEE**, n. 69, v. 01, p. 14-47, 1981.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America**, Colorado, v.56, p.275 – 370, 1945.
- HUGGET, R. J. Soil Landscape Systems: A model of soil genesis. **Geoderma**, v.13, p.01-22,1975.
- HUTCHINSON, M. F. A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. **Journal of Hydrology**, 106, 211-232, 1989.
- _____. A locally adaptive approach to the interpolation of digital elevation models. In: International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling, National Center for Geographic Information and Analysis. 3. 1996, Santa Bárbara. **Proceedings...** Santa Bárbara: University of California, 1996. CD-RON.
- _____. Adding the Z dimension. In: WILSON, J. P.; FOTHERINGHAM, A.S. **The handbook of geographic information science.** 1. ed.Blackwell Publishing Ltd. 2008. p. 144-168.
- IPT. **Mapeamento Geomorfológico do Estado de São Paulo.** São Paulo. Escala 1:500.000, v. 2, 1981. 130 p.
- IBGE. **Diagnóstico do potencial geoambiental e aptidão agrícola das terras da região de alta Bacia do Rio Paraguaçu-BA, EPABA/IBGE.** Salvador, 1986. 76 p.
- IBGE. **Diagnóstico Geoambiental e sócio-econômico: área de influência da BR-364 – Trecho Porto Velho/Rio Branco.** In: PROJETO de Proteção do Meio Ambiente e das Comunidades Indígenas PMACI. Rio de Janeiro, 1990.132 p.

- IBGE. **Diagnóstico Geoambiental e sócio-econômico da Bacia do Rio Paraguaçu-Ba.** Rio de Janeiro, 1993. (Estudos e Pesquisas em Geociências, 1).
- IBGE. **Folha SH 22. Porto Alegre e parte das folhas SH 21. Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra.** Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 796p1986..
- ITAQUI, J. (org.) **Quarta Colônia: inventários técnicos, flora e fauna.** Santa Maria: Condesus Quarta Colônia, 2002.
- IWAHASHI, J.; PIKE, R. J. **Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature.** *Geomorphology* 86(3-4): 409-440, 2007.
- JACOBI, P. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n 118, p. 189-205, 2003.
- JIMÉNEZ- RUEDA, J.R.; LANDIM, P.M.B.; MATTOS, J.T. Gerenciamento Geoambiental. In: TUK-TORNISIELO, S.M.; GOBBI, N.; FORESTI, C.; LIMA, S.T. (orgs.) **Análise Ambiental: estratégias e ações.** São Paulo: T.A. Queiroz, Fundação Salim Farah Maluf; Rio Claro, SP: Centro de Estudos Ambientais – UNESP, 1995.
- KOBIYAMA, M. *et al.* **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos.** Curitiba: Organic Trading, 2006.
- LANG, S; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**, tradução Hermann Kux. São Paulo: Oficina de texto. 2009.
- LEFF, E.; **Racionalidade Ambiental: a Reapropriação Social da Natureza.** Rio de Janeiro : Civilização Brasileira, 2006.
- LEFF, Enrique. **Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder.** 3º Edição, Petrópolis – RJ: Editora Vozes, 2001.
- MACHADO, P. J. O. **Uma Proposta de Zoneamento Ambiental Para a Bacia Hidrográfica da Represa de São Pedro – Juiz de Fora/MG.** Presidente Prudente: UNESP, 1998 (Dissertação de Mestrado).
- MAGNOLI, D.; OLIVEIRA, G.; MENEGOTTO, R. **Cenário Gaúcho.** São Paulo: Moderna. 2001.
- MASSON, M. P. Busquet et C. Allet 1990 – **Application d'une cartographie géoenvironnementale au littoral du roussillon, Proceedings, VI Int. Congr., I.A.E.G. Vol. 1 Amsterdam: pp. 195-203.** 1990.
- MATEO RODRIGUEZ, J. M. **Geografía de los paisajes-primera parte paisajes naturales.** Habana: Universidade de Habana, 2000. 193p
- MATEO RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V. e CAVALCANTI, A. P. B.. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental.** Fortaleza: Ed. UFC, 2007. 222p.
- MENDIONDO, E. M.; COLLISCHONN, W.; BULHÕES MENDES, C. A. **Modelos numéricos do terreno e suas aplicações a bacias hidrográficas 2: Obtenção de atributos.** In:XVII Congreso Nacional del Agua / II Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur. 1998.

