



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL DOS
MUNICÍPIOS DE AGUDO, DONA FRANCISCA, FAXINAL
DO SOTURNO, NOVA PALMA E PINHAL GRANDE - RS**

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

SANTA MARIA, RS, BRASIL.

2012.

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

**MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL DOS
MUNICÍPIOS DE AGUDO, DONA FRANCISCA, FAXINAL
DO SOTURNO, NOVA PALMA E PINHAL GRANDE – RS**

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

Banca Examinadora:

**Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes
Prof. Dr. Romário Trentin**

**Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação
em Geografia como requisito
para obtenção do título de
Mestre em Geografia.**

SANTA MARIA, RS, BRASIL, 2012.

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

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

**MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL DOS
MUNICÍPIOS DE AGUDO, DONA FRANCISCA, FAXINAL
DO SOTURNO, NOVA PALMA E PINHAL GRANDE - RS**

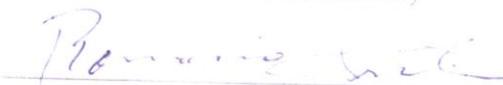
Elaborada por
Gerson Jonas Schirmer

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Geografia

COMISSÃO EXAMINADORA:



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



Romário Trentin, Dr. (UFSM)



João Osvaldo Rodrigues Nunes, Dr. (UNESP/Presidente Prudente)

Santa Maria, 17 de Dezembro de 2012.

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;

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

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

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

Ao grupo Lageolam por auxiliar nos meus trabalhos, confecção de mapas indicação de bibliografias e companheirismo, em especial ao Anderson e ao Daniel;

Ao professor Romário Trentin e ao professor João Osvaldo Rodrigues Nunes por terem aceito fazer parte da banca de defesa da dissertação.

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

SCHIRMER, Gerson Jonas. **Mapeamento Geoambiental dos municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma Pinhal Grande – RS.** 2012, 168p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFSM, Santa Maria.

Este trabalho apresenta uma proposta de zoneamento geoambiental para municípios de: Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma e Pinhal Grande-RS. As unidades 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 utiliza uma abordagem sistêmica da paisagem, utilizando como ferramenta SIGs (Sistemas de Informação Geográfica). Através de uma representação de síntese, foram definidos quatro Sistemas e 5 Unidades, que caracterizaram a paisagem geoambiental dos municípios em estudo. O sistema Urbano é composto pela sede dos cinco municípios em estudo. O Sistema de Encostas do Rebordo do Planalto está dividido em duas principais unidades: Unidade Colinas em Rochas Sedimentares de Encosta, com significativa ocupação antrópica e; Unidade Relevo Escarpado 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 suscetibilidade de torna-se áreas de risco em períodos de cheias. O Sistema de Colinas do Planalto foi dividido em três principais unidades com diferenciação quanto aos processos de ocupação e geomorfológicos, que são: Colinas Vulcânicas com Médias Propriedades, Colinas Vulcânicas com Pequenas Propriedades e Colinas de Altitudes em Rochas Friáveis. Nesse sentido este trabalho pode oferecer um referencial teórico-metodológico, avançado para estudo e verificações das potencialidades e das restrições ambientais, permitindo propostas de desenvolvimento sustentável às comunidades, bem como a servir de base para a realização outros estudos nesses municípios.

Palavras-Chave: Zoneamento Geoambiental, Municípios da Quarta Colônia.

ABSTRACT

SCHIRMER, Jonas Gerson. Geoenvironmental Mapping the municipalities of Agudo, Dona Francisca, Faxinal the Soturno, Palma Nova Pinhal Grande - RS. 2012, 168p. Thesis (Master's degree in Geography) - Graduate Program in Geography, UFSM, Santa Maria.

This paper presents a proposal for zoning in municipalities of geoenvironmental: Agudo, Dona Francisca, Faxinal the Soturno, Nova Palma and Pinhal Grande-RS. The units represent the integration of geo-environmental characteristics of the physical elements of the study area, compared to social activities, developed by occupation who developed and transformed the local landscape. The methodology uses a systems approach to landscape using tools like GIS (Geographic Information Systems). Through a representation of synthesis, were defined four systems and 5 units, which characterized the landscape of the cities in geoenvironmental studies. The system is composed of the Urban thirst of the five municipalities in the study. The system Slopes of Border Plateau is divided into two main units: Colinas in Sedimentary Rocks of Hill, with human occupation and significant; Relief Unit of the Border Plateau escarpment, where there are higher concentrations of woody vegetation and susceptibility of occurrence of processes mass movement. System in Rice Paddies ramps Recent Deposits anthropic action results in environmental conflicts primarily as the occupation in areas of permanent preservation areas. Furthermore, there is susceptibility becomes risky areas in flood periods. The system Colinas Plateau was divided into three main units with differentiation as to occupation and geomorphological processes, which are: Volcanic Hills with Medium Properties, Small Properties with Hills Volcanic Hills and Rocks Altitudes in friable. In this sense this work can provide a theoretical and methodological framework, advanced to study and verification of the potential environmental and restrictions, allowing proposals for sustainable development communities, as well as serve as a basis for conducting further studies in these municipalities.

Keywords: Zoning, Geoenvironmental, the Municipal Quarta Colônia.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: QUARTA COLÔNIA.	17
FIGURA2: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO.	20
FIGURA 3: ESQUEMA PARA REALIZAÇÃO DO MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL.	41
FIGURA 4: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO NAS TIPOLOGIAS CLIMÁTICAS DO RS.	51
FIGURA 5: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO NA BACIA DO BAIXO JACUÍ.	53
FIGURA 6: MAPA COM PRINCIPAIS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA ÁREA DE ESTUDO	55
FIGURA 7: MAPA COM A REDE DE DRENAGEM DA ÁREA DE ESTUDO.	56
FIGURA 8: MODELO NUMÉRICO DO TERRENO DOS MUNICÍPIOS EM ESTUDO.	58
FIGURA 9: DECLIVIDADE DA ÁREA DE ESTUDO.	60
FIGURA 10: ORIENTAÇÃO DE VERTENTES DA ÁREA DE ESTUDO.	62
FIGURA 11: MAPA COM AS UNIDADES DE RELEVO DA ÁREA DE ESTUDO.	64
FIGURA 12: PERFIL TOPOGRÁFICO RINCÃO DOS FREU, NOVA PALMA.	65
FIGURA 13: PERFIL TOPOGRÁFICO COMPLEXO DA SERRA, AGUDO.	66
FIGURA 14: PERFIL TOPOGRÁFICO NAS VÁRZEAS DO RIO SOTURNO E DO RIO JACUÍ, FAXINAL DO SOTURNO, DONA FRANCISCA E AGUDO.	66
FIGURA 15: PERFIL TOPOGRÁFICO NA LOCALIDADE DE RINCÃO DO APEL, PINHAL GRANDE.	67
FIGURA 16: PERFIL TOPOGRÁFICO, SÍTIO DOS MELO, FAXINAL DO SOTURNO.	68
FIGURA 17: PERFIL TOPOGRÁFICO EM LINHA BOÊMIA, AGUDO.	68
FIGURA 18: PERFIL TOPOGRÁFICO CERRO FORMOSO, DONA FRANCISCA.	69
FIGURA 19: PERFIL TOPOGRÁFICO ENTRE OS MUNICÍPIOS DE FAXINAL DO SOTURNO E NOVA PALMA.	70
FIGURA 20: LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO PARANÁ NA AMÉRICA DO SUL.	71
FIGURA 21 – RECORTE DA COLUNA ESTRATIGRÁFICA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL.	72
FIGURA 22: LITOLOGIAS DOS MUNICÍPIOS DA ÁREA DE ESTUDO.	74
FIGURA 23: PERFIL LITOESTRATIGRÁFICO ESQUEMÁTICO DA ÁREA DE ESTUDO.	75
FIGURA 24 E 25: LAMITOS ESTRATIFICADOS EM AGUDO E DEPÓSITO FLUVIAL EM FAXINAL DO SOTURNO, RESPECTIVAMENTE.	76
FIGURA 26 E 27: ROCHA INTEMPERIZADA A ESQUERDA E CONGLOMERADOS JUNTO A DRENAGEM.	77
FIGURA 28 E 29: AMÍGDALAS EM BRECHA VULCÂNICA, EM AGUDO E VULCÂNICA COM FRATURA HORIZONTAL EM PINHAL GRANDE.	78

FIGURA 30 E 31: ARENITO EÓLICO EM NOVA PALMA E ARENITO EÓLICO EM AGUDO.	79
FIGURA 32 E 33: AFLORAMENTO EM NOVA PALMA E AFLORAMENTO EM DONA FRANCISCA.	79
FIGURA 34: ARENITO FLUVIAL COM DEPÓSITO DE CANAL, TERRAÇO FLUVIAL.	80
FIGURA 35: MAPA DE SOLOS DA ÁREA DE ESTUDO	82
FIGURA 36: NEOSSOLO LITÓLICO EM PINHAL GRANDE.	83
FIGURA 37: CULTIVO DE MILHO SOBRE NEOSSOLOS LITÓLICOS	83
FIGURA 38: PERFIL DE CAMBISSOLO.	85
FIGURA 39: CULTIVO DE TRIGO SOBRE CAMBISSOLOS EM NOVA PALMA.	85
FIGURA 40 E 41: PERFIL DE LATOSSOLOS E VOÇOROCAS SOBRE LATOSSOLOS COM PECUÁRIA E LAVOURA, EM PINHAL GRANDE.	86
FIGURA 42: PERFIL DE ARGISSOLOS EM FAXINAL DO SOTURNO.	87
FIGURA 43: PERFIL DE ARGISSOLOS EM NOVA PALMA.	88
FIGURA 44: PERFIL DE ARGISSOLOS SOBRE ROCHA VULCÂNICA EM PINHAL GRANDE	88
FIGURA 45: SOLO HIDROMÓRFICO DO TIPO GLEISSOLO PRÓXIMO À DRENAGEM EM AGUDO.	89
FIGURA 46: PERFIL DE SOLO DO TIPO PLANOSSOLO, PRÓXIMO AO RIO JACUÍ, COM PROCESSOS EROSIVOS.	90
FIGURA 47: ÁREA DA RESERVA DA MATA ATLÂNTICA.	91
FIGURA 48: ARAUCÁRIAS EM POTREIROS NO MUNICÍPIO DE AGUDO.	92
FIGURA 49: FUMO BURLEY A ESQUERDA E FUMO VIRGÍNIA A DIREITA.	103
FIGURA 50: GADO DE CORTE EM PINHAL GRANDE.	104
FIGURA 51: LAVOURA DE FEIJÃO COLHIDA MANUALMENTE, CERRO AZUL, PINHAL GRANDE.	104
FIGURA 52: CULTIVO DE FRUTÍFERAS EM ÁREA DE ENCOSTA NO MUNICÍPIO DE NOVA PALMA.	105
FIGURA 53: MAPA DO USO DA TERRA DA ÁREA DE ESTUDO.	107
FIGURA 54: FLORESTA MISTA COM ARAUCÁRIA NA LOCALIDADE DE CERRO AZUL, MUNICÍPIO DE PINHAL GRANDE.	108
FIGURA 55: LAVOURA DE SOJA COLHIDA, NA LOCALIDADE DE LINHA BASE, MUNICÍPIO DE NOVA PALMA.	108
FIGURA 56: POTREIRO NA LOCALIDADE DE NOVO PARAÍSO, MUNICÍPIO DE NOVA PALMA.	109

FIGURA 57: VISTA DA REPRESA DA HIDRELÉTRICA DONA FRANCISCA ENTRE AGUDO E NOVA PALMA.	109
FIGURA 58- VISUALIZAÇÃO DAS CLASSES DO USO DA TERRA PRESENTES EM DECLIVIDADES DE 0-5%.	111
FIGURA 59 – VISUALIZAÇÃO DAS CLASSES DO USO DA TERRA PRESENTES EM DECLIVIDADES DE 5-15%.	112
FIGURA 60 – VISUALIZAÇÃO DAS CLASSES DO USO DA TERRA PRESENTES EM DECLIVIDADES DE 15-30%.	113
FIGURA 61: VISUALIZAÇÃO DAS CLASSES DO USO DA TERRA PRESENTES EM DECLIVIDADES DE 30-47%.	114
FIGURA 62: VISUALIZAÇÃO DAS CLASSES DO USO DA TERRA PRESENTES EM DECLIVIDADES DE <47%.	115
FIGURA 63: ÁREA DE ESTUDO NO MAPA GEOMORFOLÓGICO DO RIO GRANDE DO SUL	117
FIGURA 64: MAPA GEOMORFOLÓGICO.	118
FIGURA 65: PERFIL GEOMORFOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO.	119
FIGURA 66 E 67: CULTIVO DE ARROZ PRÓXIMO AO RIO JACUÍ E FORMA DO CURSO DO RIO JACUÍ VISTA COM IMAGEM DE SATÉLITE.	120
FIGURA 68 E 69: RAMPAS DE DEPÓSITO COLÚVIO-ALÚVIO DO ARROIO CORUPÁ E NO RIO SOTURNO.	121
FIGURA 70: COLINA DE ARENITO EM PICADA DO RIO E COLINA COM LAVOURA PARA CULTIVO DE FUMO EM PORTO ALVES, AGUDO.	122
FIGURA 71 E 72: COLINAS VULCÂNICAS EM NOVA PALMA.	122
FIGURA 73 E 74: MORROS E MORROTOS EM NOVA PALMA E EM AGUDO, RESPECTIVAMENTE.	123
FIGURA 75: MORRO AGUDO NO MUNICÍPIO DE AGUDO.	124
FIGURA 76 E 77: TOPO DE COLINA COM AFLORAMENTO DE ARENITOS SILICIFICADOS E VOÇOROÇA EM COLINA DE ROCHAS FRIÁVEIS DO PLANALTO, EM PINHAL GRANDE.	125
FIGURA 78: PATAMAR ENTRE-ESCARPA NO MUNICÍPIO DE NOVA PALMA.	126
FIGURA 79: ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO.	129
FIGURA 80: ÁREA URBANA DA CIDADE DE AGUDO	130
FIGURA 81: CIDADE DE DONA FRANCISCA.	131
FIGURA 82: CIDADE DE FAXINAL DO SOTURNO.	132
FIGURA 83: CIDADE DE NOVA PALMA.	133
FIGURA 84 : CIDADE DE PINHAL GRANDE.	134

FIGURA 85: MARGENS RIO JACUÍ E VISTA DA PISTA DE ASA-DELTA EM AGUDO.	135
FIGURA 86: COLINAS EM ROCHAS SEDIMENTARES NO MUNICÍPIO DE AGUDO.	137
FIGURA 87: RELEVO ESCARPADO TÍPICO DO REBORDO DO PLANALTO.	138
FIGURA 88: COLINAS VULCÂNICAS EM AGUDO.	140
FIGURA 89: COLINA COM FORRAGEIRAS.	140
FIGURA 90: REBANHO DE GADO E VOÇOROCA PRÓXIMO AO TOPO DA COLINA.	141
FIGURA 91: BLOCO DIAGRAMA DESTACANDO A PRESERVAÇÃO DAS ÁREAS COM <i>FRAGILIDADES</i> E UTILIZAÇÃO AS ÁREAS COM <i>POTENCIALIDADES</i> .	144

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: DADOS GEOGRÁFICOS GERAIS DOS MUNICÍPIOS EM ESTUDO.....	19
QUADRO 2: INFORMAÇÕES DEMOGRÁFICO-ESPACIAIS.....	100
QUADRO 3: INFORMAÇÕES ECONÔMICAS COM VALOR ADICIONADO DO PIB....	101
QUADRO 4: QUANTIDADE DE ÁREA DOS USOS.....	106
QUADRO 5: CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO.....	141

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE QUADROS	11
1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. Problemática e Justificativa.....	16
1.2. Localização da Área de Estudo	18
1.1. Estrutura da Dissertação	21
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 A Paisagem e sua Contribuição Conceitual aos Estudos Geoambientais	22
2.2. A Transformação da Paisagem e a Questão Ambiental.....	25
2.3. Método para a Análise Ambiental da Paisagem.....	28
2.4. Cartografia Geoambiental: representação de síntese e correlação dos parâmetros presentes na paisagem.....	31
2.5. Zoneamento Geoambiental e o Planejamento do Espaço Geográfico	34
2.6. A Importância das Geotecnologias e do Sensoriamento Remoto em Estudos Geoambientais	37
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	39
3.1. Etapa Inicial	40
3.1.1. Realização do mapa de usos da terra	41
3.1.2. Identificação de parâmetros morfométricos	43
3.1.3. Levantamentos de solos e litologias.....	46
3.1.4. Construção do mapa geomorfológico	46
3.1.5. Elaboração do mapa geoambiental	48
4. CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES FÍSICOS DA PAISAGEM DA ÁREA EM ESTUDO	50
4.1. Características Climáticas	50
4.2. Análise da Rede Hidrográfica	52
4.2.2. Rede de drenagem da área de estudo	54
4.3. Caracterização dos constituintes do Relevo	57
4.3.1. Hipsometria	57
4.3.2. Declividade.....	59
4.3.3. Orientação de vertentes	61

4.3.4.	Análise das formas do relevo.....	63
4.4.	Litologias	71
4.5.	Análise simplificada das características do solo.....	80
4.6.	Vegetação	90
5.	IDENTIFICAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA ÁREA DE ESTUDO...	93
5.1.	Breve Histórico da Formação e Ocupação dos Municípios da Área de Estudo	93
5.2.	Aspectos Socioeconômicos	100
	Quadro de informações demográficas e espacial.....	100
5.3.	O sistema agrícola	102
5.4.	Análise do Uso e Ocupação da Terra e Cobertura Vegetal da Área de Estudo.....	105
5.5.	Resultados da classificação de imagem a partir da relação declividade/uso da terra no programa LEGAL	110
6.	ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA.....	116
6.1.	Geomorfologia do Rio Grande do Sul	116
6.2.	Compartimentação Geomorfológica.....	117
7.	ESTUDO GEOAMBIENTAL EM MUNICÍPIOS DA QUARTA COLÔNIA: uma análise integrada da paisagem	127
7.1.	Compartimentação dos Sistemas e Unidades Geoambientais	127
7.1.1.	Sistema de Perímetro Urbano	128
7.1.2.	Sistema Planície de Arrozais em Rampas de Depósitos Recentes.....	134
7.1.3.	Sistema de Encostas do rebordo do Planalto	136
7.1.4.	Sistema de Colinas do Planalto.....	138
7.2.	Zoneamento Geoambiental como Ferramenta para Gestão	143
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	146
9.	REFERÊNCIAS	148

1. INTRODUÇÃO

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, em nosso planeta, 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 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, ao mesmo tempo, 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 e ao homem.

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, tornando possível o ordenamento lógico desses dados e a execução de uma vasta gama de análises lógicas sofisticadas.

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. 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).

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 conseqüentes 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 sociais 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.

1.1. Problemática e Justificativa

A pesquisa apresenta a temática geoambiental, a partir da paisagem, para os municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma e Pinhal Grande – RS, tendo em vista o planejamento ambiental. A proposta de zoneamento geoambiental procura definir no presente estudo, as limitações e potencialidades da paisagem frente às características geomorfológicas e de uso e ocupação da terra, servindo de subsídio ao planejamento e ações de proteção ambiental mais efetivas.

Para fins de desenvolvimento turístico regional, estes municípios buscam fortalecer-se ao fazer parte da região da Quarta Colônia (figura 1) fortalecendo e

valorizando as características culturais, e naturais da região.



Figura 1: Quarta Colônia.
Org: SCHIRMER,G.J., 2012.

A escolha da temática e do recorte deu-se pela necessidade de dar continuidade aos trabalhos já desenvolvidos na monografia de Schirmer (2010) no município de Agudo-RS mostrando que a área definida para os estudos apresenta importantes variabilidades com relação ao relevo, litologias e solos, que controlam o seu uso, fazendo dessa área um importante recorte de análise e correlação.

Além disso, os municípios propostos para o estudo não possuem trabalhos com as perspectivas dessa pesquisa, onde se correlaciona os aspectos geomorfológicos e uso da terra. Sendo assim, inúmeras instituições podem contar com um importante e amplo quadro de apoio às suas atividades, principalmente fortalecendo o turismo, a educação, a gestão pública e o planejamento ambiental.

Na geografia o estudo geoambiental vem sendo empregado como a forma de apresentar as potencialidades e as restrições 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 a heterogeneidade da paisagem.

Em alguns estudos geoambientais realizados, utiliza-se o limite da bacia como limite da área de estudo. Isso se justifica por ter-se um maior controle natural dos processos de dinâmica superficial a partir do divisor de águas. No entanto os trabalhos com limites de bacias são pouco utilizados pela população da área estudada devido ao pouco apoio das autoridades locais. Isso se deve, principalmente, por que a área da bacia atinge dois ou mais municípios, dificultando o consenso entre esses sobre qual a área de maior importância.

Nesse sentido, os estudos geoambientais que utilizam o limite do município, possuem maior relevância para os órgãos públicos. Deste modo, este trabalho tem como hipótese, que o Zoneamento Geoambiental tendo em vista a paisagem como categoria de análise contribui para o planejamento municipal e regional.

Nessa perspectiva o trabalho tem por objetivo geral realizar o Zoneamento Geoambiental dos municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma e Pinhal Grande, localizados na Região Central do estado do Rio Grande do Sul. Para atingir tal propósito, esta dissertação pontua como desafio os seguintes objetivos específicos:

1. Apresentar as principais características dos elementos do meio natural como: relevo, rede de drenagem, litologias e os materiais de alteração presentes, principais feições erosivo-acumulativas e antrópicas;
2. Determinar a distribuição e as características do uso atual da terra;
3. Correlacionar os elementos geomorfológicos aos usos da terra;
4. Produzir informações que sirvam para o ordenamento territorial dos municípios em questão.

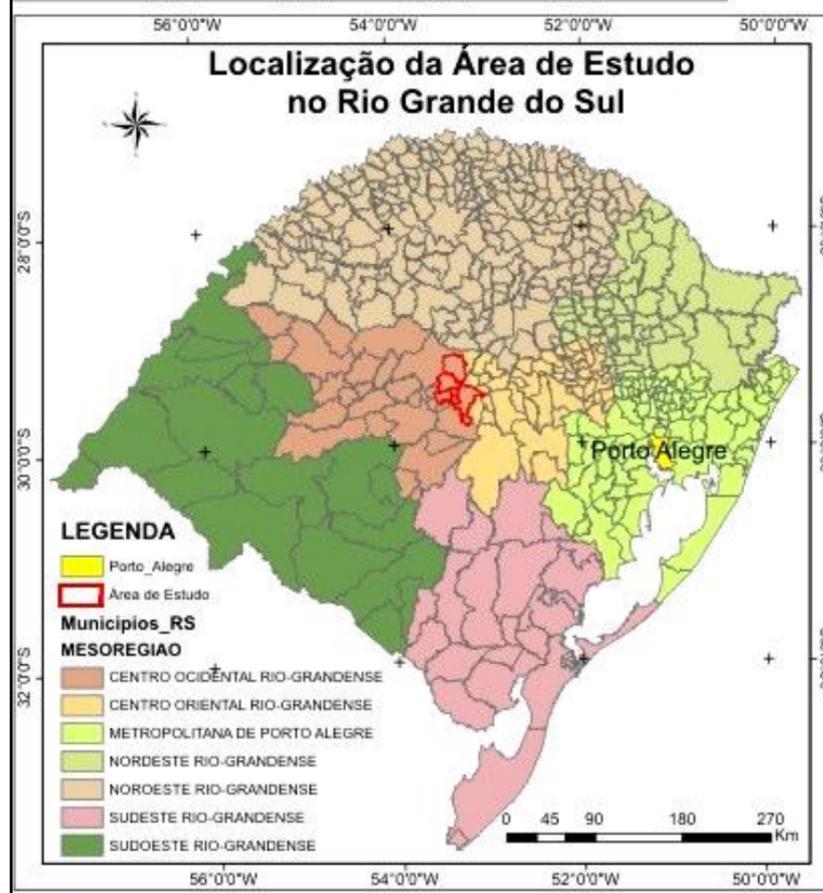
1.2. Localização da Área de Estudo

A área de estudo compreende os municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Pinhal Grande e Nova Palma-RS (figura2), localizados na região Centro Ocidental do Estado do Rio Grande do Sul, inseridos na Microrregião de Restinga Seca. Esses municípios, por questões culturais, turísticas e econômicas, fazem parte na atualidade da Quarta Colônia de Imigração Italiana.

No quadro 1 são apresentadas informações quanto a formação e localização dos municípios. De uma forma geral estes municípios possuem emancipação recente, com menos de 60 anos. Dos municípios estudados o mais antigo é Faxinal do Soturno, emancipado em 1958, e o município mais novo, emancipado em 1992, é Pinhal Grande. O município de Agudo apresenta maior extensão territorial e o município de Dona Francisca a menor dentre os municípios em questão, quadro 1.