- MENDONÇA, Francisco de Assis, **Geografia Física: ciência humana?** ; 3ª Ed. São Paulo: Editora Contexto, 2001.
- MENEGOTTO, E.; SARTORI, P. L. P.; MACIEL FILHO, C.L. **Nova seqüência sedimentar sobre a Serra Geral no Rio Grande do Sul.** Publicação Especial do Instituto de Solos e Culturas, Seção Geologia e Mineralogia, Santa Maria, 1:1-19, ago. 1968.
- MENEZES, D. J. **Atlas Geoambiental de São Pedro do Sul.** 112f. Trabalho de Graduação. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- MENESES, P. R. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto.** Universidade de Brasília. Brasília – DF: Departamento de Geociências. Brasília. Texto Universitário. 2004.
- MILANI, E. J. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental.** 2 v. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- MOREIRA, Igor. **O espaço Rio-Grandense.** São Paulo: Ática. 2003.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretária da Agricultura, 1961. 42 p.
- MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: a História de uma Procura.** São Paulo: Contexto, 2000. 127p.
- MÜLLER FILHO, I.L. **Notas para o estudo da geomorfologia do Rio Grande do Sul, Brasil. Publicação Especial n.1,** UFSM/Departamento de Geociências, 1970.
- MÜLLER FILHO (tirar espaço) I. L. & SARTORI M. da G. B. **Elementos para a interpretação geomorfológica de carta topográficas:** contribuição à análise ambiental. Santa Maria: UFSM, 1999. 94p.
- MESCERJAKOV, J. P. **Les concepts de morphostructure et de morphosculture: un nouvel instrument de l'analyse geomorphologique.** Seção de Geomorfologia do Instituto de Geografia da Academia de Ciências das URSS. Moscou, 1968.
- MONTARDO, D. K. **Estudo geológico dos sedimentitos do Gondwana Superior da região de Candelária e Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul.** 1982. 142 f. Dissertação 148(Mestrado em Geociências) – Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1982.
- MOORE, I. D.; GEISSLER, P. E.; NIELSEN, G. A; PETERSON, G. A. Soil attribute prediction using terrain analysis. Soil Science Society of America Journal, Madison, v.57, p.443-452, 1993.
- NASA. National Aeronautics And Space Administration. Disponível em <<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>> . Acesso em: out. 2014.
- NIMER, E. **Clima** in: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil:** Região Sul. IBGE: Rio de Janeiro, 1990. p.151-187.
- NOVO, E. M. L. M. . **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações.** São Paulo, Terceira Edição. Editora Edgard Blucher, 388 p, 2008.
- OLIVEIRA-FILHO, Ary T. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the Influence of Climate. **Biotrópica**, volume 32, fascículo 4, 793 – 810p, out, 2000.
- OLIVEIRA, M. J. **Proposta Metodológica para Delimitação Automática de Áreas**

de Preservação Permanente em Topos de Morro e em Linha de Cumeada. Viçosa: UFV, 2002. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

PERREIRA, K. F. **Zoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica da Represa Laranja Doce – Martinópolis (SP).** Dissertação de mestrado Unesp, Rio Claro-SP, 120p. 2012.

PIELKE Sr., R.A., Dalu, G.A., Snook, J.S., Lee, T.J., Kittel, T.G.F, 1991: Non linear influence of mesoescale land use on weather and climate. **Journal of Climate**, 4, 1053-1069.