Muni cípio	Muni no	Município de Origem	A ltitude da Sede	Áre a	Dis tância de POA
o Agud	959	Cachoeira do Sul e Sobradinho	8 3 m	536, 12 km ²	25 0 Km
Dona Francisca	965	Faxinal do Soturno	4 9 m	114, 3 Km ²	25 6 Km
Faxin al do Soturno	958	Cachoeira do Sul	5 3 m	170 km ²	262Km
Nova Palma	960	Júlio de Castilhos	1 17 m	314 Km ²	27 5Km
Pinhal Grande	992	Nova Palma e Júlio de Castilhos	3 94 m	474 Km ²	32 0 Km

Quadro 1: Dados geográficos gerais dos municípios em estudo.
Org: Schirmer, 2012.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

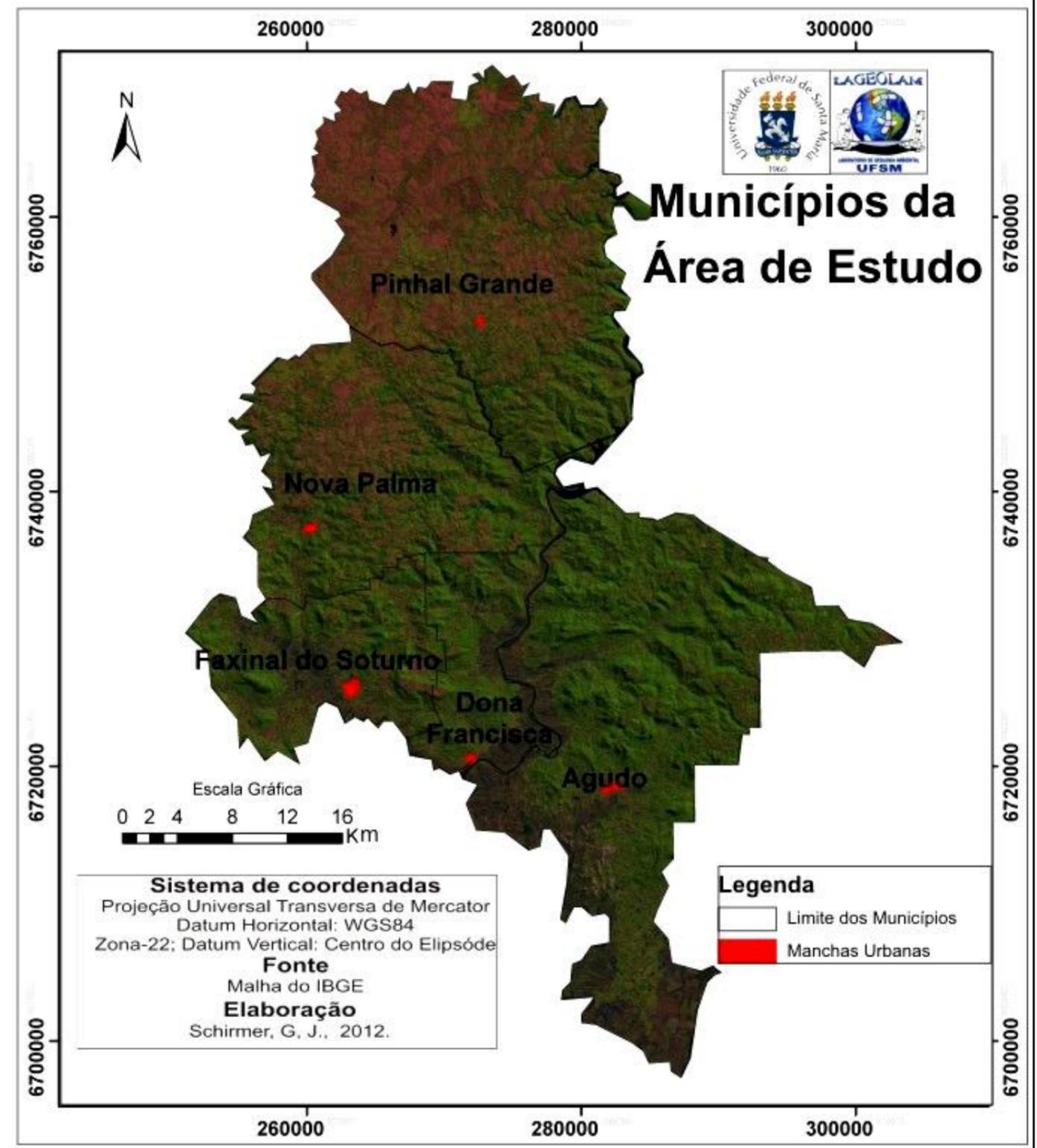


Figura2: Mapa de localização da área em estudo.
 Org: Schirmer, 2012.

1.1. Estrutura da Dissertação

A dissertação está estruturada em 9 principais tópicos. O primeiro tópico apresenta a dissertação através das assertivas que justificaram e motivaram os estudos, indicando os objetivos do trabalho e a localização do objeto de pesquisa.

O segundo tópico refere-se às concepções teóricas que deram suporte a proposta metodológica e a temática de estudo. Aborda uma discussão do método sistêmico, conceitos de paisagem, bem como sobre os estudos geoambientais na análise das paisagens.

O terceiro tópico trata dos procedimentos metodológicos e operacionais empregados durante a pesquisa, com uma proposta metodológica para a elaboração do zoneamento geoambiental.

No quarto tópico são apresentados os resultados e caracterização dos componentes físicos da paisagem, os quais contemplam o clima, a rede de drenagem, o relevo, as litologias, os solos e a vegetação .

O quinto tópico discute-se alguns aspectos do histórico do da formação e ocupação dos municípios em estudo, bem como uma discussão do aspectos sócio econômicos e de uso do terra atual. Além disso, são apresentadas as características da distribuição fundiária e da utilização humana na área de estudo.

No sexto tópico faz-se uma análise da geomorfologia da área de estudo.

No sétimo tópico procede-se a elaboração do Zoneamento Geoambiental, utilizando-se da cartografia de síntese para compor a integração dos levantamentos.

As no oitavo tópico são feitas as considerações finais com as efetivas recomendações e encaminhamentos da continuidade das pesquisas.

No final são apresentados as principais bibliografias utilizadas no decorrer da pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda alguns conceitos teóricos que norteiam esta dissertação. 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 e sua Contribuição Conceitual aos Estudos Geoambientais

Neste trabalho a paisagem é observada não como algo a ser discutido epistemologicamente, mas apenas tentar compreender a categoria de análise dentro do enfoque de estudos geoambientais.

O termo *paisagem* foi primeiramente apresentado à comunidade científica, no início do século XIX, pelo naturalista Alexander Von Humboldt (1769 – 1859). Sendo resgatado posteriormente por Bertrand (1972), que procurou reforçar a importância da visão integrada (holística) nos estudos da natureza.

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.

Porém graças às 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.

Nos estudos geoambientais, o conceito de paisagem atende os objetivos do 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 do presente trabalho, 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), ao qual 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.

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), 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.

A paisagem também está intrinsecamente ligada à noção de espaço, nesse sentido tem-se a contribuição de Santos (1996, 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).

Ainda, segundo Mateo Rodriguez *et al.* (op. cit.), 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.

Nesse aspecto, temos 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.

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.

Dentro desse enfoque, destaca-se a paisagem física como uma importante categoria de análise do espaço geográfico. A Ciência 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), Casseti (1991), Mateo (2000) e (2007), além das contribuições mais recentes de De Nardin (2009) e Trentin (2011).

A análise da paisagem física, assim, 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.

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.

2.2. A Transformação da Paisagem e a Questão Ambiental

A formação dos primeiros agrupamentos humanos constitui os primórdios da organização do homem em sociedade, que inicialmente tem 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 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 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).

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.

Está assegurado no Art. 225 da Constituição Federal 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”. 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 as paisagens 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.

Nos anos seguintes, 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.

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 Paisagem definida pela União Geográfica Internacional (IGU) como a disciplina científica que estuda a paisagem. Os pressupostos teóricos e conceituais que norteiam este tipo de pesquisa concentram-se em informações de caráter sistêmico,

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.

alicerçadas em bibliografias que tratam da integração dos elementos da sociedade e da natureza de forma espacializada.

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.

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 (VERDUM, 2005).

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. Nos trabalhos de estudos geoambientais procura-se apresentar e discutir essas limitações do meio natural, buscando atender as necessidades de informações aos planejamentos e gestão ambiental.

2.3. Método para a Análise Ambiental da Paisagem

Nos últimos anos, percebe-se uma tendência nos trabalhos acadêmicos em buscar o que se conhece por interdisciplinaridade, de modo a realizar interpretações mais completas, imparciais e abertas para novas abordagens. O estudo e interpretação da organização do espaço requerem análises aprofundadas de forma integrada sobre diversos elementos que compõem a paisagem expressa na superfície atual.

Os estudos integrados de paisagem, no âmbito da geografia física, contemplam esses aspectos, sobretudo aqueles que inserem as dinâmicas socioeconômicas sobre um plano de atributos e elementos físicos que, por sua vez, são dotados de funcionalidade própria no espaço e no tempo. As relações existentes entre esses atributos, divididos entre características e comportamentos dos sistemas socioeconômicos atuantes e o conteúdo físico da paisagem, podem ser interpretadas de forma integrada, buscando o entendimento interdisciplinar da organização do espaço.

Na ciência geográfica, temas, teorias e métodos podem ser combinados às várias formas, a fim de se explicar o espaço. A abordagem metodológica é baseada no reconhecimento, na interpretação e na análise da área de estudo que, geralmente é vista como reflexo dos processos da sociedade sobre os processos naturais, que podem expressar suas condições atuais.

A partir do século XIX, as definições de paisagem incorporaram, além da definição pictórica, saturada de sentido estético muito utilizada pelos artistas e paisagistas, 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. Com o aprimoramento dos pressupostos teórico-metodológicos, surgem conceitos de heterogeneidade e homogeneidade das formas da superfície terrestre, possibilitando assim criar mecanismos e possibilidades de classificação das paisagens, seja ela urbana, rural, natural ou cultural.

Isso levou a abordagem sistêmica da paisagem, que, segundo Bertrand (1972) repousa sobre unidades geográficas globais, adaptadas ao estudo das paisagens, constituídas por um complexo de elementos e de interações que participam 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.

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 que compõem a paisagem. A partir da análise morfodinâmica dos processos decorrentes de fluxos de matéria e energia, o relevo 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.

A ideia de Ross (1994), ao mesmo tempo em que integra estas propostas, 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.

Trabalhos desenvolvidos por Zuquette e Gandolfi (2004) quanto as suas condições geotécnicas e ambientais são diferentes em decorrência da evolução geológica, geomorfológica e climática.

Conforme Vedovello (2004), a cartografia geoambiental é um importante subsídio à gestão ambiental, em termos de definição de políticas públicas, planejamento e gerenciamento dos espaços e recursos naturais.

Dentro dessa ótica, nos últimos anos vem sendo desenvolvidos diversos trabalhos pelo Laboratório de Geologia da Universidade Federal de Santa Maria e por pesquisadores a ele ligados. Os trabalhos realizados pelo grupo, com destaque norteador nessa pesquisa, são 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).

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.

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”.

Nessa perspectiva temos a contribuição de Grecchi e Pejon (1998) onde afirmam 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).

Cabe ressaltar que elaboração de Zoneamentos possui, na atualidade, o apoio indispensável de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, com software que permitem a visualização 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.

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 (2011, 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. Esta dissertação leva em consideração as diversas metodologias citadas para realizar o mapeamento geoambiental, com ênfase na definição de sistemas e unidades paisagísticas homogêneas a partir das informações de seus elementos e processos ocorridos.

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.

Cada vez mais se tem 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.

2.5. Zoneamento Geoambiental e o Planejamento do Espaço Geográfico

Para entender os problemas ambientais de forma genérica propondo algumas alternativas de manejo de áreas com restrições ambientais e destacando os potenciais

naturais de um lugar, 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, 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.

Pensar em 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 predominam no meio ambiente.

Partindo desses pressupostos, esta dissertação traz como proposta central a questão de que os estudos geoambientais devem ser desenvolvidos sob uma perspectiva sistemática de interação entre sociedade e natureza, a exemplo do que vem sendo recomendado por Jurandyr Ross, Aziz Ab' Sáber, Valter Casseti, Jean Tricart, Georges Bertrand, Antônio Christofolletti, entre outros estudiosos ligados as causas ambientais. O trabalho busca um ordenamento territorial através da interpretação da paisagem.

Ao consultar a literatura, verifica-se que várias instituições e pesquisadores nacionais e internacionais têm produzido elevada quantidade de informações geoambientais, com metodologias distintas, para serem utilizadas, principalmente, para o planejamento do uso adequado do território.

Conforme De Nardin 2009 “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 da paisagem. Essa paisagem pode ser estudada tanto no limite da bacia hidrográfica, no limite do município ou estado, desde que se consiga estabelecer uma correlação entre o uso e ocupação com a geomorfologia.

O planejamento busca a organização e ordenamento do espaço 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.

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 de suas potencialidades, e com a finalidade de atingir metas específicas no futuro, tanto em relação a recursos naturais quanto à sociedade, SANTOS E SILVA (2004).

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

Através desta perspectiva, a proposta de mapeamento Geoambiental Municipal 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 Importância das Geotecnologias e do Sensoriamento Remoto em Estudos Geoambientais

A Ciência geográfica oferece através de ferramentas disponibilizadas pelas geotecnologias, como a cartografia digital, os sistemas de informações geográficas (SIG's), sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, ações passíveis desenvolvimento desse trabalho. Nesse sentido temos 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).

A utilização de imagens oriundas do sensoriamento remoto vem sendo cada vez mais intensificada, pois, se tem 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.

Em 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 tornado indispensáveis na elaboração de zoneamentos porque 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 fragilidades e aptidões ambientais dentro dos limites de estudo. Além disso, facilita a interpretação e discussões a respeito da configuração espacial resultante.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia aplicada para o zoneamento geoambiental tem como premissa a compartimentação da paisagem com base nas características do geoambiente, suas inter-relações e relações com as atividades antrópicas, colocando em evidência as suas potencialidades e restrições de uso. Essa visão teórico-metodológica refere-se ao emprego do método de investigação da abordagem sistêmica.

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 em 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) afirma 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.

Para a execução da pesquisa, 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.

Na caracterização geoambiental, foram adotadas concepções de cartografia adotadas por Zuquette (1987, 1993), seguindo metodologias aplicadas por Robaina *et al.* (2009), De Nardin (2009), Schirmer (2010) e Trentin (2011).

Nesse sentido o trabalho desenvolve-se, basicamente, através de diferentes etapas operacionais.

3.1. Etapa Inicial

A primeira etapa constituiu-se do levantamento bibliográfico, sendo realizado através da consulta, leitura e seleção de uma série de bibliografias relacionadas à área de estudo. Concomitantemente foi criado um banco de dados no aplicativo SPRING versão 4.3.3 (disponibilizado gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE), com sistema de coordenadas no Datum WGS84 e Fuso 22S.

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

Além disso, foram obtidas informações das cartas topográficas (Agudo (SH.22.V-C-V/2); Jacuí (SH.22.V-C-V-4); Nova Palma (SH.22-V-C-II-3); Faxinal do Soturno (SH.22-V-C-V-I); Sobradinho (SH.22-V-C-II-4); Restinga Seca (SH.22-V-C-V-3); Cascata do Ivaí (SH.22-v-c-II-1), que foram georreferenciadas no software Spring 4.3.3.

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 e Extensão Rural (EMATER). Estes dados são importantes para se entender a relação dos usos antrópicos, principalmente o agrícola e sua influência na transformação da paisagem.

Para o processamento digital de imagem e realização do mapa de uso da terra foi utilizado do Software Spring, devido ao bom resultado apresentado. Para a elaboração dos demais mapas foi criado um banco de dados no software Arc Gis 9.3, utilizado com a licença fornecida para o acadêmico pelo LAGEOLAM. 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.

Na metodologia geoambiental efetua-se 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

Em seguida as imagens foram georreferenciadas utilizando como base o mosaico de imagens Geocover, que é um mosaico das cenas LANDSAT-5TM de 28 de fevereiro do ano de 2009, ortorretificadas, Nasa (2009). O procedimento de registro de imagem, foi feito através da coleta de pontos de controle correspondentes entre elas, como pontes entroncamentos de estradas e pontos de construções conhecidas.

A projeção cartográfica de referência utilizou-se as Coordenadas UTM (Projeção Universal Transversa de Mercator), o Datum Horizontal WGS 84 e Fuso 22S, para que se possa verificar as informações através de arquivos no formato Kml no Google Earth . 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, após a verificação no programa LEGAL, rotina essa disponível no Spring, percebeu-se que ainda restaram algumas confusões na classificação. Sendo assim, os resultados obtidos com a classificação automática e ajustes anteriores á verificação no programa LEGAL, na área de estudo.

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.

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 49 amostras de aquisição e 41 amostras teste, para determinação da classe vegetação arbórea foram adquiridas 27

amostras de aquisição e 24 amostras de teste, para a classe campo foram adquiridas 15 amostras de aquisição e 14 de amostras teste, para a classe água foram adquiridas 19 amostras de aquisição e 13 de amostras teste e para a classe sombra foram 15 amostras de aquisição e 7 amostras de teste. 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.

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 34 e Área de pixel igual a 150 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 da região podendo ser ajustadas áreas que houve classificação errônea do classificador, por exemplo, as áreas alagadas de lavouras de arroz após a colheita, que estavam como água; e as pastagens de inverno na fase inicial onde estava como campo. Associou-se a classe correta a que região pertencia.

3.1.2. 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 da área de estudo para ter-se uma compreensão visual prévia do comportamento escultural do relevo local. 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 melhor representar as áreas de ruptura do relevo.

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.

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.

Na análise da morfometria da rede de drenagem da área de estudo, foram analisados os parâmetros relativo aos padrões de drenagem, conforme Strahler (1959

apud CHRISTOFOLETTI, 1974), o qual considera a inclinação das camadas geológicas em relação ao curso geral de escoamento, que representa a ocorrência ou não de um controle estrutural.

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, e analisados os atributos morfométricos referentes ao padrão, densidade, forma, magnitude e comprimento dos canais. A densidade da drenagem é a correlação do comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica, expressa pela fórmula (2).

$$Dd = Lt/A \quad (2)$$

Onde: **Dd** = densidade da drenagem; **Lt** = comprimento total dos canais; **A** = área da bacia.

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.

A integração dos parâmetros utilizados para análise do relevo e da rede de drenagem, permitiu a definição de unidades de relevo, que determinam as áreas com características semelhantes dentro dos limites da área de estudo. Essa integração deu-se através da visualização simultânea da declividade, da hipsometria da rede de drenagem com a aplicação de transparência obtida com o software ArcGis. Além disso, 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.

Com o auxílio do software Google Earth foram gerados perfis topográficos para cada unidade, na tentativa de representar as diversas unidades de relevo identificadas no mapeamento. 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.

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).

3.1.3. Levantamentos de solos e litologias

Para o mapeamento de solos, litologias e caracterização da estrutura da paisagem tem-se a utilização dos dados coletados em campo com o 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 em 13 classes, de acordo com o triângulo textural, adotado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

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.

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.

3.1.4. Construção do mapa geomorfológico

O estudo da geomorfologia tem que se preocupar com o estudo das rochas conhecer a composição mineralógica, as propriedades físico-químicas, as formas de ocorrência e a idade geomorfológica Penteadó (1985). A compartimentação

geomorfológica, da presente pesquisa, utiliza como base metodológica os trabalhos de Ross (1990, 1992), que trabalhando as propostas de interpretação geomorfológica elaboradas por 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.

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 ou antrópicos atuantes, 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. 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 nível) baseou-se nos elementos físicos do relevo, referentes às características da

drenagem do relevo, substrato geológico e características do solo. 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 dos zoneamentos, apresentam uma variedade de possibilidades de aplicação, principalmente no sentido de prevenção contra a ocorrência de catástrofes e danos ambientais nas diferentes formas de ocupação humana.

3.1.5. Elaboração do mapa geoambiental

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 9.3.

As categorias de informação analisadas e levantadas são as classes de documentos, que em termos cartográficos representam a cartografia analítica e de síntese, devido representar informações individuais de parâmetros da paisagem. Por final são correlacionados 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 afirmam ser “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 será inserido e manuseado

sobre um documento cartográfico, como informação que representa parte dos componentes da paisagem.

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. A caracterização das unidades geoambientais homogêneas refere-se as informações obtidas através da avaliação das potencialidades e restrições encontradas nas paisagens da área de estudo.

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 fragilidades e limitações características de cada paisagem.

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, 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.

4. CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES FÍSICOS DA PAISAGEM DA ÁREA EM ESTUDO

Neste capítulo, são apresentados os elementos físicos da paisagem caracterizados pelas condições climáticas, a rede de drenagem, o relevo, as litologias e os solos presentes na área de estudo.

O processamento das informações do meio físico serviu 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.

4.1. Características Climáticas

O Rio Grande do Sul, situado no extremo meridional do Brasil, pertence à chamada Região Sudeste da América do Sul (Sul do Brasil, Nordeste da Argentina, Uruguai e Sul do Paraguai), que apresenta forte sinal do fenômeno de Oscilação Sul (OS), especialmente em relação à precipitação pluvial, Bertalo et al (2005).

O estado localiza-se nas zonas de latitudes medias, 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).

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.

De acordo com Rossato (2011) a gênese das precipitações no RS 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.

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.

O clima da área de estudo de acordo com Nimer (1990) enquadra-se na zona climática denominada Subtropical. Onde na classificação climática de Rossato (2011) as porções pertencentes a Depressão Periférica enquadram-se na zona climática subtropical II, mediamente úmida com variação longitudinal das temperaturas médias e a porção pertencente ao rebordo do planalto classifica-se como Sub-tropical III, úmida com variação longitudinal das temperaturas médias, como pode ser visualizado na figura 4.

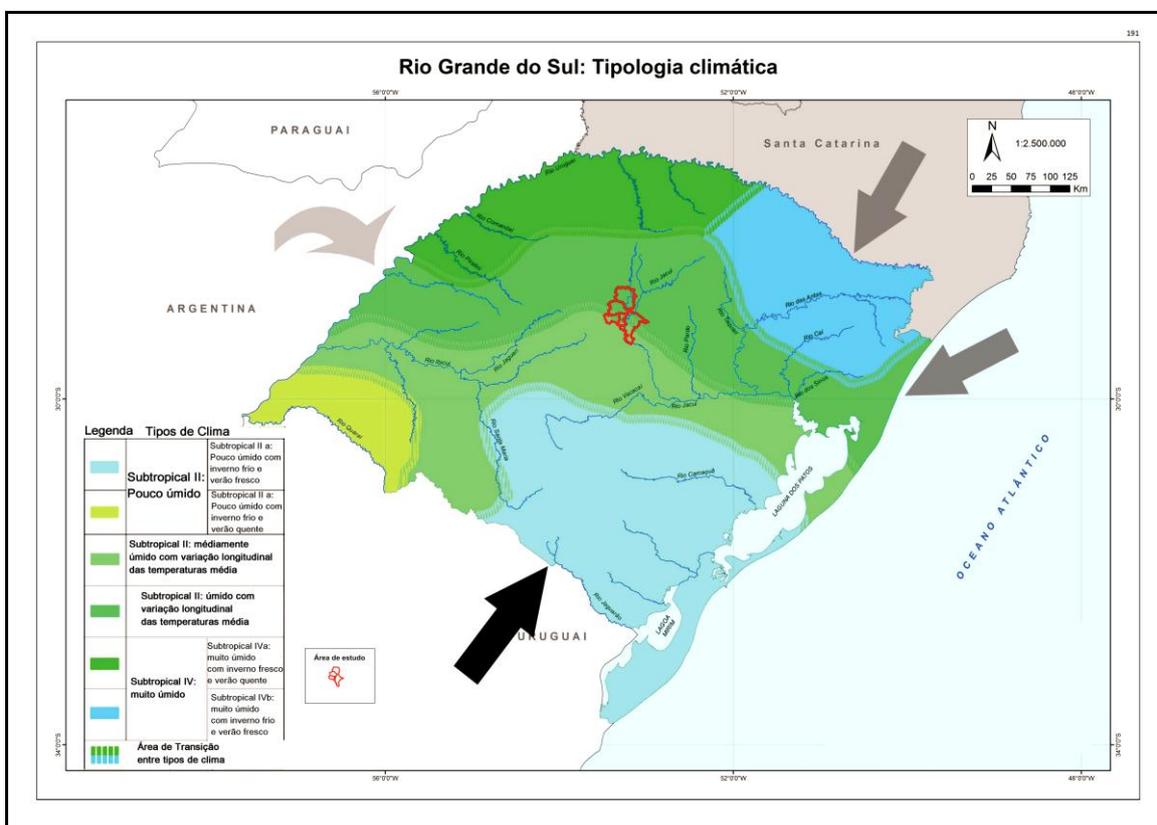


Figura 4: Localização da área de estudo nas tipologias Climáticas do RS.

Fonte: Rossato, 2011.

Org: Schirmer, 2012.

A Depressão Central é a área com maior influencia dos sistemas polares e tropicais continentais, porém com interferência crescente dos sistemas tropicais marítimos. Quanto as chuvas, os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações.

As porções da área de estudo pertencente ao rebordo do planalto e o Planalto são áreas com menor influência dos sistemas polares e maior interferência dos sistemas tropicais conjugados com o efeito do relevo (escarpa e vales da borda do Planalto), da continentalidade, da maritimidade e das áreas urbanizadas. Assim como na depressão os sistemas frontais também são responsáveis pela maior parte das precipitações, ROSSATO (2011).

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). Além disso, tem-se variação da sensação térmica diferenciada entre as porções de menor altitude em relação as de maior altitude, sendo que a temperatura diminui 0,7°C a medida que se eleva a altitude de 100 metros (CAMARGO,1985).

O verão é quente com média do máximo em torno de 31°C, registrando raramente máximo 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 á chuva ter sido concentrada nos meses novembro e dezembro de 2009 (dados fornecidos pela EMATER/RS - ASCAR de Agudo).

4.2. Análise da Rede Hidrográfica

A análise da rede hidrográfica é de grande importância para que se possa analisar o espaço de forma integradora dos 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 de estudo estão inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Jacuí que nasce no Planalto Sul Rio-Grandense, 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 800km e a sua vazão na foz é de 1.900m³/s.

Dos municípios da área de estudo, Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno e Nova Palma fazem parte do Baixo Jacuí, já o município de Pinhal Grande pertence ao Alto Jacuí, como podemos analisar na ilustração da figura 5:

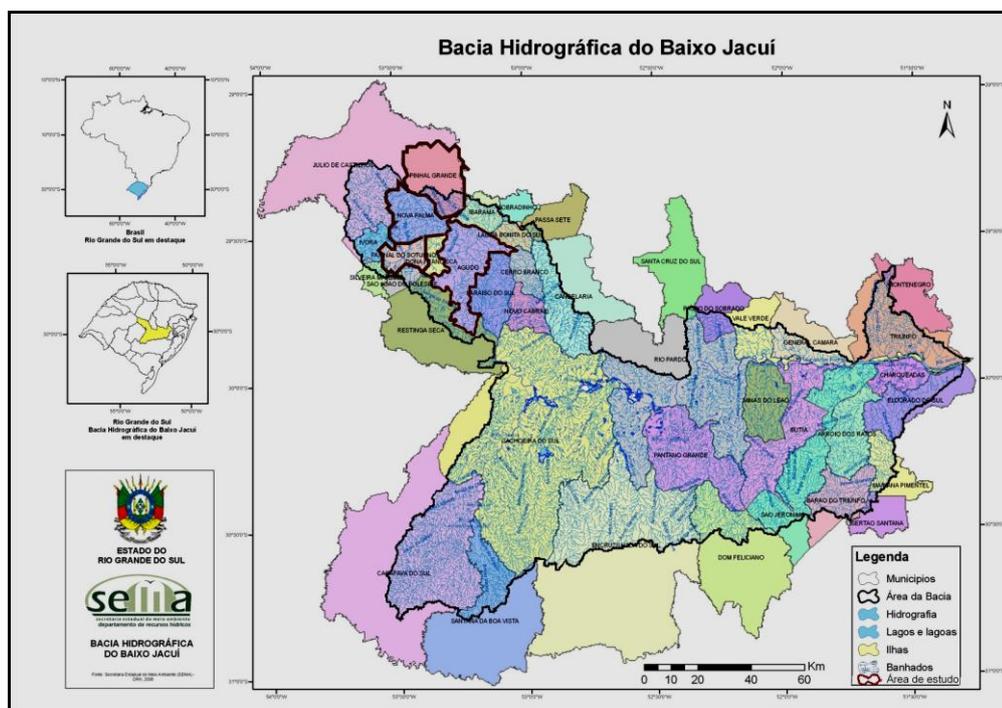


Figura 5: Localização da área de estudo na Bacia do Baixo Jacuí.

Fonte: SEMA.

4.2.2. Rede de drenagem da área de estudo

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 12 bacias hidrográficas acima de 4ª ordem que possuem a sua foz no Rio Jacuí, principal rio da Região Central do estado do Rio Grande do Sul e 57 sub-bacias de 1ª, 2ª e 3ª ordem, que deságuam neste rio, totalizando 2.419 km de comprimento de drenagens, em uma área com aproximadamente 1.739km².

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 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 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 6:

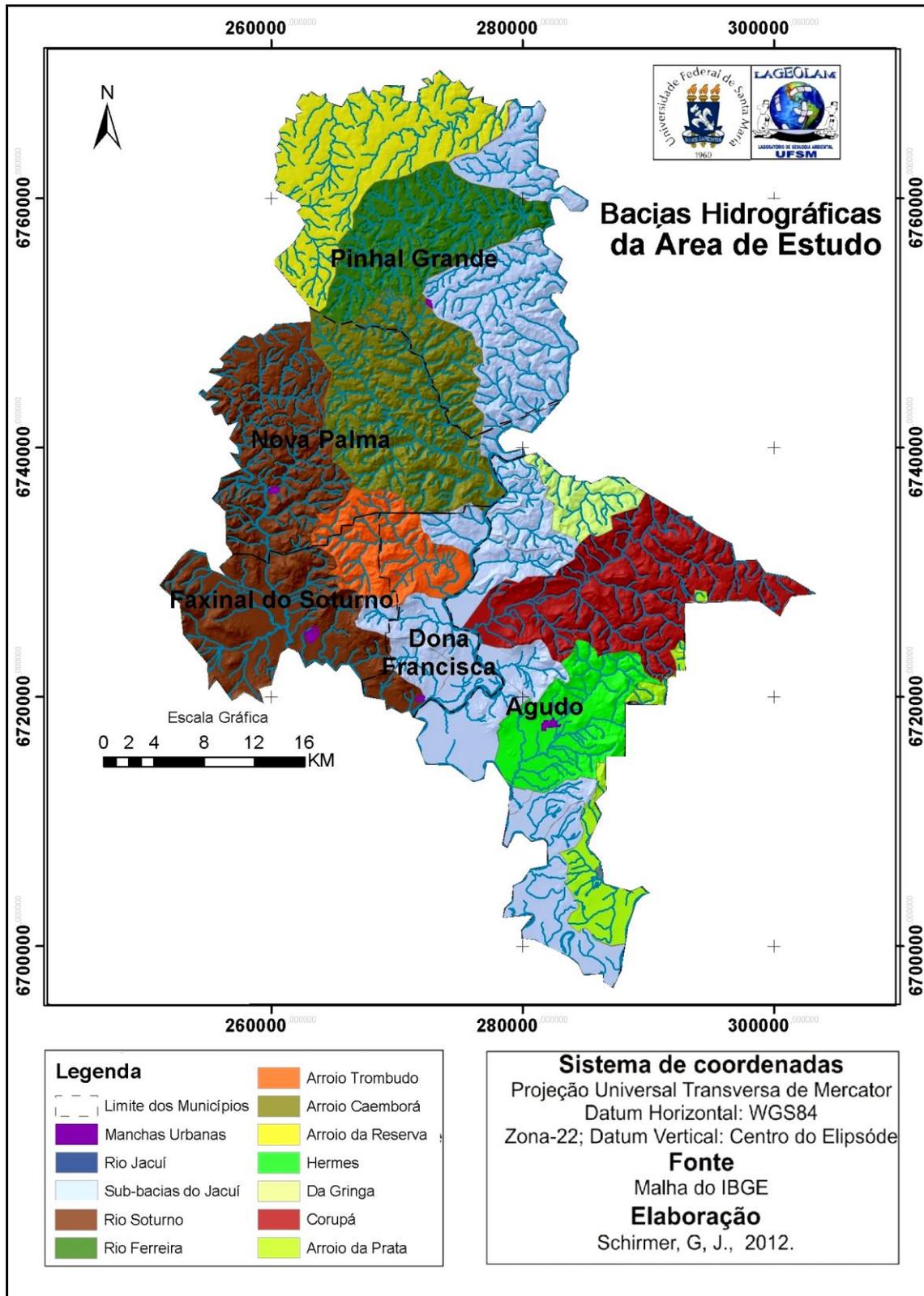


Figura 6: Mapa com principais bacias hidrográficas da área de estudo.
 Org: Schirmer, 2012.

O arranjo espacial dos cursos fluviais apresenta um padrão predominantemente retangular-dendrítico, figura 7, com o 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.

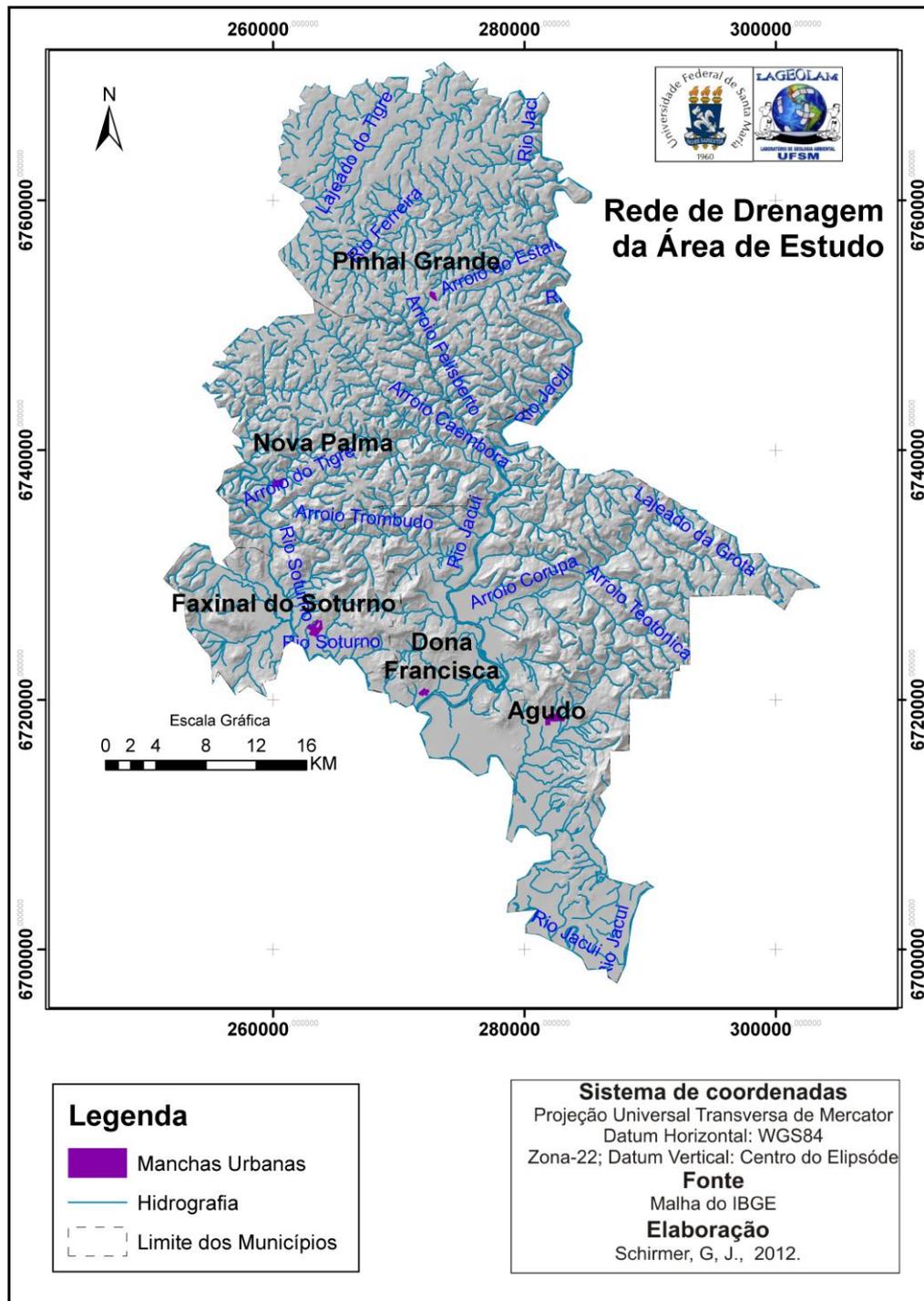


Figura 7: Mapa com a rede de drenagem da área de estudo.
Org: Schirmer, 2012.

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 atividade aquícola.

Devido a elevada amplitude altimétrica 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.

4.3. Caracterização dos constituintes do Relevo

De maneira geral, o relevo da área de estudo é bastante variado, apresentando desde áreas de baixas altitudes 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.

4.3.1. 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 MNT (Modelo Numérico do Terreno), figura 8, 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 120-220m, em uma área que se estende pelo baixo e médio curso próximo das drenagens. Essa área possui formas de coxilhas, que vão de ondulado a fortemente ondulado.

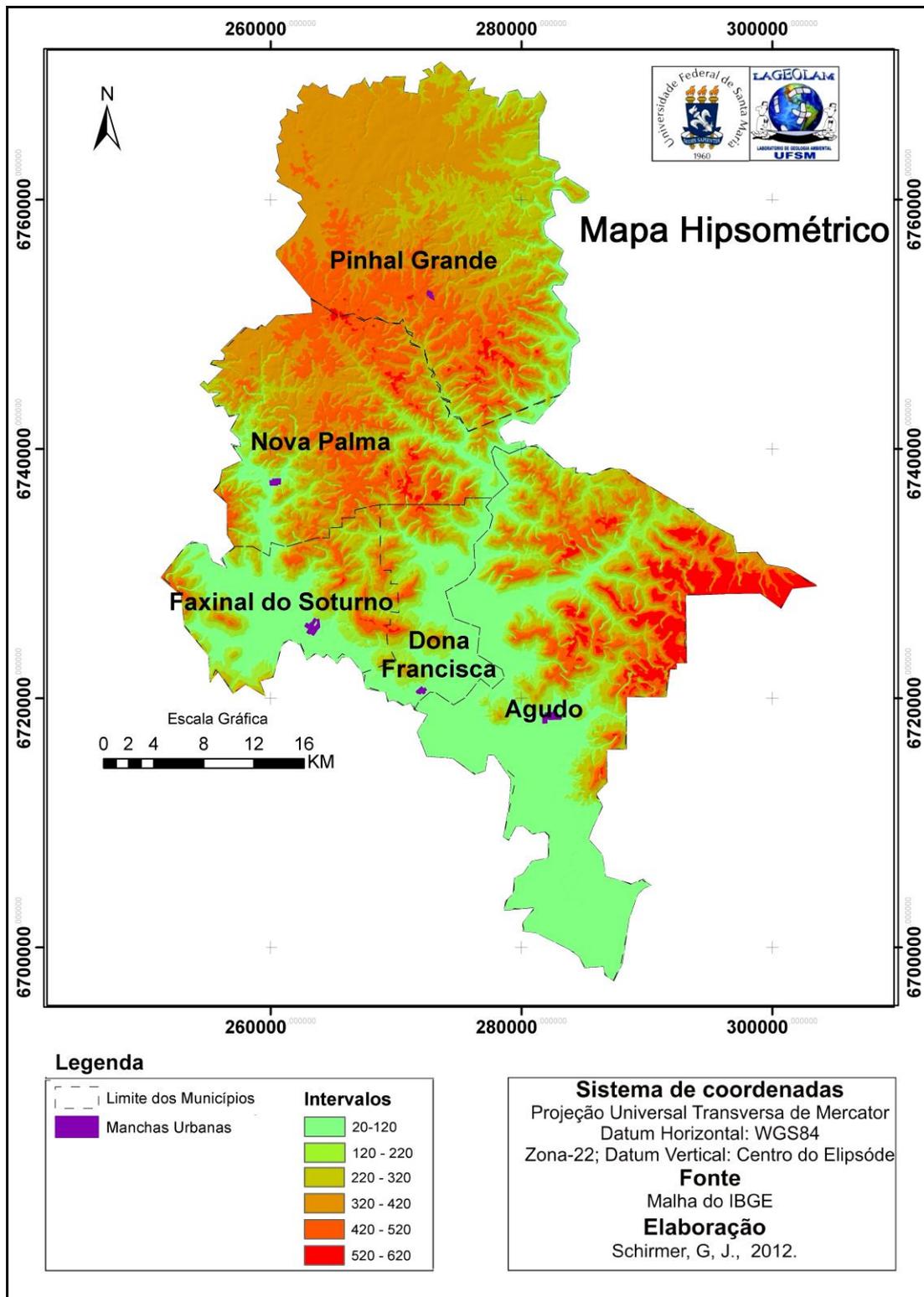


Figura 8: Modelo Numérico do Terreno dos municípios em estudo.
 Org: Schirmer, 2012.

A partir da classe 3, compreende as altitudes entre 220 e 320m, ocupa a área que começa principalmente no médio curso das drenagens, e pequena faixa no alto curso da área. 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 320 e 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 520 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 Pinhal Grande, localizado entre as cotas 100 e 520metros.

4.3.2. Declividade

O intervalo de declividade predominante é o menor de 5%, estas se distribuem em todas as altitudes. A figura 9 apresenta o mapa de declividade dos municípios em estudo.

As áreas de baixa declividade 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 encontram-se áreas de lavouras onde predominam atividades de cultivo de soja e uso para pecuária. As declividades de 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.

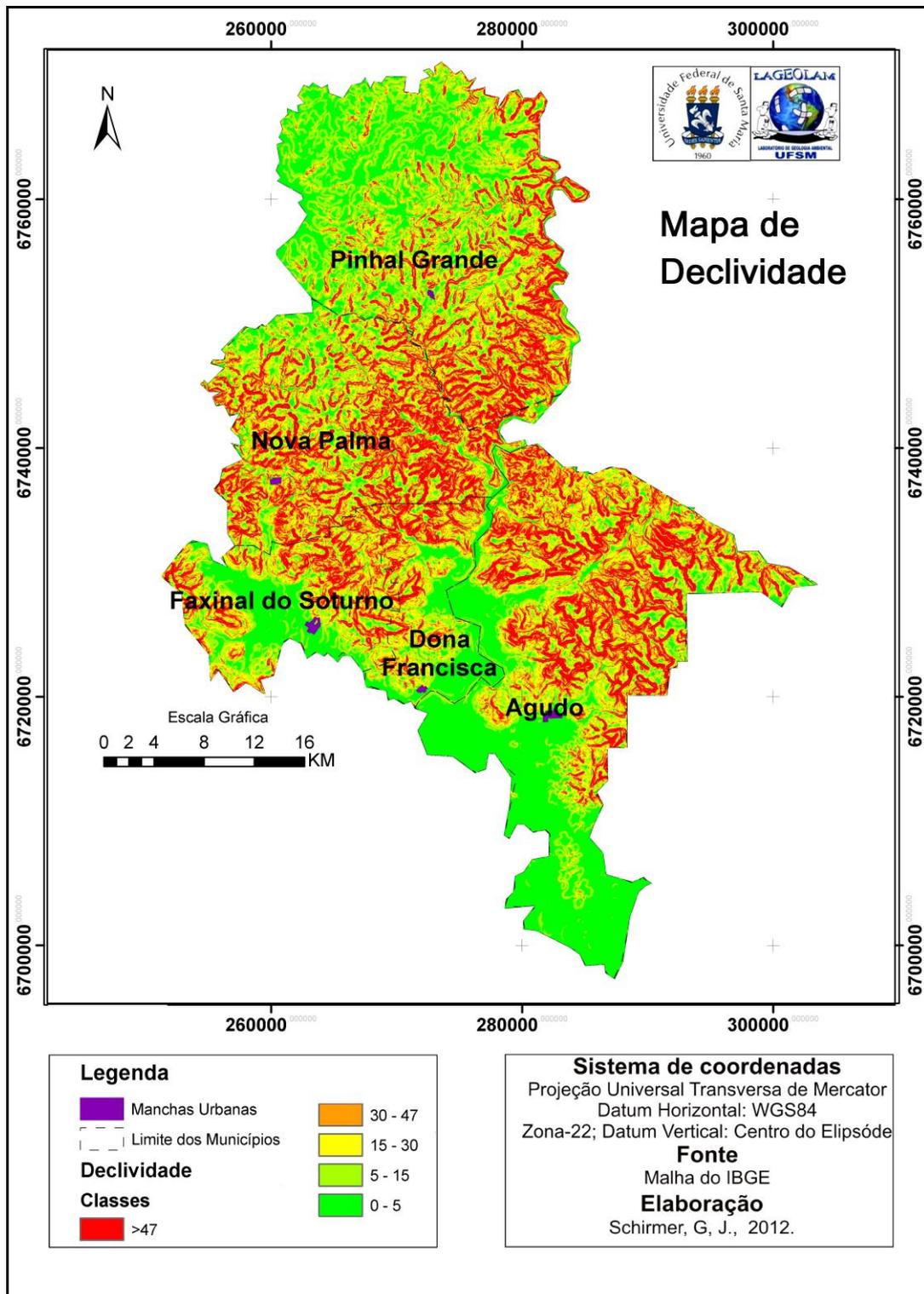


Figura 9: Declividade da área de estudo.
Org: Schirmer, 2012.

4.3.3. Orientação de vertentes

O mapa de orientação das vertentes (figura 10) permite indicar as diferentes condições de exposição a radiação solar. Este mapa pode ser utilizado nas atividades agrícolas definindo o tipo de cultivo conforme a necessidade de insolação.

Na área de estudo as porções mais inclinadas, de um modo geral, apresentam um predomínio da orientação das vertentes para o quadrante sul, possuindo baixa condição de exposição a radiação solar. Sendo que na margem esquerda do rio Jacuí em direção a jusante há um predomínio das vertentes orientadas para Oeste, com maior exposição a radiação solar pelo período da tarde e na margem direita voltadas para Leste com maior exposição a radiação solar no período da manhã. Isso se dá devido á dissecação do relevo dar-se em direção ao rio Jacuí.

Nas porções com declividade menores que 5% a orientação das vertentes em relação a insolação é plana, pois há exposição a radiação solar na maior parte do dia. As vertentes inclinadas para o norte são em menor quantidade ocorrendo principalmente morros isoladas e pequenas drenagens afluentes das sub-bacias hidrográficas existentes na área estudada.

Quanto as atividades agrícolas, os municípios são relativamente restritos para grande parte de cultivos que necessitem de maior insolação, como o cultivo de uva por exemplo. Isso ocorre devido aos municípios possuírem significativa quantidade das vertentes inclinadas para o Sul, sendo prejudicado com as massas polares, aumentando os estragos causados pelos ventos frios e gelados. No entanto as porções planas, suavemente onduladas e onduladas são utilizadas intensivamente com cultivos de verão, como: arroz, soja, milho e fumo.

As vertentes inclinadas para o quadrante sul conseguem manter umidade por maior tempo devido a baixa exposição da radiação solar, principalmente no inverno, onde por vezes em dias de frio intenso a camada de geada permanece de um dia para o outro em altitudes acima de 500m.

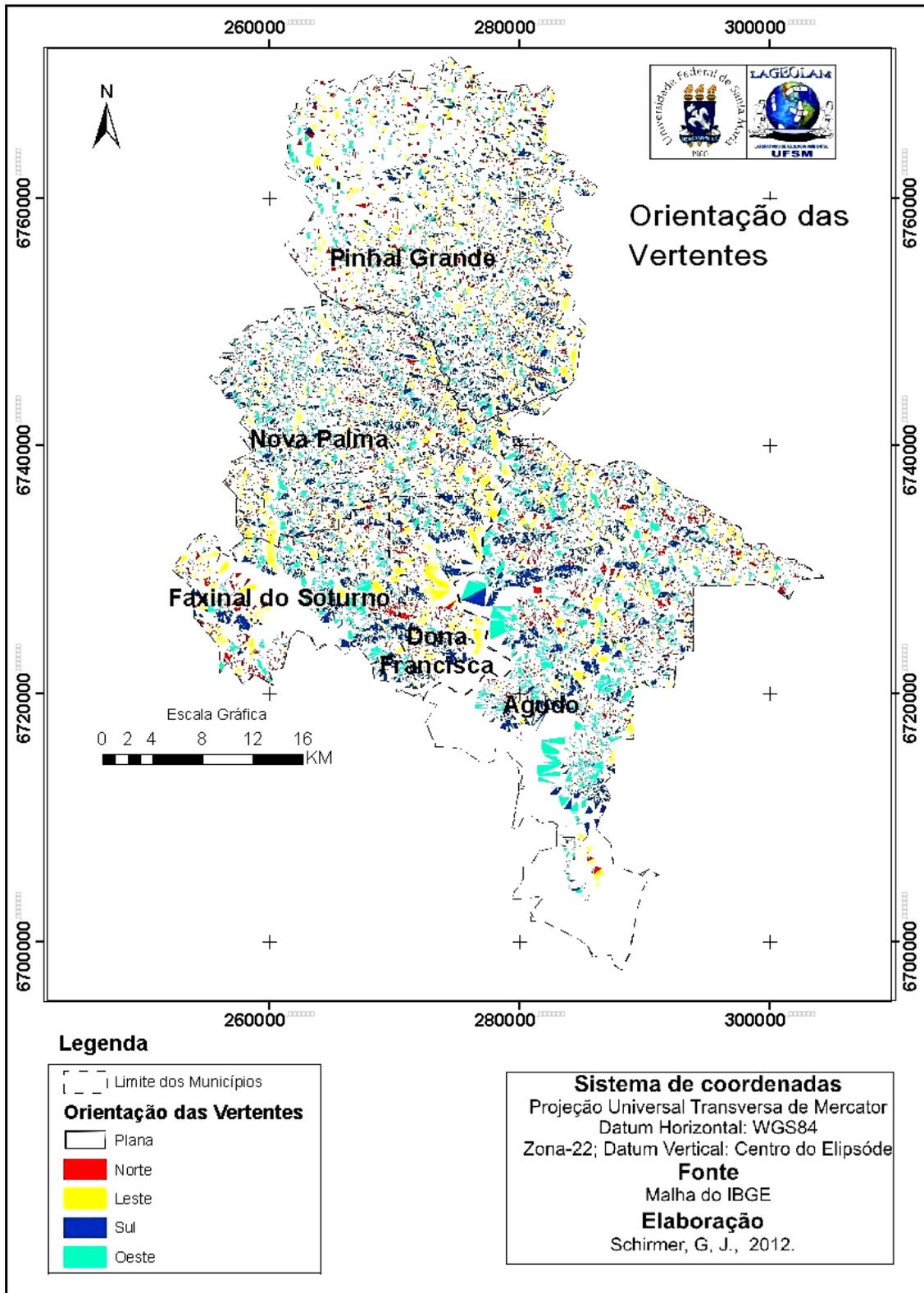


Figura 10: Orientação de vertentes da área de estudo.
 Org; Schirmer, G.J., 2012.

4.3.4. Análise das formas do relevo

As formas de relevo foram classificadas através da proposta do Instituto de Pesquisa Tecnológico IPT (1981). A partir da imagem 3D definiram-se as áreas de maior elevação e dissecação sendo possível obter-se uma melhor visualização das formas existentes na superfície. Com o cruzamento da imagem com os canais de drenagem percebe-se com clareza as diferentes feições existentes e como se comportam a medida que distanciam-se desses canais.

Os levantamentos permitiram dividir a área, de uma forma geral, em três principais feições: a porção sul, próximas do rio Jacuí o relevo apresenta extensas planícies, estendendo-se em direção as nascentes dos principais afluentes existentes dentro dos limites da área em estudo, onde é tradicionalmente realizado o cultivo do arroz (exceto as áreas de interflúvios, onde o relevo torna-se mais elevado); a porção central da área, onde começa a surgir formas de entalhamento no substrato rochoso, como vales e paredões rochosos; e, por fim, a porção norte que apresenta um relevo suavemente ondulado a ondulado.

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 mapa de Unidades de Relevo (Figura 11) 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 12. Associam-se as menores declividades em áreas inferiores a 5%. As altitudes predominantes são 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.

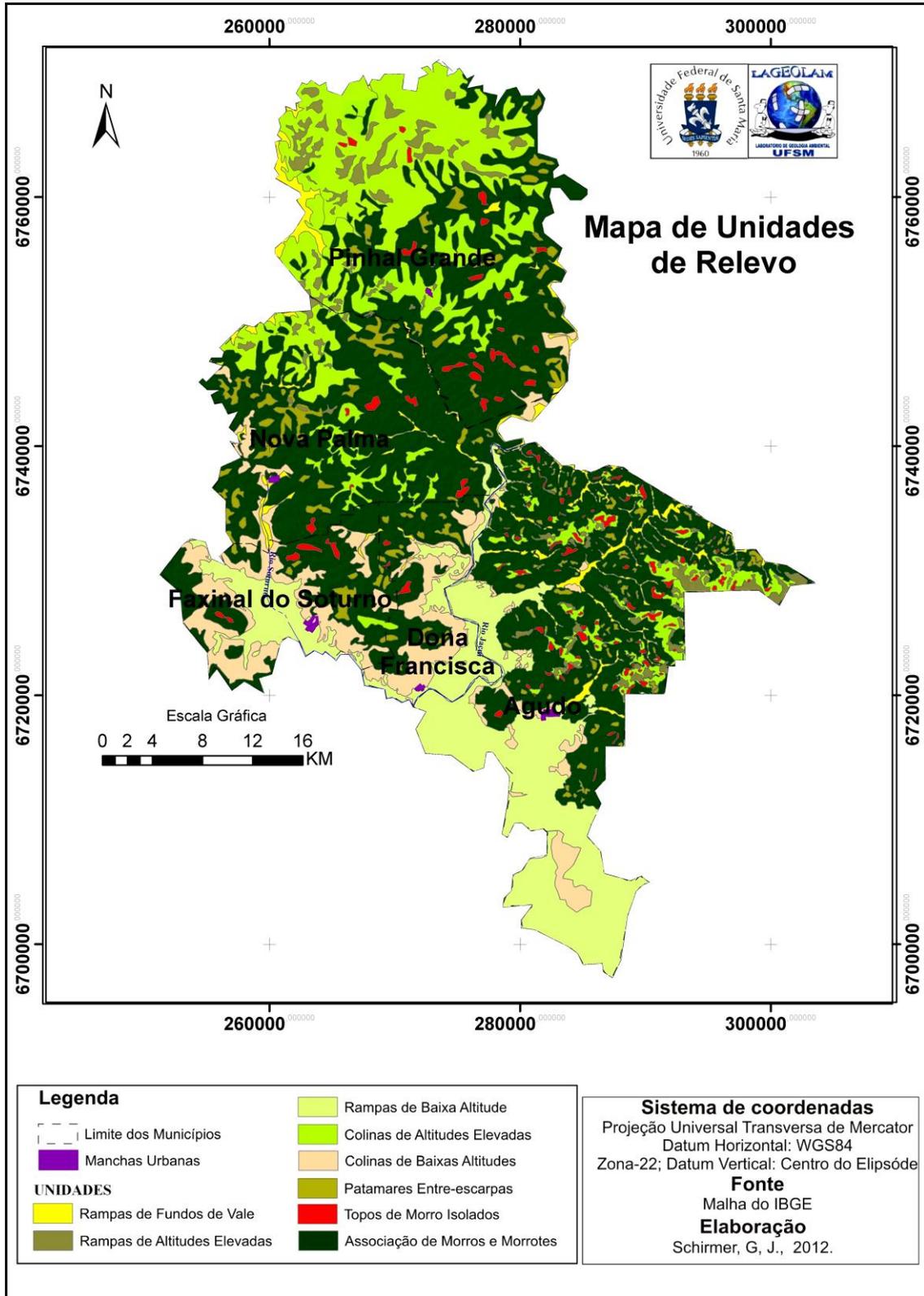


Figura 11: Mapa com as unidades de relevo da área de estudo.
 Org: Schirmer, 2012.