PINA, M. F. R. P. **Potencialidades dos Sistemas de Informações Geográficas na Área de Saúde.** IN: NAJAR, Alberto Lopes (org.) Saúde e espaço: estudos metodológicos e técnicos de análise. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1998.

PENTEADO, M. M. O. **Fundamentos de Geomorfologia.** 3 ed. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1985.

PILACHEVSKY, T.; **Zoneamento Geoambiental do Município de São João da Boa Vista (SP).** Dissertação de mestrado. UNESP, Rio Claro-SP, 121p. 2013.

PINTON, L. G.; **Zoneamento Geoambiental da Área Urbana do Município de Cubatão – SP.** Dissertação de Mestrado. UNESP, Rio Claro-SP, 160 p., 2011.

PRUSKI, Fernando F. **Conservação do Solo e Água: Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica.** Viçosa- MG: Editora UFV, 2006.

RAY, R. G. **Fotografias aéreas na interpretação e mapeamento geológicos.** São Paulo: IGG Agrônômico, 1963.

RIVERAU, J.C. Notas de aula do curso de fotointerpretação. . In: SEMANA DE ESTUDOS, 11., 1972. Ouro Preto (MG). **Anais ...** Ouro Preto: Soc. Intern. Cult. Esc. Geol. Ouro Preto, 1972.

RECLUS, Élisée. **Da Ação Humana na Geografia Física / Geografia Comparada no Espaço e no Tempo.** Organização e tradução: Plínio Augusto Coelho. São Paulo Expressão & arte: Editora Imaginário, 2010b.

RAMALHO FILHO, A.; Beek, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** 3.ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

RIO GRANDE DO SUL, Governo do Estado do, Secretaria Estadual do meio ambiente, **Zoneamento ambiental para atividade de silvicultura,** janeiro de 2007. Volume 1. 78p.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisas Pedológicas. Levantamento de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul. Recife.1973. 431 p. (Boletim Técnico N° 30)

ROBAINA, L. E. S.; BAZZAN, Thiago ; **Zoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do arroio Curuçu, oeste do estado do Rio Grande do Sul.** Geoambiente On-line, v. 11, p. 186-205, 2008.

ROBAINA, L. E. S. et al. **Atlas Geoambiental de São Borja.** 01 ed. Universidade Federal de Santa Maria: LAGEOLAM, Santa Maria, 2007, 64p.

ROBAINA, L. E. de S. **Espaço urbano:** relação com os acidentes naturais no Brasil. 2008, Ciência e Natura, UFSM, 30 (2): 93 – 105.

- ROBAINA, L. E. S. **Zoneamento Geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul: Ferramentas para Planejamento e Gestão**, A sustentabilidade da Região da Campanha-RS : práticas e teorias a respeito das relações entre ambiente, sociedade, cultura e políticas públicas, Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências, Departamento de Geociências, 226 pág, 2010.
- ROBAINA, L. E. S. *et. al.* **Atlas Geoambiental de Manoel Viana**. 01 ed. Editora da Urcamp, Bagé, 2014. 93p. 1 DVD.
- ROCHA, P. C. **Dinâmica dos canais no sistema rio-planície fluvial do alto rio Paraná, nas proximidades de Porto Rico-PR**. Maringá: UEM, 2002. (Tese de doutorado).
- ROBERT, Jean. Produção. In: WOLFGANG, Sachs (editor). **Dicionário do desenvolvimento**. Tradutores: Vera Lúcia M. Joscelyne, Susana de Gyalokay e Jaime A. Clasen. Petrópolis, RJ, Vozes, 2000. 267- 283 p.
- RODRIGUES, C. e ADAMI, S. **Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas**. In: VENTURI, Luis Antonio Bittar (org). *Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 147-166.
- RODRIGUES, M. A. **Conceitos Básicos de sistemas de informações geambientais e áreas de aplicação em cadastro técnico municipal**. In CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 15, 1991, São Paulo: EPUSP, 1990, v.3, p. 542-546.
- ROISENBERG, A.; VIERO, A. P. O vulcanismo mesozoico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. (Ed.) **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 355-374.
- ROSS, J. L. S.. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.
- ROSS, J. L. S. (Org.) **Geografia do Brasil**. 3ª Ed. São Paulo:Edusp, 2001, p. 211-239.
- Ross, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia. n.8, p.63-74. 1994.
- ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista da Pós-Graduação de USP**. São Paulo; n.6, 1992.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia. Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.
- ROSSATO, M. S. **Os Climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. Porto Alegre: UFRGS/PPGEA, 240 f. il., 2011.
- ROUGERIE, G; BEROUTCHACHVILI, N. **Geosysteme et paysages: bilan et methods**. Paris: Armand Colin. 1991, 302 p.
- SÁNCHEZ, R. O. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Mato Grosso: Ordenamento Ecológico-Paisagístico do meio natural e rural**. Cuiabá – MT, Fundação de Pesquisas Cândido Rodon, 1992.
- SANTOS, E. L.; RAMGRAB, G. E.; Maciel, L. A.; Mosmann, R. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul**, DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Brasília, 1989.
- SANTOS, M. **A natureza do espaço – Técnica e tempo. Razão e emoção**. São Paulo:Hucitec, 1997, 308p.

- SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004.
- SATO, S. E.; **Zoneamento Geoambiental do município de Intanhaém – Baixada Santista**. (SP) Tese de Doutorado, UNESP, Rio Claro-SP, 133p., 2012.
- SCHERER, C.M.S., U.F. FACCINI and E.L. Lavina, 2000. **Arcabouço Estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná**. In: Holz, M.& L.F. DeRos (Eds.). *Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre. Centro de Investigação do Gondwana/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 335-354.
- SCHIRMER, G.J., **Mapeamento Geoambiental Municipal de Agudo-RS**. Monografia Geografia_UFSM, Gerson Schirmer, 2010.
- SCHIRMER, G.J.; DAL'ONGARO, M. Proposta de propriedades e paisagens planejadas no desenvolvimento do turismo no município de Agudo/RS. **Revista Turismo Contemporâneo- RTC**, Natal, v. 3, n. 1, p. 75-97, jan./jun. 2015.
- SILVA, ALEXANDRE M.; SCHULZ, HARRY E.; CAMARGO, PLÍNIO B. **Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. 2ª Edição. São Carlos: Editora RIMA, 2007.
- SILVA, P.C. F. DA; VEDOVELLO, R., FERREIRA, C.J., CRIPPS, J.C., BROLLO, M.J; FERNANDES, A.J. Geo-environmental mapping using physiographic analysis: constraints on the evaluation of land instability and groundwater pollution hazards in the Metropolitan District of Campinas, Brazil. **Environmental Earth Sciences**, v.61, n.8, p. 1657-1675, 2010.
- SILVA, T.C. da. **Demanda de instrumentos de gestão ambiental :zoneamento ambiental**. Brasília: IBAMA, 1997. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/ambtec/documentos/Zoneamento.pdf>>. Acesso em: 20 Agosto. 2014.
- SILVA NETO, J. C. A; NUNES, J. O. R. Vulnerabilidade da paisagem à perda de solos na Bacia Hidrográfica do Rio Salobra-MS. In: **Anais do IX Encontro Nacional da Associação de Pós-graduação em Geografia ENANPEGE**, Goiânia – GO, 2011.
- SILVA NETO, J. C. A. **Zoneamento ambiental como subsídio para o ordenamento do território da bacia hidrográfica do rio Salobra, Serra da Bodoquena - MS / - Presidente Prudente** : [s.n], 2013 xxii. 291 f. : il.
- SILVEIRA, C.T.; SILVEIRA, R.M.P. Classificação geomorfométrica de unidades morfológicas do relevo no estado do Paraná obtida de atributos topográficos e árvore de decisão. **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Vitória/ES. 2013.
- SIRTOLI, A. E.; **Mapeamento de solos com auxílio de atributos do terreno, índices espectrais e geologia integrados por redes neurais artificiais**. Curitiba, 2008. 102p. Tese (Doutorado em Geologia) □ Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra.
- SOARES PC & FIORI AP. 1976. **Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia**. Not. Geomorfol., Campinas-SP, 16(32): 71-104.
- SOTCHAVA, V. O estudo dos geossistemas. **Método em questão**, IGUSP, 1960.
- SOUZA, M. P. **Instrumentos de gestão ambiental: fundamentos e prática**. São Carlos: Riani Costa, 2000.