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.

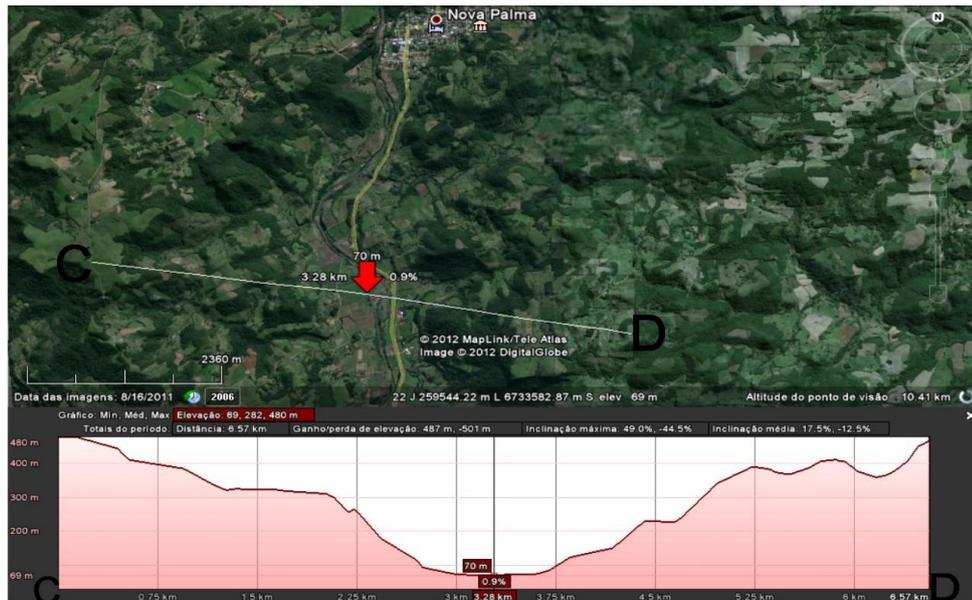


Figura 12: Perfil topográfico Rincão dos Freu, Nova Palma.

Fonte: Google Earth, 16/03/2011.

Org: Schirmer, 2012.

Unidade II - Rampas de Altitudes Elevadas

Estas áreas possuem baixa declividade, menor que 5% apresentando aspectos de colina suavemente ondulada, figura 13. Estão presentes em altitudes maiores que 400 metros, localiza-se principalmente na porção nordeste do município.

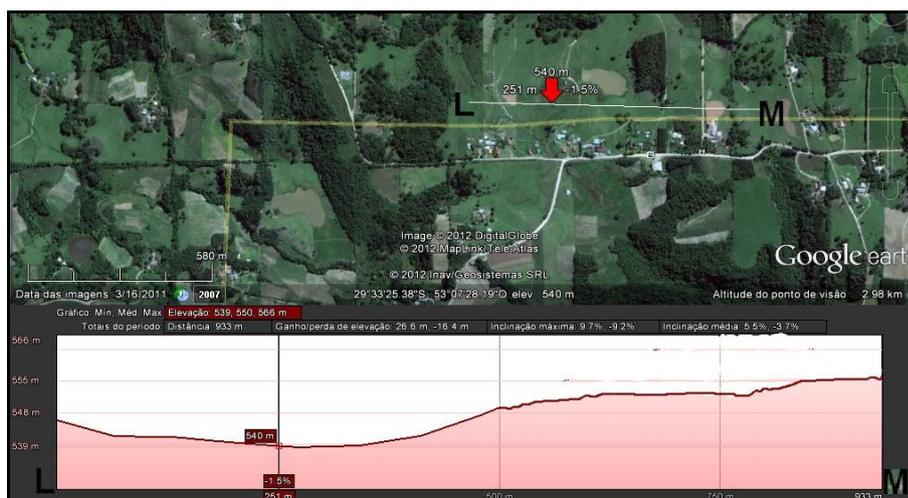


Figura 13: Perfil topográfico Complexo da Serra, Agudo.
 Fonte: Google Earth, 16/03/2011.
 Org: Schirmer, 2012.

Unidade III – Rampas de Baixas Altitudes

A definição de Rampas de Baixas Altitudes ocorreu a partir da identificação de porções alongadas nas áreas de planície de inundação do rio Jacuí (Figura 14), área essa com altimetria menor que 80 m 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.

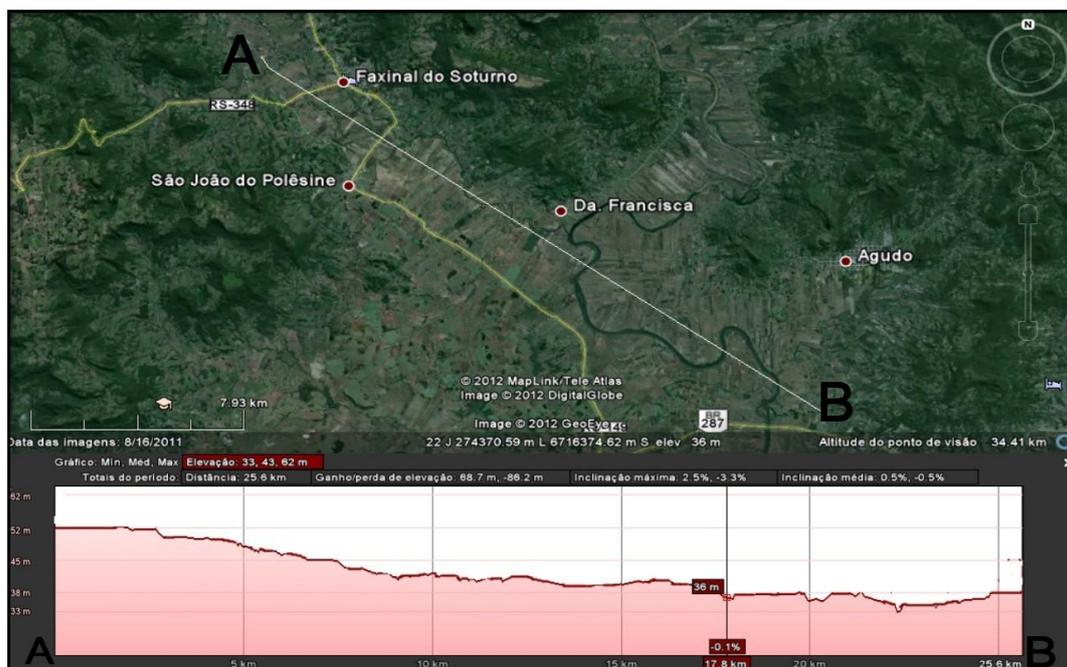


Figura 14: Perfil topográfico nas várzeas do rio Soturno e do Rio Jacuí, Faxinal do Soturno, Dona Francisca e Agudo.
 Fonte: Google Earth, 16/03/2011.
 Org: Schirmer, 2012.

Unidade IV - Colinas de Altitudes Elevadas

As colinas de altitudes elevadas caracterizam-se por possuir forma suavemente ondulada e com porções aplainadas, figura 15. Localizam-se em altitudes acima de 400m, com declividade entre 5 e 15%. A agricultura desenvolvida nessa área do município é predominantemente o cultivo do fumo.

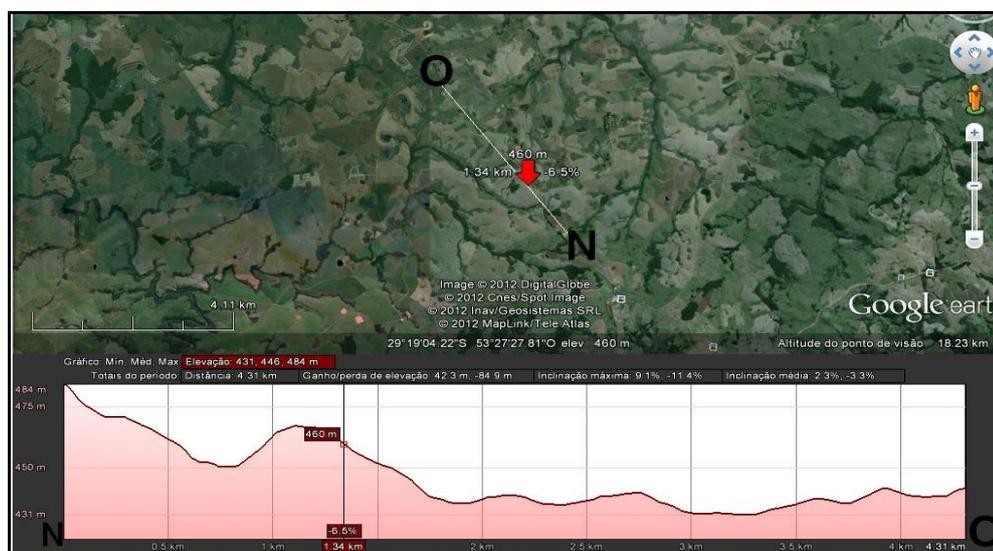


Figura 15: Perfil topográfico na localidade de Rincão do Apel, Pinhal Grande.
Fonte: Google Earth, 16/03/2011.
Org: Schirmer, 2012.

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 16 São áreas em que os processos erosivos são acentuados. A litologia dessas áreas é composta por arenitos com presença de conglomerados e vestígios de depósito de canais. Os solos são predominantemente argissolos.



Figura 16: Perfil topográfico, Sítio dos Melo, Faxinal do Soturno.

Fonte: Google Earth, 16/03/2011.

Org: Schirmer, 2012.

Unidade VI - Patamares entre-escarpas

Nas vertentes de relevo bastante inclinado estão presentes porções planas a levemente onduladas constituindo patamares entre escarpas, figura 17. Formam-se devido a diferença de resistência das rochas.

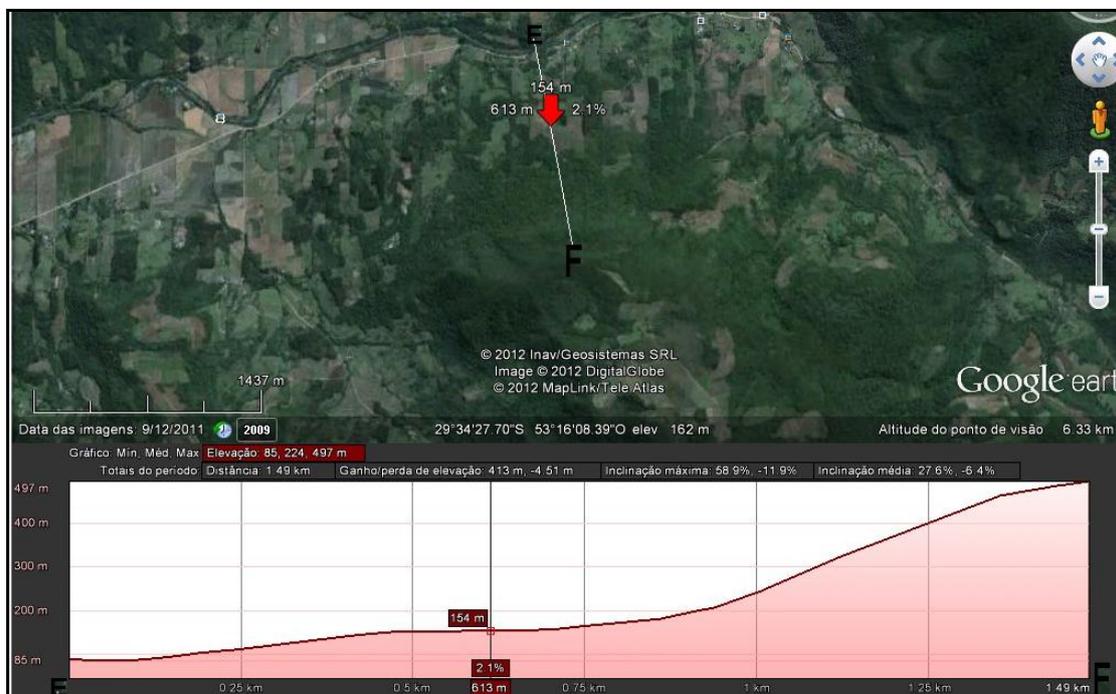


Figura 17: Perfil topográfico em Linha Boêmia, Agudo.

Fonte: Google Earth, 16/03/2011.

Org: Schirmer, 2012.

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.

Unidade VII - Topos de morro

Nas áreas de topo de morro, figura 18, 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.

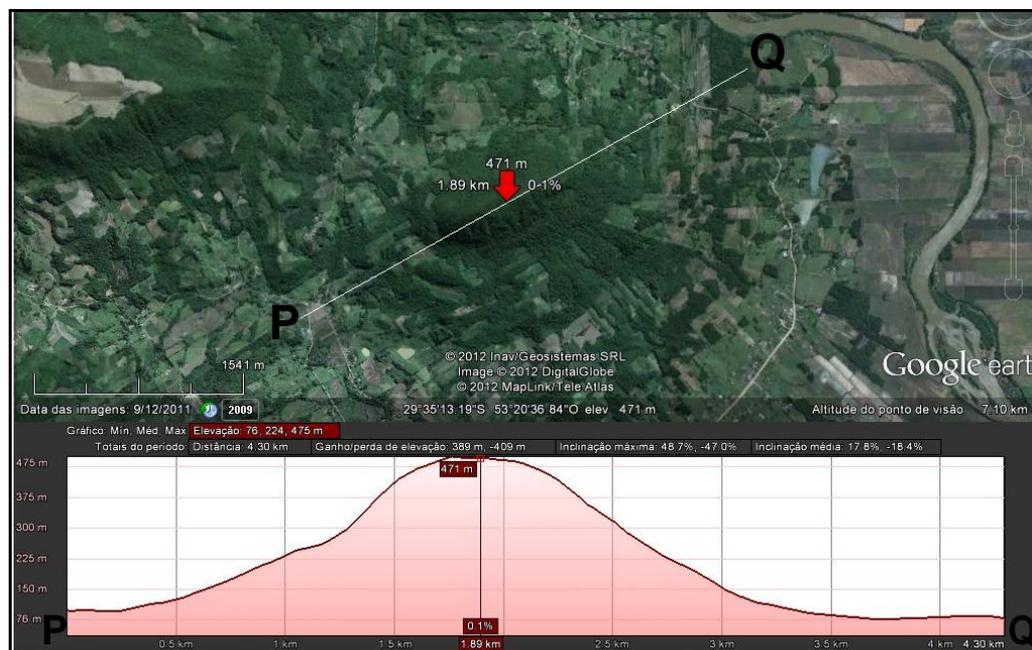


Figura 18: Perfil topográfico Cerro Formoso, Dona Francisca.

Fonte: Google Earth, 16/03/2011.

Org: Schirmer, 2012.

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, amplitudes entre 100m e 200m e

declividades altas. Os morrotes são porções de baixas elevações do terreno, com domínio de topos de arredondados, amplitudes entre 20m e 60 m e declividades altas.

Esta unidade predomina nos municípios em estudo, com declividade muito acentuada, predominando declividade acima de 30%, (figura 19). Essas áreas são pertencentes à unidade de relevo denominada de 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 talus 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.

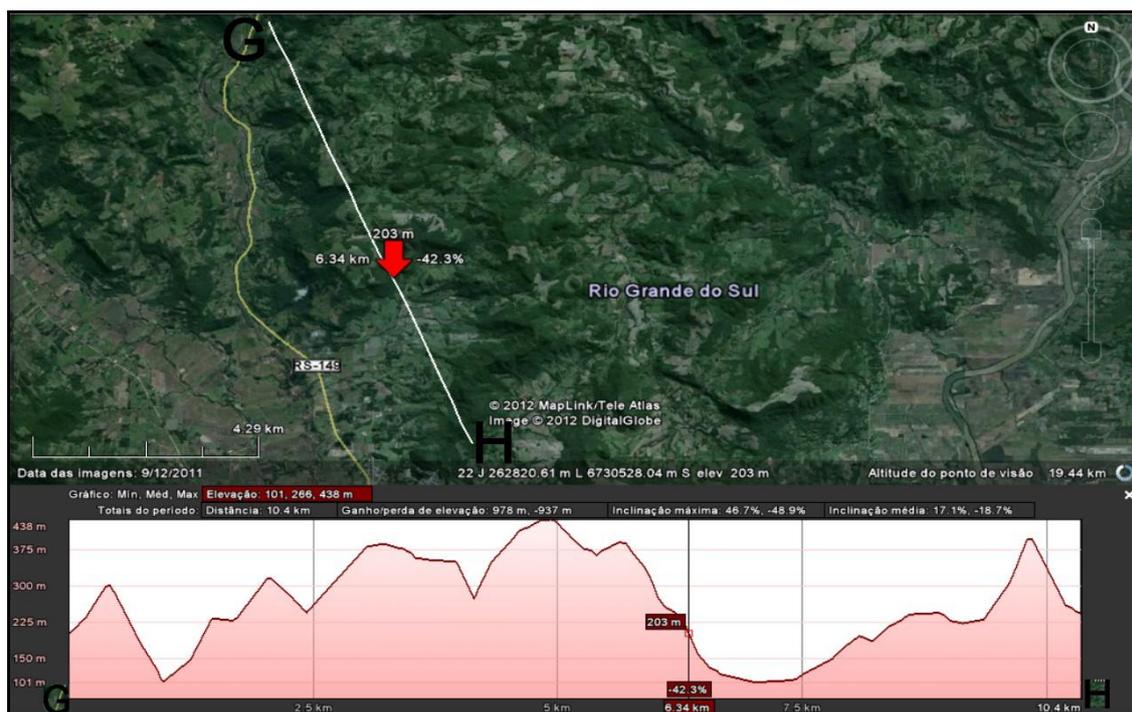


Figura 19: Perfil topográfico entre os municípios de Faxinal do Soturno e Nova Palma.

Fonte: Google Earth, 16/03/2011.

Org: Schirmer, 2012.

4.4. 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, figura 20. No estado do Rio Grande do Sul, esta bacia recobre as porções norte e oeste do estado. 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.



Figura 20: Localização da Bacia do Paraná na América do Sul.

Fonte: Holz e De Roz, 2002.

No Rio Grande do Sul o domínio da Bacia do Paraná engloba rochas vulcânicas (ácidas a básicas) e a Cobertura Sedimentar Gonduânica. Cabe ressaltar que a cobertura sedimentar 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 21 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 colúvio-aluviais e os demais litótipos pertencentes à Província do Paraná, ao Grupo São Bento e ao Grupo Rosário do Sul.

EON	ERA	Período	EPOCA	10 ⁷ anos	LITÓTIPOS / AMBIENTES DE SEDIMENTAÇÃO		
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	NEÓGENO	HOLOCENO	0,01	Depósitos colúvio-aluviais		
					Depósitos relacionados a barreiras holocênicas		
					Depósito de barreira pleistocênica 3		
		PLEISTOCENO			Depósito de barreira pleistocênica 2		
					Depósito de barreira pleistocênica 1		
	MESOZÓICO	PALEOGENO			1,80	Formação Santa Tecla	
					65,5	Formação Tupanciretã	
		CRETÁCEO					Província Kimberlítica Rosário do Sul
							Suite Alcalina Passo da Capela
							GRUPO SÃO BENTO
							Formação Serra Geral
						135	Formação Botucatu
							Formação Guará
							GRUPO ROSÁRIO DO SUL
							Formação Caturrita
PERMIANO	TRIASICO			199	Formação Santa Maria		
				228	Formação Sanga do Cabral		
					GRUPO PASSA DOIS		
				245	Formação Pirambóia		
				251	Formação Rio do Rasto		
PALEOZÓICO	CARBONIFERO				Subgrupo Estrada Nova		
					Formação Irati		
					GRUPO GUATÁ		
					Formação Palermo		
	Formação Rio Bonito						
	GRUPO ITARARÉ						
	Formação Taciba						
					BACIA DO CAMAQUÃ		

Figura 21 – Recorte da coluna estratigráfica do estado do Rio Grande do Sul.

Fonte: Santos et. al (1989).

Na área de estudo os litótipos pertencentes ao Grupo São Bento compõe as rochas vulcânicas, da Formação Serra Geral, e arenitos com características de depósitos eólicos da Formação Botucatu. Os litótipos pertencentes ao Grupo Rosário do Sul são compostos por arenitos conglomeráticos a lamitos das Formações Caturrita e Sanga do Cabral, e Lamitos fossilíferos da Formação Santa Maria. 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. A Figura 22 apresenta a distribuição espacial da litologias da área de estudo. Pode-se observar que na área de análise 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 aforamento 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, figura 23. 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 e elevadas 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 abaixo das rochas vulcânicas, sobre arenitos eólicos ou quando este não está presente está sobre arenito fluvial.

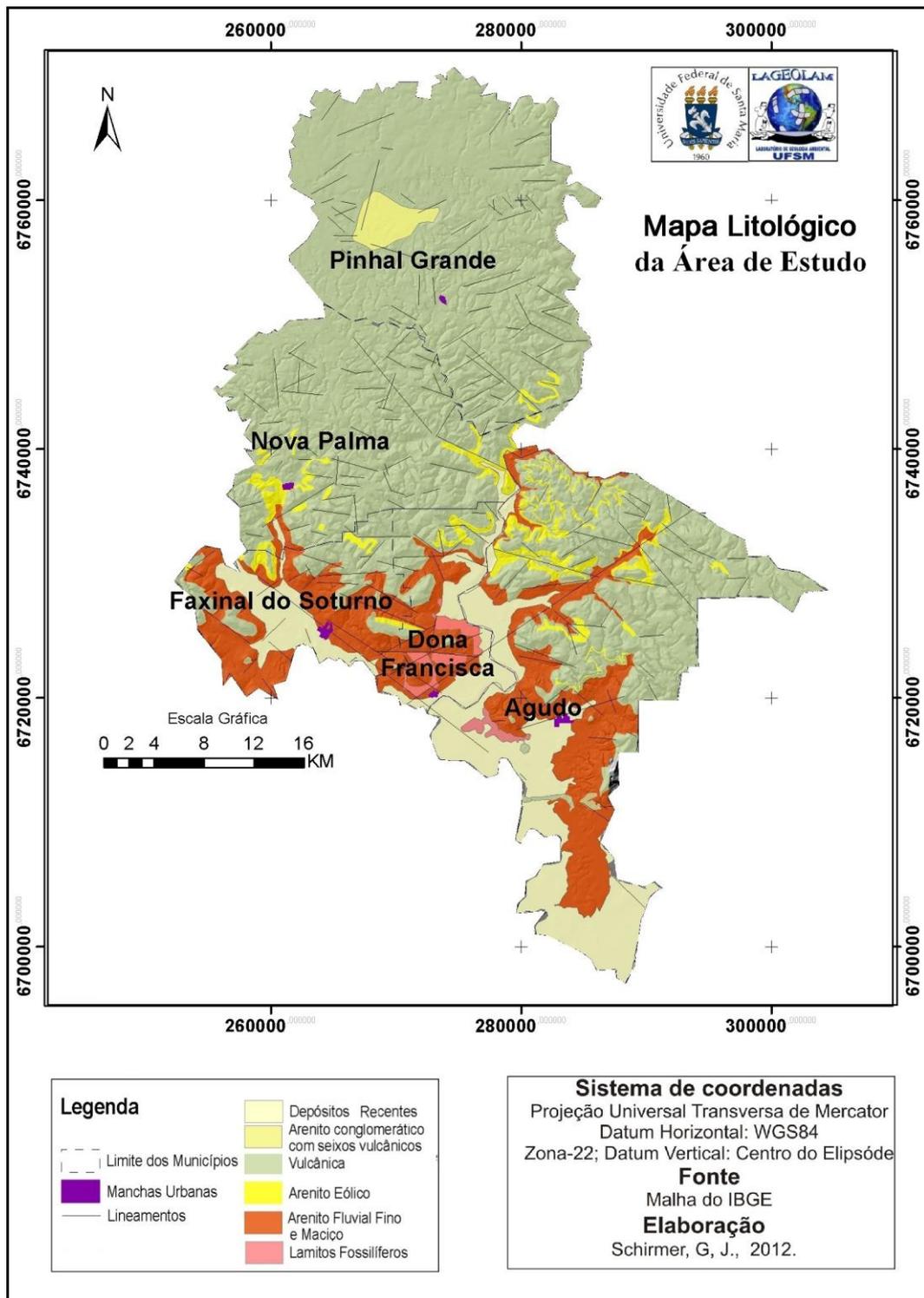


Figura 22: Litologias dos municípios da área de estudo.
 Org: Schirmer, G. J.; 2012.

O material composto 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 depósitos fluviais recentes.

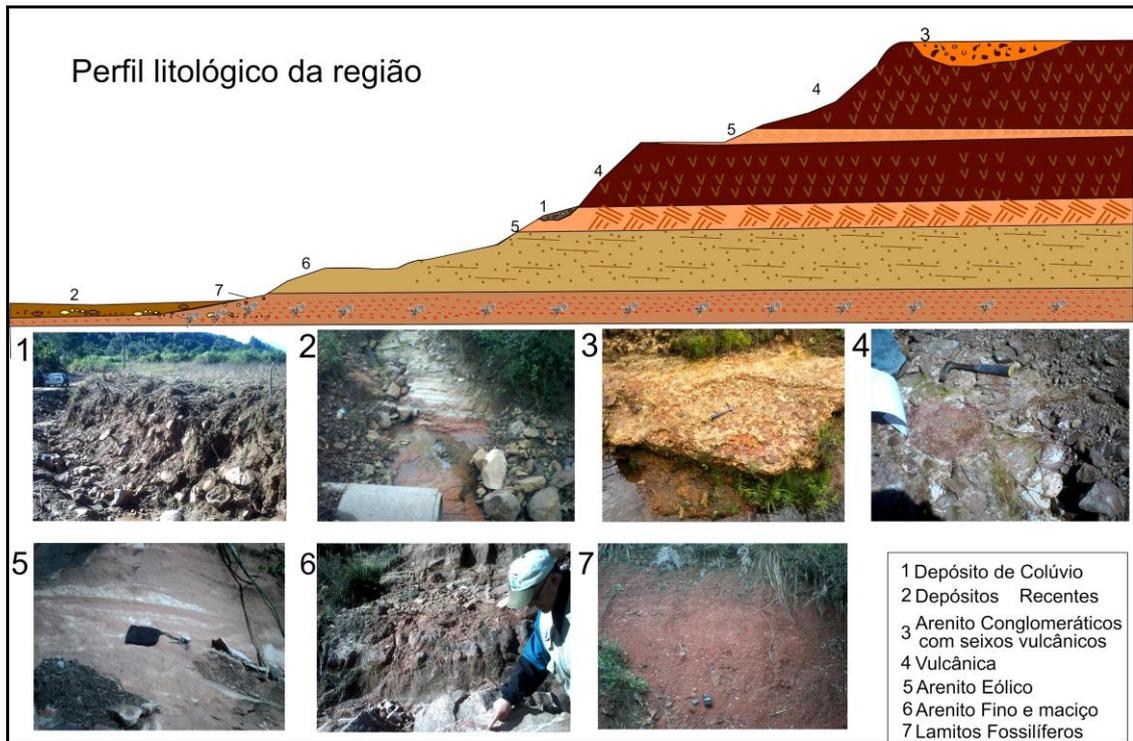


Figura 23: Perfil litoestratigráfico esquemático da área de estudo.

Org: Schirmer, G. J., 2012.

Depósitos Recentes

Os depósitos recentes presente nos municípios de estudo, no entanto não faz 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 porções onde a declividade é zero 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, figuras 24 e 25:



Figura 24 e 25: Lamitos Estratificados em Agudo e Depósito Fluvial em Faxinal do Soturno, respectivamente.
Org: Schirmer, G. J., 2012.

Arenitos Conglomeráticos

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 sequência 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 o arenito apresenta fendas verticais pelas quais a água percola e propicia os desabamentos, dando assim, prosseguimento a erosão regressiva.

Menegotto, Sartori e Maciel Filho (1968) dataram como camadas do final do Cretáceo ou Terciário, figura 26 e 27:



Figura 26 e 27: Rocha intemperizada a esquerda e Conglomerados junto a drenagem.
Org: Schirmer, 2012.

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. Estas rochas ocorrem arranjas 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 ácidas normalmente encontradas são agrupadas em quatro grandes tipos petrográficos: os basaltos pórfiros, os dacitos e riodacitos felsíticos, os riolitos felsíticos e os fenobasaltos vítreos.

Essa litologia encontra-se sobre os arenitos, com exceção do dique localizado margem esquerda do rio Jacuí e de alguns *sills*¹ na localidade do Canto Paraná (cascata Friedrich). A área onde encontra-se essa litologia, ocorrem as maiores altitudes, onde predomina uma topografia de morros e morrotes de encostas íngremes e declividades superiores a 15 % nos municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, porção de nordeste a sudoeste do município de Nova Palma e leste de Pinhal Grande.

Nas porções norte e noroeste de Nova Palma e oeste de Pinhal Grande encontram-se em declividades inferiores a 15%. As escarpas abruptas associam-se aos

¹*Sills* são afloramentos de rochas vulcânicas que penetraram entre camadas ou falhas de rochas pré-existentes.

contatos dos derrames, onde por vezes afloram arenitos intertrápicos, 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.

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 superfície. Alguns morros e morrotes isolados possuem uma capa de rocha vulcânica, testemunhando o recuo dos derrames devido aos processos erosivos. A vegetação nessas áreas mais desenvolvida que nas outras áreas litológicas. Os movimentos de massa e deslocamento de blocos também são característicos desses locais, figura 28 e 29:



Figura 28 e 29: Amígdalas em brecha vulcânica, em Agudo e Vulcânica com fratura horizontal em Pinhal Grande.

Org: Schirmer, G. J., 2012.

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 brechas de arenitos muito coesos. 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, figuras 30 e 31.



Figura 30 e 31: Arenito eólico em Nova Palma e Arenito eólico em Agudo.
Org: Schirmer, G. J.,2012.

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 32 e 33.



Figura 32 e 33: Afloramento em Nova Palma e Afloramento em Dona Francisca.
Org: Schirmer, G. J.,2012.

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 possança que intercalam-se ou passam lateralmente a siltitos e folhelhos micáceos avermelhados.

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, figura 34.



Figura 34: Arenito fluvial com depósito de canal, terraço fluvial.
Org: Schirmer, G. J., 2012.

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.

4.5. Análise simplificada das características do solo

Este trabalho traz uma discussão simplificada das características dos tipos de solo encontrados na região, sem um aprofundamento através de análise da composição química nele existente (Figura 35).

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.

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 em 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 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 sobre conglomerados e rochas vulcânicas.

Na porção que compõe o rebordo do planalto os solos tendem a ser rasos devido a elevada inclinação do relevo não permitir a formação de solo, sendo que há porções do planalto onde ocorre solos rasos em áreas planas, influenciados pela localização em centro de derrames.

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 5 classes, relacionando à distribuição dos solos com o relevo e as litologias: Neossolos Litólicos, Cambissolos, Argissolos, solos Hidromórficos e Latossolos.

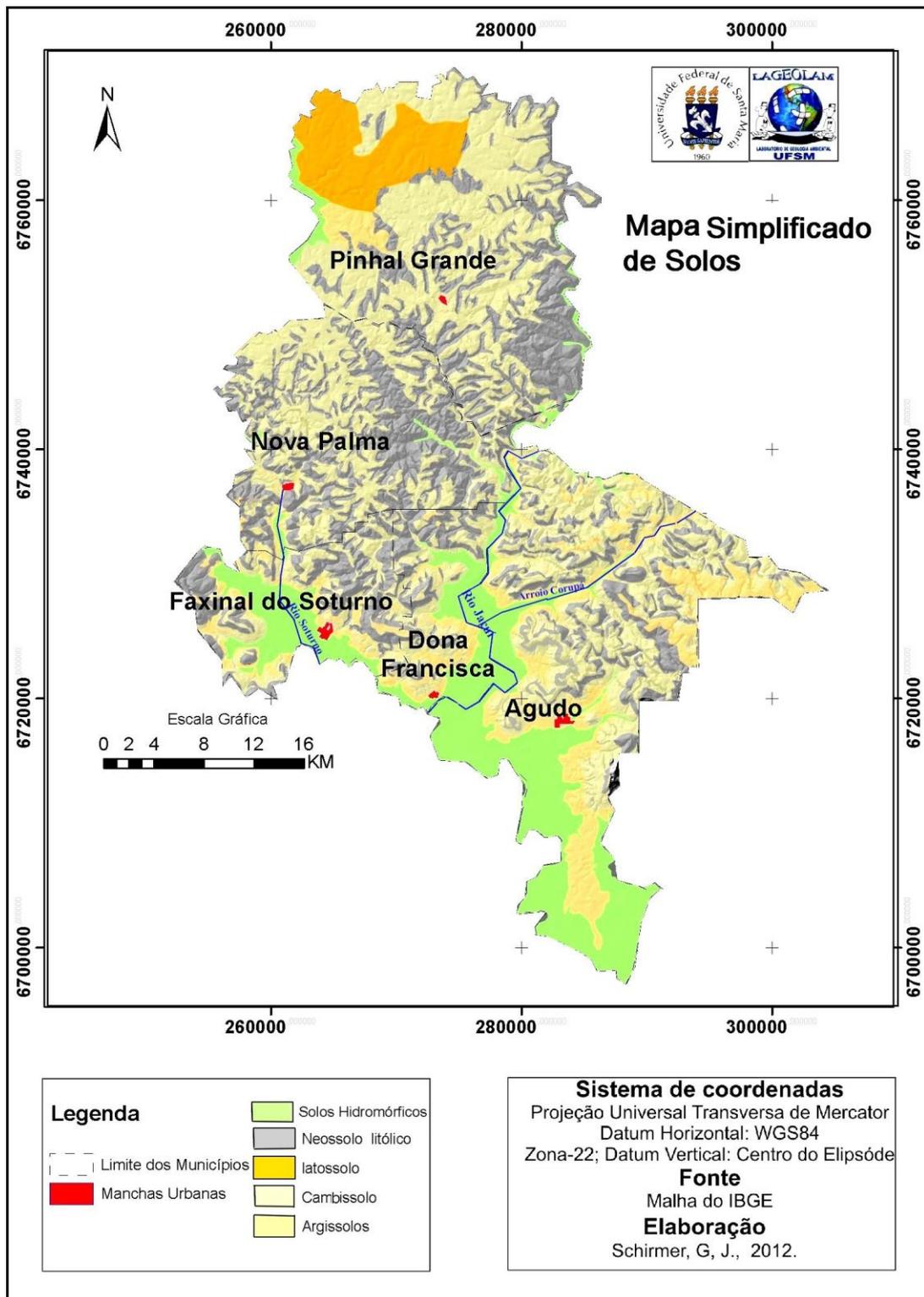


Figura 35: Mapa de solos da área de estudo.
 Org: Schirmer, G.J.,2012.

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 35.



Figura 36: Neossolo litólico em Pinhal Grande.
Org: Schirmer, 2012.

Os solos 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, figura 37.



Figura 37: Cultivo de milho sobre Neossolos Litólicos
Org: Schirmer 2012.

Os Neossolos 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 ocorrerem 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. Cambissolos são solos em processo de transformação, apresentando por vezes fragmentos de rochas, não podendo ser enquadrado com outros solos.

Este tipo de solo possui espessura e estágio de intemperismo variáveis, o que algumas vezes leva a associações diferenciadas desde Neossolos até Latossolos. Quando encontrado em menores espessuras com significativa presença de pedregulho ocorre associado a neossolos. Em outras porções, ocorre associado a Latossolos que se desenvolvem no contato entre dois derrames, por ser um material mais susceptível ao intemperismo.

É comum, ainda, encontrar estes solos com espessura superior a 2 metros, nas áreas de encosta, quando na presença de depósito coluvial, figura 38:



Figura 38: Perfil de Cambissolo.
Org: Schirmer, 2010.

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 39:

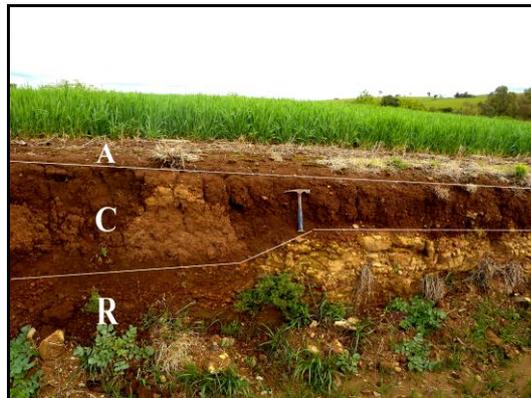


Figura 39: Cultivo de trigo sobre Cambissolos em Nova Palma.
Org: Schirmer, 2012.

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 elevados.

Latossolos

Estes solos são bem desenvolvidos com 2 a 5 metros de espessura, homogêneos e altamente intemperizados. Os Latossolos são solos bem drenados, apresentando um 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”, figura 40 e 41:



Figura 40 e 41: Perfil de Latossolos e Voçorocas sobre Latossolos com pecuária e lavoura, em Pinhal Grande.

Org: Schirmer,2012.

Argissolos

Os Argissolos são solos geralmente profundos a muito profundos, de 1 m 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, figura 42:



Figura 42: Perfil de Argissolos em Faxinal do Soturno.
Org:Schirmer, 2012.

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, figura 43:



Figura 43: Perfil de Argissolos em Nova Palma.
Org: Schirmer,2012.

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 44:

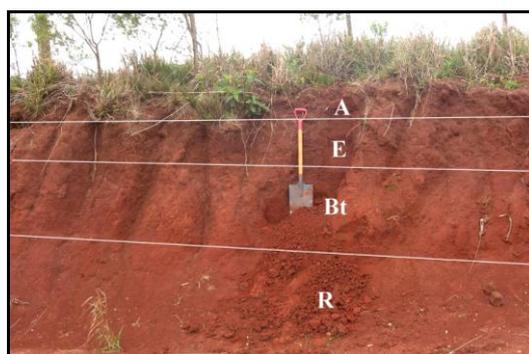


Figura 44: Perfil de Argissolos sobre rocha Vulcânica em Pinhal Grande
Org: Schirmer, 2012.

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 45:



Figura 45: Solo hidromórfico do tipo Gleissolo próximo á drenagem em Agudo.
Org: Schirmer, 2012.

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, figura 46.



Figura 46: Perfil de solo do tipo Planossolo, próximo ao Rio Jacuí, com processos erosivos.
Org: Schirmer, 2012.

4.6. 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 de Mata Atlântica, sendo assim os municípios em estudo, em sua totalidade, enquadram-se de alguma forma nessa reserva (figura 47).

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.

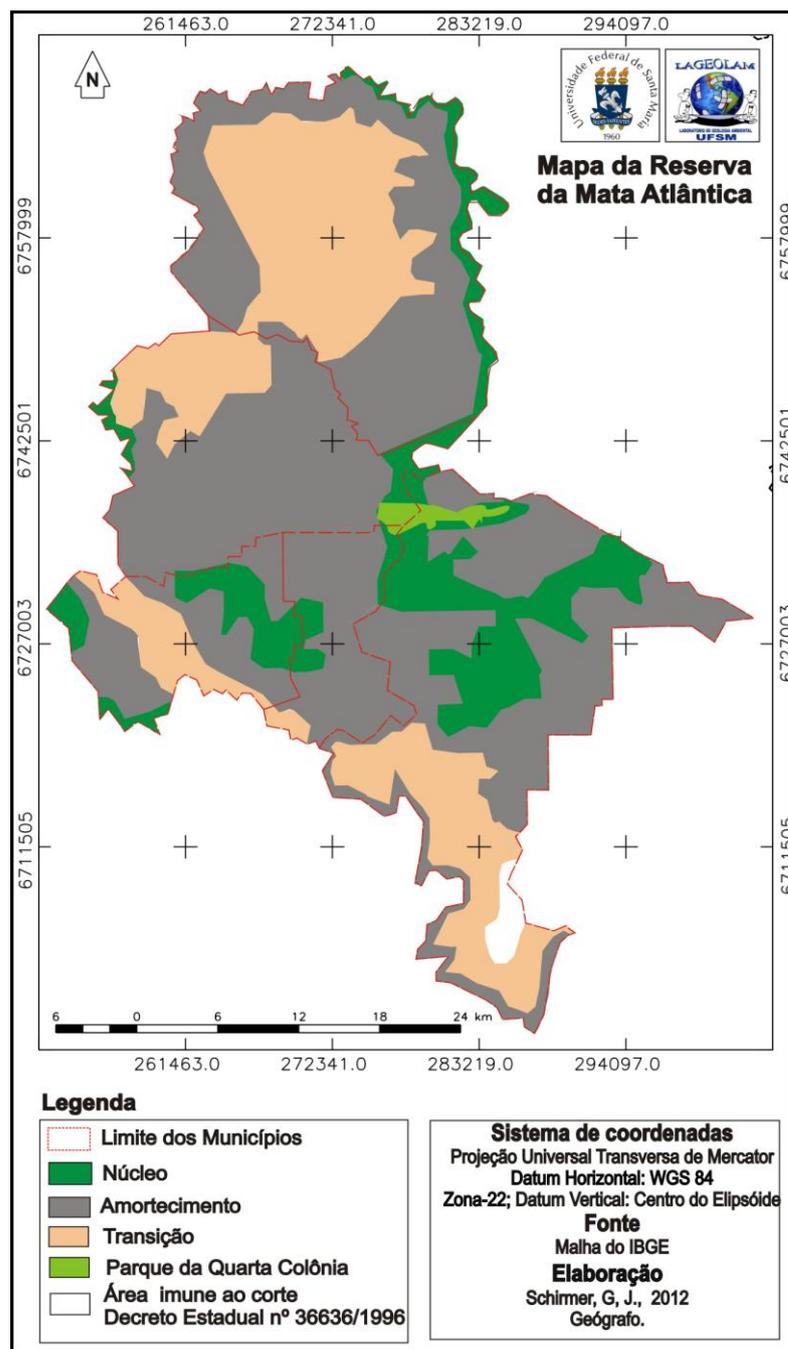


Figura 47: Área da reserva da Mata Atlântica.

Fonte: Compilado da GEOFEPAM, 2009.

Org: Schirmer, G. J., 2012.

A maior parcela da Zona Núcleo encontra-se no município de Agudo, gerando conflito ambiental devido a essa região ser constituída de pequenas propriedades produtoras de fumo virgínia, que utilizam, em muitos casos ilegalmente, a mata nativa. Há também a presença da Zona Núcleo nos demais municípios, porém nesses, acaba acompanhando as drenagens em sua maioria.

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 potreiros, separadamente dos demais tipos de vegetação arbórea característicos da mata Atlântica, figura 48:



Figura 48: Araucárias em potreiros no município de Agudo.
Org: Schirmer, 2012.

Nas zonas de Transição e de Amortecimento 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.

5. IDENTIFICAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo são levantadas as informações referentes aos processos de ocupação que ao longo dos anos desencadearam os diferentes usos da terra desenvolvidos nos municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma e Pinhal Grande. Além disso, são apresentadas as informações a respeito da cobertura vegetal 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.

5.1. Breve Histórico da Formação e Ocupação dos Municípios da Área de Estudo

A vinda de imigrantes alemães e italianos ao Brasil teve três principais objetivos: ocupação das terras, branqueamento da população 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 o 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.

Foram encontrados na região vestígios arqueológicos das tradições Humaitá, Vieira e Tupi-guarani. A imensa várzea do Rio Jacuí sempre atraiu as populações indígenas, pela fertilidade do solo, abundância de caça e pesca e transito para embarcações. Até o ano de 1750 o território compreendido pela Colônia de Santo Ângelo pertencia à coroa espanhola, com o tratado de Madri passou ao controle de Portugal. A Colônia de Santo Ângelo foi criada no rebordo do Planalto, com o intuito de estabelecer uma parada entre a Depressão Central e os Campos do Planalto, Werlang (1995).

No que se refere à história da Quarta Colônia, de acordo com Cesca (1975), a imigração italiana na Província de São Pedro começou a partir do ano de 1870. Três colônias foram fundadas na Encosta do Planalto Nordeste do Rio Grande do Sul; a primeira colônia chamada “Conde d’Eu”, hoje Garibaldi; em seguida, ao lado da primeira, cria-se a segunda colônia denominada “Dona Isabel”, atual Bento Gonçalves.

Em 1875 funda-se a terceira colônia denominada “Duque de Caxias”, hoje, Caxias do Sul. De acordo com Thomas (1976) *apud* Brum Neto (2007), o êxito obtido pelas primeiras colônias italianas fez com que logo surgissem outras, como Silveira Martins (Quarta Colônia), Alfredo Chaves (Veranópolis), Antônio Prado, Guaporé e Vila Nova.

Ainda, conforme Cesca (1975), a Quarta Colônia foi fundada em 1877, com a vinda de setenta famílias provenientes da Província do Vêneto (norte da Itália), que se estabeleceram nos cumes da Serra de São Martinho, próximo a cidade de Santa Maria da Boca do Monte, uma vez que esta desejava agregar no seu município um contingente de imigrantes. Estes imigrantes ocupariam as terras devolutas 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).

Do mesmo modo, sobre a origem da Quarta Colônia de Imigração Italiana do Rio Grande do Sul, Itaquí (2002, p. 35) explica que “ela foi criada em 1877 na região Centro-Oeste do Estado, entre os municípios de Santa Maria e Cachoeira do Sul, para receber as 70 primeiras famílias de imigrantes vindos do norte da Itália ao núcleo colonial de Silveira Martins”.

Conforme Cesca (1975), a Quarta Colônia de Imigração Italiana “Silveira

Martins” expandiu-se, dando origem a novos núcleos, como Vale Vêneto, em 1878. Este deu segmento a outros núcleos devido à falta de terras e à vinda de novos imigrantes, tais como: Val Veronês (1880-1885), Ribeirão (1880), Dona Francisca (1883), Núcleo Norte (atual Ivorá, 1883), Soturno (hoje Nova Palma, 1884), Geringonça (atual localidade de Novo Treviso em Faxinal do Soturno, 1885 e Polêsine (atual São João do Polêsine, 1893).

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, Strenzel & Rampelotto (2012).

A caracterização geral da formação territorial individual dos municípios da área de estudo deu-se de acordo com as descrições abaixo:

- Agudo

A região conhecida como Agudo, aparece pela primeira vez num mapa originado pela Província no ano de 1800. Em 1938, que Agudo 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). Em 1932 a concentração urbana era composta apenas por moradias em torno da hoje Avenida Concórdia. Em 16 de fevereiro de 1959, a emancipação concretiza-se, pela Lei estadual nº 3718, assinada por Leonel de Moura Brizola, então Governador do Rio Grande do Sul.

Hoje o município é constituído por 33 localidades, sendo que a região norte do município possui maior concentração da ocupação rural. Quanto a cultura teve maior peso na região colonial a Pomerana representada pelas vestes, hábitos e pelo dialeto pomerano.

Na porção nordeste do município uma localidade acabou levando o nome Complexo da Serra devido essa influência. O município possui em atividade,

coordenados pelo CMC (Conselho Municipal da Cultura), Grupo de Danças Folclóricas Alemãs nas escolas, com destaque para o Grupo de Dança Alemã *Freundeschaft*, coral municipal, banda municipal e museu municipal. Nas escolas é oferecido o estudo da língua alemã, com o intuito de não deixar se perder as raízes culturais de origem.

Os eventos mais importantes do município são a Festa do Moranguinho e da Cuca, a Festa Volksfest, o Natal Luz e Soberanas dos Balneários, além de outros.

- Faxinal do Soturno

No ano de 1877 dentro da epopeia da imigração italiana, ocupados os cumes do nascedouro da Serra de São Martinho e fundado o povoado de Silveira Martins, quarto núcleo da colonização italiana, foram sendo formados novos núcleos, entre os quais Vale Vêneto, considerado o berço histórico do município de Faxinal do Soturno.

O Contínuo fluxo de imigrantes fez a Colônia de Silveira Martins expandir-se pelas quebradas da serra, dando origem a novos núcleos, quais foram: Soturno, Novo Treviso, Ribeirão, Val Veronês (1880), São João do Polêsine (1893) e Santos Anjos (1895). O núcleo denominado Soturno foi subdividido em Barracão (atual município de Nova Palma) e Geringonça (atual Vila Novo Treviso). Posteriormente, entre estes dois núcleos surgiu a cidade sede do município de Faxinal do Soturno, cujo território, na sua maior parte desmembrou-se do município de Cachoeira do Sul e uma pequena parte do município de Júlio de Castilhos.

A primeira denominação recebida pelo atual município foi Campo do Meio. Após, pelo acervo de utensílios indígenas encontrados nas lavouras, pelos novos colonizadores, indicando que esta área foi ocupada pelos índios Tapes, passou a denominar-se Campo dos Bugres.

O nome Faxinal originou-se da denominação dada à vegetação que cobria esta região, na época da colonização, que era uma vegetação rasteira, tipo pastagem, com grupo de árvores esguias.

O nome Soturno, teve sua origem, segundo relatos, quando da elaboração da carta geográfica da região. Um grupo que levantava a navegabilidade dos afluentes do Rio Jacuí, ao chegar no atual Rio Soturno, deparou-se na altura do atual município com pantanais, ribeirinhos ao rio, cobertos de mato cerrado e escuro, dando ao local e ao rio um aspecto soturno e perigoso.

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. Hoje comemora-se como o Dia do município a data do plebiscito, 30 de novembro.

Pela lei municipal nº 7, de 23-10-1959, é criado o distrito de São João do Polêsine ex-povoado e anexado ao município de Faxinal do Soturno. Em divisão territorial datada de 1-VII-1960, o município é constituído de 2 distritos: Faxinal do Soturno e São João do Polêsine.

Pela lei estadual nº 43, de 20-10-1961, é criado o distrito de Dona Francisca e anexado ao município de Faxinal do Soturno.

Pela lei estadual nº 4993, de 17-07-1965, desmembra do município de Faxinal do Soturno o distrito de Dona Francisca. Elevado à categoria de município.

Pela lei estadual nº 9601, de 20-03-1992, desmembra do município de Faxinal do Soturno, o distrito de São João do Polêsine. Elevado à categoria de município. E assim permanece a divisão territorial de Faxinal do Soturno.

- Dona Francisca

O atual município de Dona Francisca fazia parte da antiga Colônia, de Santo Ângelo. Foi criado em 1883 e situa-se na margem direita do rio Rio Jacuí. Pertencia ao Município de Cachoeira do Sul. A sede era a Fazenda Santo Antônio, de propriedade do Senhor José Gomes Leal, o qual, por volta de 1880, vendeu a propriedade à Família Mostardeiro, de Porto Alegre, uma vez que havia contraído dívida com a mesma e não possuía capital suficiente para quitar o débito. Em 1881, Manoel José Gonçalves Mostardeiro ali fixou residência, com o fim de administrar a área. No ano seguinte, abriu a primeira escola, tendo como professora sua filha, Anália Mostardeiro.

Em 1883 foi contratado um agrimensor para estabelecer as bases da colonização, que foi implementada através dos imigrantes alemães e italianos. Destaca-se que o núcleo da atual sede do município foi delineado já naquele ano, o agrimensor elaborou um projeto de vila, contando com ruas e lotes delimitados. O nome Dona Francisca foi uma homenagem à esposa do Sr. Mostardeiro.

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. O rápido desenvolvimento econômico, fruto do trabalho dos imigrantes, fez com que

Cachoeira do Sul, no primeiro quarto do século XX, instalasse em Dona Francisca a sede do 5º distrito, constituído pelas localidades de Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Linha Ávila, Santos Anjos, Polêsine e Vale Vêneto.

Em 1934, chegaram da Itália as Irmãs Palotinas, criando a primeira Congregação da Ordem na América Latina e fundando a Escola São Carlos, na atual cidade de Dona Francisca. Em 1959, Dona Francisca solicitou emancipação.

Decretada a emancipação foi realizado um plebiscito para escolher a sede do município, entre Dona Francisca e Faxinal do Soturno, povoado do mesmo distrito, este foi vencedor. Em 1965, Dona Francisca consegue sua autonomia, pela Lei nº 4993, de 17 de julho de 1965, desmembrando-se de Faxinal do Soturno.

Sua instalação foi em 19 de fevereiro de 1967, e o primeiro mandatário o Sr. Obaldino Tessele, nomeado Interventor pelo Governador do Estado. O Município de Dona Francisca faz parte da Associação dos Municípios da Região Centro (AMCENTRO) e está também vinculado ao Conselho de Desenvolvimento da Região Centro (COREDE-CENTRO).

- Nova Palma

A emancipação do município de Nova Palma se deu a 28 de janeiro de 1961. Antes de 1.110 anos a.C. o território nova-palmense era habitado por grupos indígenas transitórios caçadores e coletores, conforme atestam algumas esculturas antigas feitas em rochas e encontradas frequentemente na região.

Vinte séculos depois desta primeira ocupação, com o desenvolvimento da Quarta Colônia Imperial de colonização italiana, no Rio Grande do Sul, Silveira Martins, a partir de 1882, com a imigração espontânea, deu origem a vários núcleos interioranos, dentre eles o de "Barracão", nome oriundo da construção do rústico barraco que abrigava os agrimensores e também os primeiros colonizadores, na margem direita do Rio Portella, hoje bairro da cidade.