- SOUZA, C. F. de. **Constrastes Regionais e formações urbanas**. Porto Alegre:Ed. UFRGS, 2000.
- SOUZA, L. A., *et al.* Cartografia Geoambiental como Suporte ao Plano Diretor de Mariana, MG. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 11., 2005. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2005.
- SOUZA, M. L. de, *et al.* Diagnóstico Geoambiental da Bacia do Córrego Tenente – Mariluz/PR. In: VI Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Geociências, 2007. **Anais**.Uberlândia, 2007.
- SPONCHIADO, B. **Imigração e Quarta Colônia**: Nova Palma & Pe. Luizinho. Santa Maria: Palotti, 1996.
- STRAHLER, A. N. **Geografia Física**. Barcelona: Ediciones Omega S. A., 1984. 767p.
- Stohlgren, T.J., Chase, T.N., Pielke Sr., R.A., Kittel, T.G.F., Baron, J.S, 1998: **Evidence that local land use practices influence regional climate, vegetation, and flow patterns in adjacent natural areas**. *Global Change Biology*, 4, 495-504.
- STRENZEL M. M. & RAMPELOTO, E. M. **Potencial Ecoturístico do Município de Agudo-RS**, Monografias Ambientais Remoa/ UFSM, v(6), p.1263–1297, mar/2012.
- SUERTEGARAY, Dirce Maria; VERDUM, Roberto.; BASSO, Luis Alberto. **Rio Grande do Sul: Paisagens e Territórios em Transformação**. Porto Alegre,: UFRGS, 2004.
- SUERTEGARAY, D.M.A (ORG). **Terra: Feições ilustradas**. Editora da UFRGS. Porto Alegre: 2003.
- SUERTEGARAY, Dirce; NUNES, João Osvaldo Rodrigues. **A natureza da Geografia Física**. Revista Terra Livre, São Paulo, v. 1, n. 16, 2001.
- THEODOROVICZ, A.; THEODOROVICZ, A. M. G.; CANTARINO, S. C. Projeto Curitiba: **Atlas Geoambiental da Região Metropolitana de Curitiba: subsídio ao planejamento territorial**. São Paulo: CPRM, 1998,48p., Mapa.
- THOMAS, Keith; **O homem e o mundo natural: mudança de atitude em relação às plantas e aos animais, 1500-1800**. Tradução: João Roberto Martins Filho; 4ª reimpressão, São Paulo Companhia das Letras, 2001.
- THORNBURY, W. D. **Principios de Geomorfología**. Ed. Kapelusz. Buenos Aires, 1966.
- TRAVALINI, V,; **Zoneamento Geoambiental do Município de Bertiooga – SP**. Dissertação de Mestrado, UNESP, Rio Claro, 185p., 2012.
- TRENTIN, Romário. **Mapeamento geomorfológico e caracterização geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Itu – Oeste do Rio Grande do Sul - Brasil / Romário Trentin**. – Curitiba, 2011.
- TRENTIN, R. **Definição de Unidades Geoambientais na bacia hidrográfica do Rio Itu.- Oeste do Rio Grande do Sul**. 2007. 140f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2007.
- TROLL, Carl, El paisaje geografico y su investigacion, In MENDOZA, J.G.; JIMINES, J.M. y CANTERO, N. O. (Orgs) **El pensamiento geográfico. Estudio interpretativo y**

antologia de textos (de Humboldt a las tendencias radicales).Madrid: Alianza Editorial, 1982.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: Fundação IBGE/SUPREN, 1977. 97p.