Em abril de 1883, o engenheiro-chefe da Comissão de medição de Lotes, Dr. Manuel da Siqueira Couto, traçou o Plano Diretor da área de terras devolutas disponíveis na região. Em primeiro de julho de 1884, Siqueira Couto funda o núcleo "Soturno", devido ao rio do mesmo nome, que serviu de travessão zero no loteamento.

Nos anos seguintes, até o fim de 1889 foram sucessivamente ocupados: Geringonza, Linha Cinco, Linha Sete, Linha Onze e baixadas do Jacuí. Com a vinda do Regime Republicano interrompeu-se praticamente o fluxo imigratório.

Inicialmente o território pertenceu ao município de Rio Pardo, depois Cachoeira do Sul, seguida de São Martinho e finalmente a 14 de setembro de 1891 passa a pertencer a Vila Rica (hoje Júlio de Castilhos), como seu quinto distrito.

A 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, após plebiscito vitorioso.

- Pinhal Grande

O nome Pinhal Grande é devido à existência na região de mata nativa, especialmente a mata de pinhais (araucárias). Seus primeiros habitantes foram os indígenas, depois os jesuítas com a finalidade de catequizar os índios e atuar na criação de gado (Sponchiado, 1996).

Por volta de 1813, a criação de gado se intensificou através do domínio português na exploração dessas terras. Um dos marcos na criação de gado neste local se deu com a chegada de dois portugueses residentes no Paraná: João Gonçalves Padilha e seu irmão, José Maria Gonçalves Padilha. Ambos adquiriram grandes áreas (parte comprada e parte doada pelo governo) para criar gado.

O segundo fixou residência no local e começou a comercializar potros e cavalos com Paraná e São Paulo (Sponchiado, 1996). Com o passar dos anos e com a morte do Padilha, residente no Paraná, sua filha vem à região e solicita a divisão das sesmarias (parte que pertencia a seu pai). Com a realização desta divisão, os italianos passaram a ocupar o local, pois necessitavam de mais terras para instalar as novas famílias em razão do esgotamento de áreas da colônia de Silveira Martins.

Pinhal Grande foi criado pela lei municipal nº 9600 de 20 de março de 1992. O município integra a 4ª colônia de imigração italiana e hoje é composto por descendentes de italianos, portugueses e espanhóis.

5.2. Aspectos Socioeconômicos

De acordo com os dados do IBGE 2010 o município de Agudo possui a maior população dentre os municípios analisados, com 16.722 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.

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, devido estar localizada em um relevo acidentado e com 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 477km², sendo que nesse município os usos são favorecidos em relação ao relevo, que é predominantemente de suavemente ondulado a ondulado.

A distribuição das informações demográfico-espaciais podem ser observadas no quadro abaixo.

Quadro de informações demográficas e espacial

Município	População em 2010	Área Km²	Densidade hab/km²
Agudo	16.722	536	31,1
Dona Francisca	3.401	114	29,8
Faxinal do Soturno	6.672	170	39,2
Nova Palma	6.342	314	20,4
Pinhal Grande	4.471	477	9,3

Quadro 3: Informações demográfico-espaciais.
Org: Schirmer 2012.
Fonte: IBGE.

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 indústria e com uma pequena participação da agropecuária, conforme ocorre com o Brasil.

Dentre os municípios da área de estudo o município de Agudo possui o maior PIB em 2010 com R\$248.203.000. Sendo que o setor de serviços possui maior contribuição, seguido da agropecuária, como pode ser observado no quadro abaixo.

Município	Agropecuária	Indústria	Serviços
Agudo	94.182	45.9 32	108.089
Dona Francisca	13.428	6.39 0	19.087
Faxinal do Soturno	15.353	18.9 25	52.095
Nova Palma	32.048	24.2 78	65.975
Pinhal Grande	39.323	41.7 60	37.427

Quadro 4: Informações econômicas com valor adicionado do PIB.

Org: Schirmer 2012.

Fonte: IBGE.

Os municípios têm sua economia baseada no setor de serviços, essa representatividade dá-se principalmente devido a atuação das cooperativas existentes na região, com destaque para a Cooperativa Mista Nova Palma Ltda (ACAMPAL) 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, o 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.

5.3. 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 o comércio em geral (vestuário, calçados, mercados, mini mercados, padarias, confeitarias, lancherias, farmácias, eletrodomésticos e outros).

Quanto ao tamanho das propriedades, há uma diferenciação entre os municípios. Os municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno e porção centro sul de Nova Palma, apresentam um perfil predominante de pequenas propriedades. Devido ao pequeno tamanho dos estabelecimentos, a grande maioria dos produtores é da categoria proprietários, havendo muito poucos exclusivamente arrendatários, posseiros ou ocupantes. Na Porção Centro Norte de Nova Palma e oeste do Município de Pinhal Grande há presença significativa de pequenos e médios proprietários, isso ocorre principalmente devido a possibilidade de nessa área ser utilizado maquinário agrícola de forma intensiva, favorecido pelo relevo.

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 um predomínio do cultivo do fumo do tipo Burley nos demais municípios. A forma de produção do dois tipos se dão 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 49:



Figura 49: Fumo Burley a esquerda e fumo Virgínia a direita.
Org: Schirmer, 2012.

No município de Agudo nas propriedades com plantio de arroz tem-se também a produção de moranguinho, realizada principalmente pela mulher da família, 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 de 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.

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.

Cabe ressaltar ainda que a atividade pecuária também é significativa nos municípios de Nova Palma e Pinhal Grande, principalmente em consórcio com a resteva das lavouras de soja e plantio de pastagens nas mesmas, figura 50. Nova Palma destaca-se na região pela criação de gado leiteiro, já em Pinhal Grande predomina a pecuária de corte.



Figura 50: Gado de corte em Pinhal Grande.
Org: Schirmer, 2012.

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 51.



Figura 51: Lavoura de feijão colhida manualmente, Cerro Azul, Pinhal Grande.
Fonte: Trabalho de campo.

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. Para isso tenta-se introduzir o cultivo de culturas alternativas e outras atividades rurais como: cultivo de frutíferas, hortaliças, piscicultura, pecuária leiteira e atividades turísticas, figura 52:



Figura 52: Cultivo de frutíferas em área de encosta no Município de Nova Palma.
Fonte: Trabalho de Campo.

Em busca da manutenção das propriedades fomicultoras, busca-se a diversificação combinada com a mesma atividade, por exemplo, o plantio de milho na resteva de fumo e pastagens de inverno ou forrageiras. Esses cultivos em uma mesma lavoura aumentam a produção da propriedade e ao mesmo tempo aumentam a vida útil das lavouras, diminuindo a erosão do solo, principalmente pelo cultivo de pastagens no inverno neste período chuvoso. Tanto os usos tradicionais, quanto os novos usos geraram e geram transformação da paisagem natural local.

5.4. Análise do Uso e Ocupação da Terra e Cobertura Vegetal da Área de Estudo

Conforme as análises dos censos do IBGE 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, pode ser conduzida 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.

Buscando limitar as constatações para a área de estudo, 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 “Thematic Mapper” do LANDSAT-5, bandas 543 de composição colorida, com 30 metros de resolução espacial, Órbita-Ponto 222/80 e 222/81, de 26 de abril de 2011.

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

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. 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 53.

O quadro 5 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.

Tipo de Uso	Área	Percentual
Lavoura	21.029ha	21,41%
Campo	16.435ha	16,65%
Vegetação Arbórea	58.376ha	59,45%
Água	2.431ha	2,47%

Quadro 5: Quantidade de área dos usos.
Org: Schirmer, 2012.

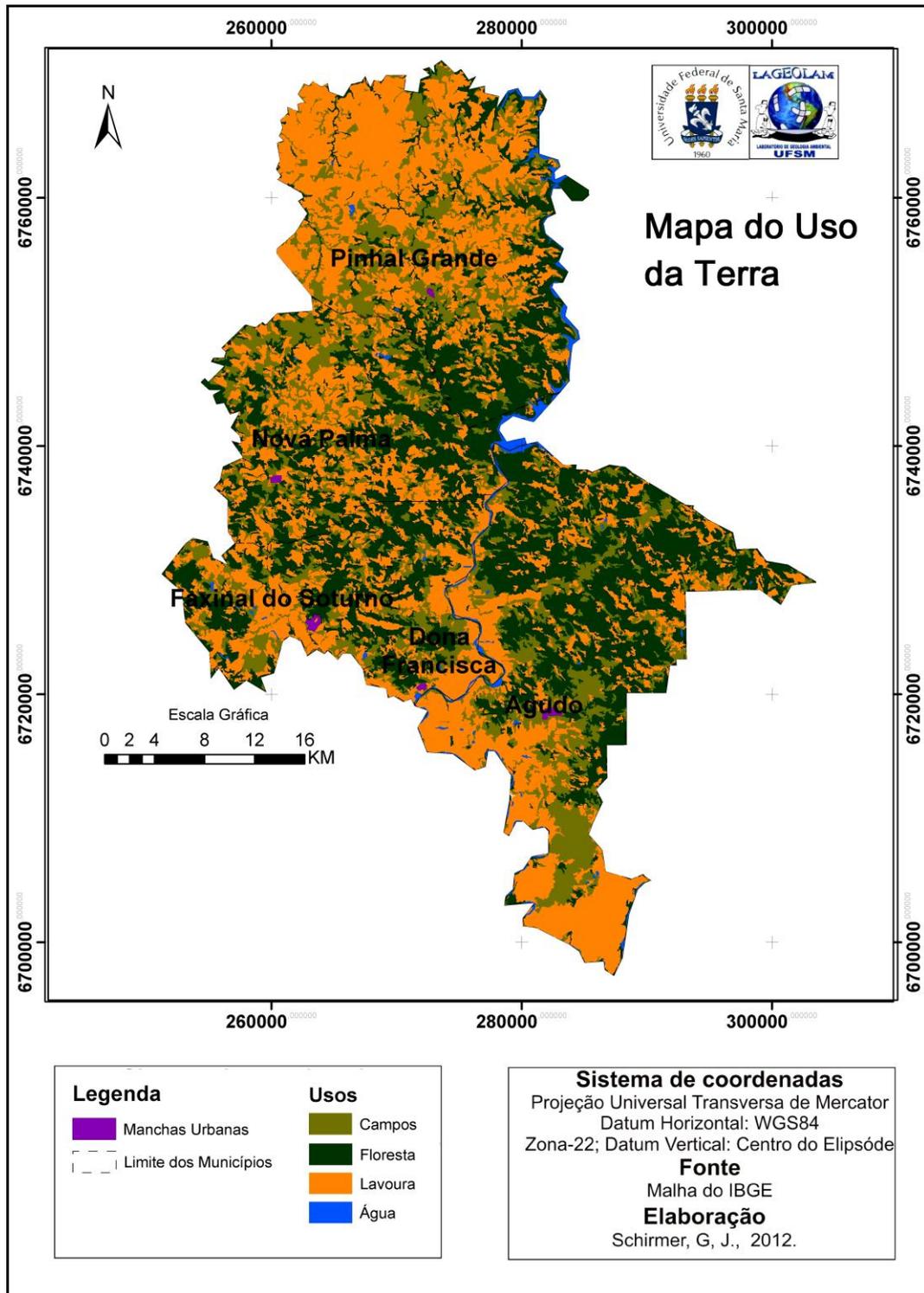


Figura 53: Mapa do Uso da Terra da área de estudo.
 Org: Schirmer, 2012.

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 vegetação arbórea 58.376ha correspondendo a (59,45%), figura 54.



Figura 54: Floresta mista com araucária na localidade de Cerro Azul, município de Pinhal Grande.

Fonte: Trabalho de campo.

As lavouras estão associadas com as áreas de solo exposto e reduzida cobertura vegetal por estarem em fase de pós colheita ou fase inicial das pastagens de inverno ou forrageiras, ocorrem em 21.029ha, correspondendo a (21,41% do total), figura 55:



Figura 55: Lavoura de Soja colhida, na localidade de Linha Base, município de Nova Palma.

Fonte: Trabalho de campo.

O uso da terra com campos ou com vegetação herbácea, onde normalmente tem-se a atividade de pecuária, áreas próximas as moradias e vegetação e regeneração, representa 16.435ha, correspondente a (16,65% da área de estudo), figura 56:



Figura 56: Potreiro na localidade de Novo Paraíso, Município de Nova Palma.
Fonte: trabalho de campo.

Os corpos d'água existentes na área de estudo referem-se a açudes, utilizados para atividade aquícola e de bebedouros, lagos naturais, lagos artificiais e rios. Essa classe abrange uma área total de 2.431ha, o que representa (2,47% da área de estudo), figura 57:



Figura 57: Vista da represa da hidrelétrica Dona Francisca entre Agudo e Nova Palma.
Fonte: Trabalho de campo.

Pode-se observar ainda, a partir de trabalhos de campo e da imagem de satélite que há um predomínio do cultivo do arroz no município de Agudo e do cultivo de soja

nos municípios Pinhal Grande e Nova Palma. 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 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.

5.5. Resultados da classificação de imagem a partir da relação declividade/uso da terra no programa LEGAL

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 programação LEGAL foi possível interpretar com maior facilidade qual a relação existente entre o uso e ocupação com a declividade na área de estudo.

Na interpretação dos resultados da relação entre as declividades menores que 5% foi possível perceber que existe uma maior concentração de lavouras, 8.868ha, e também de água com 832ha.

Nesse intervalo ainda, 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 58. Quanto aos processos de dinâmica superficial, são os de deposição que predominam neste intervalo.

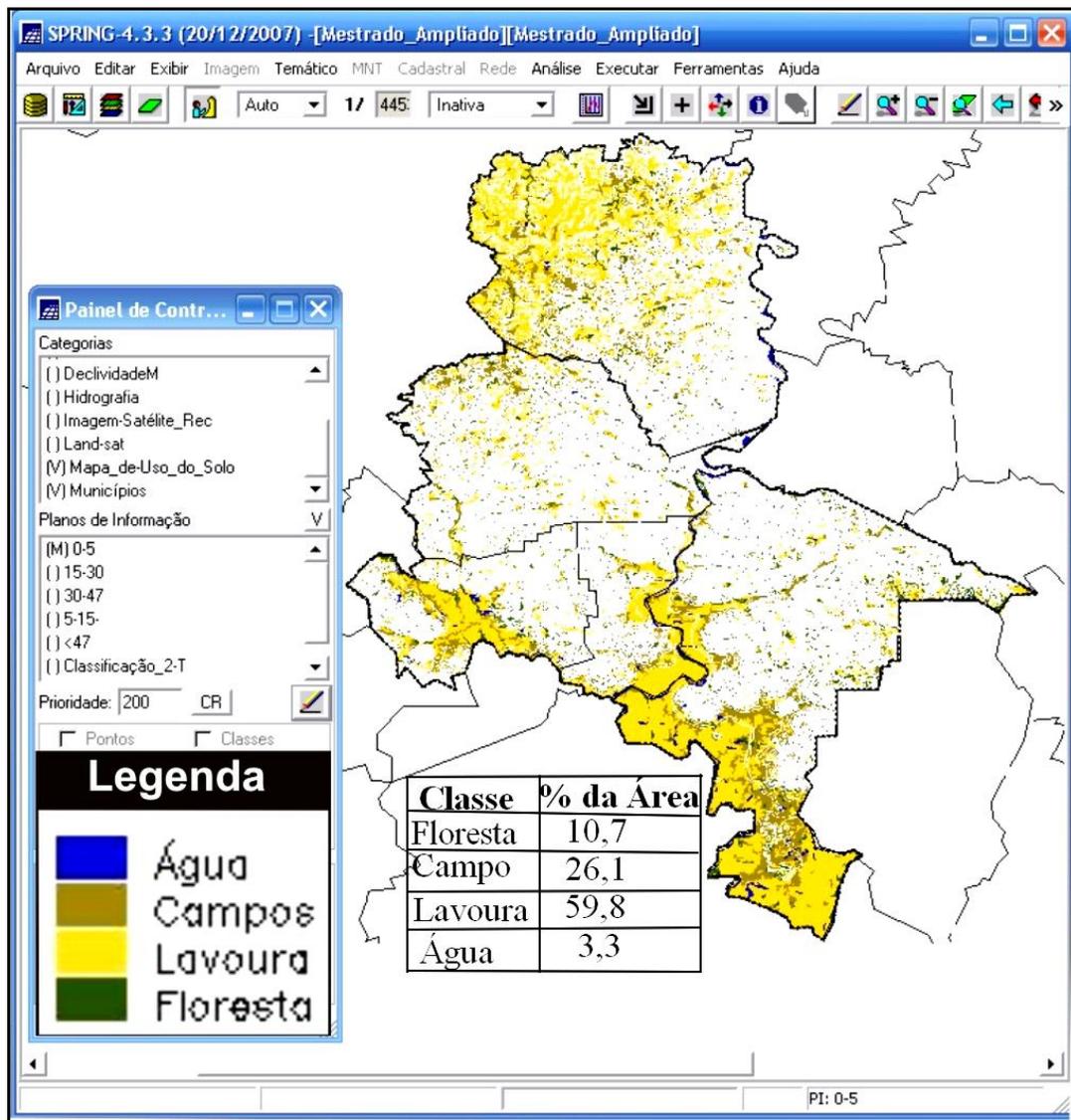


Figura 58- Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de 0-5%.
Org: Schirmer, 2012.

No intervalo de 5-15%, figura 59 a relação com o uso e ocupação houve uma diminuição significativa na área de lavoura e de água, 4.417ha e 291ha, respectivamente, em relação ao intervalo de 0-5%. Já a área de campo e de vegetação arbórea teve pouca variabilidade, isso se dá principalmente pela atividade agrícola nessa área ser intensa. Nos processos de dinâmica superficial começam ocorrer alguns sinais de processos erosivos, agravando-se de acordo com a influência antrópica. Os usos agrícolas de maior área ocupada, nessa porção dá-se, principalmente com cultivo de soja, milho e feijão.

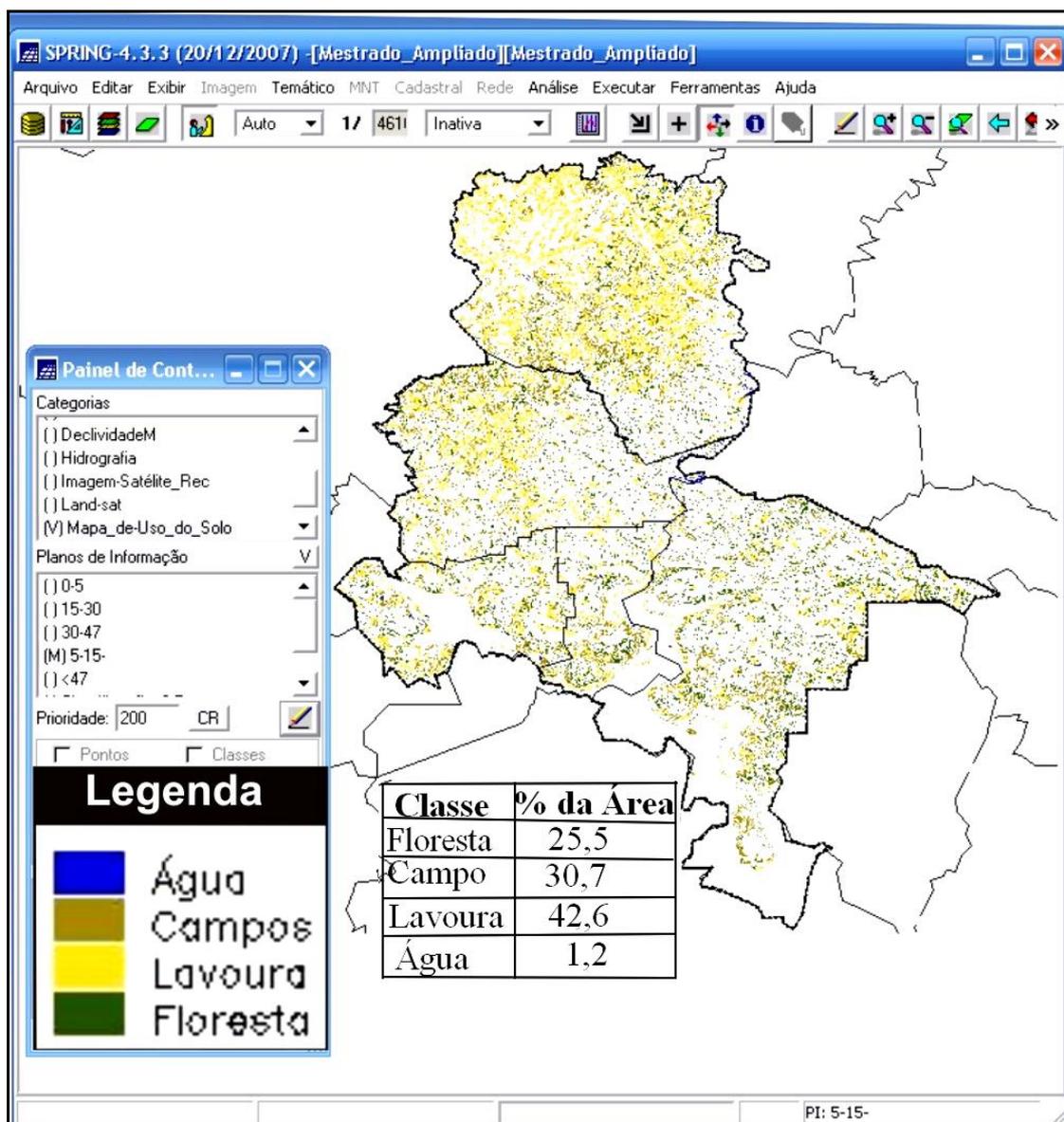


Figura 59 – Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de 5-15%.

Org: Schirmer, 2012.

No intervalo de 15-30%, figura 60, começa a haver variação nas áreas das diferentes classes de uso. Ocorre um significativo aumento na área com vegetação arbórea para 8.136ha. Já nas demais classes ocorrem pouca variação de área em relação ao intervalo anterior. Neste intervalo os processos de dinâmica superficial começam acentuar-se naturalmente, podendo ocorrer formação de ravinas.

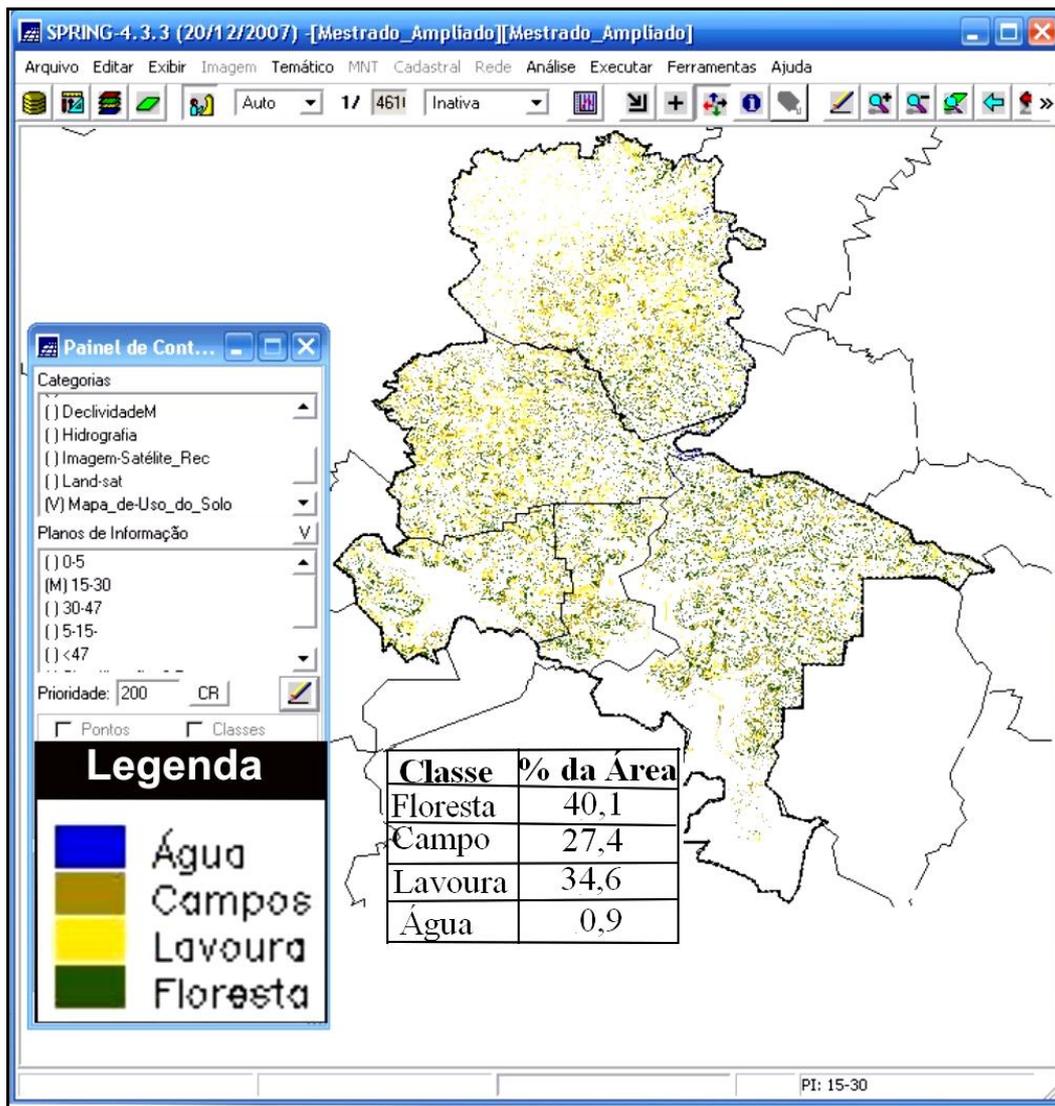


Figura 60 – Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de 15-30%.

Org: SCHIRMER, 2012.

O intervalo de 30-47% de declividade figura 61 apresenta pouca variação de área de vegetação arbórea em relação o intervalo anterior. No entanto ocorre significativa redução de área de lavoura e de campo, 1.206ha e 2.205ha respectivamente, devido às condições de relevo não serem propícias para atividades agropecuárias.

A classe água também teve significativa redução devido à acentuada declividade dificultar a formação de açudes e concentrações de água. Os processos de dinâmica superficial neste intervalo, em períodos de chuva intensa podem ocorrer deslizamentos e corrida de lama.

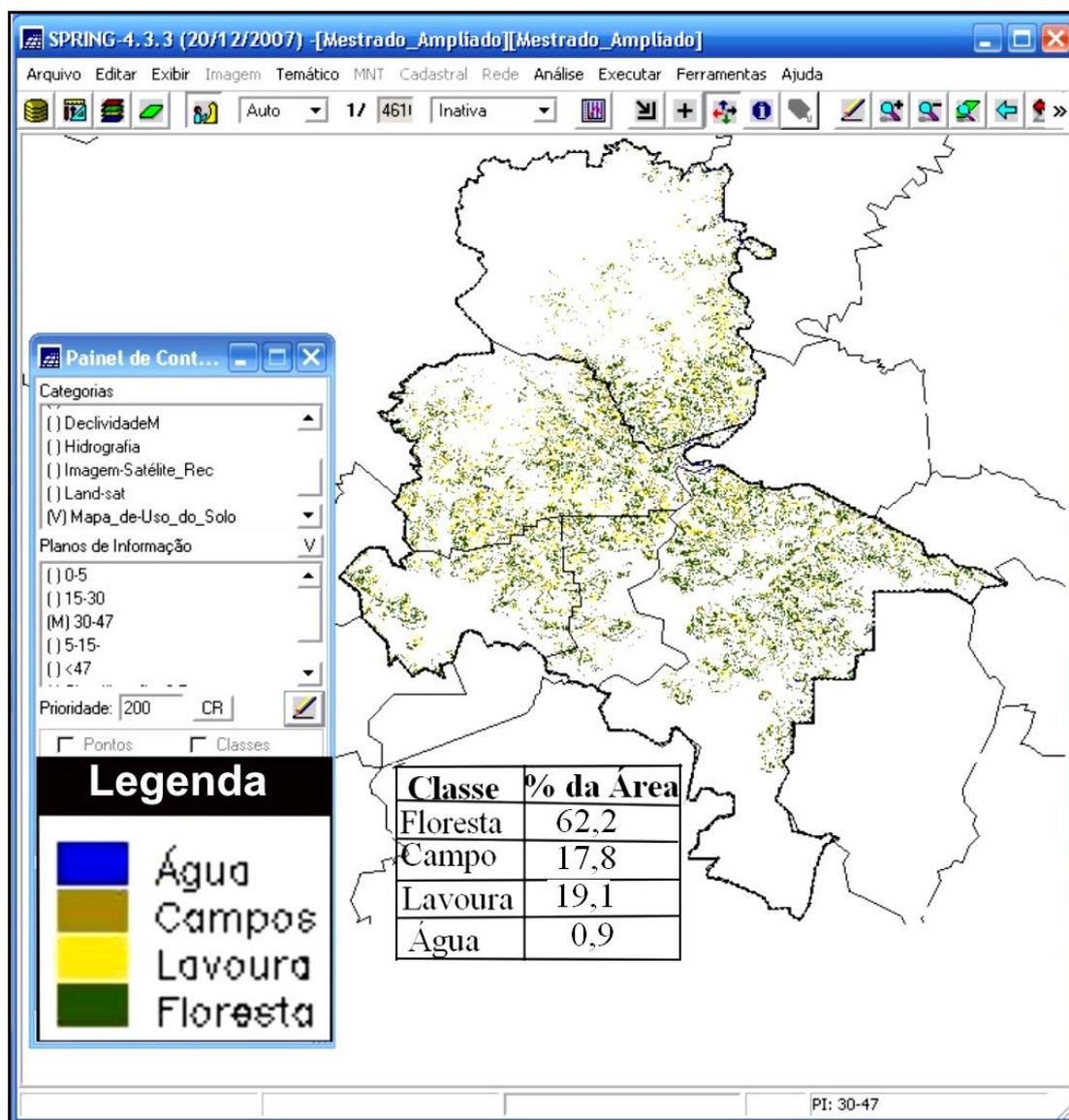


Figura 61: Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de 30-47%.

Org: SCHIRMER, 2012.

Na declividade acima de 47%, figura 62, ocorre uma redução máxima nas classes de uso lavoura e campo em relação ao intervalo anterior, 369ha e 766ha respectivamente. Nesse intervalo a vegetação arbórea é predominante, com 5.728ha, e isso ocorre devido a esse intervalo dificultar a ocorrência de atividades agropecuária. Ocorre nessa área confusão na classificação, onde as porções de sombra são classificadas como água.

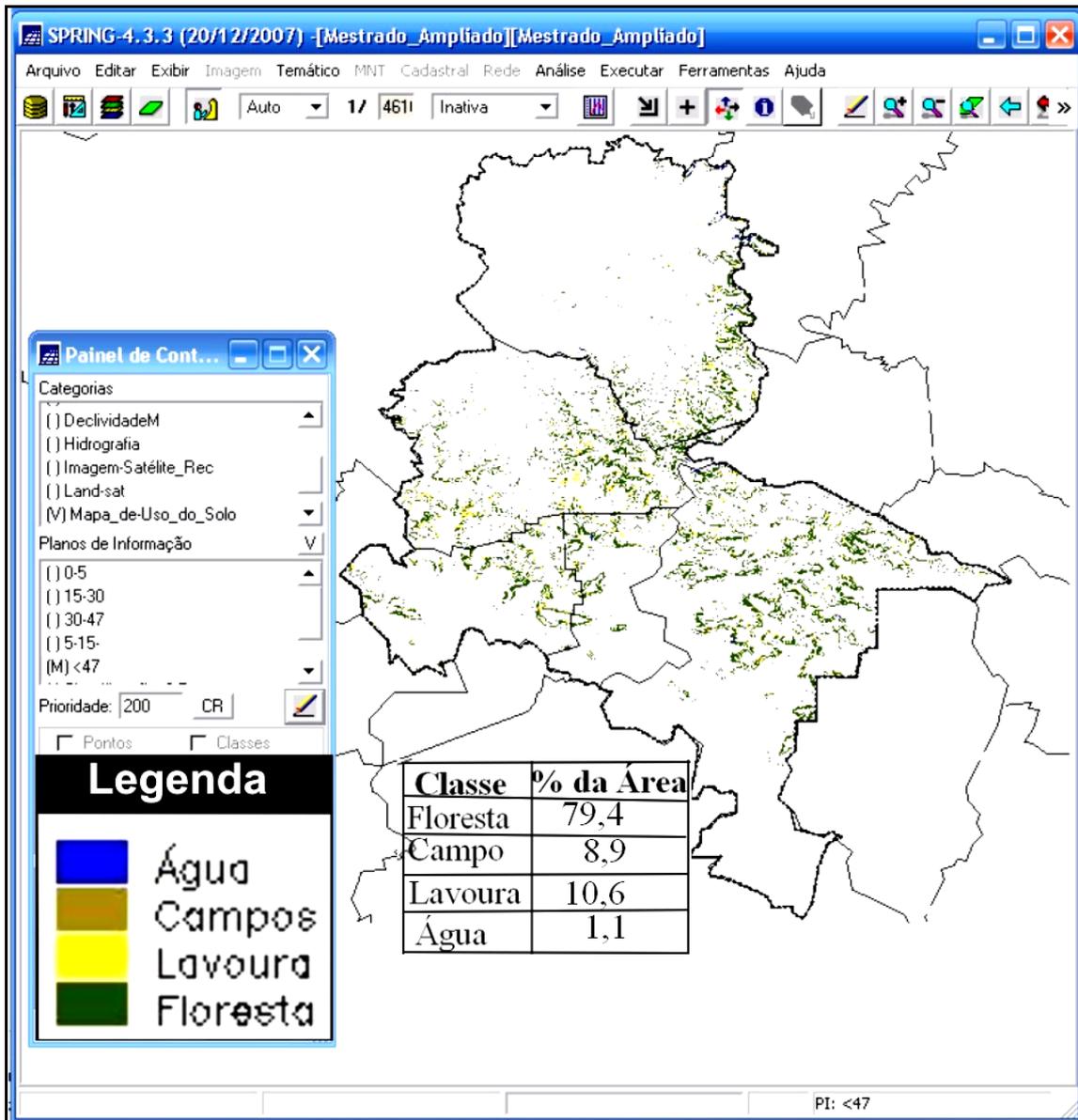


Figura 62: Visualização das classes do uso da terra presentes em declividades de <47%.
Org: Schirmer, 2012.

6. 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.

6.1. Geomorfologia do Rio Grande do Sul

Conforme o Projeto Radam Brasil (1986), quanto à geomorfologia regional, a área de pesquisa enquadra-se na Planície Alúvio-coluvionar; Depressão do Rio Jacuí; Serra Geral ou Rebordo do Planalto do segundo Müller Filho, (1970); Planalto Santo Angelo e; Planalto dos Campos Gerais, figura 63.

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.

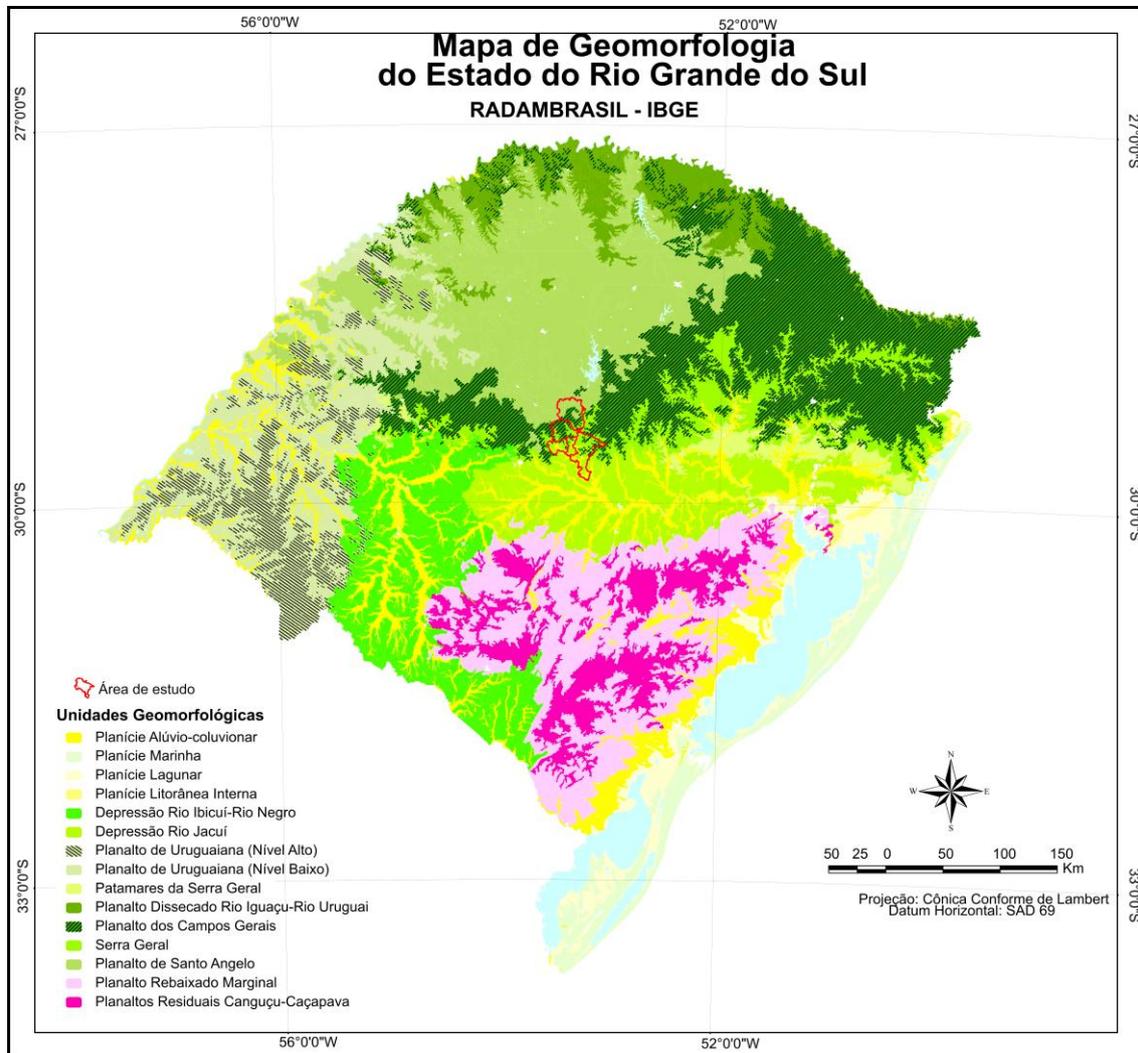


Figura 63: Área de estudo no Mapa geomorfológico do Rio Grande do Sul.

Fonte: IBGE.

6.2. Compartimentação Geomorfológica

Com os estudos foi definido oito unidades geomorfológicas nos municípios da área de estudo, como pode ser visualizado na figura 64:

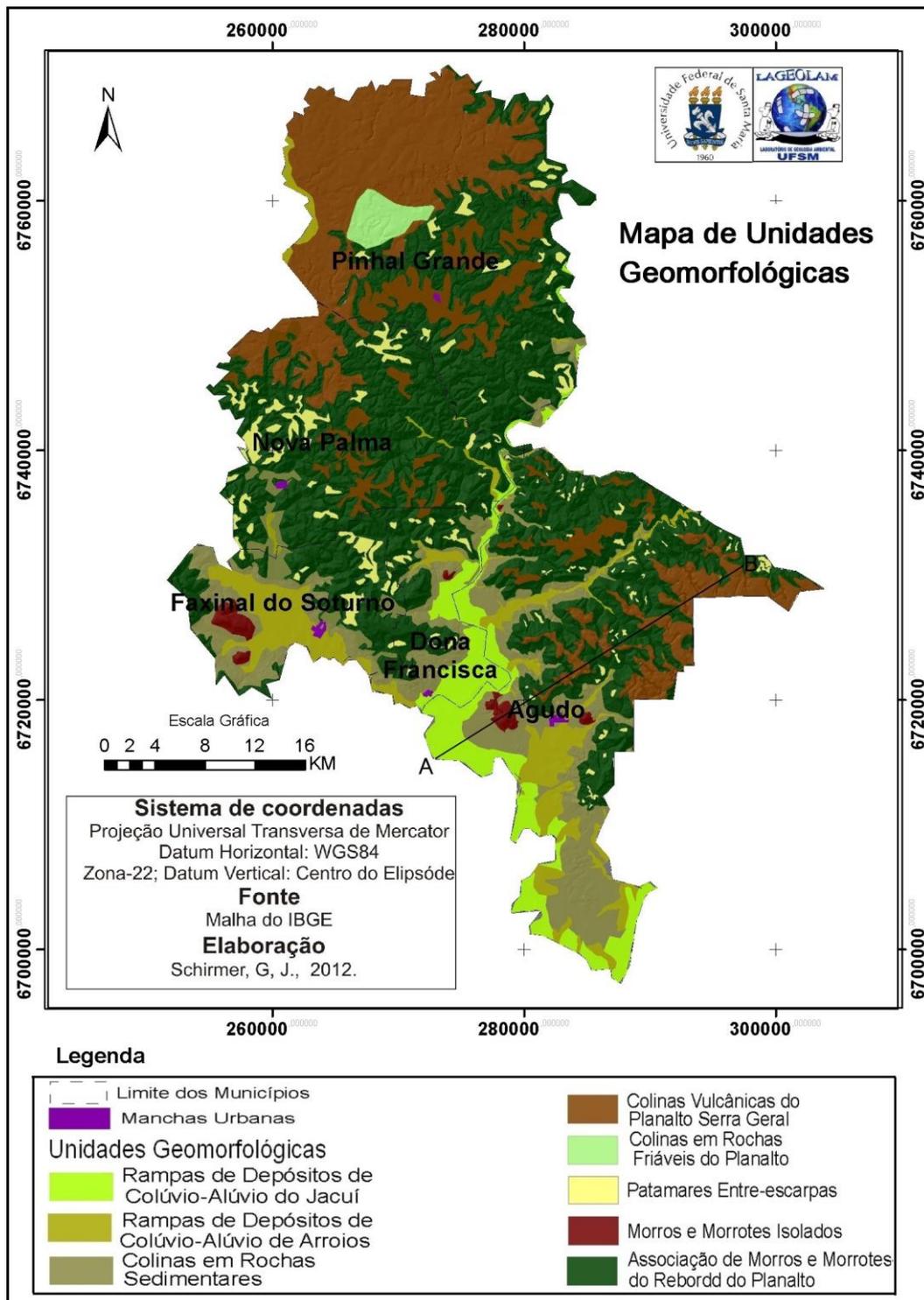


Figura 64: Mapa Geomorfológico.
Org: Schirmer, 2012.

A compartimentação geomorfológica está apresentada esquematicamente no perfil apresentado na figura 65, de Sudoeste à Nordeste no município de Agudo, onde podemos observar a diversidade do substrato, relevo e uso na área de estudo, que tendem a seguir as restrições impostas pelo meio físico.

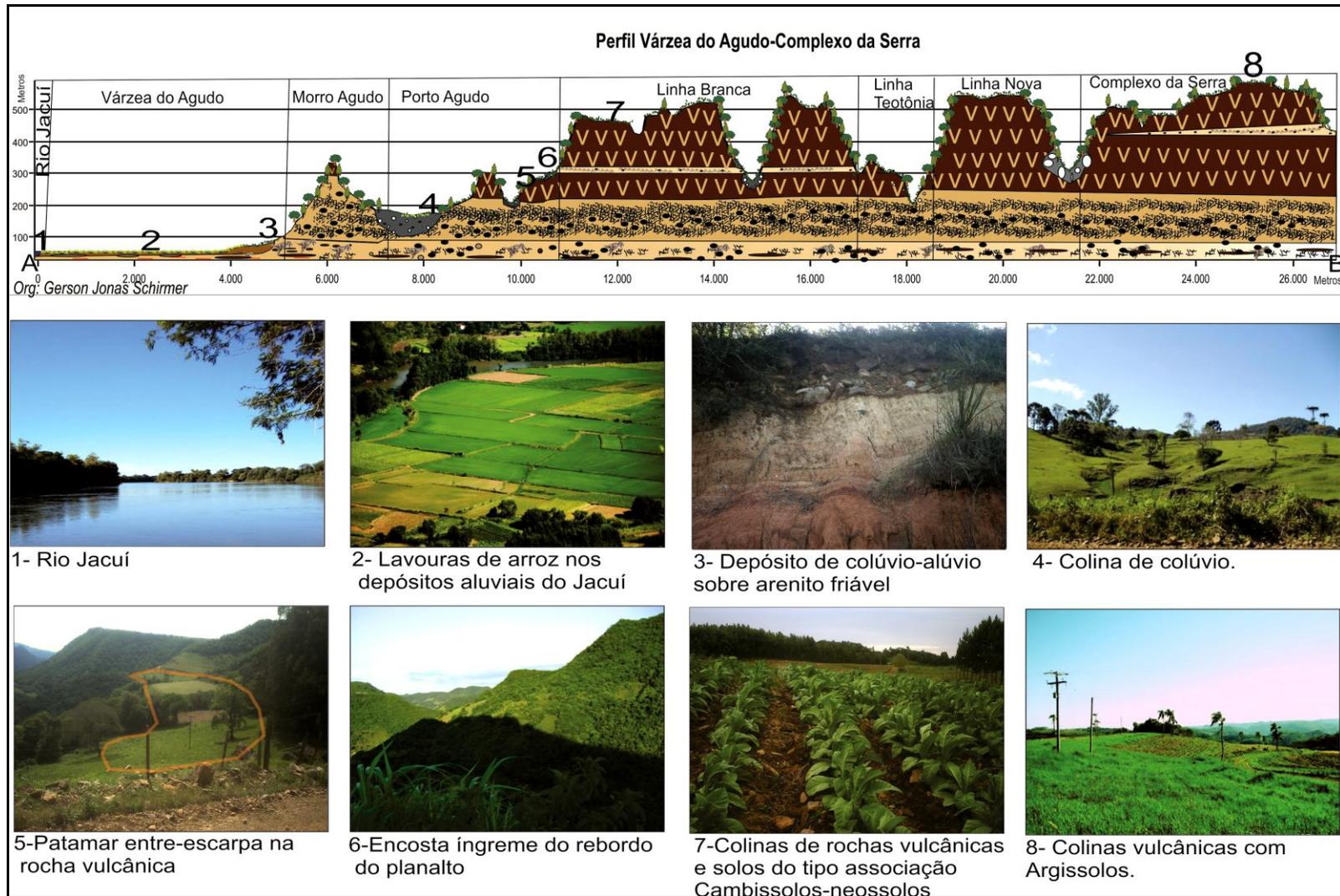


Figura 65: Perfil geomorfológico da área de estudo.
Fonte: Schirmer, 2010.

Rampas de Depósito Colúvio-Alúvio do Rio Jacuí

Na área de estudo o Rio Jacuí flui de áreas encaixadas do Rebordo do Planalto, passando pelos municípios de Pinhal Grande, Nova Palma, Dona Francisca e Agudo, e ao longo do curso forma canais meandранtes (figura 66 e 67), com extensa planície de inundação, na Depressão Periférica do Rio Grande do Sul, área essa que corresponde a Planície Colúvio-aluvionar. Os depósitos aluvionares com cultivo do arroz são as principais características de uso dessa unidade.



Figura 66 e 67: Cultivo de Arroz próximo ao Rio Jacuí e forma do curso do Rio Jacuí vista com imagem de satélite.

Org: Schirmer 2012.

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 que ocorre nessa área refere-se ao de acumulação, ligado a eventos de inundação, através de dinâmica superficial.

Rampas de Depósito Alúvio–Colúvio de Arroios

Nesta 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 68 e 69:



Figura 68 e 69: Rampas de Depósito Colúvio-alúvio do Arroio Corupá e no Rio Soturno.
Org: Schirmer, 2012.

Colinas em Rochas Sedimentares

Esta unidade é caracterizada 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 é a principal atividade realizada nesse local, figura 70.

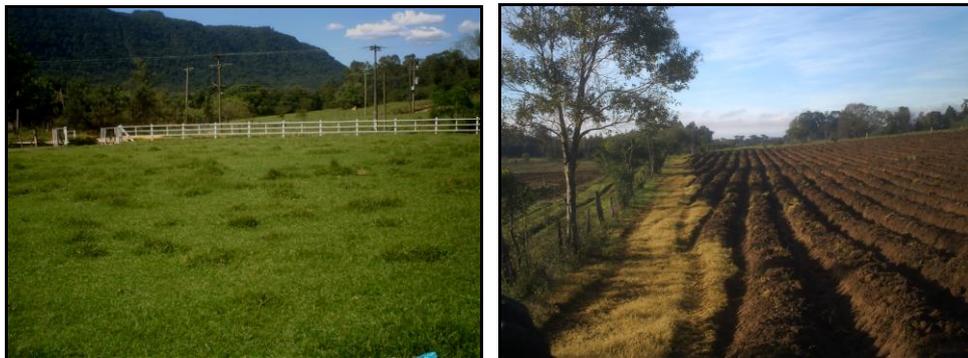


Figura 70: Colina de arenito em Picada do Rio e colina com Lavoura para cultivo de fumo em Porto Alves, Agudo.
Org: Schirmer, 2012.

Colinas Vulcânicas do Planalto Serra Geral

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 71 e 72:



Figura 71 e 72: Colinas Vulcânicas em Nova Palma.
Org: Schirmer 2012.

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.

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

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.

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 e 74:



Figura 73 e 74: Morros e Morrotes em Nova Palma e em Agudo, respectivamente.
Org: Schirmer, 2012.

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. São áreas onde se tem a maior preservação da vegetação nativa.

Morros e Morrotes Isolados

Esta unidade é composta por elevações isoladas, entre 100 a 380 metros, 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 75.



Figura 75: Morro Agudo no Município de Agudo.
Org: Schirmer, 2012.

Colinas em Rochas Friáveis do Planalto

Esta unidade 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, 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 ocorrem processos erosivos muito intensos, com controle da litologia, formada por arenitos. Observou-se processos de formação voçorocas, ravinas e erosão sub-superficial (pipings), figura 76 e 77:



Figura 76 e 77: Topo de colina com afloramento de arenitos silicificados e voçoroca em colina de rochas friáveis do planalto, em Pinhal Grande.
Org: Schirmer, 2012.

Patamares Entre-escarpas

Nas vertentes de relevo bastante inclinado estão presentes porções planas a levemente onduladas constituindo patamares entre as escarpas. 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 talus e de colúvio. Na área de estudo predomina o cultivos de fumo e para subsistência nessas áreas, figura 78:



Figura 78: Patamar Entre-escarpa no município de Nova Palma.
Org: Schirmer, 2012.

7. ESTUDO GEOAMBIENTAL EM MUNICÍPIOS 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 fragilidades 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.

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, terá informações de todo o município e atenderá os interesses da população em geral.

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 e; Atlas de São Borja, Atlas Geoambiental de Agudo e Atlas Geoambiental de São Pedro do Sul, realizados pelo Laboratório de Geologia Ambiental/UFSM. O trabalho teve 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 da compartimentação geomorfológica definida que é tida como a representação das condições físicas da área e que somadas a elementos do uso e ocupação da terra, permitem definir a caracterização geoambiental da área de estudo.

7.1. Compartimentação dos Sistemas e Unidades Geoambientais

O mapa geoambiental, apresentado na figura 77, 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

consequentes aptidões ambientais de cada porção. Dessa forma, através de uma representação de síntese, foram definidos sistemas e unidades, que caracterizaram a paisagem geoambiental dos municípios em estudo.

Os estudos determinaram quatro principais sistemas geoambientais e sete subdivisões as unidades geoambientais. As divisões são as seguintes: *Sistema Urbano*; *Sistema Arrozais em Rampas de Depósitos Recentes*; *Sistema Encostas do Rebordo do Planalto com a Unidade Colinas em Rochas Sedimentares de Encosta e a Unidade Relevo Escarpado e Vegetado do Rebordo do Planalto*; *Sistema Colinas do Planalto com a Unidade Colinas Vulcânicas Médias Propriedades, Unidade Colinas Vulcânicas com Pequenas Propriedades, Unidade Colinas de Altitudes em Rochas Friáveis, como pode ser visualizado na figura 79.*

7.1.1. Sistema de Perímetro Urbano

O sistema urbano comporta uma rede urbana, bem como a hierarquia urbana constituindo uma relação entre as cidades e o comando de uma sobre outra respectivamente, no qual o topo da hierarquia são as cidades onde concentra serviços e produtos raros, Thiagony,(2009).

Neste trabalho o sistema urbano representa as sedes dos municípios da área de estudo. Essas áreas demarcam, principalmente, os lugares onde os imigrantes se estabeleceram formando comunidades, escolas e igrejas para fortalecimento da comunidade local. De um modo geral está associado a porções de relevo plano a suavemente ondulado e próximo às drenagens.

Nesse sistema se encontra a maior concentração populacional da área de estudo. É onde se encontra prestação de serviços e infraestrutura básica, como por exemplo, atendimento a saúde, educação, comércio, ruas calçadas. O sistema urbano da área de estudo representa o limite de uso urbano composto pelas cidades de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma e Pinhal Grande.