WAQUIL et al, Paulo D. Vantagens Comparativas Reveladas e Orientação Regional das Exportações Agrícolas para a União Européia. **Anais do XLII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural – Dinâmicas setoriais e desenvolvimento Regional.** 25 a 28 de julho de 2004. Cuiabá, MT. CD-Rom.

WISCHMEIR, W.H. & SMITH, D. D.; **Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning.** USDA Handbook n°537, Washington, 1978.

VEYRET, Y. (Org.) **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente.** São Paulo : Contexto, 2007.

VALERIANO, M. M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande,** v.7, n.3, p.539-546, 2003.

VEDOVELLO, R. Aplicações da Cartografia Geoambiental. *In:* 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. São Carlos: **Anais,** 2004.

VALLEJO, Luiz Renato. **Unidades de conservação: uma discussão teórica à luz dos conceitos de território e de políticas públicas.** Disponível em: < http://www.uff.br/geographia/rev_08/luiz8.pdf>. Acesso em: 20 de fev. 2014.

VELOSO, A. A importância do estudo das vertentes. **Geographia,** v. 4, n. 8, p 1-5, 2002.

VENEZIANI, P.; ANJOS, C.E.dos. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia.** Apostila do Curso de Sens. Remoto. São José dos Campos: INPE, 1982.

VERDUM, R. Os geógrafos frente às dinâmicas sócio-ambientais no Brasil. **Revista do Departamento de Geografia,** n. 16, p.91-94, 2005.

VIEIRA, E. F. **Rio Grande, Geografia Física, Humana e Econômica.** Porto Alegre: Sagra,1983.

VILLELA, S. M.; MATOS, A. **Hidrologia Aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

VITTE, Antonio Carlos. O Desenvolvimento do Conceito de Paisagem e a sua inserção na Geografia Física, **Mercator - Revista de Geografia da UFC,** ano 06, número 11, 2007.

ZACHARIAS, A. A. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental: um estudo de caso no município de Ourinhos-SP.** Rio Claro: UNESP, 2006. Tese de Doutorado.

ZAINE, J. E. **Método de Fotogeologia aplicado a estudos geológicogeotécnicos:** ensaio em Poços de Caldas, MG. Tese (Livre docência em Geociências e Meio Ambiente). 2011. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2011.

Zerfass, H. **Geologia da Folha Agudo,** SH.22-V-C-V. (Cartas, mapas ou similares/Mapa). 2007.

Zerfass, H., Lavina, E.L., Schultz, C.L., Garcia, A.G.V., Faccini, U.F.; Chemale Jr., F. 2003. Sequence stratigraphy of continental Triassic strata of southernmost Brazil: a contribution to Southwestern Gondwana palaeogeography and palaeoclimate. *Sedimentary Geology*, 161: 85-105.

ZEVENBERGEN, L.W.; THORNE, C.R. **Quantitative Analysis of Land Surface Topography. Earth Surface Processes and Landforms**, v.12, p.47-56, 1987.

ZUQUETTE, L. V. **Análise crítica sobre cartografia geotécnica e proposta metodológica para as condições brasileiras**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, 1987. Tese de Doutorado.

ZUQUETTE, L. V. **Importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio físico: fundamentos e guia para elaboração**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, 1993. Tese de Livre Docência.

ZUQUETE, L. V.; GANDOLFI, N. **Cartografia Geotécnica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 190 p.

<http://www.panoramio.com/photo/34807221?source=wapi&referrer=kh.google.com>.
Acessado em 18/12/2014.

<http://silveiramartins.rs.gov.br/silveira-martins-berco-da-quarta-colonia/#sthash.PkCQOibL.dpuf>. **Acessado em 15/09/2014.**

www.restingaseca.rs.gov.br/siteitem/areadinamica/8/3/10/historia.html. **Acessado em 15/09/2014.**