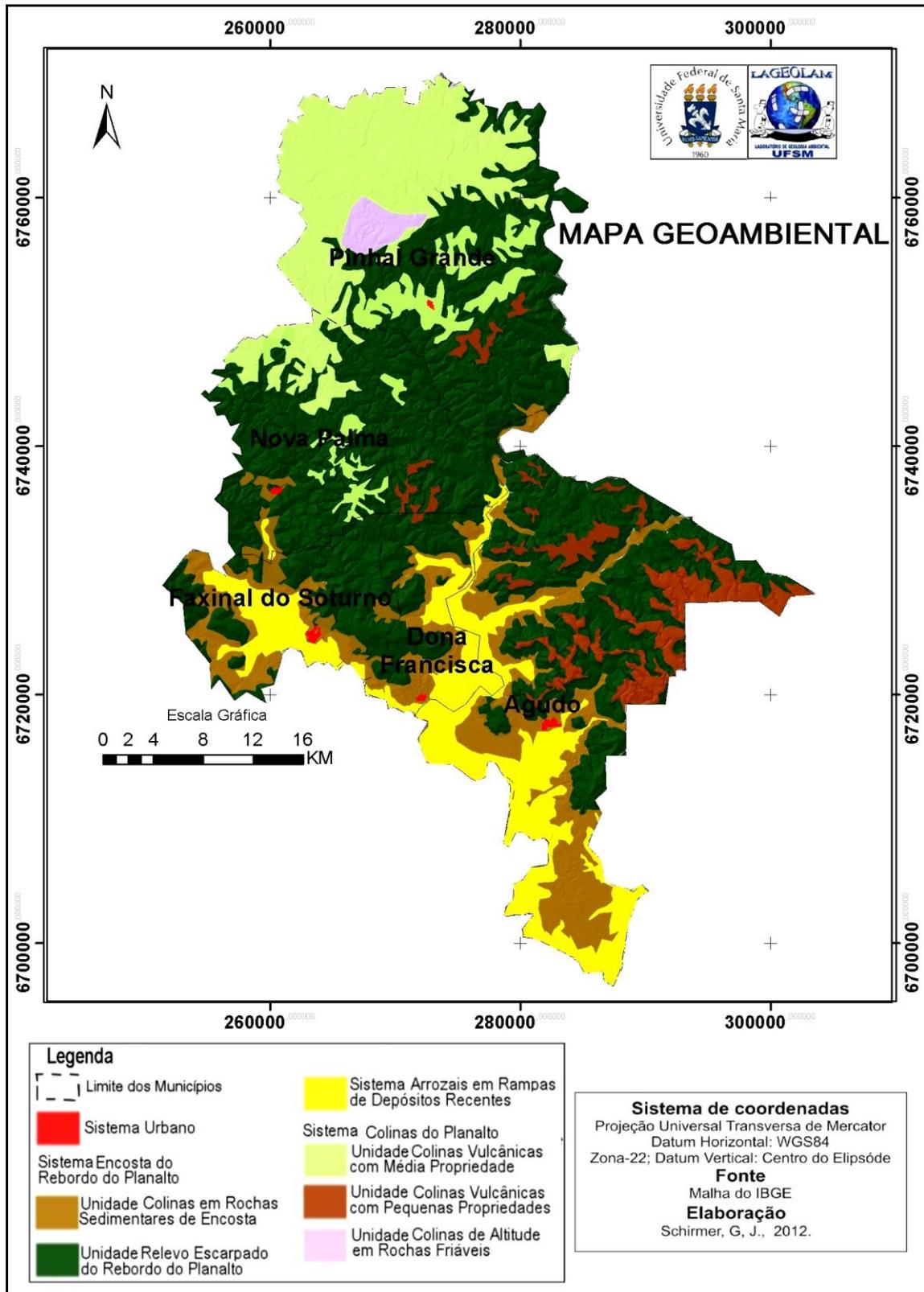


Figura 79: Zoneamento Geoambiental da área de estudo.
 Org: Schirmer, 2012.

Cidade de Agudo

Provém 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 cidade de Agudo, figura 80 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 a medida que se aproxima da encosta do rebordo.

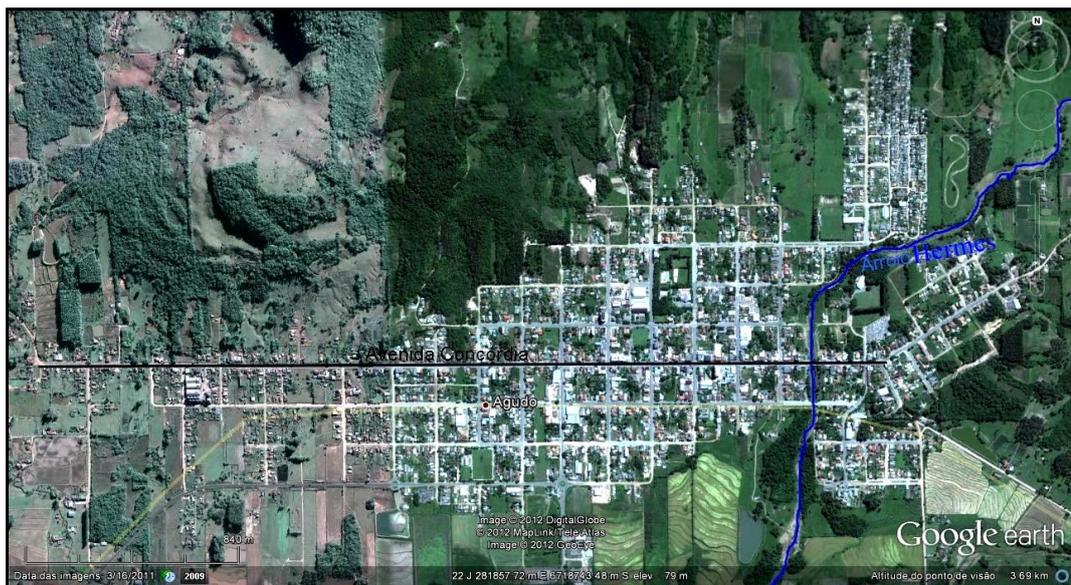


Figura 80: Área urbana da cidade de Agudo
Org: Schirmer, 2012.

As características das ocupações são compostas por construções mais verticalizadas na Avenida Concórdia na porção que compreende entre a Rua Germano Hentsche e Rua Independência, nas Avenida 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 tendo um 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.

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. Esses atos 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. 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 81:

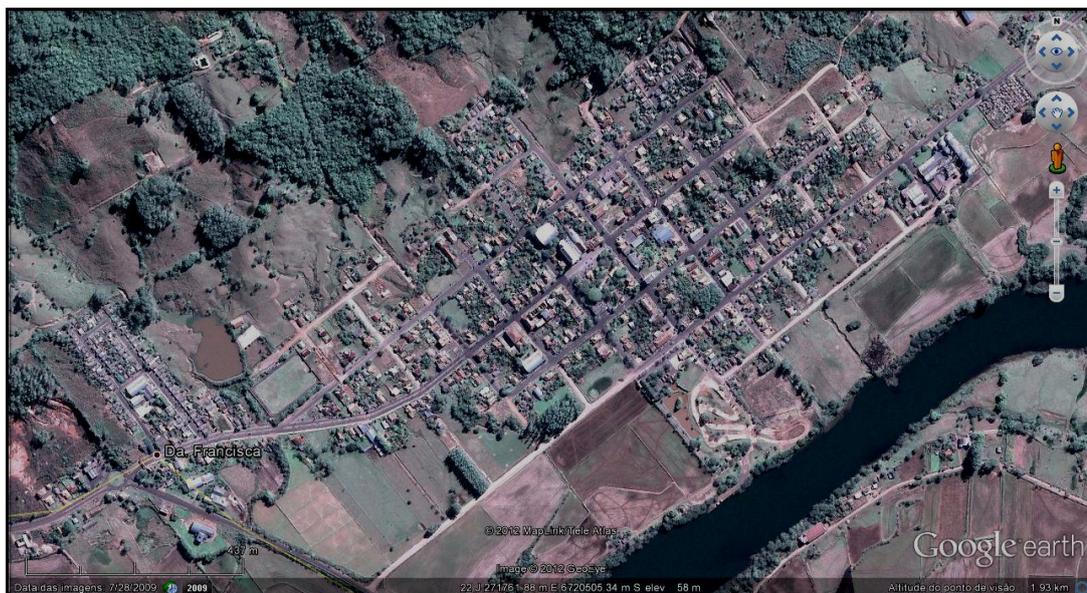


Figura 81: Cidade de Dona Francisca.
Org: Schirmer, 2012.

Por localizarem-se junto 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 de risco.

Cidade de Faxinal do Soturno

A cidade de Faxinal do Soturno, figura 82 foi criada nos limites de alcance do Rio Soturno, localizando-se aos 53 metros de altitude, com declividades inferiores a 15%.

Apresenta sua vila com condições mais precárias afastada da área central. 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. Onde, além de ser área de risco, há lançamento de resíduos sólidos e águas servidas que contaminam as águas.



Figura 82: Cidade de Faxinal do Soturno.
Org: Schirmer 2012.

Cidade de Nova Palma

A cidade de Nova Palma, figura 83 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. A cidade não possui muitos lugares adequados 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.

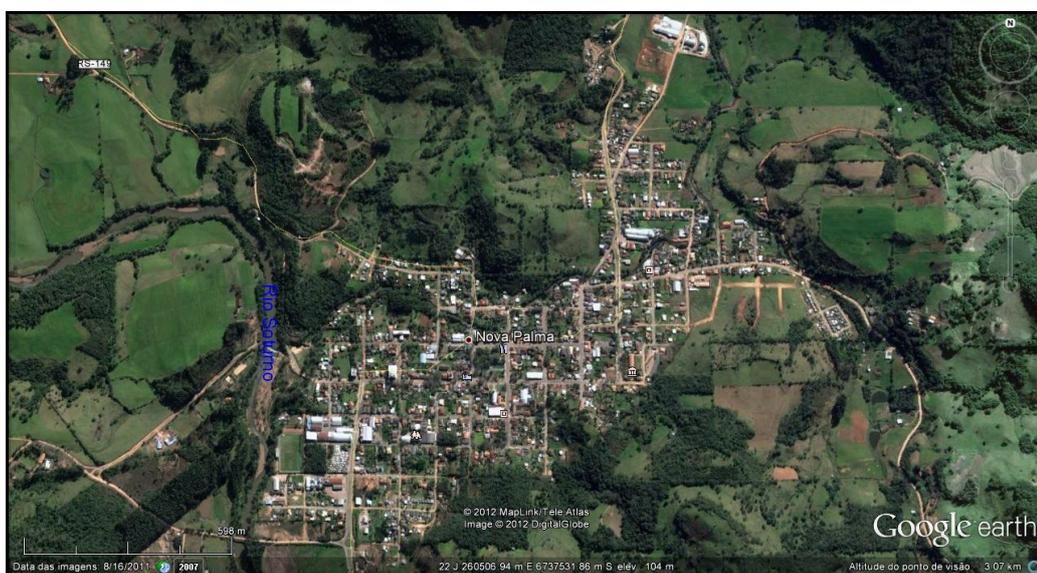


Figura 83: Cidade de Nova Palma.
Org: Schirmer, 2012.

Cidade de Pinhal Grande

A cidade de Pinhal Grande, figura 84 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 João. 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 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.

A principal fragilidade está associada a sua localização em um divisor d'água, o que pode ocorrer a contaminação nas cabeceiras de drenagem.



Figura 84 : Cidade de Pinhal Grande.

Org: Schirmer, 2012.

7.1.2. Sistema Planície de Arrozaís 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 e parcelas do Rio Jacuí 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 branquilha (*Sebastiania commersoniana*), a pitangueira (*Eugenia uniflora*), o camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides*) e a aroeira-cinzenta (*Schinus lentiscifolius*), a capororoca (*Rpanea lorenziana*), Angico vermelho (*Parapiptadenia rígida*), Guajuvira (*Patagonula americana*), Canela do brejo (*Machaerium stipitatum*), 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 para que haja um corredor ecológico, figura 85:



Figura 85: Margens rio Jacuí e vista da Pista de Asa-Delta em Agudo.
Org: Schirmer, 2012.

7.1.3. Sistema de Encostas 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, através da morfoestrutura, da morfoescultura e dos processos ocorridos, permite uma distribuição em duas principais unidades, que representam as características da paisagem local. As formas dissecadas, com drenagens encaixadas são as principais características deste sistema.

Unidade de Colinas em Rochas Sedimentares de Encostas

Essa unidade compreende a 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 lamoso, 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 a 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, principalmente nos municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno e Nova Palma.

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, que no entanto não recebe o incentivo necessário para fomentar seu desenvolvimento. Além disso, os solos são propícios para o uso agrícola, com cuidados para controle dos processos erosivos, figura 86:



Figura 86: Colinas em rochas sedimentares no município de Agudo.
Org: Schirmer, 2012.

Unidade de Relevo Escarpado do Rebordo do Planalto

Esta unidade apresenta as principais características da transição encontradas 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.

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 87:



Figura 87: Relevo escarpado típico do Rebordo do Planalto.
Org: Schirmer, 2012.

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.

7.1.4. Sistema de Colinas do Planalto

Este sistema caracteriza-se por apresentar relevo ondulado a suavemente ondulado em altitudes elevadas, sobre substrato de rochas vulcânicas. Essas

características demarcam o Planalto. Nesse sistema foi possível definir três unidades homogêneas.

Unidade de Colinas com Pequenas Propriedades

Esta Unidade localiza-se nos municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno e leste Nova Palma. 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.

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 nessas áreas, entre 10 e 30ha, onde o investimento em implementos agrícolas mecanizados torna-se 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 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 em um divisor d'água, onde localizam-se as cabeceiras de drenagem e o uso de agrotóxico tende a escoar diretamente para as nascentes, consequentemente 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 88.



Figura 88: Colinas Vulcânicas em Agudo.
Org: Schirmer, 2012.

Unidade de Colinas Vulcânicas com Médias Propriedades

Esta unidade está localizada no município de Pinhal Grande e Nova Palma. Morfometricamente é caracterizada por estar em altitude superior a 300 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 por, relativamente, 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 89.



Figura 89: Colina com forrageiras.
Org: Schirmer 2012

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.

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 90.



Figura 90: Rebanho de Gado e voçoroca próximo ao topo da colina.
Org: Schirmer, 2012.

Os usos 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, alto teor de argila, que mantenham a sua estrutura. Apresenta processos erosivos lineares, com presença de voçorocas, ravinas e “pipings”.

Quadro 5 - Principais características Geoambientais da área de estudo

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 que está sobre colinas vulcânicas.	São cidades com menos de 60 anos, relativamente recentes. A ocupação predomina com casas residenciais. Estão normalmente próximo às drenagens.	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 Encosta do Rebordo do Planalto	Unidade Colina em Rochas Sedimentares de Encosta.	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.
	Unidade Relevo Escarpado 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.	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 do Planalto	Unidade Colinas Vulcânicas com Médias Propriedades	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.
	Unidade Colinas Vulcânicas com Pequenas Propriedades	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.
	Colinas de Altitude em Rochas Friáveis	Configura uma topografia suavemente ondulada a ondula com declividades menores de 15%. Está sobre arenitos conglomeráticos, desenvolvendo solos muito espessos 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.

7.2. Zoneamento Geoambiental como Ferramenta para Gestão

Definir os sistemas geoambientais, com base no entendimento das potencialidades e fragilidades, representou um importante caminho para atingir a compreensão das alterações ambientais.

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.

Com a realização do zoneamento geoambiental tem-se a geração de informações que contemplam as características geomorfológicas e de uso de forma integrada. Sendo assim, a figura 91 traz as principais características encontradas em uma propriedade com pretensão de tornar-se sustentável, ou seja, respeitar as restrições ambientais e ao mesmo tempo usar as porções com aptidões ambientais. O esquema busca reproduzir a paisagem local, com alguns ajustes em relação aos tipos de usos com as condições naturais.

A proposta é que o conhecimento da paisagem permita estabelecer uma gestão a nível municipal e regional. Ainda não se tem um zoneamento geoambiental de toda a região da Quarta Colônia, onde poderia se identificar as restrições e aptidões ambientais da região como um todo. Nesse sentido, pretende-se contribuir para a região a partir dos estudos realizados nos municípios em questão, aprofundando as discussões para estabelecer propostas de planejamento e gestão.

Nas porções de rampas aluviais, próximo de rios e arroios, possuem solos espessos propícios para os cultivos agrícolas. No entanto, necessita-se respeitar os limites das margens para manter a preservação das matas ciliares.

As áreas de colinas sedimentares que são compostas por Cambissolos e argissolos. Possuem grandes aptidões para exploração agrícola e o estabelecimento da sede da propriedade rural com suas mais variadas necessidades de edificações.

PROPRIEDADE ECOLOGICAMENTE SUSTENTÁVEL

Elaboração: Gerson Jonas Schirmer

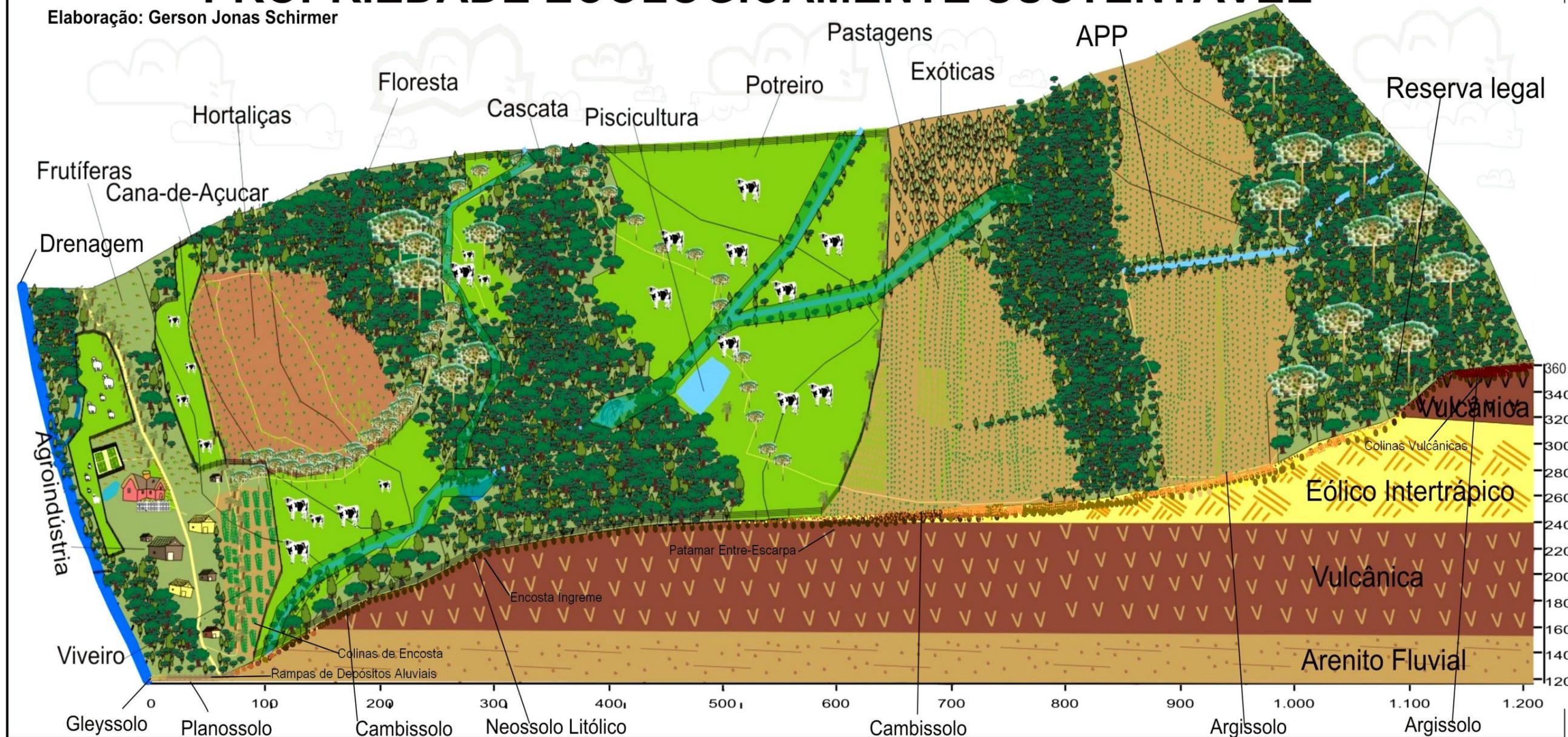


Figura 91: Bloco diagrama destacando a preservação das áreas com *Fragilidades* e utilização as áreas com *Potencialidades*.
Org: Schirmer, G. J.,2010.

No entanto cabe ressaltar que o cultivo de cana-de-açúcar intercalando outras culturas formando curvas de nível nas lavouras em porções onde as declividades tendem a aumentar, auxilia na minimização dos processos erosivos gerados a partir do escoamento superficial. O solo que iria ser depositado nos rios e arroios fica depositado nessas carreiras de cana e com o tempo reduz a declividade.

Nas porções de encostas íngremes, os solos tendem a ser rasos. Nessa porção prevalece o escoamento superficial, essas características do Rebordo do Planalto trazem restrições ambientais, necessitando da manutenção da vegetação. Com a adoção de uma combinação de atividades não agrícolas, por exemplo, o turismo evitando retirada da mata das encostas a fim de proteger as nascentes. Essa consciência ambiental contribui para a preservação de árvores nativas, onde podem ser realizadas visitas, trilhas e atividades de educação ambiental.

Na região prevalecem as pequenas propriedades, onde a utilização dos patamares entre-escarpa ganha destaque. Esses patamares apresentam Argissolos e Cambissolos, onde são desenvolvidas atividades agrícolas. Essas áreas possuem aptidões para o uso agrícola, no entanto nelas normalmente tem-se surgências que podem vir a serem contaminadas com agrotóxicos.

As colinas vulcânicas e topos de morros apresentam solos com espessuras variadas. Nas áreas com solos espessos não muito próximos a nascentes possuem aptidões ambientais para o uso e nas áreas com solos rasos ou próximos de nascentes que podem ser contaminadas com agrotóxicos há restrições ambientais, necessitando a manutenção da vegetação.

Para garantir a manutenção da vegetação nativa, é importante o cultivo de vegetação exótica, essas devem ser implantadas em áreas da propriedade onde o solo não possui significativa fertilidade para produção agrícola. De um modo geral essas porções são Cambissolos que se formam sobre arenitos eólicos com alto teor de quartzo. O cultivo de exótica serve para lenha como fonte de energia nas pequenas propriedades. No entanto cabe lembrar que não pode ultrapassar 30% do total da propriedade, o cultivo de exótica, para não se transformar em monocultura.

Uma gestão realizada com eficácia reflete em qualidade de vida, desenvolvimento, sustentabilidade da propriedade e preservação do meio ambiente.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho buscou-se apresentar as características geoambientais dos municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma e Pinhal Grande, baseado em estudos da drenagem, da geologia, dos solos, relevo, processos da dinâmica superficial, uso e ocupação, além de estudos das alterações da vegetação natural.

A base para elaboração do mapeamento geoambiental foi a integração o uso da terra e da geomorfologia, sendo que a geomorfologia teve maior influencia na definição dos sistemas e das unidades.

Entre os quatro sistemas geoambientais definidos, os que apresentam grande fragilidade, refere-se ao Sistema de Encostas Íngremes do Rebordo do Planalto, que comporta uma área com declividades acentuadas, onde podem ocorrer movimentos de massa e impossibilidade de uso agrícola e, as Colinas de Altitudes em Rochas Friáveis onde o substrato geológico e solos arenosos muito friáveis, possibilitam a grande ocorrência de processos erosivos lineares.

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. Se percebe, 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.

Nos municípios em estudo, 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. E com isso, aumentou a degradação do meio ambiente. Faz-se necessário tentar reverter essa situação para garantir a qualidade de vida das novas gerações. Cabe a gestão pública dos municípios elaborarem projetos que visem atender as necessidades da população e de acordo com a aptidão ambiental de cada porção do seu território.

Um estudo definindo as características geoambientais é o primeiro passo para a realização de um melhor planejamento e reordenamento territorial da região. Esses projetos devem envolver palestras de conscientização nas comunidades e incentivos fiscais. Sugere-se a reestruturação e planejamento das propriedades e paisagens do município, integrando o social, o econômico, o ambiental e o político, auxiliando principalmente os agricultores na gestão das propriedades.

Com essa iniciativa tem-se a possibilidade de trazer maior aproximação entre meio acadêmico e sociedade como um todo, visando contemplar os interesses de ambos. Dessa forma, o estudo geoambiental na geografia diversifica a importância das pesquisas realizadas no meio acadêmico, podendo resultar em produtos que servem 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 de áreas afins.

Ao contemplar os objetivos propostos, algumas lacunas acabaram ocorrendo devido à abrangência da análise e das complexas relações que se estabelecem entre os elementos. Ressaltam-se importantes áreas de pesquisa dentro desses municípios e da Quarta Colônia como um todo, relacionado a geomorfologia e os usos atuais com os potenciais turísticos como geosítios, com a presença de répteis fósseis, grutas, paredões e cascatas. Por esse motivo os estudos devem avançar durante o doutorado, a fim de aprofundar as análises da Quarta Colônia como um todo.

9. REFERÊNCIAS

AB' SÁBER, Aziz N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 4ª ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.

BAZZAN, Thiago ; ROBAINA, L. E. S. . **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.

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, maio 2005.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria dos Sistemas**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1976.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. São Paulo: IG-USP. **Cadernos de Ciências de Terra**. n. 13. 1972. 27 p.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: UFSC, 2003.

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, Gustavo Daniel. **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.

CASSETI, V. **Ambiente e Aproximação do Relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. 147 p.

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, 313

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.

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. (coord). **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). Rio de Janeiro: AHITAR/IBGE, SENAMA, 1999. Painel Comunicação.

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, 2009.

DE NARDIN, Dionara; 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.

DUARTE, Paulo. A., **Cartografia Básica.** 2.ed. – Florianópolis: Ed. da UFSC, 1988. 182p. Série Didática.

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.

FREIRE, Roberto. **A Farsa Ecológica.** Rio de Janeiro, RJ: Editora Guanabara, 1992.

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.

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.

HASENACK, H.; WEBER, E. **Base Cartográfica Vetorial Contínua do Rio Grande do Sul. Escala 1:50.000.** Porto Alegre: UFRGS, 2010.

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.

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).

ITAQUI, J. (org.) **Quarta Colônia: inventários técnicos, flora e fauna.** Santa Maria: Condesus Quarta Colônia, 2002.

JACOBI, P. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n 118, p. 189-205, 2003.

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. **Geografia 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.

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.

MENESES, P. R. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto**. Universidade de Brasília. Brasília – DF: Departamento de Geociências. Brasília. Texto Universitário. 2004.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretária da Agricultura, 1961. 42 p.

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.

NASA. National Aeronautics And Space Administration. Disponível em <<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>> . Acesso em: out. 2011.

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.

PENTEADO, M. M. O. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1985.

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.

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.

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, 1996, 308p.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

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.

SOTCHAVA, V. O estudo dos geossistemas. **Método em questão**, IGUSP,

1960.

SOUZA, C. F. de. **Contrastes 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. **Geografía Física**. Barcelona: Ediciones Omega S. A., 1984. 767p.

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, D.M.A (ORG). **Terra: Feições ilustradas**. Editora da UFRGS. Porto Alegre: 2003

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.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE/SUPREN, 1977. 97p.

VERDUM, R. Os geógrafos frente às dinâmicas sócio-ambientais no Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 16, p.91-94, 2005.

VILLELA, S. M.; MATOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

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.

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.